



**APOYO TÉCNICO EN EL DISEÑO, CONTROL, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN  
DE LAS OBRAS CIVILES PARA LA ADECUACIÓN DE LA  
INFRAESTRUCTURA DE RED FTTH DE TELEBUCARAMANGA S.A EN LOS  
PROYECTOS DESARROLLADOS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE  
BUCARAMANGA**

**LAURA PÉREZ CÁRDENAS  
ID: 211139**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADO  
SECCIONAL BUCARAMANGA  
2017**

**APOYO TÉCNICO EN EL DISEÑO, CONTROL, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN  
DE LAS OBRAS CIVILES PARA LA ADECUACIÓN DE LA  
INFRAESTRUCTURA DE RED FTTH DE TELEBUCARAMANGA S.A EN LOS  
PROYECTOS DESARROLLADOS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE  
BUCARAMANGA**

**LAURA PÉREZ CÁRDENAS  
ID: 211139**

**Práctica Empresarial como requisito para optar por el título de Ingeniera Civil**

**Supervisor De La Empresa  
Ingeniera María Raquel Sepúlveda  
Ingeniera Civil**

**Director  
Ing. Sergio Manuel Pineda Vargas PhD.  
Docente Universidad Pontificia Bolivariana**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADO  
SECCIONAL BUCARAMANGA  
2017**

**Nota de Aceptación**

---

---

---

---

---

**Presidente del Jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

## DEDICATORIA

*En primer lugar, a Dios, quién me brindó la sabiduría, la perseverancia y la paciencia para lograr las metas propuestas, por no dejarme desfallecer y ser el sustento diario.*

*A mis padres Vladimir Pérez y Martha Patricia Cárdenas, por ser las personas más importantes en mi vida, por creer en mis capacidades, por apoyarme en este proyecto de vida, y por ser el impulso que diariamente me hace mejor persona.*

*A mis hermanos, por compartir todos los días de mi vida, por llenarme de experiencias y de mucho amor.*

*A mi familia universitaria, mis compañeros de clase, mis docentes, directivos y miembros de la familia Bolivariana, porque de alguna manera aportaron para la realización de este sueño.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A la Universidad Pontificia Bolivariana por permitirme realizar mi proceso de formación como profesional y persona con sentido humano.*

*A la ingeniera María Raquel Sepúlveda por brindarme todo su conocimiento profesional durante el transcurso de la práctica empresarial.*

*Al ingeniero Sergio Manuel Pineda, por ser guía y apoyo durante la realización de este trabajo.*

*A la empresa de Telecomunicaciones de Bucaramanga y a mi equipo de trabajo por su colaboración, orientación, acompañamiento y por compartir sus enseñanzas y experiencias.*

*Y en general, a todos aquellos que de una u otra forma aportaron en mi desarrollo académico para llegar a ser profesional.*

## CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>14</b>
<b>1. OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
1.1 OBJETIVO GENERAL .....	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
<b>2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA</b> .....	<b>16</b>
2.1 MISIÓN, VISIÓN.....	16
2.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL .....	16
2.2.1 Subgerencia técnica operativa .....	16
2.3 GENERALIDADES DE FTTH .....	18
<b>3. ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LA PRÁCTICA</b> .....	<b>20</b>
3.1 ASPECTOS EN EL EJERCICIO DE LA LABOR DE AUXILIAR DE INGENIERÍA. ....	20
3.1.1 Aspecto de diseño .....	20
3.1.2 Aspecto constructivo .....	27
3.1.3 Aspecto financiero.....	27
3.2 SUPERVISIÓN TÉCNICA.....	28
3.3 PROYECTOS A SUPERVISAR.....	29
3.3.1 Reposición de Cámaras Subterráneas para el tendido de Red FTTH.....	29
3.3.2 Reubicación de infraestructura de red en las obras del Tercer Carril de la autopista Bucaramanga-Floridablanca.....	35
3.3.3 Reubicación de infraestructura en Girón .....	37
3.3.4 Construcción de armarios de fibra óptica (AFO).....	40
3.4 ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS .....	46
3.4.1 Inventario de la red de Telebucaramanga .....	46
3.4.2 GDi Vizion.....	49
3.4.3 Supervisión del tendido de red .....	49
3.4.4 Delegado en visitas técnicas a construcciones .....	51

<b>4. APORTE AL CONOCIMIENTO.....</b>	<b>52</b>
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>54</b>
<b>6. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>55</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>56</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>57</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama de Telebucaramanga .....	17
Figura 2 Elementos de Infraestructura FTTH.....	19
Figura 3 Diseño Gabinete Óptico (GO) (Previo a la instalación).....	21
Figura 1 Gabinete Óptico (GO) instalado sobre armario KRONNE. Calle 20 #31-98 Barrio San Alonso.....	22
Figura 5 Elemento óptico: Domo de Fibra Óptica .....	23
Figura 6 Nap Outdoor instalada y fusionada alojada en cámara de Telebucaramanga .....	24
Figura 7 Elemento Óptico: Nap Indoor (Uso interno en el edificio) .....	25
Figura 8 Tabla de convenciones en los diseños de Red FTTH .....	26
Figura 9 Diseño Red FTTH sector Cabecera.....	26
Figura 10 Arreglo de cámara en calzada, reposición de aro y tapa metálica. Calle 52 sector Cabecera.....	31
Figura 11 Cámara a reubicar por mal diseño.....	31
Figura 12 Fundida de losa superior cámara nueva.....	32
Figura 13 Cámara tipo D necesario reformar a una tipo F, ya que los elementos ópticos no tienen suficiente espacio para ser adosados y que la fibra se aloje sin sufrir estrés .....	33
Figura 14 Cámara en Av. González Valencia con 45 necesario ampliar y recuperar canalización por obstrucción.....	34
Figura 15 Cámara ampliada en el sector de Terrazas, para alojar los equipos ópticos .....	35
Figura 16 Recuperación de canalización en el sector del Tercer Carril autopista Bucaramanga-Floridablanca .....	36
Figura 17 Fundida de losa superior y reposición de andén en el sector del Tercer Carril, Paralela Occidental-sector Diamante II .....	37
Figura 18 Cámara encontrada en sardinel necesario reubicar a zona verde o andén.....	38
Figura 19 Profundización de la ductería en el sector del Rincón de Girón por obras de Metrolínea .....	39
Figura 20 Recuperación de andén y espacio público sector Rincón de Girón por obras de Metrolínea .....	40
Figura 21 Excavación para encontrar la canalización existente armario frente al Colegio El Rosario Floridablanca.....	43
Figura 22 Ductería que debe ser trasladada para empalmar con nueva canalización del AFO .....	44
Figura 23 Invasión del espacio Público con escombros, y base del AFO .....	45

Figura 24 AFO Barrio Santana Villabel, Instalado, recuperación del andén y del espacio público .....	45
Figura 25 Inventario de canalización en el sector de Cabecera (Cll 56 con Cra 33) .....	47
Figura 26 Estado de canalización en sector Centro: Cámara llena de aguas negras. (Cll 34 con Cra 18) .....	48
Figura 27 Diseño de la red FTTH sector Fosunab .....	49
Figura 28 Supervisión del tendido de red FTTH sector San Alonso .....	50
Figura 29 Supervisión del Tendido de la red sector Centro (Cra 18 Cl. 33).....	50
Figura 30 Visita técnica construcción AQUA sector Cabecera. Para empalme de canalización nueva del conjunto con canalización existente .....	51

## **LISTA DE ANEXOS**

ANEXO A Dimensión de la base para los Armarios de Fibra Óptica AFO.....	57
ANEXO B Dimensiones del AFO 4830 .....	59
ANEXO C Dimensiones del AFO 3825 .....	60
ANEXO D Estructura de cámaras telefónicas tipo A.....	61
ANEXO E Estructura de cámaras telefónicas tipo B.....	63
ANEXO F Estructura de cámaras telefónicas tipo C.....	65
ANEXO G Estructura de cámaras telefónicas tipo D .....	67
ANEXO H Estructura de cámaras telefónicas tipo F "especial calzada" .....	69
ANEXO I Estructura de cámaras telefónicas tipo F "especial andén" .....	70
ANEXO J Estructura de cámaras telefónicas tipo F "andén y zona verde" .....	71

## RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

**TITULO:** APOYO TÉCNICO EN EL DISEÑO, CONTROL, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE LAS OBRAS CIVILES PARA LA ADECUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE RED FTTH DE TELEBUCARAMANGA S.A EN LOS PROYECTOS DESARROLLADOS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA.

**AUTOR(ES):** Laura Pérez Cárdenas

**FACULTAD:** Facultad de Ingeniería Civil

**DIRECTOR(A):** Sergio Manuel Pineda Vargas

### RESUMEN

La empresa de telecomunicaciones de Bucaramanga Telebucaramanga S.A E.S.P dentro de su plan de crecimiento y mejoramiento de servicios de comunicación ha estado adoptando una nueva tecnología denominada la Red FTTH (fibra al hogar por su sigla en inglés). En razón a que la empresa hace uso del espacio público para la instalación de sus redes, requirió realizar el inventario de infraestructura de red en el Área Metropolitana de Bucaramanga para determinar si es apta para ésta nueva tecnología y se acoge a las exigencias del Plan de Ordenamiento territorial, en donde se exige a todas las empresas de telecomunicaciones que para el año 2020 sea canalizado todo el tendido de red de telecomunicaciones. El presente documento, describe las actividades desarrolladas por el practicante como ingeniero auxiliar para las labores de control y supervisión técnica de las obras civiles requeridas para el tendido de la red FTTH de la empresa de Telecomunicaciones de Bucaramanga S.A E.S.P. principalmente las actividades permitieron cumplir los objetivos propuestos en la práctica empresarial y están numeradas en el documento, como el estudio y análisis de las normativas técnicas para el diseño y construcción de obras civiles en redes de comunicaciones, recopilación y digitalización de la información recopilada en las visitas de campo, supervisión de las obras civiles ejecutadas por los contratistas, digitalización del inventario de red y participación activa en capacitaciones y comités primarios de avance. Finalmente, los usuarios de Telebucaramanga S.A pueden disfrutar de un mejor servicio, ya que las obras civiles, para el tendido de la red, se han entregado en los tiempos estipulados y de acuerdo a las especificaciones técnicas necesarias.

### PALABRAS

#### CLAVES:

FTTH, tendido de redes, supervisión técnica, obras civiles, Comités primarios.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

## GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

**TITLE:** TECHNICAL SUPPORT IN THE DESIGN, CONTROL, EXECUTION AND SUPERVISION OF THE CIVIL PROJECTS FOR THE ADEQUACY OF TELEBUCARAMANGA S.A FTTH NETWORK INFRASTRUCTURE IN THE PROJECTS DEVELOPED IN THE METROPOLITAN AREA OF BUCARAMANGA.

**AUTHOR(S):** Laura Pérez Cárdenas

**FACULTY:** Facultad de Ingeniería Civil

**DIRECTOR:** Sergio Manuel Pineda Vargas

### ABSTRACT

The telecommunications company of Bucaramanga S.A.S.P within its plan for growth and improvement of the communication services, it is in the process of adopting a new technology such as the FTTH network (Fiber to the home). Since the company makes use of the public space for the installation of its networks, it is required the inventory of network infrastructure in the Metropolitan Area of Bucaramanga to determine the suitability of this new technology and if meet the requirements of Municipal Territorial Plan, POT (by its initial in spanish), where all telecommunications companies are required by 2020 to channel all the telecommunications network. This work describes the activities developed by the student in practice acting as an auxiliary engineer for the control and technical supervision of the civil works required by the laying of the FTTH network into the telecommunications company of Bucaramanga S.A.S.P. Mainly the activities allowed to meet the objectives proposed in business practice and are numbered in the document, such as the study and analysis of technical regulations for the design and construction of civil works in communication networks, collection and digitization of information collected in the field visits, supervision of civil works carried out by contractors, digitization of network inventory and active participation in trainings and primary committees of progress. Finally, the users of Telebucaramanga S.A can enjoy a better service, since the civil works, for the laying of the network, have been delivered in the stipulated times and according to the technical specifications.

### KEYWORDS:

FTTH, network, technical supervision, civil works, primary committees.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

## INTRODUCCIÓN

El área metropolitana de Bucaramanga a lo largo de sus 36 años de constitución [1] ha estado en auge de crecimiento promoviendo el desarrollo de proyectos de índole económico, de infraestructura, social entre otros [2]. Con los proyectos de infraestructura se ha buscado ampliar la malla vial aumentando las edificaciones tanto verticales como horizontales, para los cuales se deben tener en cuenta varios aspectos: uno de los más importantes es la reubicación y la contemplación de las futuras ampliaciones de las redes de servicios públicos (alcantarillado, energía, telecomunicaciones, acueducto, entre otras) [3], requerimientos que sugiere de atención y de gran inversión.

Telebucaramanga es la primera compañía de telefonía de Bucaramanga y su Área Metropolitana [4] con una gran demanda en los servicios de telefonía fija, Internet banda ancha y tv Digital satelital, pensando en sus clientes en brindarles mayores beneficios, se comenzará a ofrecer el servicio FTTH (fiber to the home) [5] mejorando el servicio de internet y televisión a toda el área de cubrimiento de la empresa.

En el siguiente documento se detallará las actividades que se han desarrollado para efectuar una buena labor de supervisión y control requeridas en la adecuación de la infraestructura de red externa, siendo una de las actividades fundamentales y determinantes para el desarrollo de la práctica el estudiar, analizar y entender tanto el Manual de Normas Técnicas para la construcción de redes telefónicas externas de Telebucaramanga [6] como el de los proveedores de los equipos para la red GPON (*Gigabit-capable Passive Optical Network*) [7], (FiberHome, Microlink, Energytel, entre otros) ya que permite conocer de forma detallada las especificaciones de los materiales [8] y la correcta manipulación de los equipos pasivos de la red FTTH que irán alojados en la red externa.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Apoyar técnicamente el diseño, control, ejecución y supervisión de las obras civiles requeridas para la implementación de la red FTTH (Fiber To The Home o red de fibra hasta el hogar) de la empresa de Telecomunicaciones de Bucaramanga S.A. E.S.P. en el Área Metropolitana de Bucaramanga.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1.2.1** Realizar el inventario de información secundaria de la infraestructura actual de Telebucaramanga S.A. que cuentan con red de cobre en las zonas de influencia donde se implementará la red FTTH.
- 1.2.2** Apoyar el diseño de la red FTTH de algunos sectores del Área Metropolitana de Bucaramanga con base en la infraestructura existente.
- 1.2.3** Apoyar la interventoría de obras civiles requeridas para la adecuación de las redes de telecomunicaciones.

## **2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

Telebucaramanga S.A es la primera compañía de telefonía de Bucaramanga y su Área Metropolitana.

Hoy como empresa de telecomunicaciones presta los servicios de Telefonía fija, Internet Banda Ancha y TV Digital Satelital a hogares y pymes (Pequeña y Mediana Empresa) siendo la compañía líder en participación del mercado local de Telefonía e Internet. [4]

### **2.1 MISIÓN, VISIÓN**

Misión: Satisfacer las necesidades de nuestros clientes mediante la innovación en la prestación de servicios de telecomunicaciones sosteniendo el liderazgo en el mercado y los indicadores de rentabilidad.

Visión: En el año 2018, seremos reconocidos como la empresa líder de servicios integrales e innovadores de telecomunicaciones a nivel local, con indicadores de calidad y servicio que superan las expectativas de nuestros clientes.

### **2.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL**

La empresa se encuentra bajo el mando de una junta directiva dividida en ocho subgerencias, como se puede observar en la Figura 1. [4]

#### **2.2.1 Subgerencia técnica operativa**

A la empresa le interesa entregar un excelente servicio, cumpliendo con toda la normativa técnica tanto de telecomunicaciones como la exigida por el POT de Bucaramanga [9] por esta razón dentro de la subgerencia técnica y operativa se encuentra la coordinación de proyectos y es aquí donde ingresan como viabilidades todos los proyectos, haciéndoles seguimiento desde el momento en el que es solicitado el servicio hasta la entrega, revisión y pago de las obras ejecutadas.

Las funciones que desarrolla el equipo de coordinación de proyectos para dar seguimiento a las viabilidades son las siguientes:

- Realizar visita para verificar la canalización de acceso al predio, si es una edificación se contempla el buitrón haciendo un esquema de las torres y de los apartamentos.
- Diseñar la acometida de la red a instalar y canalización a intervenir.
- Modelar en AutoCAD la acometida diseñada.
- Realizar el presupuesto requerido para la ampliación o construcción de la infraestructura pasiva (telecomunicaciones) como las cámaras.

- Entregar los materiales al contratista para comenzar el tendido de la fibra.
- Seguimiento a contratistas en la ejecución de proyectos.
- Revisión de las obras civiles (cámaras telefónicas, canalizaciones, instalación de ductos, reparación de andenes y calzadas) e instalación de la red (aérea o canalizada de la planta externa e interna).
- Elaboración del acta de liquidación, esta se realiza cada mes.
- Asistir a los comités de redes realizados cada semana para evaluar los trabajos ejecutados, revisar el presupuesto entregado y en caso de los grandes proyectos de infraestructura vial, verificar el porcentaje de las obras que se han ejecutado y coordinar el seguimiento de las faltantes.

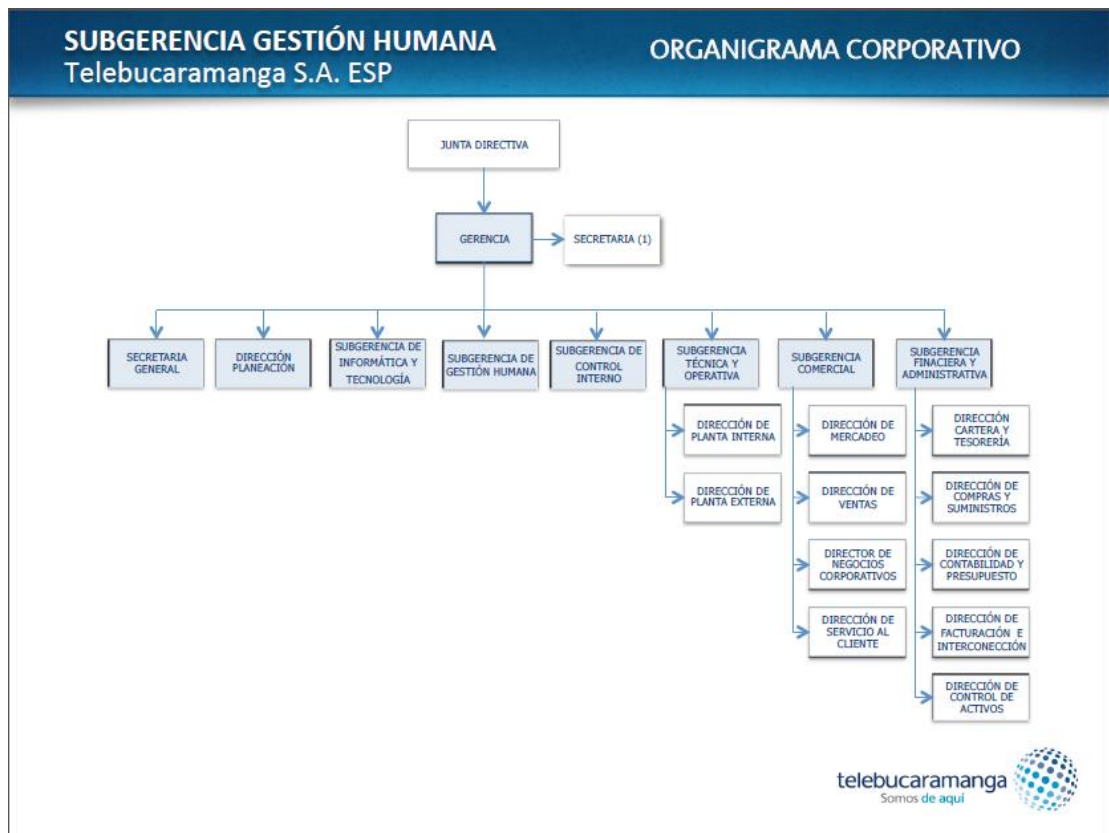


Figura 2 Organigrama de Telebucaramanga  
FUENTE: Telebucaramanga S.A

## 2.3 GENERALIDADES DE FTTH

Para tener un claro conocimiento de cómo se comporta la red de fibra óptica, se realizó varias capacitaciones de fundamentos de diseño, implementación y verificación de redes de fibra óptica, a continuación, se resumirá lo dicho por el Ingeniero Oscar Iván Sánchez en las capacitaciones.

**FTTH y redes de acceso:** la fibra hasta el hogar (FTTH) se utiliza para proporcionar servicios de banda ancha de conexión permanente a hogares y pequeñas y medianas empresas (PYMES). Se basa en utilizar cables de fibra óptica y sistemas de distribución ópticos adaptados a esta tecnología para distribuir servicios avanzados, como el Triple Play: telefonía, Internet de banda ancha y televisión, a los hogares y negocios de los clientes.

Existen dos tipos de fibra,

**Fibra óptica monomodo:** la fibra óptica monomodo (SMF) consta de un núcleo muy pequeño y emplea tecnología láser costosa para enviar un único haz de luz.

**Fibra óptica multimodo:** la fibra óptica multimodal (MMF) consta de un núcleo más grande y utiliza emisores LED para enviar pulsos de luz. Específicamente, la luz de un LED ingresa a la fibra multimodal en diferentes ángulos.

La implantación de esta tecnología está tomando fuerza, especialmente en países como España, Estados Unidos, Colombia, Uruguay, Japón y países de Europa [10]. Muchos operadores reducen la promoción de servicios ADSL en beneficio de la fibra óptica con el objetivo de proponer servicios muy atractivos de banda ancha para el usuario (música, vídeos, fotos, etc.) [11].

### **Red óptica pasiva (PON)**

El equipamiento PON se compone de un terminal de línea óptica (OLT) en la central telefónica. Una fibra se despliega hacia el ramificador óptico pasivo de primer nivel (splitter) que se encuentra en el domo o en los nuevos armarios GO (gabinete óptico) y conecta un máximo de 64 usuarios finales donde cada uno tiene una unidad de red óptica (ONT) hacia el punto donde la fibra termina.

Las ventajas de PON incluyen el uso reducido de la fibra, ausencia de equipamiento activo entre la OLT y la ONT, capacidades de asignación dinámica de ancho de banda y la posibilidad de ráfagas de gran ancho de banda, lo cual podría conducir a reducir costos de capital y operación.

En la figura 2 se contemplan algunos elementos de la infraestructura FTTH y son:

*Cableado de distribución*, cables ópticos de gran tamaño y pueden ser de 144 o 96 hilos.

*Punto primario de distribución de fibra (FDP)*, domos de fácil acceso para cableado subterráneo con gran capacidad de distribución de fibra.

*Cableado de alimentación*, cables ópticos de tamaño medio y pueden ser de 48 y 24 hilos.

*Punto secundario de distribución de fibra (FDP)*, Nap y Riser box de fácil y pequeño acceso para cableado subterráneo e interno con capacidad media/baja de fibra y gran capacidad de cableado drop.

*Cableado interno*, cable interno de fibra y unidad terminal de fibra, los cuales pueden ser parte del ONT.

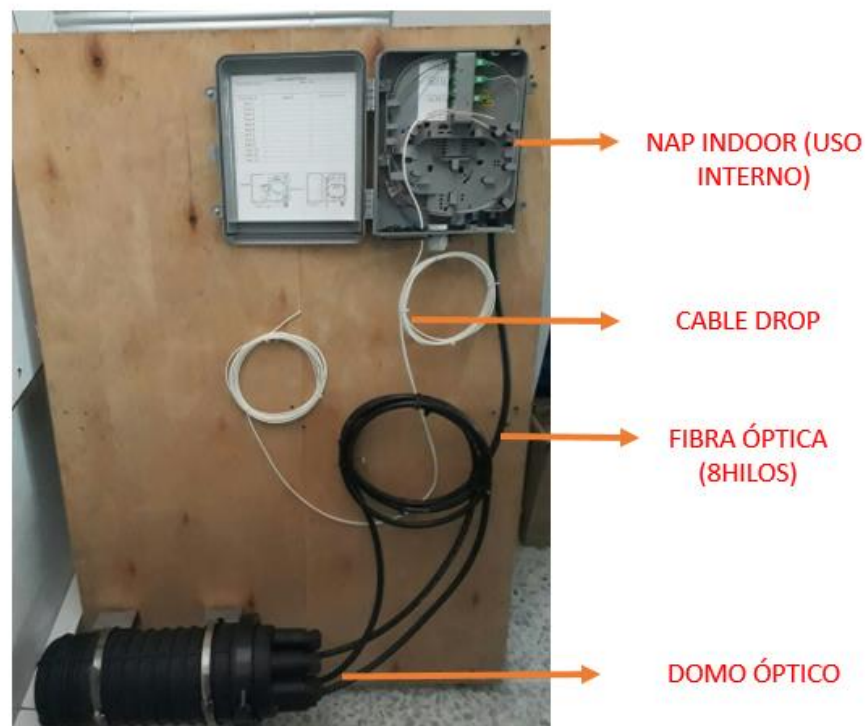


Figura 3 Elementos de Infraestructura FTTH  
FUENTE: Autor

### **3. ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LA PRÁCTICA**

La empresa Telebucaramanga S.A. ESP se ha puesto a la tarea de ampliar su red de distribución para poder ofrecer al Área Metropolitana de Bucaramanga una nueva experiencia como lo es la red GPON que permite a los usuarios acceder a internet a velocidades de 1 o 2 Gbps (gigabit por segundo), ésta iniciativa comprende varios cambios como modificar y adecuar la infraestructura de red y demás obras complementarias, ante la implementación de la red FTTH [4].

Siguiendo los objetivos propuestos en el plan de inicial de la práctica empresarial, se da conocer a detalle los procedimientos llevados a cabo para realizar la Supervisión y control de las obras civiles en los diferentes proyectos de Telebucaramanga.

#### **3.1 ASPECTOS EN EL EJERCICIO DE LA LABOR DE AUXILIAR DE INGENIERÍA.**

##### **3.1.1 Aspecto de diseño**

Previo a cualquier diseño, se hace el estudio de viabilidad de la red FTTH, conociendo el estado de las zonas de objeto de despliegue la canalización y la infraestructura interna del cliente.

Se hace un inventario del sector, en el cual se toma como dato, el número de viviendas, ubicación y nomenclatura, infraestructura existente y radio de penetración con respecto a la central telefónica.

El área comercial de la empresa determinó ciertos sectores prioritarios para el despliegue de la red, teniendo en cuenta los posibles clientes, los posibles PYMES y dimensionando la red a largo plazo para posibles ampliaciones.

El diseño se basa principalmente en la demanda de usuarios y en la optimización del sector. Los criterios de diseño son basados en los manuales de FiberHome [8], proveedor de fibra óptica y de equipos de la misma.

Las generalidades del diseño comprenden:

- **Diseño del Gabinete Óptico:** En la Figura 3 se muestra el GO (Gabinete óptico), es un armario de red, posee 10 bandejas de distribución de fibra, cada bandeja cuenta con 3 ramificadores primarios, para un total de 30 unidades. El Gabinete óptico debe estar ubicado sobre un armario KRONNE existente en la calle como lo muestra la Figura 4; a éste le llega la fibra de

interconexión (proviene de la central telefónica al armario) generalmente de 96H y salen de él las fibras de distribución.

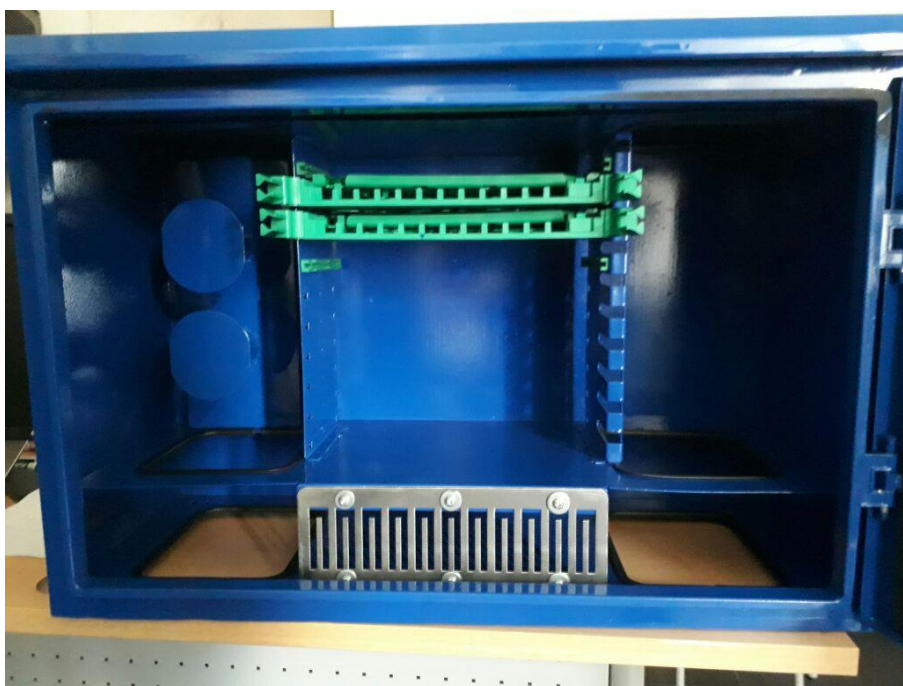


Figura 4 Diseño Gabinete Óptico (GO) (Previo a la instalación)  
FUENTE: Autor



Figura 5 Gabinete Óptico (GO) instalado sobre armario KRONNE. Calle 20 #31-98 Barrio San Alonso.  
FUENTE: Autor

- Domos y Sangrías: Para la distribución de las fibras que salen de los gabinetes ópticos es necesario alojar un equipo de distribución como los domos, allí se empalma la fibra con más fibras, esto permite el despliegue múltiple en un sector, evitando que la fibra principal de distribución haga recorridos muy largos. Deben ser alojados en cámaras únicamente y debidamente adosados. En la Figura 5 se muestra domo de 6 salidas de Fibra.



Figura 6 Elemento óptico: Domo de Fibra Óptica  
FUENTE: Autor

- NAP Outdoor: Para los predios denominados “casas” cuyo servicio es generalmente aéreo, es necesario una Caja de Distribución de Fibra (FDP) en la calle, éste equipo es alojado estratégicamente en las cámaras con subida a poste, dándole la oportunidad a la fibra que suba y reparta aéreo a las casas que lo soliciten, es necesario alojar una NAP en cada costado de una calle, para evitar que el cable drop (recomendado como cable de acceso al usuario en redes FTTH) cruce aéreo por la calle. En la Figura 6 se muestra Nap Outdoor utilizada para el despliegue de la red en el sector de Terrazas.



Figura 7 Nap Outdoor instalada y fusionada alojada en cámara de Telebucaramanga  
FUENTE: Autor

- NAP Indoor y Riser Box: Para los edificios o conjuntos cerrados quienes tienen su propia acometida para red de telecomunicación, se hace el cálculo de cuantos equipos son necesarios para atender la totalidad de los clientes, teniendo en cuenta que una NAP indoor cuenta con dos Splitter secundarios, o sea la posibilidad de atender 16 clientes o una Riser Box, que cuenta únicamente con un splitter, ósea 8 clientes. (Figura 7).



Figura 8 Elemento Óptico: Nap Indoor (Uso interno en el edificio)  
FUENTE: Autor

Para el despliegue de la red se planificó la ubicación idónea de cada equipo y se encontró que es necesario la reforma o construcción de nueva infraestructura.

Posteriormente, se digitalizó la ruta de distribución de la red FTTH en la herramienta computacional AutoCAD (Computer Aided Design), incluyendo la red interna de cada predio, permitiendo conocer con exactitud la ruta de cada cliente

Se le entregó al contratista de manera digital y física los planos donde se especificó, diseño, longitud y distribución espacial de cada elemento de red. Es importante que los planos estén georreferenciados ya que, al encontrarse bajo un sistema de coordenadas conocido facilitó la migración de la información a otra base de datos, sin pérdida de información durante el proceso.

En la tabla de convenciones mostrada en la Figura 8, la simbología empleada es concisa y clara, esto le permitió al contratista tener una excelente interpretación al ejecutar el proyecto, ubicando los armarios de distribución, empalmes, cajas telefónicas (strip telefónicos), postes, cámaras telefónicas, reserva de cable, el número de hilos a empalmar, la longitud de cada tramo de fibra, canalización y cámaras.

Se realizaron rondas por las obras que se intervinieron, recopilando información de cambios y observaciones presentadas durante la ejecución del proyecto,



### **3.1.2 Aspecto constructivo**

Luego de previo análisis y replanteo, el contratista solicitó oportunamente a Telebucaramanga todos los materiales que se requería manteniendo siempre el progreso de los trabajos.

Antes de realizar las visitas de obra se analizó y se estudió el manual de normas técnicas para la construcción de redes externas de Telebucaramanga (2008), exigiendo en todo momento al contratista que cumpliera con las especificaciones técnicas. En las visitas de obras realizadas se estuvo pendiente que los operarios tuvieran botas de seguridad, casco, así como los elementos de protección personal EPP requeridos para cada uno de los trabajos.

El contratista cumplió con cada ítem que se desplegó en el pliego de condiciones, más adelante se especifican las actividades que se ejecutaron en cada contrato.

### **3.1.3 Aspecto financiero**

Con el fin de llevar un control detallado sobre las órdenes de trabajo que se iban ejecutando, el contratista diligenció y envió al auxiliar de ingeniería en forma completa los “formatos de registro de actividades” de cada orden de trabajo: datos de la orden de trabajo, registro fotográfico y esquema de trabajos ejecutados.

El diligenciamiento de los formatos de registro de actividades, por parte del contratista, fue indispensable para el pago oportuno de los trabajos.

El auxiliar de ingeniería, tuvo en cuenta los siguientes aspectos cuando analizó lo enviado por el contratista:

- Verificó las cantidades reportadas, las cuales coincidían con las medidas tomadas en las revisiones previas.
- La ubicación exacta del proyecto.
- La fecha de ejecución.
- Comprobó las fotos del antes, durante y después correspondieran a lo ejecutado, evidenciando que el personal que aparece en ellas esté con personal EPP (Elementos de protección personal)
- Verificó la afiliación del personal con la empresa y la seguridad social.
- El auxiliar de ingeniería elaboró mes a mes el acta de pago que posteriormente fue firmada por las dos partes encargadas del contrato, en original y dos copias, se archivó una copia en coordinación de proyectos, el contratista recibió una copia y el original se envió al área financiera, contable y jurídica de la empresa de Telecomunicaciones de Bucaramanga S.A. E.S.P.

## 3.2 SUPERVISIÓN TÉCNICA

El objetivo principal del auxiliar de ingeniería fue lograr que la obra estructural y el tendido de la red de comunicaciones se ejecutaran dentro del programa estipulado, rigiéndose por las normas vigentes [12], asegurando calidad de las obras especificadas y costo indicado, por tal motivo ejerció las siguientes funciones:

1. Revisó y dio su concepto técnico sobre los estudios previos, planos del proyecto y sus obras complementarias.
2. Sometió a consideración y aprobación de Telebucaramanga los precios unitarios de conceptos de trabajo no incluidos en el contrato.
3. Vigiló y controló el desarrollo de las obras en sus aspectos de calidad, costo, tiempo, apego al proyecto aprobación por el municipio.
4. Participó en las reuniones del comité técnico primario, presentando los avances, alertas y consideraciones necesarias para el buen desarrollo de los proyectos. A estas reuniones asistieron representantes del contratista y los miembros del comité técnico primario de la coordinación de proyectos. De cada comité se levantó un acta debidamente suscrita.
5. Suministró oportunamente la información, en medio magnético e impreso, de toda la información relacionada con el avance de obra construida. Elaboró y presentó oportunamente las actas de obra y en general de todo lo requerido en curso del contrato.
6. Asesoró al contratista en los aspectos técnicos y administrativos de la obra, de acuerdo a los lineamientos administrativos de Telebucaramanga.
7. Llevó registro escrito de todo lo ocurrido en la obra, durante su ejecución, hasta la terminación de la misma, de acuerdo con los lineamientos estipulados.
8. Informó al contratista sobre todo lo que se requiera para la buena ejecución de la obra.
9. Cuantificó y evaluó la obra que se iba ejecutando, así como la faltante, para efecto de pago oportuno al contratista.
10. Solucionó aquellos problemas de diseño complementarios al proyecto, elaborando cualquier tipo de documentación necesaria (diseño de diagramas unifilares, planos, especificaciones complementarias, etc.)
11. Verificó y avaló las actas de avance y los soportes que aplicaron a la misma (diagrama unifilar, observaciones, memorias de cálculo, excavaciones, certificaciones de calidad de los materiales, etc.)
12. Revisó y avaló la memoria de avance de la totalidad de los ítems ejecutados, junto con el plano record de obra.
13. Coordinó y vigiló el correcto desarrollo de la obra, cerciorándose que todas las actividades se realizaran bajo el total cumplimiento de las normas y especificaciones técnicas y de seguridad, siguiendo el diseño del proyecto.

### 3.3 PROYECTOS A SUPERVISAR

La coordinación de proyectos de Telebucaramanga tiene a su cargo los siguientes proyectos de obras civiles, a los cuales se les ha hecho vigilancia de materiales, programación y cumplimiento de las condiciones del contrato.

Objetivo contrato	Contratista	Plazo días	Acta inicio	Fecha de terminación	Acta entrega
La construcción de las obras civiles (canalización, cámaras, acometidas, etc.) y el despliegue de la red externa para la prestación de los servicios de acceso a internet de alta velocidad (FTTH); para el Área Metropolitana de Bucaramanga.	RETESAN E.U.  INMEL ingeniería S.A.S	180	Sep.12 de 2016		ENTREGAS PARCIALES
Construcción y reubicación de la infraestructura de telecomunicaciones en la ampliación de la vía del tercer carril.	CONSORCIO VIAL PUERTA DEL SOL	240	Feb. 12 de 2017	Jun. 15 de 2017	Jun. 20 de 2017
Mejoramiento de la malla vial urbana zona V sector sur – oriental del municipio de Girón.	ALCALDIA MUNICIPAL DE GIRON	240	Nov. 11 de 2016		ENTREGAS PARCIALES
Construcción de fundamentos para gabinetes de uso exterior (cámaras, base para los AFOS)	VESGA MORENO INGENIEROS LIMITADA	45	Mar. 14 de 2017	Abr. 20 de 2017	Abr. 20 de 2017

#### 3.3.1 Reposición de Cámaras Subterráneas para el tendido de Red FTTH

El contrato está compuesto por la reposición de 23 cámaras subterráneas, la reposición y recuperación de 35 canalizaciones las cuales se encuentran en los barrios Cabecera, Sotomayor, Terrazas, Mejoras Públicas, San Alonso y Centro.

Una vez firmada el acta de inicio, se procedió al reconocimiento de los planos, observando los puntos donde se debían intervenir las obras civiles. Debido a el replanteo de los diseños, fue necesario ampliar el contrato por un contrato abierto, para no limitar el número de cámaras a reformar, ya que a medida que iban siendo entregados los diseños de cada sector, se encontraba con reformar o construir cámaras nuevas que no fueron planteadas en el comienzo.

### **3.3.1.1 Aspectos constructivos**

La Coordinación de Proyectos de Telebucaramanga S.A. procedió a realizar los trámites legales correspondientes a la licencia para la intervención y ocupación del espacio público para la reposición de cámaras subterráneas y reposición de canalización. (Figura 10).

Las cámaras telefónicas que se intervendrá tendrán como fin la ubicación de los equipos pasivos de la red Gpon. Para esto se debe demarcar, cortar, hacer rotura y la respectiva reposición del andén. El cimiento será de 100 x 100 cm, pero en algunos casos se modificará estas medidas por cuestión de espacio, la placa de piso de 10 cm, se construirán con las profundidades mostradas en los planos respectivos como mínimo, utilizando hormigones de 210 kg/cm<sup>2</sup> con tamaños máximos de ¾", para el agregado grueso, nivelando adecuadamente las cimentaciones y dando a la losa de fondo una pendiente de 0.5% hacia el filtro que se construirá en el centro de la cámara.



Figura 11 Arreglo de cámara en calzada, reposición de aro y tapa metálica. Calle 52 sector Cabecera.  
FUENTE: Autor

### **Ubicación y replanteo**

Una vez teniendo claridad de cuáles son las cámaras a intervenir, se va a terreno marcando la zona, colocando la señalización y haciendo la respectiva intervención.



Figura 12 Cámara a reubicar por mal diseño  
FUENTE: Autor

### **Mampostería**

Los muros de las cámaras se construirán con bloques macizos de cerámica, las dimensiones nominales de los bloques serán de 10 cm. x 20 cm. x 400 mm y la pega se ejecutará con un mortero de arena y cemento de dos (2) cm.

### **Friso**

Las paredes se deben frisar con mortero 1:3 de dos (2) cm de espesor, cuidando de dejar una superficie que guarde la verticalidad y forma longitudinal mostrada en los planos.

### **Placa superior**

La losa o placa superior para las cámaras de empalme debe tener un espesor de 20 centímetros, ya sea en calzada o andén (Figura 12). El hormigón será de 245 kg/cm<sup>2</sup> y debe vaciarse en el sitio.

### **Reposición de andenes, zonas verdes y calzadas de asfalto o concreto**

Esta actividad consiste en la reparación del pavimento, andenes y zonas verdes existentes en todos los sitios afectados por la construcción de canalizaciones telefónicas, restituyendo las condiciones iniciales con los mismos materiales, dimensiones y especificaciones del existente.



Figura 13 Fundida de losa superior cámara nueva  
FUENTE: Autor

El primer sector del despliegue de red fué el sector de San Alonso, con 13 cámaras que fue necesario reformar debido a que los elementos ópticos que era necesario alojar en éstas no contaban con suficiente espacio como lo muestra la Figura 13, y 3 cámaras construidas para la adecuación de los equipos de la red GPON.



Figura 14 Cámara tipo D necesario reformar a una tipo F, ya que los elementos ópticos no tienen suficiente espacio para ser adosados y que la fibra se aloje sin sufrir estrés

FUENTE: Autor

En la ejecución del tendido de Red posterior al diseño entregado, se hace el replanteo de rutas de fibra debido a las obstrucciones que se encuentren en la canalización, se da solución de hacer o de recuperar la canalización para las que se encuentren en sardineles o en andén como se ve en la Figura 14.



Figura 15 Cámara en Av. González Valencia con 45 necesario ampliar y recuperar canalización por obstrucción  
FUENTE: Autor

Y en los sectores, donde es necesario alojar elementos ópticos y que la infraestructura no sea adecuada, se debe ampliar, organizar o construir. En el barrio Terrazas se construyeron 2 cámaras nuevas y se ampliaron 3, una de ellas en la Figura 15.



Figura 16 Cámara ampliada en el sector de Terrazas, para alojar los equipos ópticos

FUENTE: Autor

### **3.3.2 Reubicación de infraestructura de red en las obras del Tercer Carril de la autopista Bucaramanga-Floridablanca.**

Atendiendo las obras del corredor vial del tercer carril, el Departamento de Santander como ente contratante y el contratista Consorcio Vial Puerta Del Sol con ocasión de la ejecución de las obras del proyecto en referencia solicitan a Telebucaramanga S.A. información completa sobre la infraestructura de telecomunicaciones existentes a reubicar en el sector del corredor vial del tercer carril en el barrio Diamante II y supervisión por parte de la empresa en los últimos detalles del proceso.

En dicho sector, Telebucaramanga S.A. tiene infraestructura propia, conformada por canalización, cámaras subterráneas, cables canalizados de cobre, cables

canalizados de fibra óptica, y otros elementos de red. La reubicación de la canalización y de la infraestructura de red fue prevista en el separador y en el costado occidental como se ve en la Figura 16.

Como actividad principal en la supervisión se hace un seguimiento al contratista para que cumpla lo previsto en los planos entregados, que utilicen la correcta señalización y que se proteja el inventario de la red de la empresa. En la Figura 17 se observa que es recuperado lo que se intervino y que se dejó en mejores condiciones.



Figura 17 Recuperación de canalización en el sector del Tercer Carril autopista Bucaramanga-Floridablanca

FUENTE: Autor



Figura 18 Fundida de losa superior y reposición de andén en el sector del Tercer Carril, Paralela Occidental-sector Diamante II  
FUENTE: Autor

### 3.3.3 Reubicación de infraestructura en Girón

La alcaldía de Girón lleva a cabo el mejoramiento de su malla vial para el ingreso de los vehículos del SITM Metrolínea al municipio, con ocasión de la ejecución de las obras del proyecto en referencia solicitan a Telebucaramanga S.A. información completa sobre la infraestructura de telecomunicaciones existentes a reubicar en el sector de Villa campestre y El Rincón de Girón, y supervisión por parte de la empresa en los últimos detalles del proceso.

En dicho sector, Telebucaramanga S.A. tiene infraestructura propia, conformada por canalización, cámaras subterráneas, cables canalizados de cobre, cables canalizados de fibra óptica, y otros elementos de red. La reubicación de la

canalización y de la infraestructura de red fue prevista sobre el sardinel del costado Oriental.

En la ejecución de las obras se han encontrado varios problemas a los que se les ha dado solución, como una cámara que se encontraba oculta y coincidió con la estructura de sardinel como lo muestra la Figura 18, se conceptúa como viable la solución de realizar el anillo de la cámara hasta el nivel de andén proyectado y rodeando la tapa con el nuevo sardinel de modo que se conserve la apertura de la cámara en su totalidad.

En el mismo sector se propone reubicar cámara que se encontraba en el andén para la calzada.



Figura 19 Cámara encontrada en sardinel necesario reubicar a zona verde o andén

FUENTE: Autor

En el sector del Rincón de Giron, via Anillo Vial- Floridablanca sobre la autopista costado oriental como lo muestra la Figura 19, se acordó que el Proyecto profundizará la ductería libre existente en tramo visitado (aproximadamente 200m) con el fin de evitar riesgos de daño a los ductos en el momento de afirmación de la sub-base. Para el tramo corto aproximadamente 30m que se encuentra cableado y donde ya se colocó la estructura de sardinel en trayecto parcial, se realizará apisonado de capa sub-base inicialmente de forma manual sobre capa de 15 cm por 1 m de ancho para proceder posteriormente a la compactación normal de la capa completa.

En el mismo sector es necesaria la recuperación del andén procurando dejarlo en mejor condición de las que se encontró, evidencia en la Figura 20.



Figura 20 Profundización de la ductería en el sector del Rincón de Girón por obras de Metrolínea  
FUENTE: Autor



Figura 21 Recuperación de andén y espacio público sector Rincón de Girón por obras de Metrolínea  
FUENTE: Autor

### **3.3.4 Construcción de armarios de fibra óptica (AFO)**

Uno de los limitantes del cobre es la distancia, ya que a mayor sea ésta presentará más atenuación. Por tal motivo se colocan en la ciudad los gabinetes de uso exterior, estos permiten almacenar energía de respaldo, dar soporte de conexión y transmitir datos y voz brindando mejor cobertura a los usuarios.

#### **3.3.4.1 Aspectos constructivos**

La construcción de la base de estos armarios depende del modelo y la capacidad que tengan, el proveedor suministra el dimensionamiento de cada elemento

indicando cual es el refuerzo, diámetro de los pernos, diámetro de la ductería entre otras medidas para que el armario funcione sin ningún inconveniente.

### **Replanteo y señalización**

Una vez designado el personal que intervendrá la obra, se va al terreno y se procede hacer la respectiva limpieza del lugar, demarcando donde quedaría la base del armario. Durante todo el proceso que comprenderá la obra se le recomienda al contratista proveer todos los medios de señalización en el sector de influencia de tráfico.

### **Excavación y compactación**

Durante este proceso se tiene en cuenta la indicación suministrada por el proveedor del armario, la cual nos indica en el Anexo A qué se debe excavar 30 cm por debajo del nivel. Una vez culminada la excavación se procede a compactar el suelo para evitar espacios vacíos aumentando su capacidad de soporte y estabilidad.

### **Cimentación y mampostería**

La instalación del armario debe ir en conjunto con una cámara que estará comunicada directamente por medio de 3 ductos donde se alojará el suministro de energía para el armario y 2 ductos para los cables de cobre y fibra, la base tendrá un cuarto ducto donde irá polo a tierra para el equipo además la cámara tendrá 4 tubos de 3" o 4" para la distribución. El fundamento lleva una base de 10 centímetros de espesor sobre el que se levantan las paredes, la placa de fondo debe fundirse en concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>, la tapa y el cuerpo del fundamento en concreto de 245 kg/cm<sup>2</sup>, tendrá 4 pernos de diámetro 5/8" los cuales sujetarán la carcasa.

### **Reposición de andenes, zonas verdes y calzadas de asfalto o concreto**

Culminada la obra civil se procede a la reparación del pavimento, andenes y zonas verdes existentes en todos los sitios afectados por la construcción de la base para el gabinete, restituyendo las condiciones iniciales con los mismos materiales, dimensiones y especificaciones existentes.

### **Cámara tipo F andén.**

Para el AFO 4830 trasladado por no contar con una cámara telefónica cercana, se le construyó una con dimensiones presentes en el anexo I, el cual se obtuvo del manual de normas técnicas para la construcción de redes externas de Telebucaramanga (2008), se utilizó concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> con tamaños máximos de ¾" para el agregado grueso, se niveló adecuadamente el terreno y dándole a la losa de fondo una pendiente de 2% hacia el filtro que se construyó en el centro de la cámara. Las paredes de la cámara se frisaron con mortero 1:3 impermeabilizado, de 0.20m de espesor promedio. La cámara tiene 4 entradas de ductos para las rutas de cables hacia los usuarios. Para su correcta ejecución los tubos fueron rematados

a mitad de muro y posteriormente hasta empatar con el friso de la cámara, se formó un embudo bien liso, libre de asperezas que pueden dañar la cubierta del cable durante el tendido.

La placa superior se construyó con la misma pendiente del terreno hasta cubrir la cara externa de los muros, con espesor de 0.15m, el concreto se vació en el sitio, después de 7 días del vaciado se retiró la formaleta.

La profundidad nominal libre de la cámara hacia el centro se conservó de tal manera que la cámara quedó correctamente nivelada, estable y enrasada con el nivel del sitio.

### **Sistema polo a tierra.**

El contratista, suministró e instaló los materiales correspondientes al SPAT (sistema de puesta a tierra) como son: el cable de cobre desnudo 1/0, dos varillas de cobre puro 5/8" x 2.40 m, que se ubicaron con una separación mínima de 5.00 m, cemento conductor y conectadas con soldadura exotérmica.

El sistema de puesta a tierra se construyó en una zanja de profundidad 0.60 m, con un cable 1/0, conectando dos electrodos (varillas de cobre puro de 5/8" x 2.40 m). Los electrodos y el cable quedaron embebidos en toda su longitud en cemento conductor. Finalmente, se rellenó la zanja con material seleccionado y realizando la prueba al SPAT arrojando mediciones menores a 10 Ohmios.

### **Acometida eléctrica.**

El contratista, colocó la conexión de los equipos por un ducto independiente a la red de comunicaciones e instaló el contador al poste de alumbrado público más cercano del armario.

Se colocó una curva en tubo PVC desde la cámara hasta el poste, permitiendo la continuidad de la canalización con el tubo galvanizado de 2". Después de colocada la curva se realizaron los arreglos respectivos a la cámara y al sitio donde se realizó la excavación para que estos queden en el estado en que se encontraban. El tubo galvanizado está adherido al poste con cinta band-it.

Durante todo el proceso constructivo de la acometida eléctrica se documentó y se sacaron los trámites de disponibilidad, aprobación del diseño eléctrico, solicitud de conexión, revisión del contador. Finalmente, el contratista garantizó la aprobación de la Empresa Electrificadora de Santander S.A. ESP, colocando en funcionamiento al AFO.

### **Reposición de andenes, zonas verdes y calzadas de asfalto o concreto.**

Culminada la obra civil se procedió a la reparación de andenes y zonas verdes existentes en los sitios afectados por la construcción de la base.

Al andén se le aplicó una capa de 10 cm de hormigón de 3.000 PSI y se le construyó las juntas de dilatación que técnicamente se requieren, restituyendo las condiciones iniciales con los mismos materiales, dimensiones y especificaciones existentes.

### 3.3.4.2 AFO Colegio El Rosario – 4830

El proyecto consiste en reemplazar el armario de cobre ubicado en el Colegio El Rosario y reubicarlo en un lugar donde no obstaculice el paso de los peatones. Durante la excavación para la canalización se presentaron inconvenientes ya que no se encontraba la ductería en la profundidad prevista como se ve en la Figura 22 y fue necesario pedir otra licencia para la intervención del espacio público.

La obra consiste en mover toda la canalización un metro paralelo para que coincida con la nueva ubicación del AFO (Armario Fibra Óptica), realizar canalización diferente para la subida de energía, y la construcción de la base del nuevo armario en la figura 21 se ve el empalme de la antigua canalización con la nueva.

En el Anexo A se puede observar las dimensiones de la base suministradas por el proveedor y se puede comparar con el Anexo B que son las medidas tomadas de la base del AFO.



Figura 22 Excavación para encontrar la canalización existente armario frente al Colegio El Rosario Floridablanca

FUENTE: Autor



Figura 23 Ductería que debe ser trasladada para empalmar con nueva canalización del AFO

FUENTE: Autor

#### **3.3.4.3 AFO Barrio Santana – 3825**

El proyecto consiste en reemplazar el armario de cobre ubicado en el barrio Santana. Durante la obra se presentaron inconvenientes con el contratista ya que invadió el espacio público con los escombros y dejó la obra detenida por más de 20 días (como se observa en la Figura 23), se le hizo los respectivos llamados y memorandos hasta que retomó de nuevo la obra. Para la reposición del armario en dicho sitio fue necesario la reposición del andén y de las escaleras que pertenecen al predio donde se encuentra el AFO (como se muestra en la Figura 24).

La obra consiste en mover toda la canalización 1.5 metros paralelo para que coincida con la nueva ubicación del AFO (Armario Fibra Óptica), realizar canalización diferente para la subida de energía, y la construcción de la base del nuevo armario.

En el Anexo A se puede observar las dimensiones de la base suministradas por el proveedor y se puede comparar con el Anexo B que son las medidas tomadas de la base del AFO.



Figura 24 Invasión del espacio Público con escombros, y base del AFO  
FUENTE: Autor



Figura 25 AFO Barrio Santana-Villabel, Instalado, recuperación del andén y del  
espacio público  
FUENTE: Autor

### **Entrega de las obras**

Culminada las obras civiles, el contratista envió los formatos de actividades, se analizaron sacando las cantidades de obra, se programó la visita de recibido de obra. Con ayuda del odómetro se corroboró que la distancia entre cámaras correspondiera a la canalización entregada.

El perfecto estado de los andenes manipulados durante la construcción fue el último factor que se tuvo en cuenta para recibir la obra.

## **3.4 ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS**

### **3.4.1 Inventario de la red de Telebucaramanga**

Junto con el equipo de trabajo de la coordinación de proyectos de la empresa se tiene como iniciativa para el 2017 tener todo el Inventario de Red de la compañía, incluyendo equipos, red de cobre existente y red de fibra óptica. Al mes de Junio se llevan realizados 5 inventarios incluidos los barrios de cañaverál, San Alonso, mejoras públicas, centro y cabecera como se ve en la Figura 25.

Posterior a la toma de datos en campo se digitalizan los planos en AUTOCAD para que sean herramienta en el diseño de la red. También se supervisa que toda la infraestructura para la red que se encuentre en buenas condiciones y las que no como se ve en la Figura 26 reportarlas a la dependencia encargada.



Figura 26 Inventario de canalización en el sector de Cabecera (Cll 56 con Cra 33)  
FUENTE: Autor



Figura 27 Estado de canalización en sector Centro: Cámara inundada con aguas negras. (CII 34 con Cra 18)  
FUENTE: Autor

### 3.4.2 GDi Vizion

Digitalización del inventario y de la red de fibra óptica en el nuevo programa, siendo la encargada de subir información al SIG, correspondiente al diseño de la red del conjunto Gardena36, sector FOSUNAB, barrio Terrazas y San Alonso.

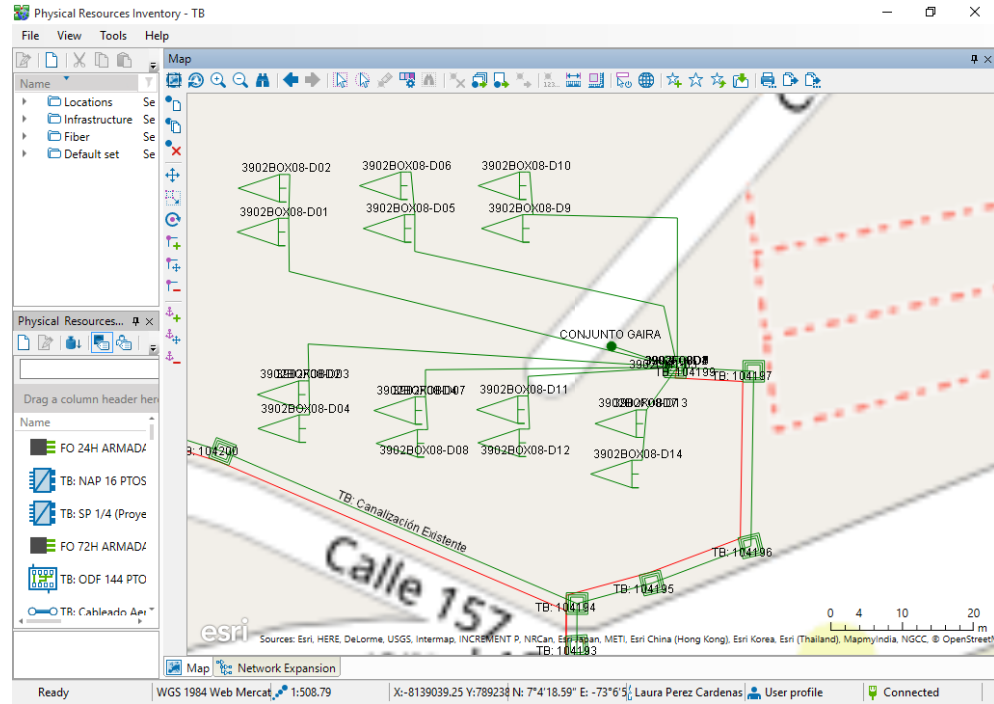


Figura 28 Diseño de la red FTTH sector Fosunab  
FUENTE: Telebucaramanga S.A

### 3.4.3 Supervisión del tendido de red

Telebucaramanga S.A. posee contratistas que realizan el tendido de red de cobre y de fibra óptica posterior al diseño entregado tal como se ve en la Figura 28. Cuando se ha hecho la labor, es necesario revisar el trabajo hecho en campo para validar las actas de cobro. Estas visitas se hacen en compañía del contratista y de un funcionario de la compañía como se muestra en la Figura 29.



Figura 29 Supervisión del tendido de red FTTH sector San Alonso  
FUENTE: Autor



Figura 30 Supervisión del Tendido de la red sector Centro (Cra 18 Cl. 33)  
FUENTE: Autor

### 3.4.4 Delegado en visitas técnicas a construcciones

Telebucaramanga S.A. recibe diariamente viabilidades para atender nuevos usuarios, o de las compañías constructoras para que se haga el acompañamiento en la canalización de las nuevas construcciones y el empalme con la canalización existente. Para el mes de Junio se han recibido aproximadamente 35 viabilidades, entre ellas la del conjunto en construcción Aqua, solicitando acompañamiento y solución para el empalme de la canalización exterior con la del condominio; se hizo la visita, como se muestra en la Figura 30 y se dio pronta solución.



Figura 31 Visita técnica construcción AQUA sector Cabecera. Para empalme de canalización nueva del conjunto con canalización existente  
FUENTE: Autor

#### 4. APOORTE AL CONOCIMIENTO

Durante el tiempo laborado en la empresa, la practicante adquirió experiencia tanto para la vida profesional en el aprendizaje técnico, así como también en el aspecto humano y personal.

Trabajar para la Coordinación de proyectos de la empresa Telebucaramanga ha ayudado a que el desempeño como ingeniero civil sea versátil, adaptándose a los recursos, al personal y al ambiente laboral propio de la carrera.

El conocimiento y buen uso de herramientas computacionales ha sido el principal aporte. Como empresa de telecomunicaciones y para estar a la vanguardia de la tecnología es necesario avanzar en los programas que se disponen para el desarrollo de las actividades. El software Gdi Vizion, hace parte de los nuevos programas informáticos de la empresa, teniendo como meta para el 2017 tener completo manejo de la plataforma, lo que ha llevado que como practicante se tenga total conocimiento de la misma y destreza en el manejo.

El diseño para la red FTTH en el área metropolitana de Bucaramanga es otra meta de la compañía para el 2017, proyectando 58.000 hogares pasados que cuenten con el servicio al finalizar el año [4]. El diseño de esta red es estrictamente de telecomunicaciones, sin embargo el proceso de llevar a cabo la distribución de los elementos de red para cada predio es semejante a los diseños aprendidos durante la carrera universitaria como por ejemplo el diseño de redes de alcantarillado. El diseño de red FTTH puede ser complementado con la infraestructura de red existente o proyectada, ya que actualmente no se tienen previstos y puede ser un inconveniente a la hora de ejecutar el diseño.

En la coordinación de proyectos de Telebucaramanga, se analizan, adelantan y ejecutan todos los proyectos que han sido planteados por la empresa, para el 2017 es el tendido de red FTTH, para esto, ofreció capacitaciones y recursos para las personas que laboran en esta dependencia. La practicante ha tenido la oportunidad de participar de este proyecto desde su inicio, y aprender el diseño de toda la estructura de la red. Telebucaramanga es la primera empresa en Colombia que adelanta con éxito esta iniciativa, con menos de 5 personas que conocen el tema y son responsables de los diseños. Por esta razón, como uno de los principales aportes al conocimiento, se puede destacar el diseño de la red FTTH, pensando en la posibilidad de crear un manual para el diseño, tendido y construcción de la red, no solo desde el área de telecomunicaciones, sino también desde la Ingeniería civil, teniendo como diseño global tanto los equipos ópticos como la infraestructura de red.

En el desarrollo de la práctica se ha podido evidenciar, que la vida laboral es diferente a la universitaria. Hay procesos y conceptos que no se aprenden en las

aulas de clase. Como propuesta para mejorar estos procesos, es necesario que, durante la carrera, la Universidad proponga más visitas técnicas y visitas de campo, para que los estudiantes se familiaricen con la vida profesional.

En los meses que ha transcurrido la práctica empresarial, se ha adoptado varios métodos para mejorar los procesos en la misma, como la actualización de los planos de diseño posterior a la construcción de las obras, para evitar contratiempos con los contratistas a la hora de la liquidación, llevar una bitácora de obra a la par con los contratistas de las actividades que avancen en el diseño de red, exponer criterios propios de diseño que fueron analizados, aceptados y adoptados por la coordinación de proyectos de Red; En la supervisión de las obras, exigir a las cuadrillas los elementos de protección personal para evitar problemas legales a la empresa si ocurre algún accidente, y exigir que las obras sean entregadas en el cronograma estipulado.

Para laborar en la dependencia de la coordinación de proyectos de red, es necesario tener criterio técnico, ya que el proyecto que se adelanta es nuevo tanto para la empresa como para la ciudad y se requiere que sea adaptado, pero a la vez que tenga buenos resultados, por esto es recomendable que se adquiera personal joven, diligente y con nuevas ideas.

Se ha visto la necesidad de recopilar la información y los planos de diseño después de haberse tendido la red, lo que comprende el replanteo del diseño. Como ingeniero auxiliar se tomó la iniciativa de exponer esta idea y exigirla a los contratistas, así se tiene la información más clara y verídica de lo que está existente en la calle, y facilita las actas de cobro y de liquidación de los contratos.

Hasta la fecha se han entregado más de 10 diseños, y en cada uno resulta un criterio diferente, ya que todas las zonas donde se está extendiendo la red son diferentes, por lo que se ha propuesto al comité de tener un manual de criterios de diseño para la red FTTH, como ingeniero de la coordinación de proyectos, fue delegado este trabajo, ya se tiene un documento en borrador con los criterios que se han adoptado en todos los diseños. Se espera que, para el final del año ya se tenga un bosquejo armado para proponerlo ante la subgerencia general.

Por último, el manejo de personal ha sido de gran aprendizaje, se tienen a cargo cuadrillas diarias de trabajo, profesionales de más experiencia y edad que aportan consejos y experiencias profesionales que enriquecen el aprendizaje.

## 5. CONCLUSIONES

Con este informe se muestra evidencia del logro de cada uno de los objetivos planteados en el plan de trabajo, los cuales se han desarrollado correctamente, obteniendo resultados esperados gracias a la motivación constante por aprender y hacer un trabajo responsable en apoyo del equipo de trabajo.

La construcción de obras civiles para la instalación de la red de fibra al hogar es una labor importante, significativa y necesaria ya que en alguna de ellas se encuentran alojados los equipos pasivos de la red FTTH, siendo los encargados de llegar a los distintos clientes. Es por esta razón que es importante el estudio y análisis previo del manual de normas técnicas de obras civiles de Telebucaramanga para poder realizar los recorridos y exigir al contratista que todas las obras cumplan con las especificaciones de construcción.

De los diseños de red programados para el mes de junio de 2017, comprendidos por los sectores de: San Alonso, Mejoras Publicas, Cañaveral y Terrazas, se tiene el avance del 100% de los diseños, y el 40% de la ejecución a la fecha.

Se adquirieron nuevas destrezas y conocimientos en la digitalización de planos de redes en AutoCAD, permitiendo tener al día la base de datos de Telebucaramanga, insumo indispensable para el diseño y control de las nuevas redes.

Se realizó un constante seguimiento y control de las obras en ejecución, siendo una labor diaria, eficaz y responsable que evitó percances que pudieran originar problemas futuros.

Fue necesario programar comités primarios de avance, con el objetivo de socializar el desarrollo de las actividades y el avance del proyecto, dando solución a los imprevistos que se presentan durante la ejecución de las obras.

Gracias al previo estudio de las normas técnicas y el manual técnico para la construcción de obras civiles de telecomunicaciones, se logró abordar con seguridad y criterio la supervisión de las obras.

Se ratificó la gran importancia del trabajo que se realiza tanto en oficina como en campo y atender el reglamento operativo que se maneja en proyectos públicos.

## 6. RECOMENDACIONES

Con el cambio de tecnología implementado por la empresa en la Red de Fibra al Hogar (FTTH), se hace necesario llevar a cabo capacitaciones al personal tanto del área comercial como técnica. De igual manera, es importante que a estas capacitaciones se unan con actitud innovadora y con ganas de aprender todos los cambios que llegan con la era digital.

Seguir actualizando la base de datos de infraestructura de Red existente y proyectada en la medida que se amplían las redes y se ejecutan los proyectos, con el objetivo de tener información clara y concisa, permitiendo que pueda ser consultada y usada.

La continua actualización del manual técnico de especificaciones es de gran importancia, teniendo en cuenta también el avance en las obras civiles y en las nuevas tecnologías de construcción para que la labor de supervisión y control de las obras sea eficaz y confiable.

En las reuniones con los directores de proyectos de infraestructura vial se observó la falta de información en cuanto a la complejidad y costo del traslado de las redes de las diferentes empresas de telecomunicaciones.

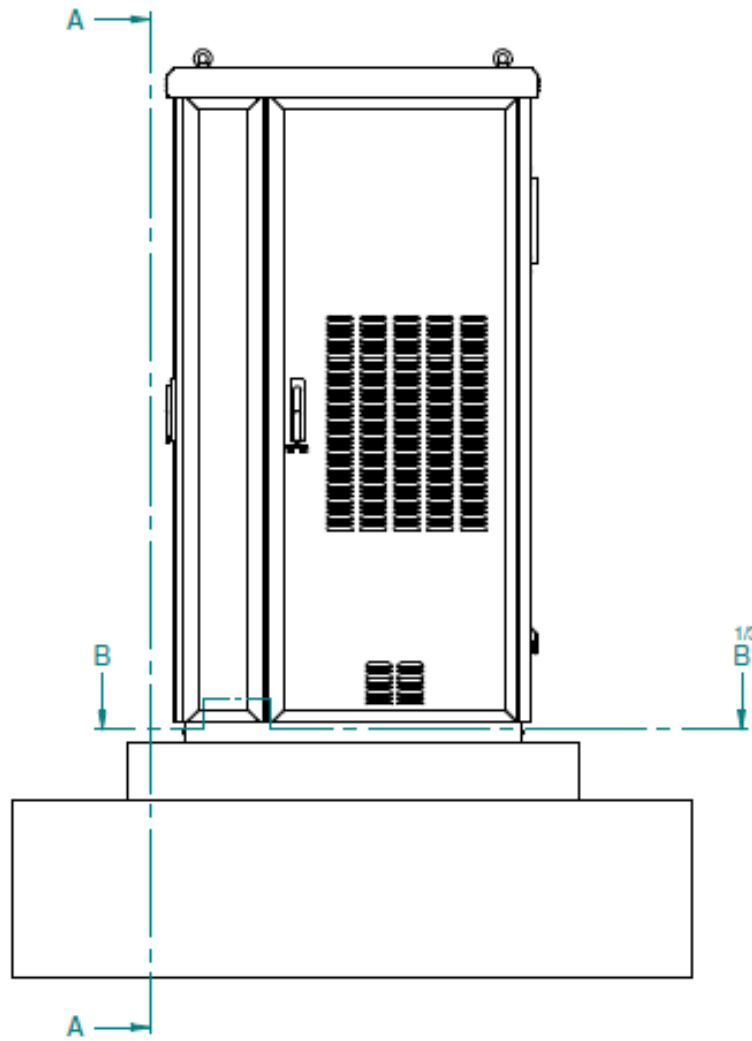
En un proyecto de infraestructura se deben tener en cuenta las diferentes áreas que intervienen en la ejecución. Las telecomunicaciones son una de estas y también hace parte del campo de acción de la ingeniería civil, por esta razón se recomienda mayor conocimiento de las redes de servicios públicos para comprender la dimensión y el costo en el proyecto de la reubicación o reparación de alguna de estas.

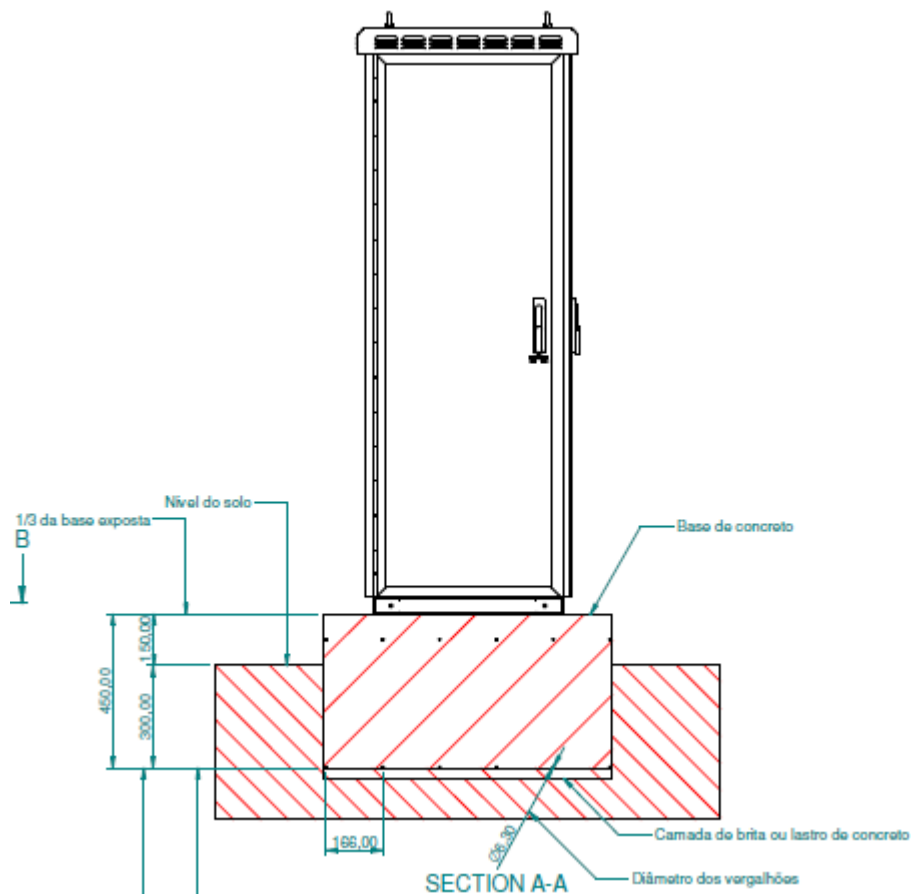
## 7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] W. contributors, «Ordenanza de Creación del Área metropolitana de Bucaramanga,» 15 Enero 2010. [En línea]. Available: [https://es.wikisource.org/w/index.php?title=Ordenanza\\_de\\_Creaci%C3%B3n\\_del\\_%C3%81rea\\_metropolitana\\_de\\_Bucaramanga&oldid=221245..](https://es.wikisource.org/w/index.php?title=Ordenanza_de_Creaci%C3%B3n_del_%C3%81rea_metropolitana_de_Bucaramanga&oldid=221245..)
- [2] Redaccion EL TIEMPO, «El crecimiento urbano,» *El TIEMPO*, 29 mayo 2016.
- [3] «Reglamento Colombiano de construccion sismo resistente NSR-10,» 2010.
- [4] Telebucaramanga S.A, «Telebucaramanga; Somos de aquí,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.telebucaramanga.com.co/qui%C3%A9nes-somos>. [Último acceso: 9 Junio 2017].
- [5] m. abreu, «memori de trabajos de difusion cientifica y tecnica,» de *caracteriticas generales de una red de fibra óptica al hogar* , 2009, pp. 38-46.
- [6] T. S.A, «Construccion de canalizaciones telefonicas,» de *Manual de normas técnicas para el diseño y construccion de redes de comunicaciones en Telebucaramanga*, Bucaramanga, 2008, p. 148.
- [7] C. A. H. Suarez, V. Gutierrez y D. M. Espinosa, «Impacto y masificacion de las redes GPON en Colombia frente a otras tecnologías. Redes de ingenieria,» 2011. [En línea]. Available: <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/REDES/article/view/7186>. [Último acceso: 04 07 2017].
- [8] FIBERHOME, «BROADEN YOUR FUTURE,» [En línea]. Available: <http://www.fiberhomegroup.com/es/>. [Último acceso: 04 07 2017].
- [9] A. m. d. Bucaramanga, «Plan de ordenamiento territorial de Bucaramanga,» Bucaramanga, 2013.
- [10] F. Benavides y F. Pedró, *Revista Iberoamericana de educación*, vol. 45, 2007, pp. 19-69.
- [11] c. d. Wikipedia, «Fibra hasta la casa,» 2 Junio 2017. [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Fibra\\_hasta\\_la\\_casa&oldid=99576977](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Fibra_hasta_la_casa&oldid=99576977). [Último acceso: 11 Junio 2017].
- [12] PROCURADURÍA GENERAL DE LA NACION, «Metodología y plan de cargas de trabajo para la ejecución de la interventoría procedimientos y controles,» 2012. [En línea]. Available: <https://www.procuraduria.gov.co/portal/>. [Último acceso: 05 Julio 2017].

## ANEXOS

### ANEXO A Dimensión de la base para los Armarios de Fibra Óptica AFO FUENTE: ALCATEL

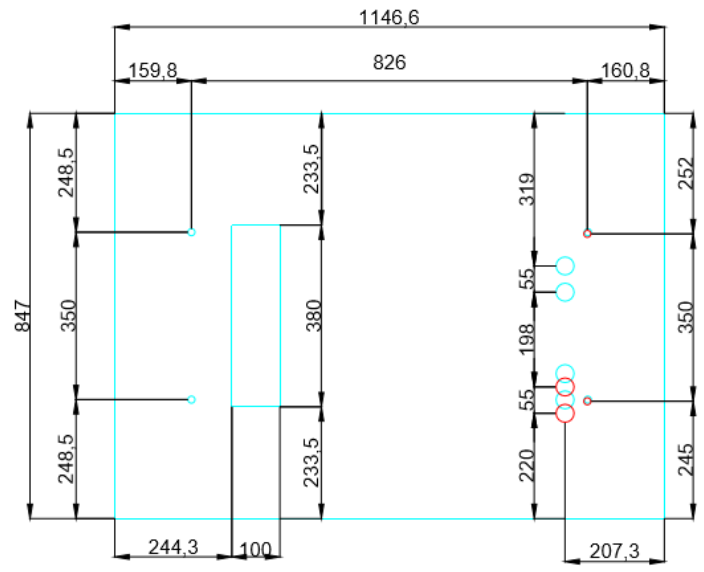




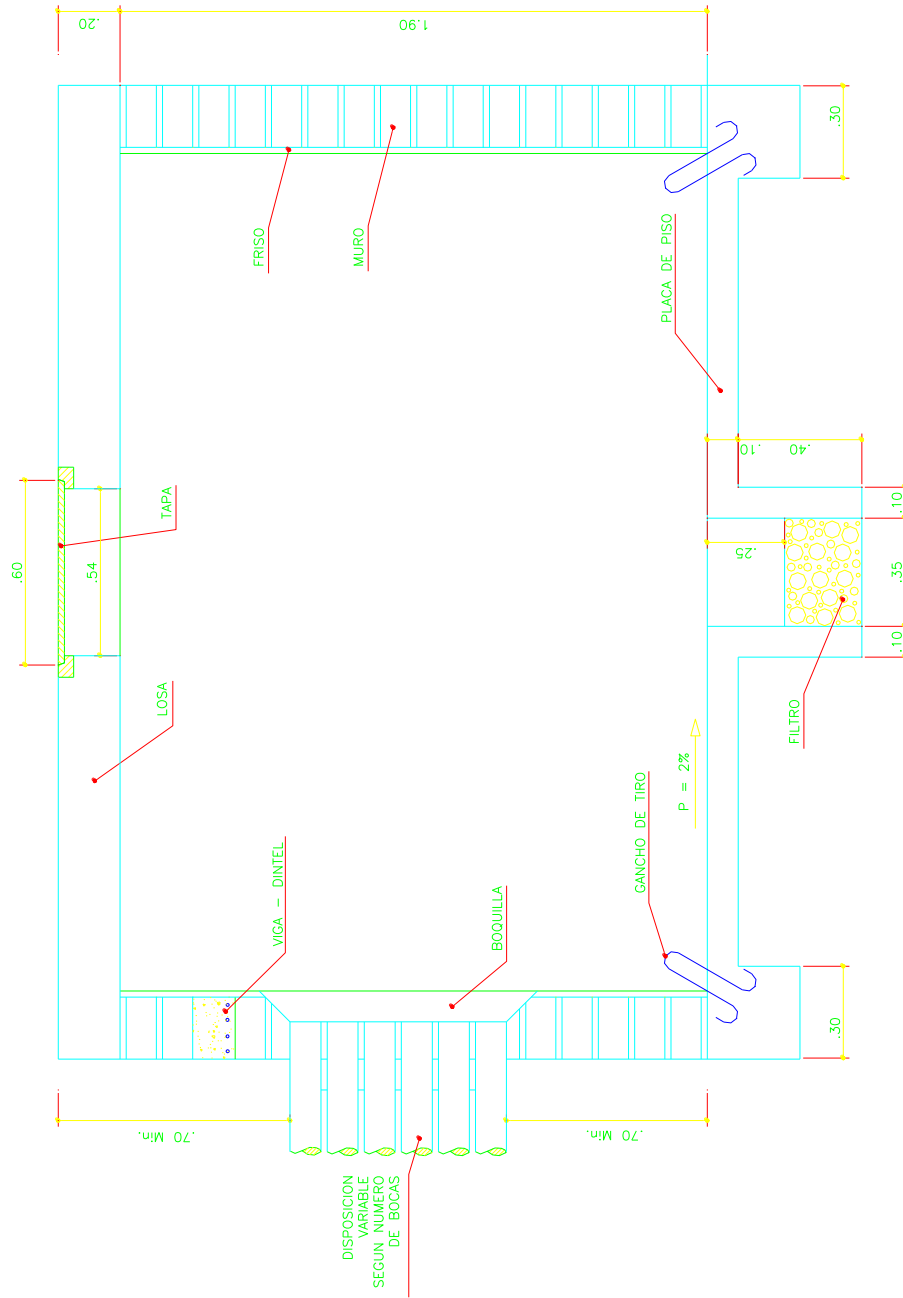


# ANEXO C Dimensiones del AFO 3825

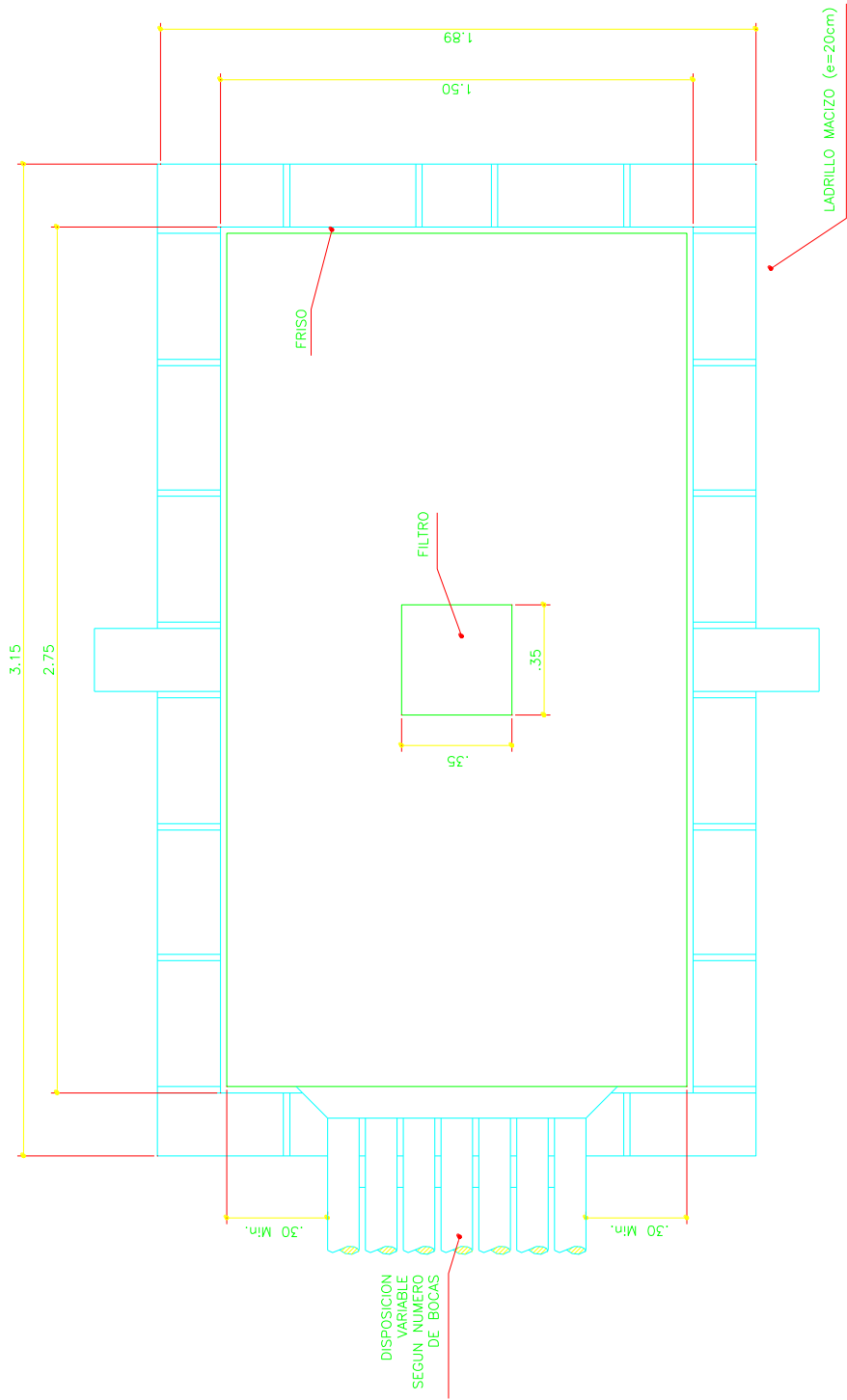
Fuente: Autor



**ANEXO D Estructura de cámaras telefónicas tipo A**  
 Fuente: Manual de normas técnicas Telebucaramanga (2008)



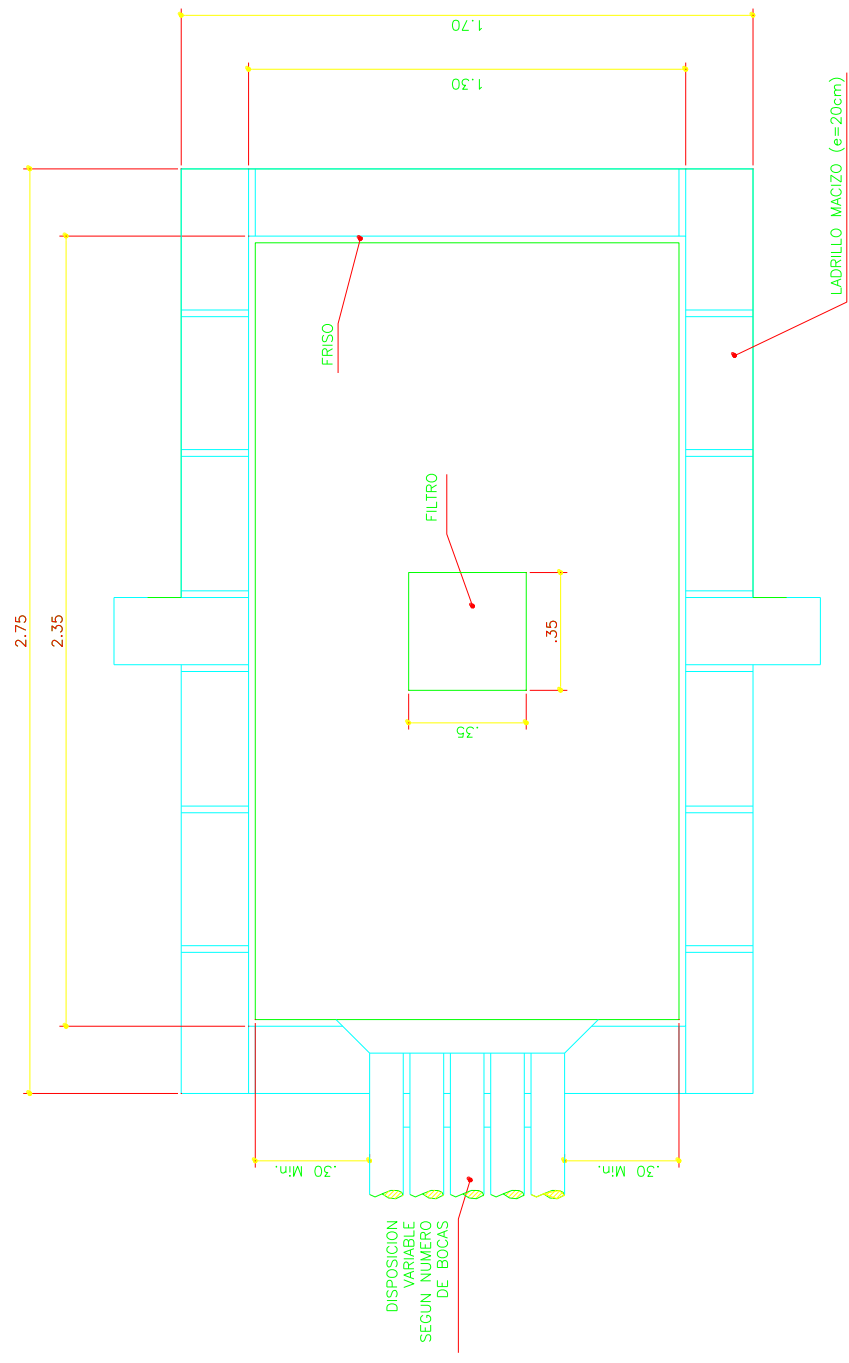
CORTE LONGITUDINAL



# PLANTA INFERIOR

CONCRETO 4000psi

**ANEXO E Estructura de cámaras telefónicas tipo B**  
 Fuente: Manual de normas técnicas Telebucaramanga (2008)

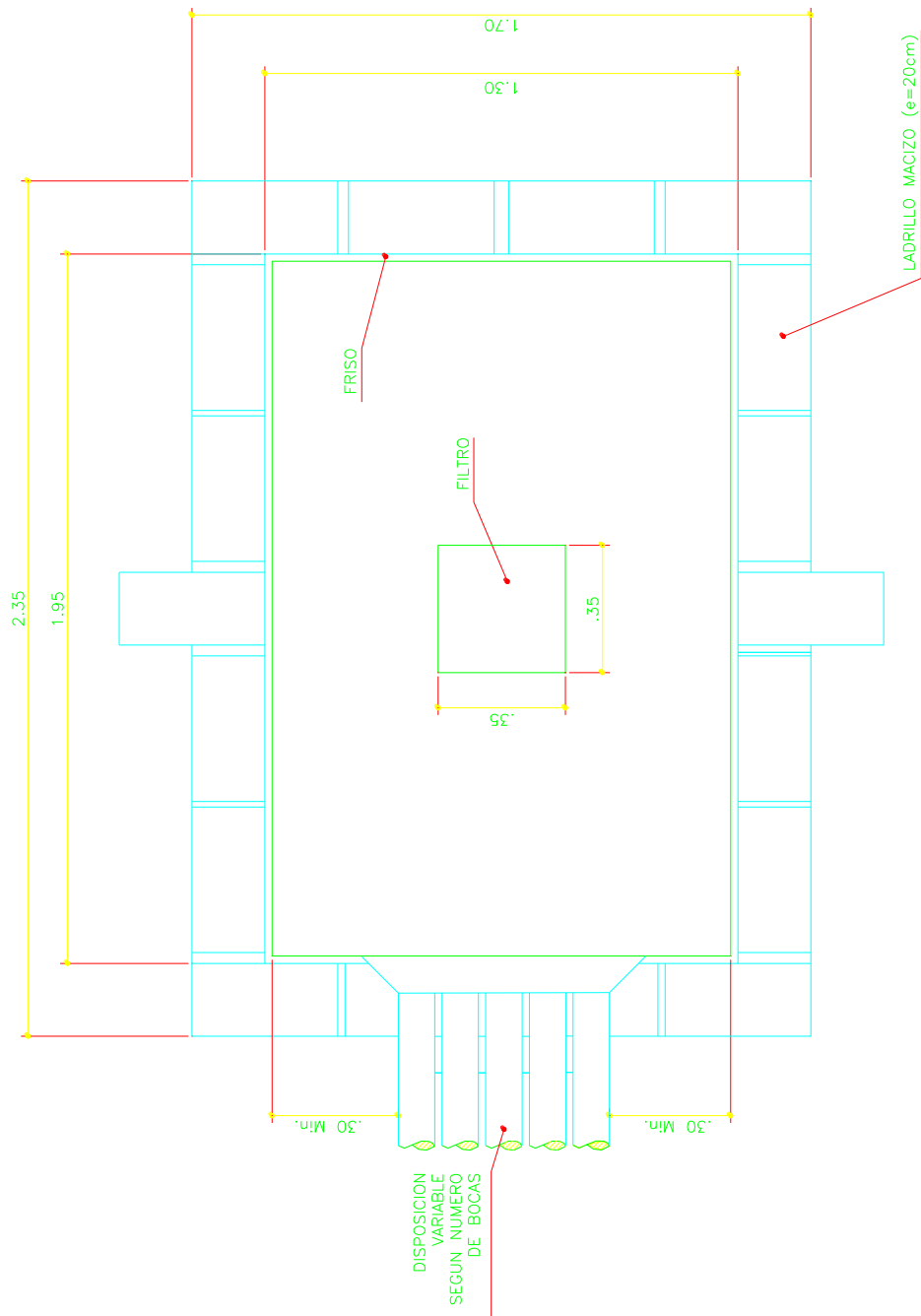


PLANTA INFERIOR

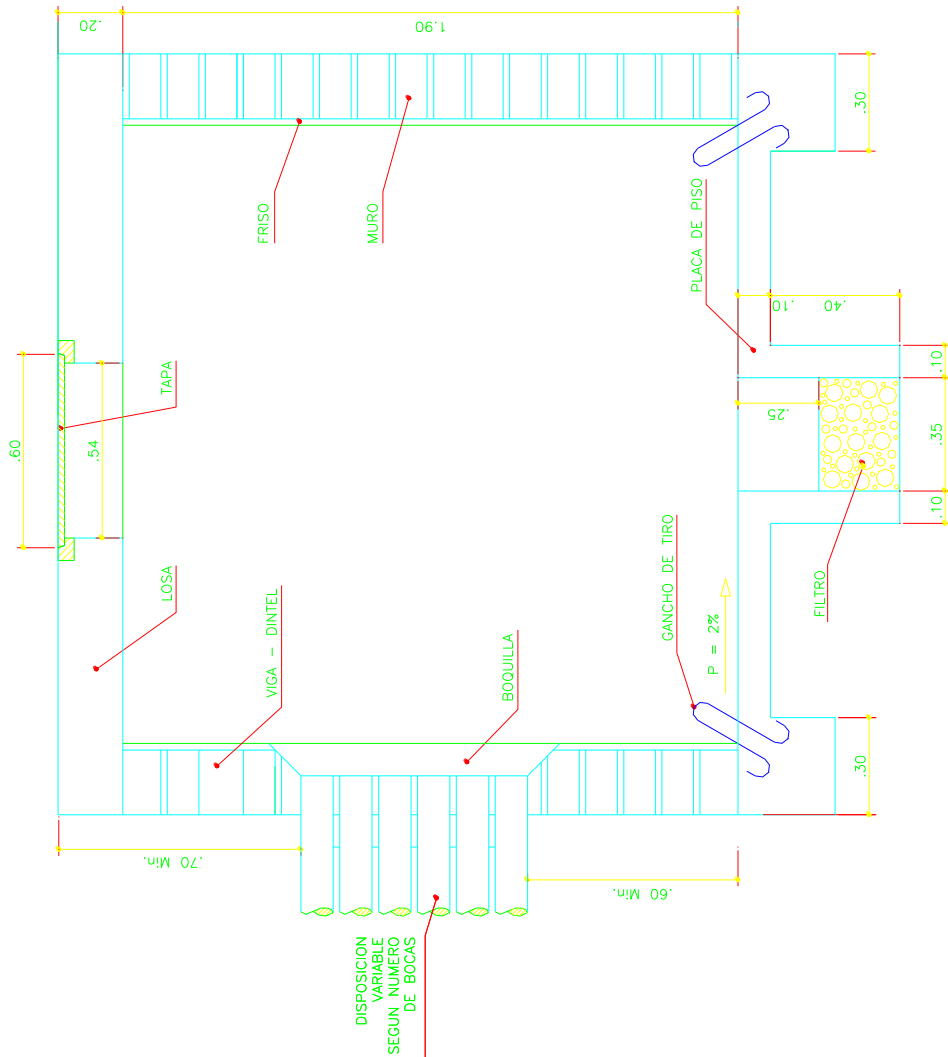
CONCRETO = 4000psi



**ANEXO F Estructura de cámaras telefónicas tipo C**  
 Fuente: Manual de normas técnicas Telebucaramanga (2008)

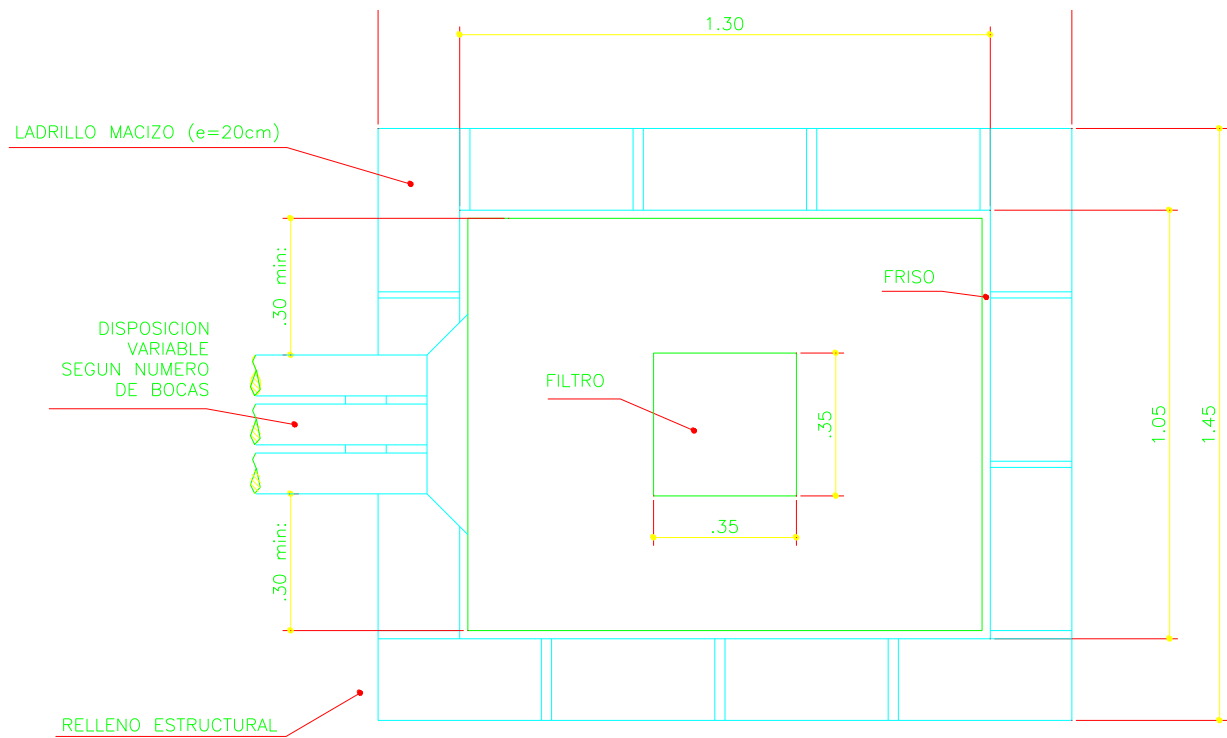


PLANTA INFERIOR

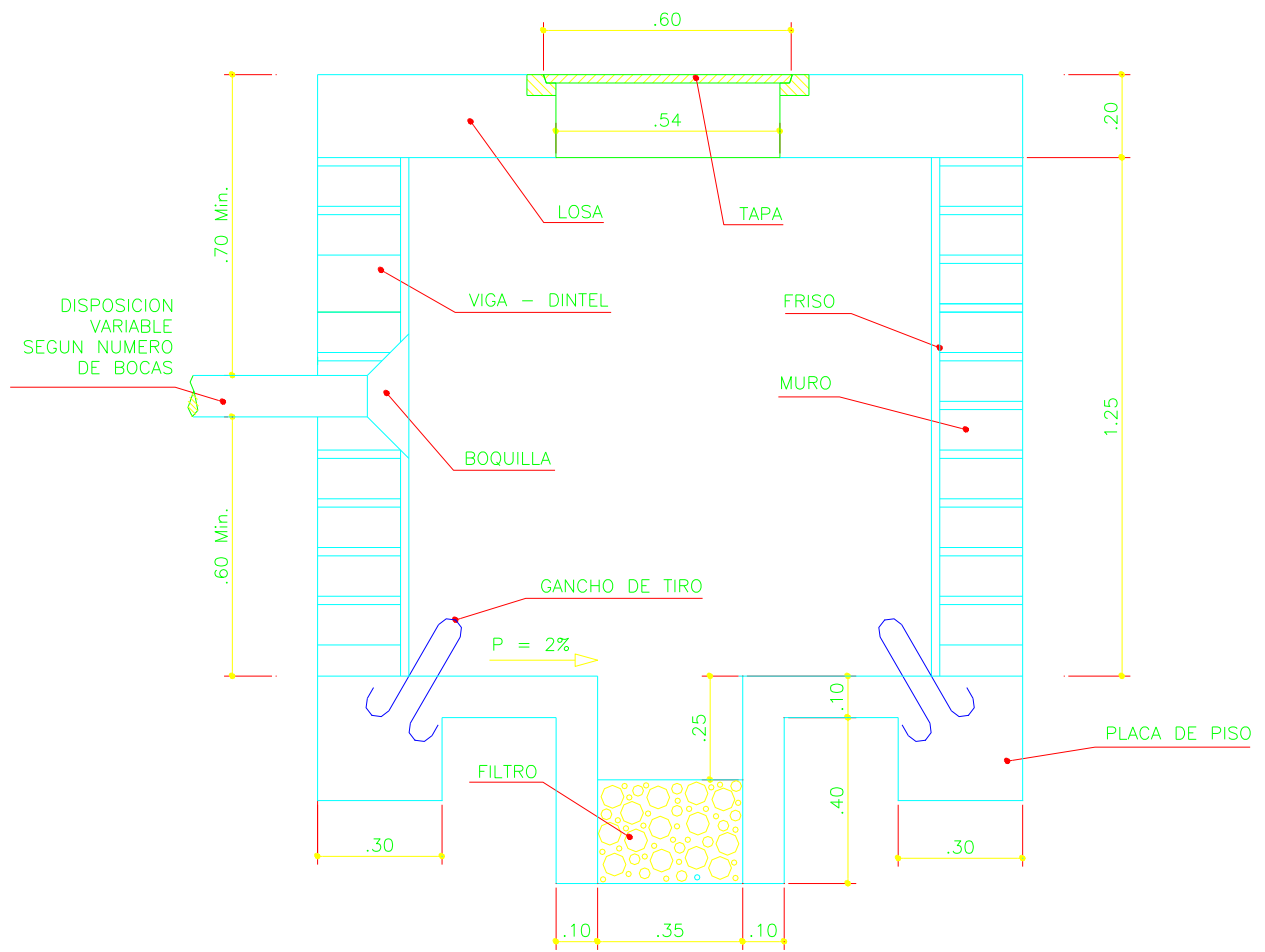


CORTE LONGITUDINAL

**ANEXO G Estructura de cámaras telefónicas tipo D**  
Fuente: Manual de normas técnicas Telebucaramanga (2008)



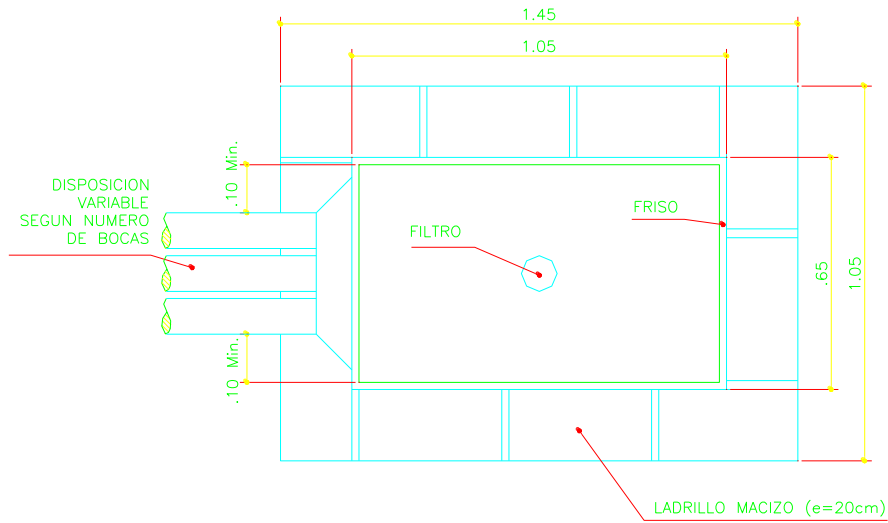
PLANTA INFERIOR



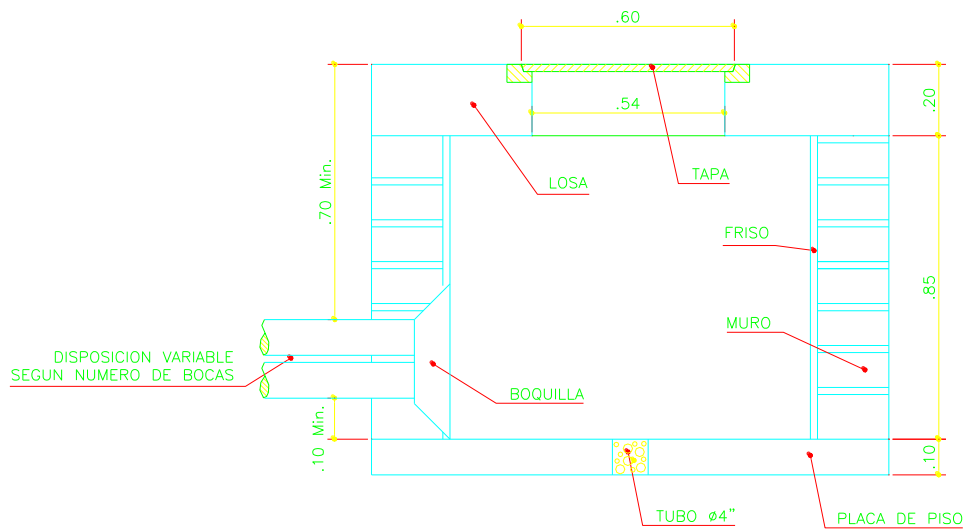
## CORTE LONGITUDINAL

## ANEXO H Estructura de cámaras telefónicas tipo F "especial calzada"

Fuente: Manual de normas técnicas Telebucaramanga (2008)



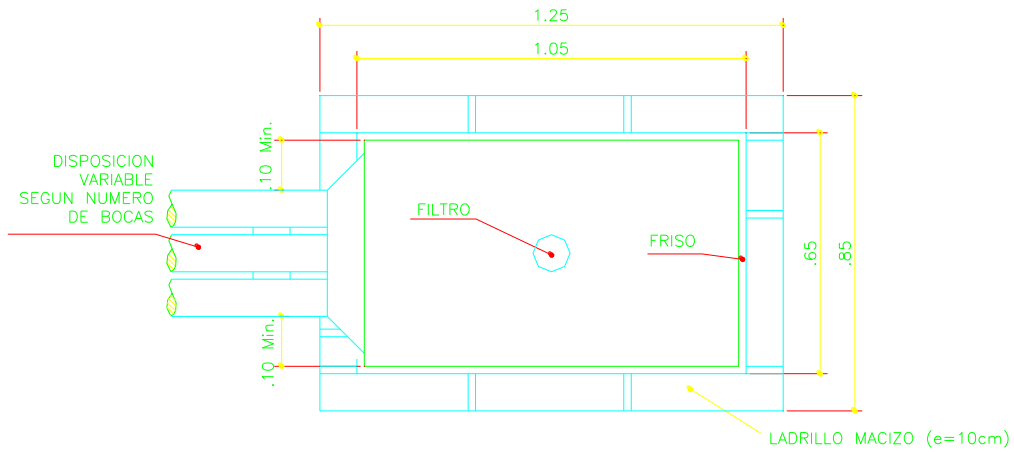
PLANTA INFERIOR



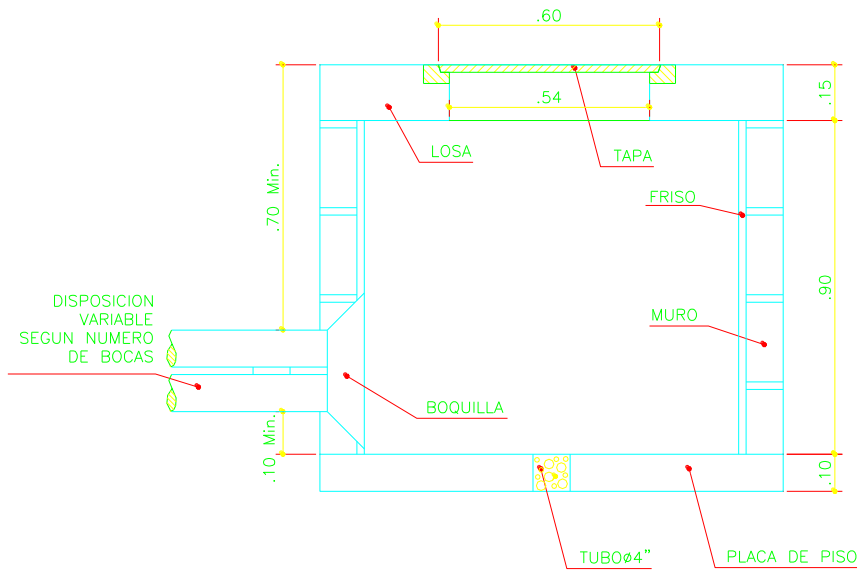
CORTE LONGITUDINAL

# ANEXO I Estructura de cámaras telefónicas tipo F "especial andén"

Fuente: Manual de normas técnicas Telebucaramanga (2008)



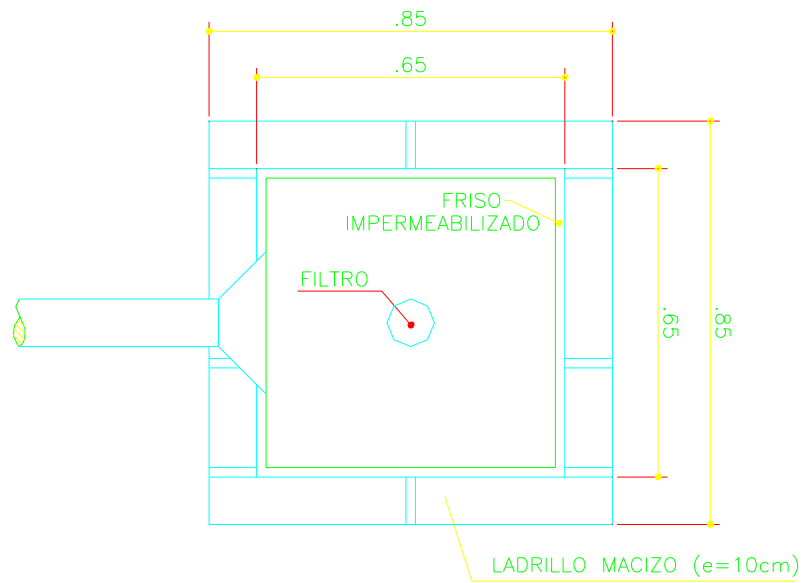
PLANTA INFERIOR



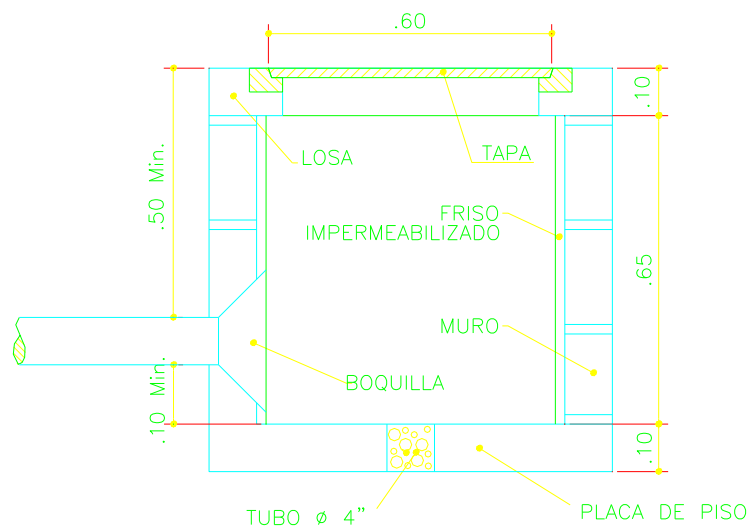
CORTE LONGITUDINAL

## ANEXO J Estructura de cámaras telefónicas tipo F "andén y zona verde"

Fuente: Manual de normas técnicas Telebucaramanga (2008)



## PLANTA INFERIOR



## CORTE LONGITUDINAL

