

INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE COMUNICACIONES.

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea del CRAI-Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la CRAI-Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

**Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, CRAI-Biblioteca
Universidad Santo Tomás, Bucaramanga**

INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE
COMUNICACIONES.

**Instalación y puesta en funcionamiento de una torre de comunicaciones para
ofrecer servicios de internet en la sabana de Bogotá**

Julián Zappa Figueroa

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero de Telecomunicaciones

Director

Rodolfo Sánchez Garcia

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Facultad de Ingeniería de Telecomunicaciones

2018

INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE
COMUNICACIONES.

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
AUTOR <i>Estudiante de Pregrado</i>	Director <i>Director del Trabajo de grado</i>	Comité de Pregrado

INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE COMUNICACIONES.

Resumen

Este trabajo presenta la instalación y puesta en funcionamiento de una torre de comunicaciones para ofrecer servicios de internet en la sabana de Bogotá, esto con el fin de generar servicios de Internet en zonas donde no cubre la cobertura de los proveedores tradicionales y con este fin generar un modelo de negocio estructurado para el funcionamiento controlado de una empresa a través del proyecto final. Para realizar este trabajo se analizaron las necesidades del proyecto, se identificaron las oportunidades de contribuir a mejorar la cobertura de Internet en la Sabana de Bogotá y presentar alternativas diferentes e incluso mejores a los proveedores locales del servicio. Se profundizó en el estado del arte y el marco de referencia de las tecnologías inalámbricas acordes para la implementación correcta del proyecto, esto permitió optimizar los recursos financieros y técnicos del proyecto tanto en su sistema troncal como en la última milla.

Palabras Claves: Torre de comunicaciones, Microondas, Radio-enlace, Antena, Fibra óptica, Radiofrecuencia, Shelter, Ultima milla. Router.

INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE COMUNICACIONES.

Abstract

This work presents the installation of a communications tower to offer Internet services in the Sabana de Bogotá, this with the purpose of generating Internet Services in areas where the coverage of traditional providers does not cover and generating as well a structured business model for the controlled operation of a company through the final project. In order to carry out this work, the needs of the project were analyzed, opportunities to contribute to improving Internet coverage in the Sabana de Bogotá and to present different and even better alternatives to local service providers were identified. The state of the art and the frame of reference of the wireless technologies according to the correct implementation of the project were deepened, this allowed to optimize the financial and technical resources of the project both in its trunk system and in the last mile.

Key words: Communications tower, Microwave, Radio link, Antenna, Fiber optics, Radio frequency, Shelter, Ultima millla. Route

INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE COMUNICACIONES.

Tabla de contenido

1	Generalidades.....	8
1.1	Planteamiento del problema.....	8
1.2	Justificación.....	10
1.3	Objetivos	11
2	Conceptos teóricos	12
2.1	Red Inalámbrica	12
2.2	Redes microondas	13
2.3	Microondas terrestres	14
2.4	Internet por microondas	15
2.5	Fibra óptica.....	15
2.6	Torres de Comunicaciones.....	18
2.7	Torres Arriostrada o Atirantadas (Sobre edificaciones).....	19
2.8	Torres Autosoportadas	20
2.9	Torres tipo monopolio.....	20
2.10	Shelter	21
3	Selección geográfica del predio	21
3.1	Características Geográficas de posicionamiento.....	22
3.2	Estudio de suelos y factibilidad.....	24
3.3	Estudio de ruido de radiofrecuencia.....	25
4	Diseño	27
4.1	Presupuesto inicial	27
4.2	Estructura Financiera	30
4.3	Modelo de Negocio	31

INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE COMUNICACIONES.

4.4	Criterios Torre de Comunicaciones.....	31
4.5	Diseño de Interconexión	32
5	Licenciamiento.....	33
5.1	Registro TIC.....	33
5.2	Permiso del Municipio	33
6	Implementación.....	34
6.1	Adecuación del Terreno	34
6.2	Instalación de la Torre de Comunicaciones	34
6.3	Adecuación del Computer Room	37
6.4	Dispersión y levantamiento final de enlaces	40
6.5	Calculo de propagación máximo para antena en servicio residencial.....	40
7	Impacto Social.....	45
8	Recomendaciones, conclusiones y trabajo futuro	46
9	Agradecimientos	47
10	Bibliografía	48
11	ANEXOS	50
A.	Diseño de la Torre de Comunicaciones.....	50
B.	Registro Fotográfico.....	52
C.	Registro TIC.....	56
D.	Permiso del Municipio	57
E.	Proyección Financiera del proyecto.	59
F.	Lista detallada de actividades.....	60

1 Generalidades

1.1 Planteamiento del problema

Con el transcurrir del tiempo se puede observar de forma evidente el aumento exponencial de la demanda de los servicios de comunicaciones e interconexión residencial y empresarial, según el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, en Colombia a diciembre del 2017, el 64% de los hogares en Colombia contaba con acceso a Internet, esto según el Ministro de la Cartera, David Luna cuando presentó resultados del año y cifras de Colombia en las TIC durante la apertura de la feria Andicom, en Cartagena.

Debido a la creciente demanda de interconexión y acceso a Internet las redes de las grandes empresas prestadoras de servicio se están quedando insuficientes para cubrir todas las zonas del país, como Chía, Cajicá y Zipaquirá siendo 3 de las ciudades más importantes en el departamento de Cundinamarca.

Lo más grave es que en Colombia hay un atraso considerable en redes móviles y acceso a Internet. Esto crea infinitas oportunidades para que empresas independientes entren a competir y a generar campos de trabajo que lleguen al mercado a complementarlo y ayudar a interconectar las zonas de difícil acceso con las zonas regulares de cobertura.

Zonas rurales realmente apartadas del centro urbano de Bogotá y municipios que colindan con la capital del país, sufren de problemas de interconexión como es el caso del municipio de Sopó cuyo crecimiento rural en conjuntos campestres de alto perfil es realmente importante pero no cuenta con proveedores de servicios de comunicaciones que suplan la demanda de interconexión para el servicio de Internet.

INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE D⁹ COMUNICACIONES.



Figura 1. Zona rural municipio de Sopó, Cundinamarca, por autor

En la Figura 1, como podemos observar, la zona donde se ejecuta el proyecto, abarca regiones apartadas de las ciudades principales donde no se prestan servicios de telecomunicaciones de los proveedores tradicionales y afianza claramente la necesidad de presentar una propuesta diferente y que tenga la capacidad de prestar estos servicios de forma independiente, con toda la infraestructura, dispositivos, elementos, herramientas, que sean necesarios para que cada abonado pueda obtener un mejor servicio a bajo costo, entonces esto lleva a generar la siguiente pregunta, ¿Qué solución alternativa como parte de la Ingeniería de Telecomunicaciones se puede implementar en la Sabana de Bogotá para ayudar a mejorar el servicio de Internet y de Interconexión y al mismo tiempo generar utilidades?

1.2 Justificación

Es un proyecto que se propone como respuesta al congestionado servicio de Internet y demás servicios IP, que se presentan en la sabana de Bogotá y que suma a su ineficiencia por cobertura, un alto costo que no está a disposición de los actuales y futuros abonados.

El modelo de negocio del proyecto justifica de forma práctica la inversión y el desarrollo de la arquitectura además como solución a los problemas de cobertura que presenta la zona en que implementamos la tecnología.

En los lugares de desarrollo para el proyecto se presentan diferentes tipos de abonados, con diferentes características, pero lo que nos permite dar viabilidad financiera y técnica al proyecto; es la cantidad de inmuebles horizontales para uso residencial sin ningún tipo de cobertura de servicios de telecomunicaciones óptimos para el costo de esas edificaciones, lo cual nos genera ventajas importantes en el mercado.

Dentro de las principales ventajas que observamos a primera vista es la capacidad económica de los próximos abonados, el tipo de edificaciones tanto en lo residencial como lo comercial, la poca cobertura de los proveedores de servicios líderes del mercado y que nos pone en un punto de privilegio con respecto a la competencia por costes, flexibilidad, capacidad y atención.

INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE COMUNICACIONES.

1.3 Objetivos

- Objetivo General

Instalar una Torre de Comunicaciones que permita ofrecer servicios de Telecomunicaciones de manera eficiente a la Sábana de Bogotá, a bajos costos desarrollando una red que soporte 50 usuarios como mínimo.

- Objetivos Específicos

Realizar el estudio de campo sobre la posible cobertura del predio donde se realizará la obra civil de la Torre de Comunicaciones.

Realizar los trámites de licencias de obra y legalización del punto de instalación de la infraestructura de la torre de comunicaciones ante los entes de control que permiten y reglamentan el funcionamiento de este tipo de proyectos.

Diseñar e implementar la obra civil que representa la instalación de una Torre de Comunicaciones basados en la altura de la infraestructura, ubicación geográfica, estudio de suelos, compra de predios, y adecuación del acceso eléctrico.

Gestionar el proceso de interconexión de la línea de Fibra óptica para la adecuación, acople de los equipos de microondas y de dispersión para el buen funcionamiento de la Torre de comunicaciones.

2 Conceptos teóricos

En la última época, Internet se ha convertido en una gran red de servicios, permitiendo el auge de una gran variedad de aplicaciones en grandes como pequeñas empresas, incluyendo todos los mercados de consumo en equipos móviles personales como de última milla en hogares y pymes. Estas nuevas aplicaciones han generado una mayor de ancho de banda, el cual debe ser garantizado a nivel de backbone por los proveedores de servicios desde los Carriers hasta los services providers[1].

2.1 Red Inalámbrica

Red inalámbrica es un término que se utiliza en informática para designar la conexión de nodos sin necesidad de una conexión física (cables), ésta se da por medio de ondas electromagnéticas. La transmisión y la recepción se realizan a través de puertos[2].

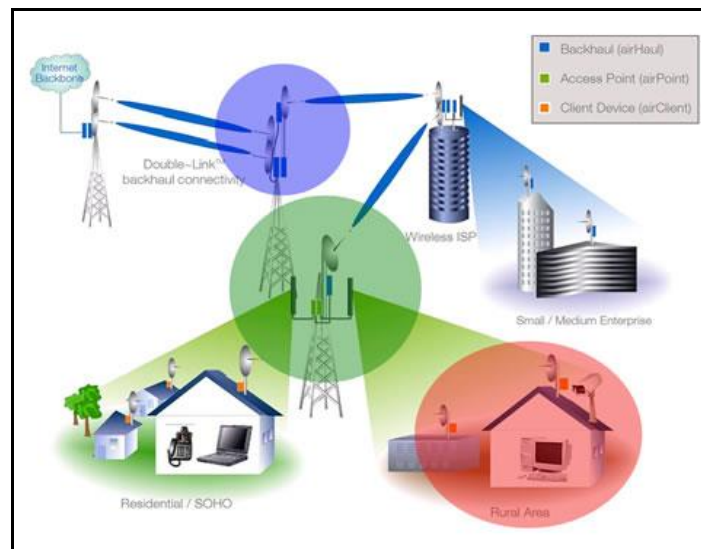


Figura 2. Redes Inalámbricas. Tomado de “estudio y diseño de un radio enlace para transmisión de datos, e internet en frecuencia libre para la cooperativa indígena ‘alfa y omega’ utilizando equipos airmax de ubiquiti,” escuela politécnica nacional, 2015

2.2 Redes microondas

Una red implementada a través de tecnología microondas permite realizar una transmisión de información de forma inalámbrica. El protocolo con mayor frecuencia utilizado es IEEE 802.11b y transmite datos a 2.4 GHz. Alcanzando velocidades de hasta 100 Mbps (Megabits por segundo). Otras redes utilizan el rango 5.4 a 5.7 GHz para el protocolo IEEE 802.11a[2].

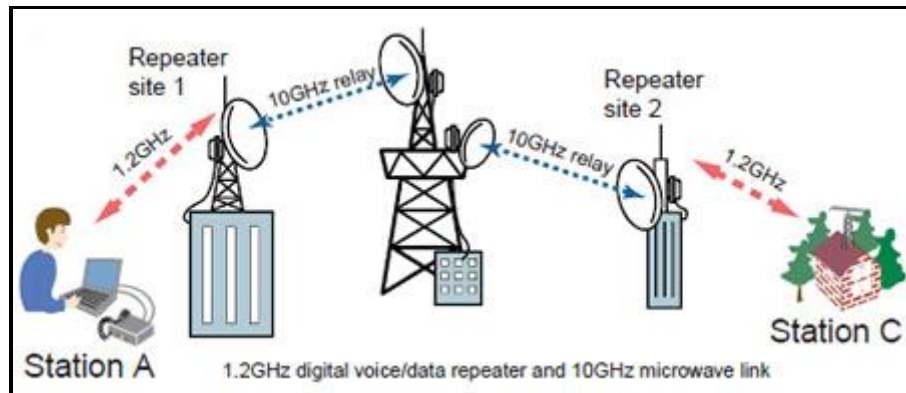


Figura 3. Enlace Microondas, Tomado de “estudio y diseño de un radio enlace para transmisión de datos, e internet en frecuencia libre para la cooperativa indígena ‘alfa y omega’ utilizando equipos airmax de ubiquiti,” escuela politecnica nacional, 2015

En telecomunicaciones, principalmente las microondas son usadas en radiodifusión, ya que se mueven fácilmente por la atmosfera con muy poca interferencia que otras de longitud de onda mayores. También podemos encontrar como principal cualidad que estos sistemas tienen más capacidad de ancho de banda que las demás frecuencias en el espectro de radio. Normalmente, las microondas son usadas en programas informativos de televisión para enviar señales desde la cabecera de origen de la información, hasta un repetidor o directamente a un cliente final. También lo podemos ver aplicado en redes de telefonía y transmisión de canales de datos de diferencias distancias[4].

Normalmente, las antenas más utilizadas son de tipo parabólicas. El tamaño común de este sistema son de diámetro 3 metros aproximadamente. Las antenas son puestas rígidamente, y por lo general a torres de comunicaciones o soportes metálicos. Este

INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE COMUNICACIONES.

transmite un haz estrecho que debe estar perfectamente enfocado hacia la antena receptora[5].

Las antenas de microondas se deben ubicar a una altura adecuada sobre el nivel del suelo, con el fin de conseguir mayor altura y separaciones entre ellas, con el fin de superar posibles obstáculos. La distancia cubierta por enlaces microondas puede ser incrementada por el uso de repetidoras, las cuales amplifican y re direccionan la señal, es importante destacar que los obstáculos de la señal pueden ser salvados a través de reflectores pasivos[5].

La señal transmitida a través de sistemas microondas se distorsiona y atenúa mientras viaja por el espacio desde el transmisor hasta el receptor, estas atenuaciones y distorsiones son causadas por la pérdida de potencia generada por la distancia, la reflexión y la refracción debido a posibles obstáculos y pérdidas atmosféricas[6].

El reflector parabólico se construye generalmente de fibra de vidrio o aluminio. El caso de fibra de vidrio se construye con un laminado reforzado con resina poliéster; la superficie se metaliza con Zinc. La eficiencia de una antena depende de diferentes factores y la ganancia de la misma se ve reducida por causas como la rugosidad del reflector, la exactitud del apuntamiento entre los enlaces e incluso el material del reflector[7].

2.3 Microondas terrestres

Suelen utilizarse antenas parabólicas. Estas se utilizan punto a punto cortas distancias, se utilizan saltos, repetidores o conexiones intermedias para lograr conexiones de largas distancias. Normalmente, se utiliza cable coaxial, de red o fibra óptica dependiendo de la capacidad de la antena o la necesidad del canal. El principal requisito de esta tecnología es la alineación entre ellas. Se usa principalmente para transmisión de televisión, internet, datos o voz[8].

La principal causa de pérdidas es la atenuación debido a que las pérdidas aumentan con el cuadrado de la distancia. La atenuación aumenta con las lluvias. Las

INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE COMUNICACIONES.

interferencias por el ruido del espectro es otro inconveniente de las microondas ya que, al proliferar estos sistemas, puede haber más solapamientos de señales[8].

2.4 Internet por microondas

Muchas empresas ISP, que se dedican a ofrecer servicios de Internet, lo hacen a través de las microondas, logrando velocidades de transmisión y recepción de datos desde 2 hasta 100 Mbits, dependiendo de la tecnología y la marca de distribución de los equipos siendo esto últimos parámetros de gama baja- media[9].

Funciona utilizando una antena que se coloca en un área despejada sin obstáculos de edificios, árboles u otras cosas que puedan entorpecer una buena recepción en el edificio o la casa del receptor y se coloca un módem que interconecta la antena con el equipo de cómputo.

2.5 Fibra óptica

La fibra óptica es el modo alámbrico de transmisión basado en la reflexión de la luz al interior de un núcleo generalmente de silicio. La fibra óptica es el método de transmisión hoy en día, alcanzando grandes velocidades sin verse afectada por la atenuación de largas distancias, lo que la hace como la tendencia principal en comunicaciones cableadas a nivel mundial[10].

Debido a que una fibra es aproximadamente tan gruesa como un cabello humano y de vidrio, es necesario agruparlas, empaquetarlas y guiarlas para su montura, estos buffers son un encauchado que encapsula varios hilos, para evitar que estén libres y se puedan partir (cortando la comunicación)[10].

Para identificar el número de la fibra, se utiliza la norma TIA/EIA 598 la cual da un código de colores para los buffers y las fibras.

INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE COMUNICACIONES.

Código de color de la fibra óptica para
Tubo holgado, Tubo estrecho(TIA/EIA-598)

Posición	Colores
1	Azul
2	Anaranjado
3	Verde
4	Café
5	Plateado (Gris)
6	Blanco
7	Rojo
8	Negro
9	Amarillo
10	Violeta
11	Rosa (Rosado)
12	Aqua (Celeste)

Figura 4. código de colores para la fibra óptica, “tópicos selectos de fibra óptica,” universidad autónoma del estado de hidalgo instituto, h. Gomez and l. Carlos, 2007.

De esta manera es fácil saber el hilo que se quiere empalmar dependiendo del color del buffer y de la fibra. Los colores en los buffers nos indican el orden que tienen las fibras.

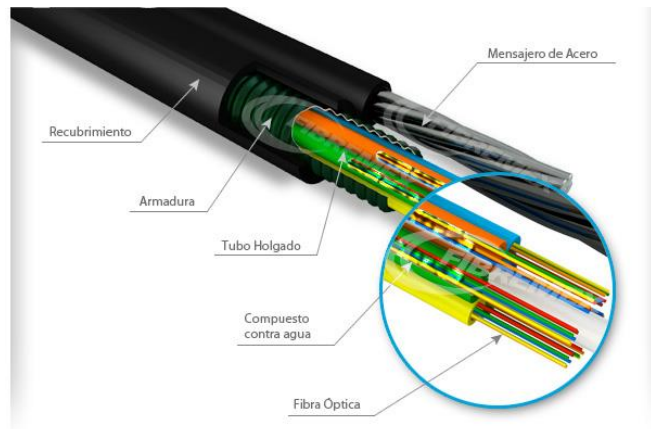


Figura 5. Vista frontal de buffer de fibra óptica, “Los cables de fibra.”, O. Santa Cruz.

Dependiendo al modo como transmite la fibra óptica puede ser de dos tipos, mono modo (un modo) o multimodo (varios modos). La fibra monomodo brinda mayores distancias de transmisión y mayores velocidades, es por lo anterior que hoy en día la mayoría de fibras que se usan son monomodo[12].

INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE COMUNICACIONES.

Es importante tener en cuenta que para tender fibra se debe hacer dependiendo de la ruta adecuada, la cual dará más ventajas en muchos casos y reduciendo su costo considerablemente[10].

Para diferentes rutas y condiciones existen las siguientes fibras:

Fibra Óptica Armada, se caracteriza por una armadura de metal, que hace ideal para realizar tendidos canalizados subterráneos y en lugares donde puedan existir roedores o elementos que puedan romper la fibra. Por otro lado, esta fibra es muy rígida, lo cual su uso es prioridad para tendidos aéreos y no es recomendable para uso interno[10].



Figura 6. Fibra óptica armada, “Los cables de fibra.”, O. Santa Cruz.

Fibra óptica ADSS, Esta es una fibra auto soportada y este material la hace totalmente dieléctrica, lo que la hace ideal para ir de forma aérea y postzada, sin importar si va contigua a cables eléctricos porque tiene un recubrimiento que protege los cables ante posibles daños e interferencia, además que permita soportar la tensión sobre ella y no sobre otras fibras. Es mucho más flexible que la fibra armada[11].

Fibra óptica TTH, Son fibras ópticas para clientes finales, de menor número de hilos, lo cual las hace más delgadas y sin recubrimiento metálico.

Fibra óptica Plenum, Son fibras ópticas exclusivas para uso interno, no tienen alambre la cual las hace muy flexibles, pero con la desventaja de que una gran curva o manipulación inadecuada puede romper las fibras[10].

INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE COMUNICACIONES.

Dada la atenuación que produce un empalme, la idea es evitar la mayor cantidad de empalmes posibles. Es por esto que al cliente se llega con el tramo de fibra más cercano al nodo o caja de empalmes.

2.6 Torres de Comunicaciones

Son las estructuras más utilizadas en telecomunicaciones, que sirven para la transmisión de energía, así como también la transmisión y recepción de señales, como el caso de teléfonos celulares y proveedores de redes microondas. Existen diferentes dispositivos que pueden soportar, como antenas de transmisión, como equipos de telecomunicaciones, entre otros. La mayoría son estructuras ligeras[13].



Figura 7. Torres de Comunicaciones

Son las estructuras más utilizadas en telecomunicaciones, que sirven para para la transmisión de energía, así como también la transmisión y recepción de señales, como el caso de teléfonos celulares y proveedores de redes microondas. Existen diferentes dispositivos que pueden soportar, como antenas de transmisión, como equipos de telecomunicaciones, entre otros. La mayoría son estructuras ligeras[8].

INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE COMUNICACIONES.

Las estructuras utilizadas en telecomunicaciones sirven para la transmisión de energía eléctrica, así como la transmisión de señales, como en el caso de los teléfonos celulares. Existen diversos elementos que estas estructuras deben soportar, como antenas de transmisión y equipos para telecomunicaciones, entre otros. La mayoría de estas estructuras son ligeras, por lo que en su diseño influyen mucho los esfuerzos que genera el viento, y debido a su poco peso el sismo es un elemento que no afecta mucho a estas estructuras[8].

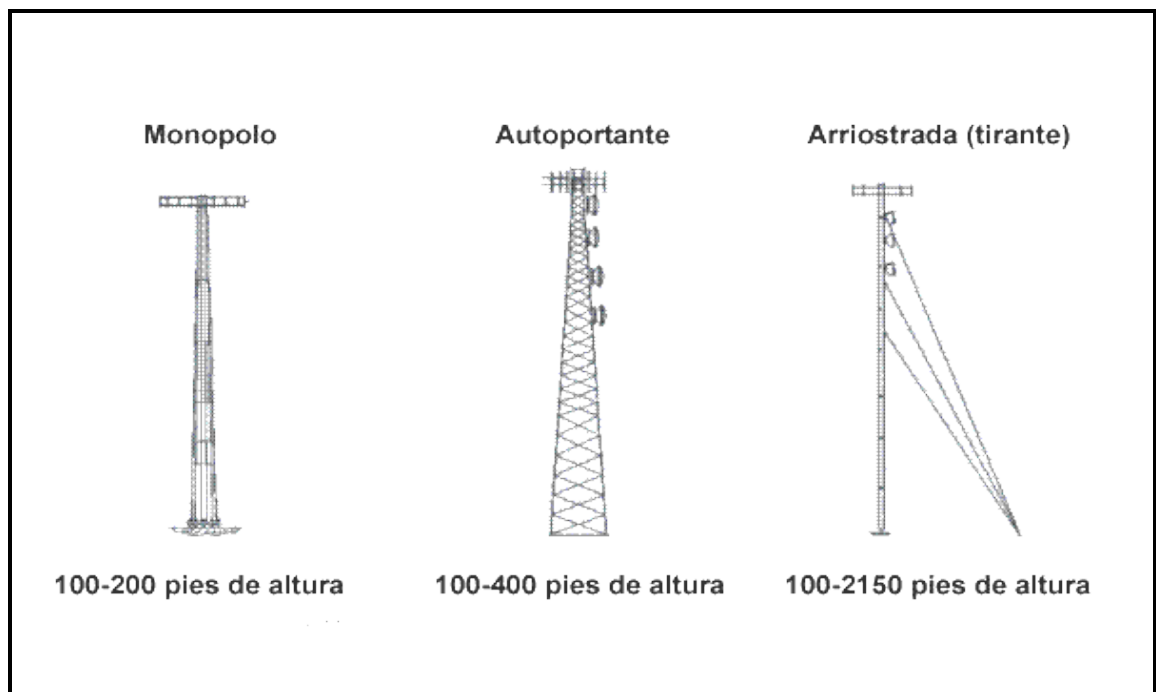


Figura 8. tipo de torres de comunicaciones, “diseño de torres de telecomunicación,” universidad nacional autónoma de México, a. lopez, 2016.

2.7 Torres Arriostrada o Atirantadas (Sobre edificaciones)

Muchas veces se requieren instalar antenas celulares en puntos específicos o regiones, por lo que se recurre a construir torres arriostradas sobre edificaciones existentes. Estas torres cuentan generalmente de tirantes o arriostres a diferentes distancias. El peso que genera la torre sobre la estructura existente no es muy grande, por lo que no le adiciona mucho peso a la edificación, sin embargo, se deben de colocar el apoyo de las torres y sus arriostres sobre columnas y elementos resistentes, porque la descarga de la torre no

podría colocarse sobre una losa o algún otro elemento inadecuado, porque este podría fallar. La base de la torre transmitirá un esfuerzo de compresión en donde está apoyada, y los arriostres generalmente transmitirán esfuerzos de tensión.

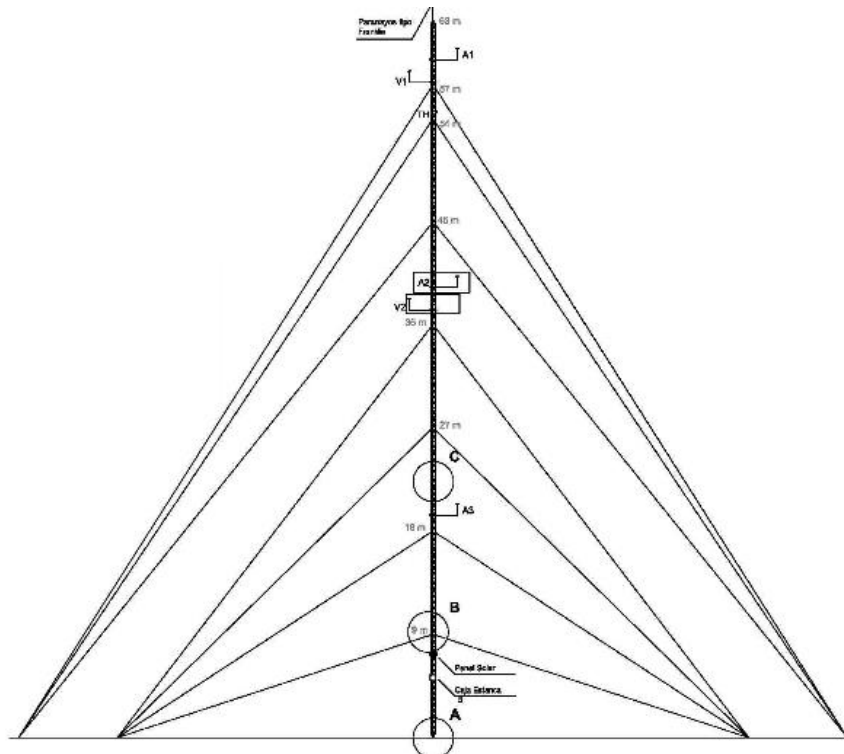


Figura 9. Torre Arriostrada, “diseño de torres de telecomunicación,” universidad nacional autónoma de México, a. lopez, 2016.

2.8 Torres Autosoportadas

Estas torres se construyen sobre terrenos, en áreas urbanas o cerros, y deberán de contar con una cimentación adecuada para poder resistir las fuerzas a las que están sometidas. La geometría de estas torres depende de la altura, la ubicación y del fabricante de la torre[14].

2.9 Torres tipo monopolo

Estas estructuras son instaladas en lugares en donde se requiere conservar la Estética, pues son las que ocupan menos espacio, y se pintan de algún color o se adornan para que se permita que la estructura se camufleje y se simule la vegetación. Como estas

INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE COMUNICACIONES.

estructuras están sobre terrenos, se deberá de construir una cimentación adecuada para resistir los efectos de la misma[14].

2.10 Shelter

Al construirse torres, normalmente tienen antenas en diferentes partes de la torre dependiendo las frecuencias de las antenas y posición del acceso para la estación. En la parte inferior se instalan, o se construyen por lo general cuartos de almacenamiento o Shelters para el almacenamiento de los equipos eléctricos, de telecomunicaciones y sistemas de baterías. Por ejemplo, se pueden tener contenedores pesados (en el análisis se consideran generalmente de 9 ton de peso). Esto es para sistemas antiguos, ya que los nuevos equipos casi no pesan nada, como los equipos para tecnología GSM que pesan como 0.5 toneladas.



Figura 10. Contenedor de equipos, equipment installation & Optimization, Shelter Para Telecomunicaciones.

3 Selección geográfica del predio

Los criterios básicos de selección del lugar que sirve como punto principal para la prestación de los servicios, deben estar basados en el cumplimiento estricto de los

requisitos mínimos legales y técnicos para este tipo de proyectos. Para cumplir lo anterior es necesario empezar por los siguientes puntos i) la elección de un punto de referencia que pueda cumplir con las expectativas del negocio, (ii) un estudio de suelos y de factibilidad generados por un profesional en Geología y (iii) revisión por parte del ente de ordenamiento territorial para determinar que no se presente restricciones para la zona donde se realizó la implementación del presente proyecto.

3.1 Características Geográficas de posicionamiento

La sabana es una subregión ubicada en el centro geográfico de Colombia, sobre la Cordillera Oriental, en la parte sur del altiplano Cundiboyacense, la altiplanicie más extensa de los Andes colombianos, con una altura en promedio de 2.600 msnm. En ella hay frecuentes lluvias y las temperaturas promedio de 20° C que no afecta en ningún tipo los sistemas de radio enlaces en frecuencias no licenciadas para su implementación.

La Sabana de Bogotá está bordeada por una cadena montañosa que forma parte de la Cordillera Oriental cuyos puntos más sobresalientes son el Cerro el Majuy al oeste, los cerros de Guadalupe y Monserrate al este, el Páramo de Sumapaz al sureste. También conformada por las provincias cundinamarquesas de Sabana Centro y Sabana de Occidente, además de la zona norte del Distrito Capital de Bogotá, incluyendo la mayor parte de la ciudad y algunas veredas circundantes en las localidades de Suba, Engativá, Fontibón y Kennedy.

Limita al norte con las provincias del Valle de Ubaté y Rionegro, al occidente con las provincias de Gualivá y Tequendama, al sur con la provincia del Sumapaz y el páramo de Sumapaz y al oriente con las provincias de Oriente, Guavio y Almeidas. En la Figuera 11 se presenta la zona de cobertura descrita en el presente párrafo.

INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE COMUNICACIONES.

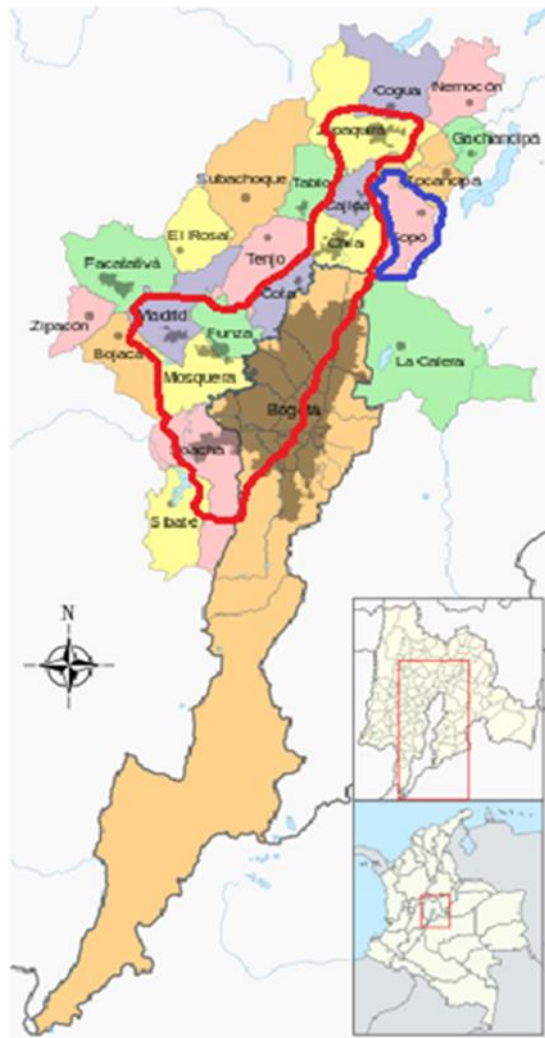


Figura 11. Zona de cobertura

La zona de cobertura está inicialmente condicionada a la línea de vista de la Torre de Comunicaciones sobre la Sabana de Bogotá, que es de aproximadamente un 50% de la misma sin repeticiones. Adicionalmente se puede agregar un 10% sobre la repetición hecha para la zona de Sopó. Esta elección está basada principalmente en una visita de personal a los diferentes puntos, y revisando posibles líneas de vista con el enlace troncal y probables nuevos clientes.

El proceso descrito anteriormente está condicionado con las necesidades estipuladas y los clientes que se pretendían adquirir, por lo tanto, se quería encontrar una zona en el

punto más alto de la periferia del municipio de Chía donde se pretendía a instalar la torre y desarrollar el proyecto.

Entre las montañas que rodean el municipio se encuentra los cerros de Valvanera al occidente, Majuy Cota al sur occidente y Yerbabuena oriente. Estos cerros tienen todas las condiciones necesarias para la instalación del proyecto, pero que de los cuales dos puntos en Yerbabuena nos dieron mejores alcances en línea de vista. Lo argumentado anteriormente fue la razón principal por la cual se eligió el cerro Yerbabuena para realizar el presente proyecto. En la Figura 12, es un ejemplo de línea de vista desde el cerro y un punto en la sabana de Bogotá.

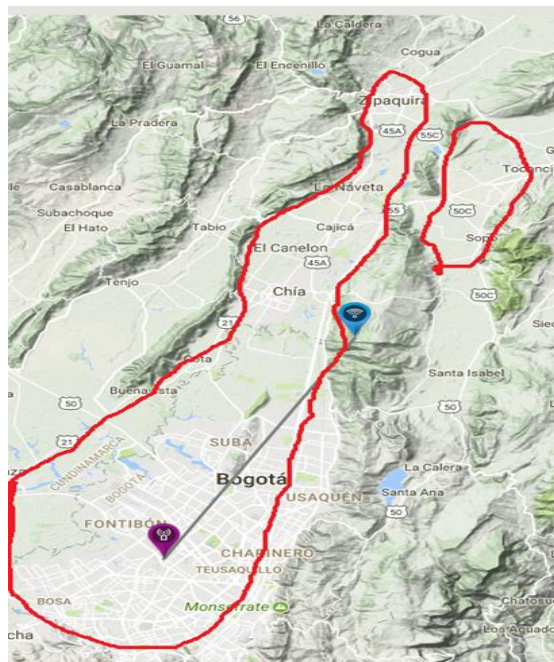


Figura 12. Proyecciones de cobertura

3.2 Estudio de suelos y factibilidad

En el desarrollo del proyecto fue necesario realizar una investigación geológica del terreno de interés, el cual el equipo de trabajo de geología pudo concluir de la siguiente manera:

En términos generales, para la construcción de este proyecto, son adecuadas debido a sus características físico-mecánicas de la roca del área.

Analizando las características de la roca del sub-suelo del área de interés, se considera necesario realizar una cimentación de profundidad para la transmisión de las cargas estructurales.

No se prevén complicaciones constructivas diferentes a los requerimientos comunes para obras de esta magnitud, siendo suficiente el uso de métodos convencionales.

3.3 Estudio de ruido de radiofrecuencia

Fue necesario realizar un estudio de ruido de radiofrecuencia sobre la mejor línea de vista en el área de ejecución del proyecto, el objetivo era determinar las condiciones del espacio radioeléctrico para la ejecución del proyecto, previendo así posibles problemas a futuro. El estudio se realizó con el Software AirView Spectrum Analyzer, logrando determinar que es una zona con niveles óptimos de ruido de radiofrecuencia. En la figura 13, se presentan los resultados obtenidos.

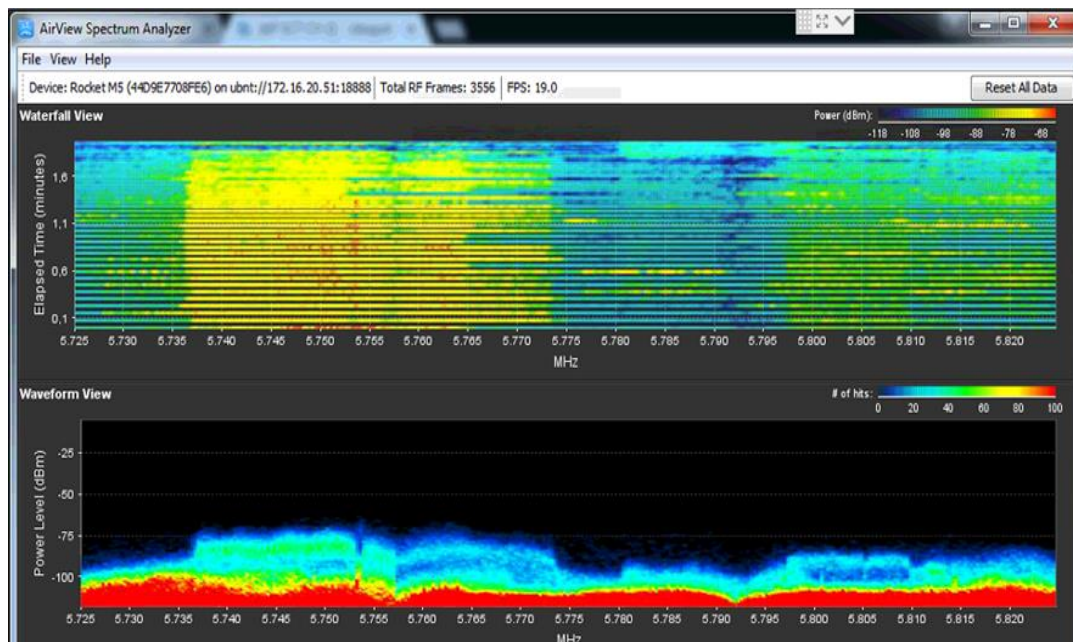


Figura 13. Calculo del Ruido

En la figura anterior se puede observar el nivel de ruido que se encuentra en el punto de construcción del nodo. Sobre la gráfica anterior se determina con el nivel de colores que la frecuencia en cada uno de los transponders desde la 5725 hasta la 5820. En las zonas de color amarillo y rojo se conecta la mayor cantidad de frecuencias sobrepuestas. Sobre la figura 14, se observa que teniendo en cuenta el ruido que existe en el punto de la antena transmisora, no está condicionada a la potencia de la antena de transmisión misma, sino a la proximidad de otras antenas de transmisión y la proximidad en distancia del posible cliente. Para realizar la prueba se utilizó un canal de 40Mhz en frecuencia de 5Ghz, por su cualidad de frecuencia libre.

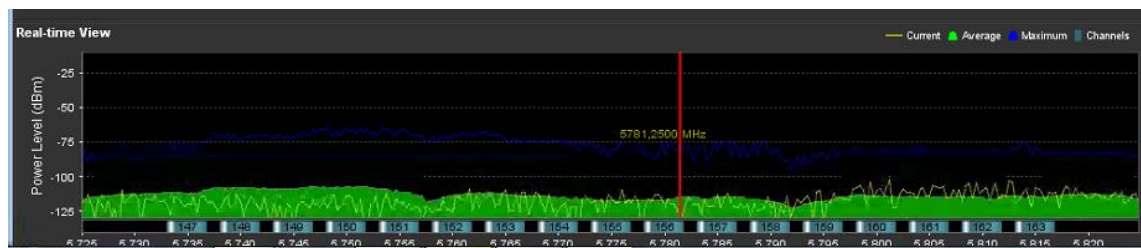


Figura 14. Elección TP

Por lo tanto, se eligió la TP, 5780 para realizar el enlace principal.

4 Diseño

En el presente capítulo se ilustra el proceso de diseño del presente proyecto, donde se describe todos los elementos económicos y técnicos para llegar al cumplimiento del objetivo general.

4.1 Presupuesto inicial

Para el desarrollo de esta unidad de negocio, se requiere de realizar inversiones que se denominan paquetes debido a la cantidad de usuarios, los cuales tienen un costo estimado de \$157 Millones y tienen una capacidad de atender hasta 200 usuarios, siendo mayor incluso a nuestro objetivo principal que se tenía de 50 usuarios finales. La meta planteada es lograr 2000 usuarios en dos años como proyección a futuro, por lo que se requiere invertir \$600 MM.

El costo estimado de \$157 Millones se encuentra incluido el terreno. Este predio se decidió comprar con un costo de 30M debido al tiempo posible de permanencia de la torre en ese punto. La infraestructura de la torre y el cuarto de almacenamiento de los equipos eléctricos tienen un costo aproximado de 20M, incluyendo su montaje. Los equipos de soporte eléctrico y tierras tienen un valor total de 13 Millones de pesos. Esto incluye el mallado de cobre, baterías, inversor y varillas de cobre. Para garantizar, la continuidad del proyecto se invierte también en el pago adelantado de la fibra óptica por 12 meses, esto con el único objetivo de tener tranquilidad en el proceso de venta y captura de los clientes en el tiempo presupuestado.

La inversión consiste en llevar la fibra óptica y el radio-enlace hasta el punto más cercano de cliente y se realizaría durante los primeros dos años. El modelo financiero se proyectó a cinco años durante los cuales se estabiliza la operación y el flujo de caja, se asegura el capex y el pago de la inversión. Estos valores se pueden observar en el Anexo E.

INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE COMUNICACIONES.

Tabla 1.

Relación de los Costos de Inversión

Item	Valor
Valor Lote	30.000.000
Torre y Shelter	25.000.000
Equipos para 50 Usuarios	20.000.000
Equipos Tierra y protecciones	8.000.000
Equipos Soporte Eléctrico	5.000.000
Gastos Administrativos	5.000.000
Fibra óptica X 12 meses	50.000.000
Estimado total de Costos	143.000.000
Reservas de Contingencia	14.300.000
Presupuesto	157.300.000
Holgura Admisible	-20% + 10 %

*Relación de inversión con los datos actualización a la fecha de inicio del proyecto, que incluye todos los ítems, estipulados en la planeación y diseño del mismo.

Lote del proyecto: El lote tiene un área de 1000 Metros. Este se encuentra en cerro de Yerbabuena en Chía.

Torre y Shelter: La torre de hierro de 40 metros cumple con los parámetros impuestos por la aeronáutica civil con la cual obliga a usar los colores rojos y blancos intercalados cada 7 metros. Adicionalmente, se le incorpora una luz de obstrucción en la parte superior de la misma. El Shelter de 3x3 metros, está construido con paneles aislantes al calor y al frio, lo cual permite la seguridad de los equipos de telecomunicaciones que alberga.

INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE COMUNICACIONES.

Equipos para 50 usuarios: Los equipos finales de los clientes constan de una antena de recepción, con su respectivo equipo de alimentación (POE) y un Router inalámbrico para la configuración del cliente final.

Equipos de tierra y protecciones: Este sistema consta de una malla de protección en cobre de 4 pulgadas formando un triángulo que rodea la torre de comunicaciones en su base. Esta malla está en cada una de sus puntas a 3 varillas de 2 metros de largo enterradas en gel conductor. Este triángulo se encuentra conectada al pararrayos en la punta final en la altura de la torre.

Equipos de soporte eléctrico: Este sistema está basado en un banco de 4 baterías de 24 Voltios cada uno. Adicionalmente, un inversor conectado en serie con las baterías.

Gastos administrativos: Consta del pago del arriendo del lugar de acopio de la fibra óptica por 2 meses, incluyendo los costos aproximados de un personal técnico durante esos dos meses.

Con un costo de 4 Millones mensuales para el valor de un servicio de fibra óptica contratado por 12 meses.

Reserva de contingencia: Este presupuesto está sujeto a alguna necesidad o emergencia que no se presente en este proyecto a su inicio.

4.2 Estructura Financiera

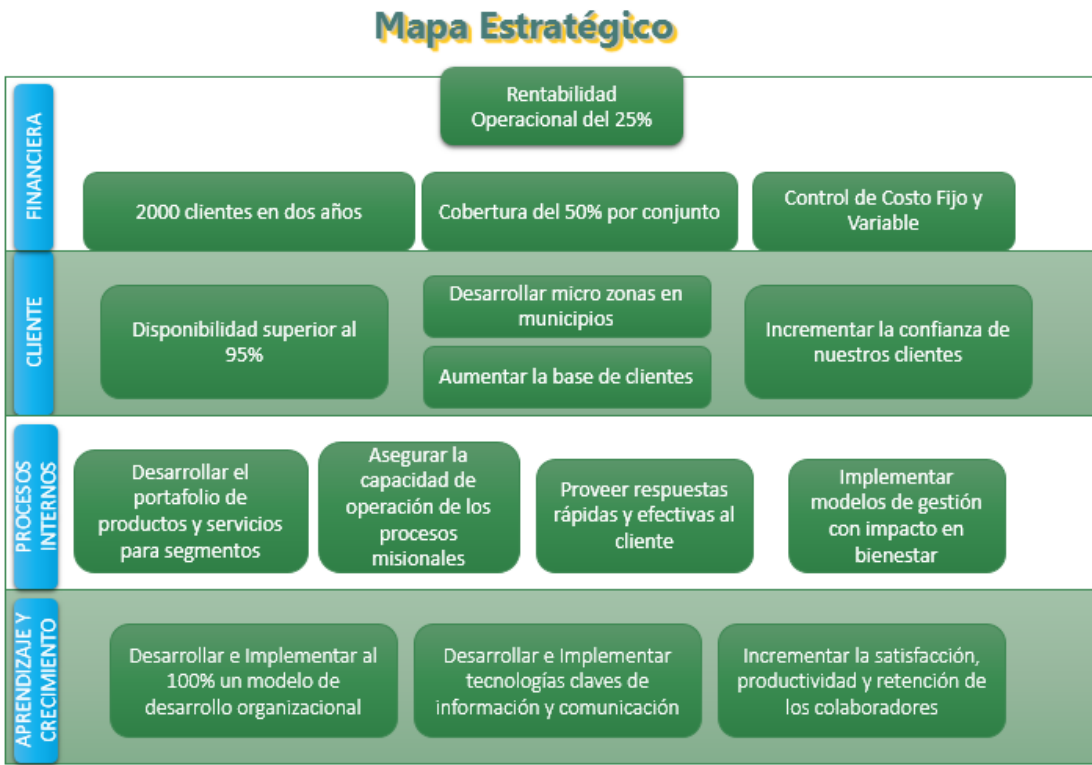


Figura 15. Mapa Estratégico

Para el desarrollo de esta unidad de negocio, se requiere de realizar inversiones que se denominan paquetes, los cuales tienen un costo estimado de \$157 Millones y tienen una capacidad de atender 200 usuarios. La meta planteada es lograr 2000 usuarios en dos años, por lo que se requiere invertir \$600 MM. La inversión consiste en llevar la fibra óptica hasta el punto más cercano de cliente y se realizaría durante los primeros dos años. El modelo financiero se proyectó con un valor de servicio para los clientes finales de \$99.000 pesos por 20 Megas de servicio esto reflejado a cinco años durante los cuales se estabiliza la operación y le flujo de caja, se asegura el capex y el pago de la inversión.

INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE COMUNICACIONES.

4.3 Modelo de Negocio

La estructura del negocio está basada en el modelo Canvas, en el cual estructuramos el modelo financiero en la instalación y puesta en funcionamiento del proyecto.

Proveedores /Aliados	Actividades Claves	Propuesta de Valor	Relación con clientes	Segmentos de Clientes
Proveedores de fibra óptica (se debe poner nombre propio. Otros proveedores "mayoristas". Aliados en otras ciudades. Administraciones de Conjuntos, Constructores	Asegurar la disponibilidad del servicio en cuanto a tiempos y velocidad. Servicio al cliente cercano y exclusivo	Servicio dedicado de Internet, con énfasis en atención personalizada	Relación directa, cercana y palpable.	Familias estratos 4-5-6 Personas que requieren una conectividad de alto desempeño. Segmentación por tarifas
	Recursos Claves		Canales	
	Antena receptora, cableado de fibra óptica. Equipos domésticos. Software CRM, técnicos de instalación y mantenimiento.		Teléfono, redes sociales focalizadas, disponibilidad 7-24, factura electrónica.	
Estructura de Costos		Generadores de Ingresos		
Costo de operación con base de fijos por rangos de clientes (servicio de conectividad) Costo variable en instalaciones, margen de contribución por el orden de 50%. Eficiencia en la operación.		Definición de tarifas por paquetes (premium, estándar, low cost), pago en efectivo, online, convenio en bancos		

Figura 16. Modelo Canvas

4.4 Criterios Torre de Comunicaciones

La torre de comunicaciones fue diseñada con una altura exacta de 40 metros de altura, está en conjunto con la altura del cerro yerbabuena ofrece una línea de vista optima sobre toda la sabana de Bogotá. El tipo de torre de comunicaciones escogido fue Atirantada triangular este tipo de torres ofrece similares prestaciones a las torres auto soportadas a un menor costo. La desventaja es que se puede presentar pequeños movimientos en las torres debido a que usa vientos para sostenerse, pero no representa problemas para una solución de radiofrecuencia como la desarrollada en el presente trabajo. En el anexo A se puede revisar los planos de la infraestructura implementada.

4.5 Diseño de Interconexión

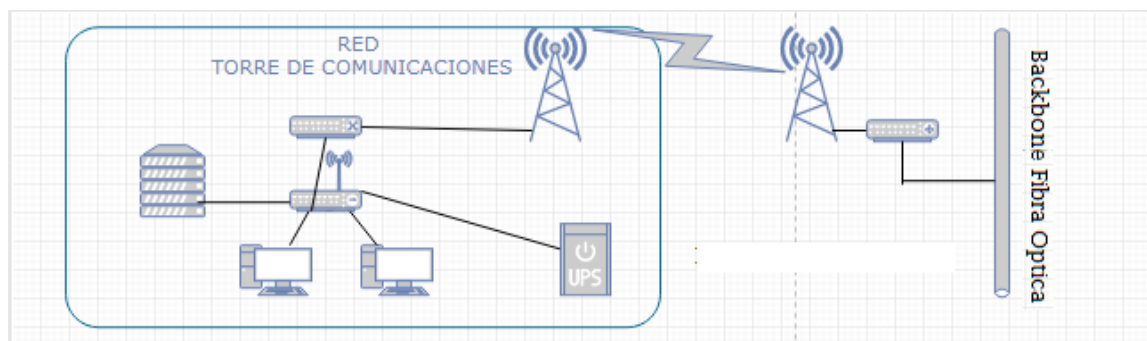


Figura 17. Infraestructura de Red, fuente autor del proyecto

La red inicia en el acopio de la fibra óptica troncal del proveedor de internet. Esta fibra a través de un traseivier y un router se encuentra conectado a un radio troncal de marca Ubiquiti que con línea de vista apunta al cerro donde se encuentra el radio estación de ese enlace troncal que recibe la interconexión. Este radio estación se conecta al cuarto de comunicaciones donde se conecta a la infraestructura de red de última milla.

5 Licenciamiento

El procedimiento legal necesario para implementar una torre de comunicaciones que permita prestar servicios comentados en el presente documento se divide en dos partes, la primera es el registro Tic, el cual es un instrumento público que consolida la información relevante de redes, permisos habilitaciones, servicios de telecomunicaciones y permiso del municipio donde se analiza si su plan de ordenamiento territorial u otros permite la implementación de esta clase de servicios e infraestructuras en su municipio. A continuación, el presente capítulo ilustrará los licenciamientos y permisos obtenidos para desarrollar el presente proyecto.

5.1 Registro TIC

El registro TIC es un documento público en el cual se realiza la consolidación de la información sobre redes, autorizaciones, permisos de proveedores, servicios de telecomunicaciones, titulares de permisos para uso de recursos escasos. Este documento es estricto para personas que provean o desean ser proveedores de redes o servicios de telecomunicaciones. A continuación, se describirá los pasos necesarios para obtener el registro TIC.

- a) Realizar la inscripción del formulario.
- b) Presentar la solicitud y los documentos, (Rut, documento de identidad representate legal, documento de identidad de los socios).
- c) Recepción del certificado, en caso de cumplir con todos los requerimientos se remite el certificado de registro TIC.
- d) Si el certificado es negado, entregaran los motivos de rechazo.

El resultado de este registro es un certificado se puede observar en el Anexo C.

5.2 Permiso del Municipio

El permiso del municipio es un documento que acredita que la ubicación del terreno está permitida la implementación de infraestructura de telecomunicaciones y de acuerdo

al plan de ordenamiento territorial se puede desplegar este tipo de proyectos. En este caso la diligencia se realizó en el municipio de Chia Cundinamarca. La respuesta de planeación a la solicitud fue un permiso que se puede revisar en el Anexo D.

6 Implementación

El presente capítulo contempla todos los procedimientos para realizar una implementación tecnológica para el proyecto propuesto, haciendo una revisión de lo necesario para los terrenos, instalación de la torre de comunicaciones y el Computer Room. Una lista detallada de las actividades se encuentra relacionada en el Anexo F.

6.1 Adecuación del Terreno

Para la adecuación del terreno fue necesario realizar un mortero de 5 metros por 5 metros en el cual se realiza la ubicación del shelter. También en la base de la torre se instala una malla de tierra que rodea la base de la torre insertada a un metro y medio de profundidad.

Respecto a los vientos se realiza limpieza del terreno y se prepara una mezcla de gravilla para que estos queden bien sujetos, por último, se realiza el diseño de tuberías que ayudaran a interconectar tanto eléctricamente como en comunicaciones el Shelter y la torre de comunicaciones.

6.2 Instalación de la Torre de Comunicaciones

El siguiente paso después de la adecuación del terreno es la instalación de los vientos y base principal de la torre junto a la base inicial de soporte, al tener completa esta tarea se procede a la instalación de los tramos de la torre y sus respectivos vientos con el objetivo de llegar a la altura total propuesta.

La infraestructura física de la torre tiene un total de 40 metros de altura dividida en un tramo principal de 10 metros y 5 tramos adicionales de 6 metros. La Figura presenta el proceso inicial de instalación de la torre de comunicaciones, al fondo se contempla la sabana de Bogotá.

INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE COMUNICACIONES.



Figura 18. Instalación de base de la torre

Es importante resaltar que cada tramo debe tener 3 vientos que irán soportando la infraestructura, estos están puestos en tierra formando un triángulo a una distancia de 10 metros con la base de la torre. En la 19 se ilustra el proceso de levantamiento de la infraestructura hasta obtener la altura deseada.

INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE COMUNICACIONES.



Figura 14. Levantamiento de la estructura, fuente autor del proyecto

Se siguen sobreponiendo hasta conseguir la altura necesaria para el proyecto. En este caso los 40 metros.



Figura 20. Finalización de la instalación, anclaje final.

6.3 Adecuación del Computer Room

Para la infraestructura de telecomunicaciones se decidió implementarla en un shelter, a continuación, se describe las principales características.

El shelter protege a los equipos de telecomunicaciones de la intemperie ya que está diseñado para evitar el ingreso de humedad o cualquier agente que pueda afectar el correcto funcionamiento de los sistemas de comunicaciones. Figura 21.



Figura 21. Infraestructura de Red, fuente autor del proyecto

Se instalan los sistemas para enrutamiento y control del sistema. Incluyendo el equipo de recepción para el canal dedicado contratado. Conectado a un Switch Giga Ethernet

INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE COMUNICACIONES.

para conectarle los equipos que generen el enrutamiento. Finalmente un Router Cisco de 8 puertos para 8 antenas como mínimo para que cumplan su función de puntos de acceso de la red.

Este sistema está controlado por un firewall fortinet que genera las protecciones de seguridad de la red.



Figura 22. Infraestructura de Red, fuente autor del proyecto

INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE COMUNICACIONES.

Este sistema cuenta con un sistema de baterías con su respectivo inversor el cual permite que se tenga un respaldo eléctrico ante posibles cortes de energía. Este sistema está diseñado para 24 horas de desconexión.



Figura 23. Infraestructura de Red, fuente autor del proyecto

En el punto de acopio de la fibra se crea un NOC (Centro de Operaciones de Red) de control para la revisión de los sistemas durante 24 horas, lo cual permite el funcionamiento correcto del proyecto. El NOC tiene comunicación con los clientes por sistema de mensajería de texto instantáneos, PBX y asesoría en línea a través de la página Web. Para los canales residenciales se tiene un SLA de 80%, con un tiempo de respuesta para visita técnica ante daños de 24 horas.



Figura 24. NOC, fuente autor del proyecto

6.4 Dispersión y levantamiento final de enlaces

Realizamos la instalación de los Puntos de Acceso de los cuales se llegan a conectar los clientes finales a la Torre y levantamos los enlaces necesarios con la Zona de Acopio de Fibra y los AP (Access Points) que repetirán la señal y que tendrán la capacidad mínima de 50 clientes. Con la instalación de los primeros enlaces y obtenido físicamente todos los permisos culminamos el proyecto con el desarrollo empresarial prestando el servicio a los abonados finales.

6.5 Calculo de propagación máximo para antena en servicio residencial.

A continuación, se documentan las características necesarias para el cálculo de propagación del proyecto.

6.5.1 Elección de la antena de radiación y recepción.

En el proceso de elección de las antenas, se revisaron varias características que son indispensables para la capacidad de total del proyecto como se quería implementar.

Cómo la torre tiene una línea de vista que permite distancias de hasta 50 Kms para canales sin alta robustez como los que se desarrolló para los clientes residenciales se

INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE COMUNICACIONES.

optó por buscar antenas que cumplan la mitad de esa distancia para las velocidades calculadas previamente.

Estas distancias y para manejar esas velocidades solo las permiten antenas con más de 23 dBi por y que trabajen con frecuencias mayores de 5 GHz.

Por lo tanto, el espectro comercial se cierra 3 tipos de marcas:

- A Ubiquiti
- B Mikrotik
- C WaveIP

El tema económico y sencillez en la configuración nos lleva a escoger a Ubiquiti como la marca en la cual se escoge la antena. Dentro de esta marca la antena que por costo beneficio y versatilidad se adapta a nuestras necesidades es la Antena Tipo Grilla de 23 dBi.

También se elige como complemento a las antenas punto a punto. Dos antenas sectoriales para clientes más cercanos y que funcionan bajo los mismos parámetros de la anterior, con la diferencia que este permite una mayor cantidad de conexiones de clientes, pero a menor distancia.

Y se le adapta un Rocket M5 Titanium como dispositivo activo para la antena.

INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE COMUNICACIONES.

6.5.2 Calculo Airgrid para 20 a 30 Kms Punto A Punto

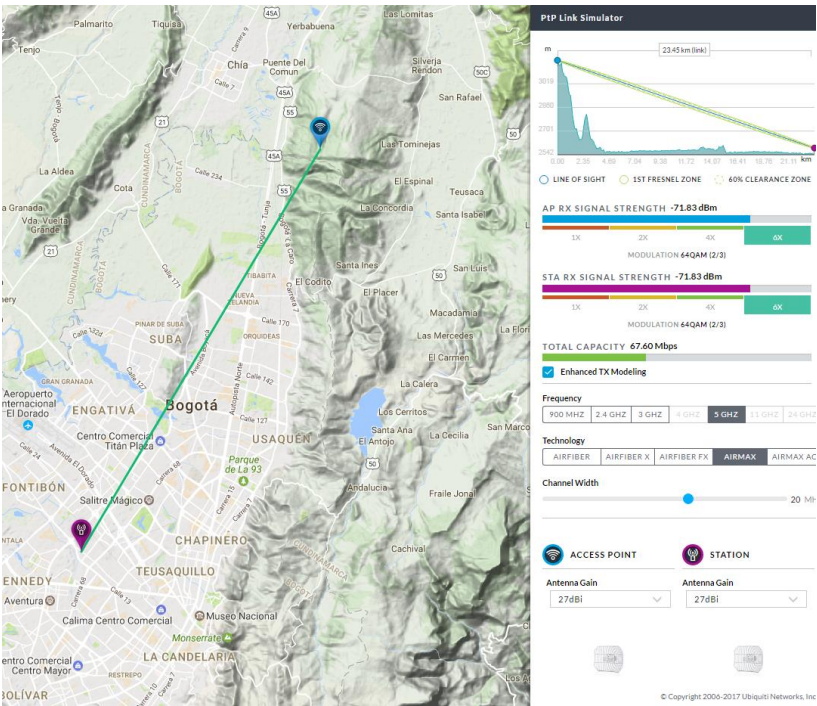


Figura 25. Enlace punto a punto

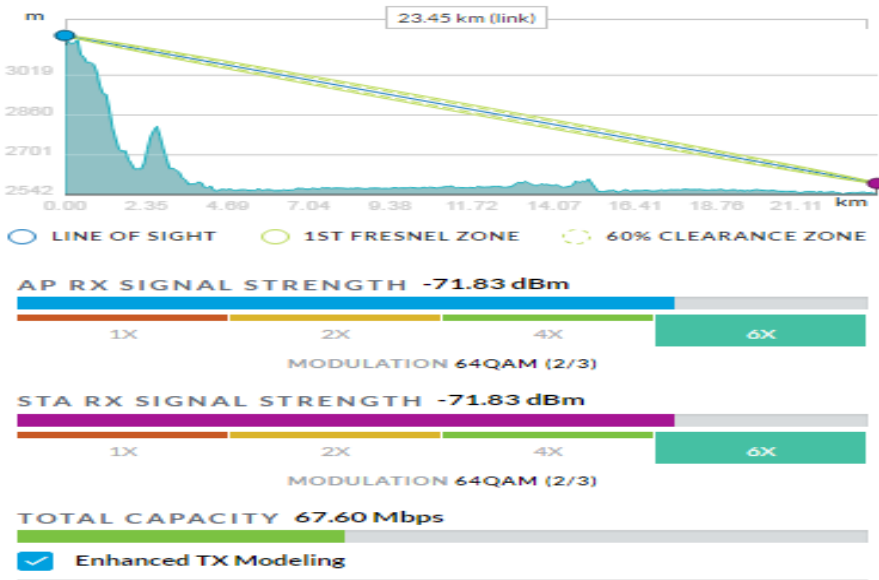


Figura 26. Enlace punto a punto con modulación

INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE COMUNICACIONES.

Para el diseño del enlace troncal se establecieron dos puntos cercanos con la mayor distancia posible, que soportaría las antenas elegidas en el proceso anterior. Y logramos una distancia de máximo 30 Kms, teniendo en cuenta, aunque el nodo de acopio de la fibra con respecto a la torre solo que a 6 Kms de distancia. Esta comparación sirve para prevenir cualquier tipo de cambios en la red por fuerza mayor.

6.3.3 Calculo Airgrid para 20 a 30 Kms Punto-Multi-Punto

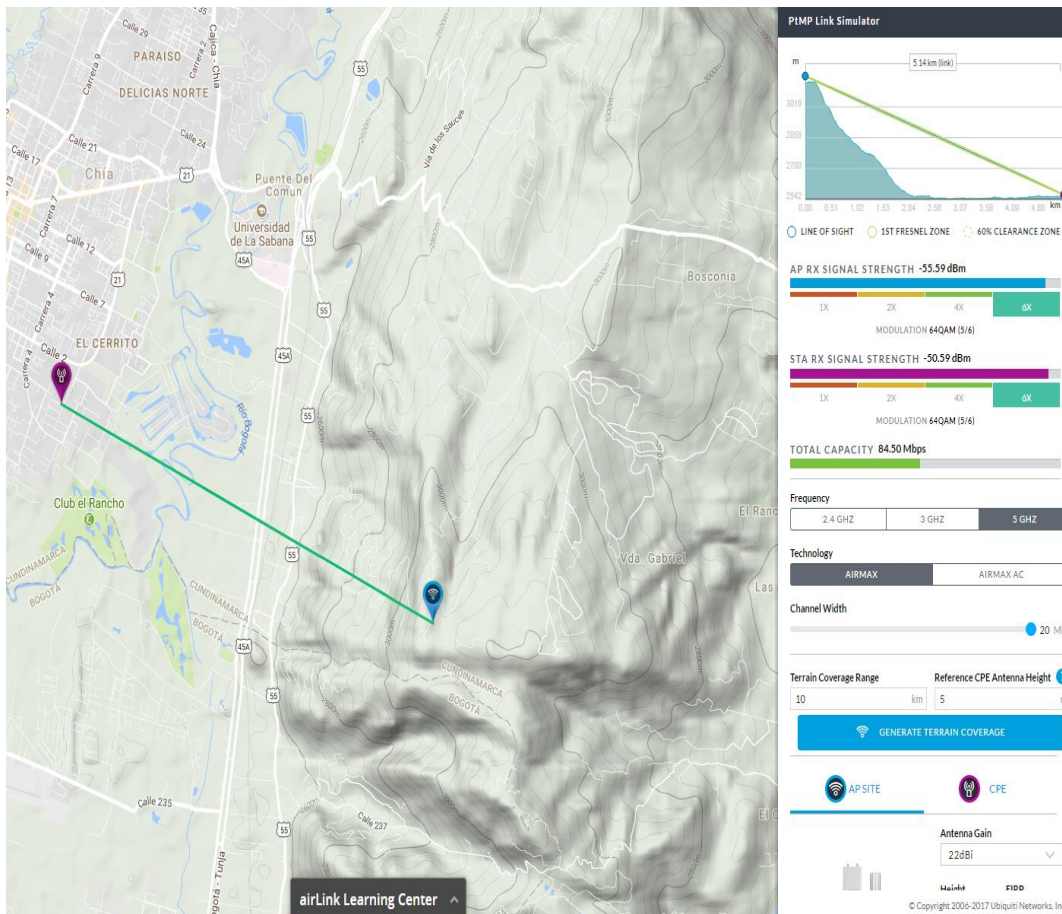


Figura 271. Enlace punto a multipunto

INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE COMUNICACIONES.

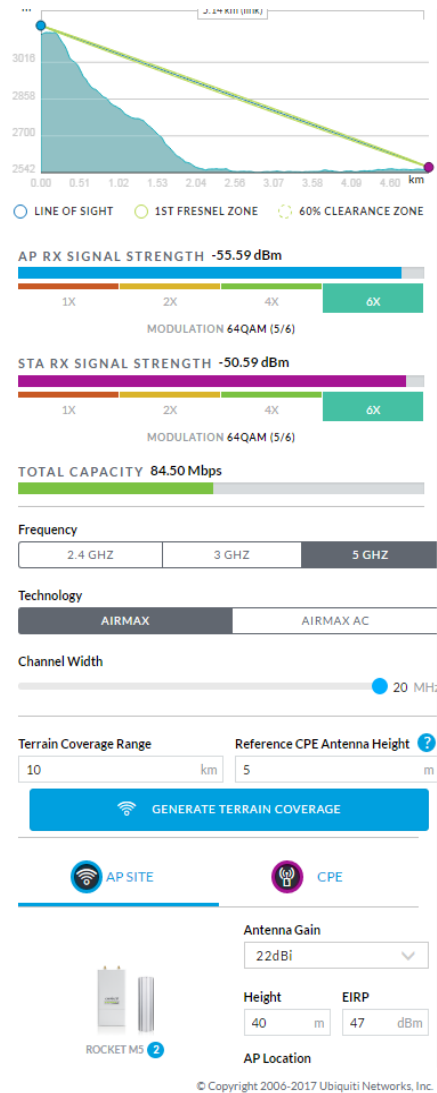


Figura 28. Enlace punto a multipunto con modulación

Para el diseño del enlace multipunto de los clientes finales se establecieron dos puntos cercanos con la mayor distancia posible, que soportaría las antenas elegidas en el proceso anterior. Y logramos una distancia de máximo 10 Kms, siendo positivo teniendo en cuenta que la distancia de la torre de comunicaciones con el último cliente de la zona próxima se encuentra a 6 Kms de distancia. Esta comparación sirve para prevenir cualquier tipo de cambios en la red por fuerza mayor.

7 Impacto Social

El proyecto se encuentra establecido bajo 3 pilares básicos:

- Calidad de servicio
- Humanización de la tecnología.
- Responsabilidad Social

La calidad del servicio es el eje fundamental del proyecto, debido a que el buen servicio prestado bajo los estándares de la empresa, permite que los demás parámetros y requisitos del proyecto se cumplan con total normativa.

La humanización de la tecnología consiste en entablar una relación más humana entre nosotros como proveedores y los clientes en su condición. Esto permite atención al cliente a través de whatsapp, visitas técnicas al mismo día y respuestas rápidas a través de canales como redes sociales y teléfono.

La responsabilidad social es el último pilar, pero no es el menos importante. Esto se debe a que la obligación de la compañía es generar un impacto positivo en la comunidad colindante al desarrollo del presente proyecto.

Debido a lo anterior, se desarrollaron dos puntos de acceso gratuito en dos veredas del municipio de Chía, La Balsa y Samaria, esto con el objetivo que los niños y jóvenes habitantes en estas zonas con difícil acceso a los sistemas de información se puedan conectar mediante nuestros servidores con acceso a internet, para que desarrollen sus actividades escolares y lúdicas, sin tener ningún solo costo en el acceso del servicio. Esto ayuda a disminuir considerablemente la brecha digital que existe en estas zonas campesinas en el norte de la sabana de Bogotá.

8 Recomendaciones, conclusiones y trabajo futuro

La instalación de una torre de comunicaciones es un proceso estructurado de actividades específicas que comprenden varios campos y áreas especializadas que se unen para llevar a cabo un proyecto como el que implementamos anteriormente. Este proyecto adicionalmente, permitió ser el punto de partida para el desarrollo de una empresa, técnica y económicamente viable y estructurada. Permitiendo, además, proveer servicios de internet a muy bajos costos y obtener altas velocidades en su ejecución. Esto con el fin que el proyecto sea competitivo en el mercado, permita una óptima calidad de servicio y que cumpla con la responsabilidad social que amerita este tipo de proyectos de innovación.

Es importante argumentar en este caso que la estrategia para el montaje del proyecto fue técnica y financieramente correcta, incluyendo el estudio de suelos, el licenciamiento necesario y la estructura técnica y financiera específica para que este proyecto cumpliera con toda la normatividad vigente que exige los entes de control relacionados, y de esta manera, poder minimizar al máximo algunos problemas que se podrían presentar en el camino, esto permitió no solo que se lograra todos los objetivos trazados desde el inicio del mismo sino también servicios adicionales como cámaras, redes MPLS y VPN que no estaban contempladas en la estructuración del proyecto.

9 Agradecimientos

Agradezco al Ingeniero Rodolfo Sánchez por haber aceptado ser mi director de trabajo de grado para esta etapa, ofreciéndome guía, experiencia, conocimientos, compromiso y todas las herramientas necesarias para llevar a cabo con éxito mi proyecto final.

Agradezco a la facultad e Ingeniería de Telecomunicaciones de la Universidad Santo Tomas de Bucaramanga por su responsabilidad y calidad de sus programas académicos.

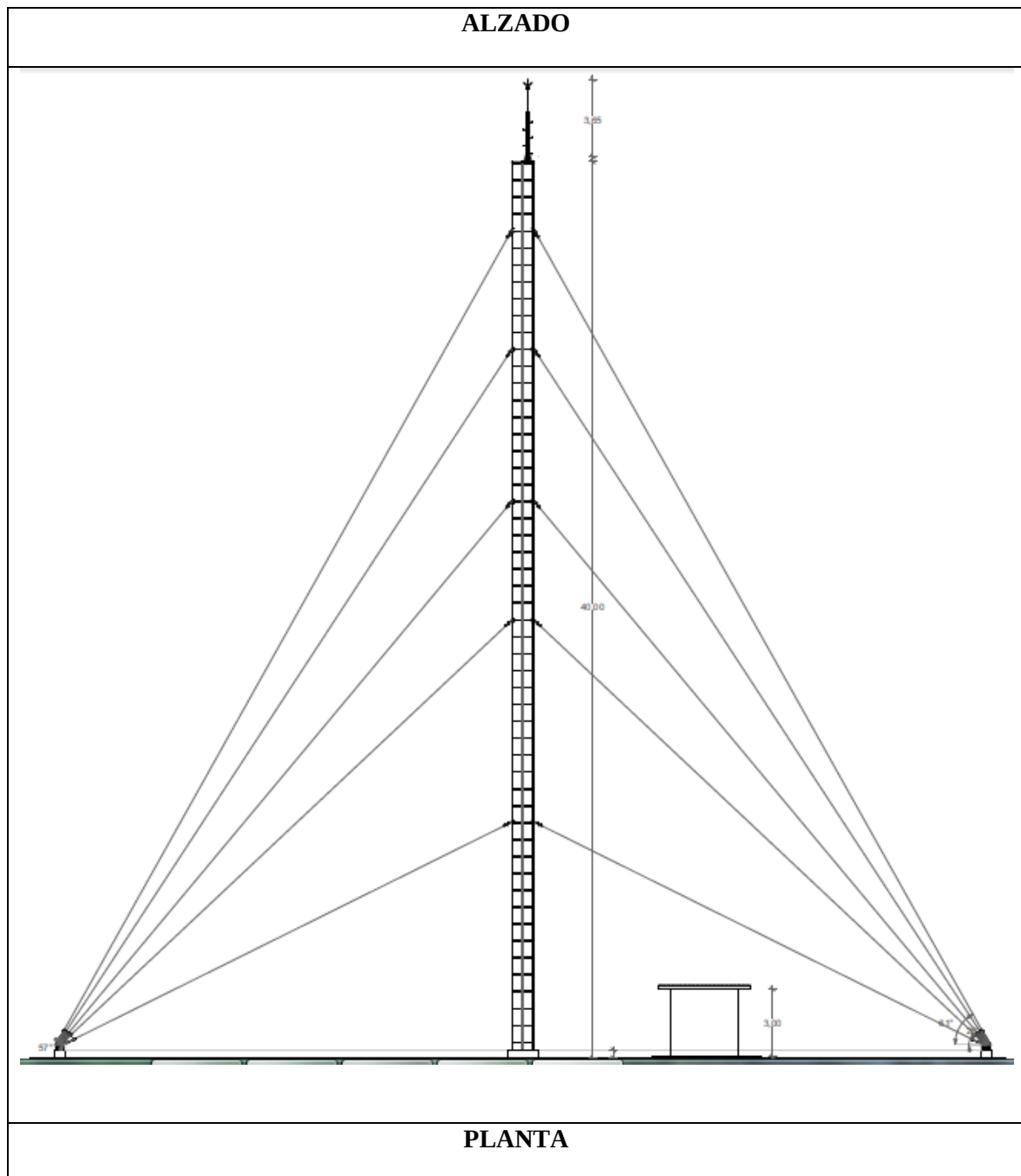
10 Bibliografía

- [1] R. Privadas, V. Vpn, A. David, and A. Dami, “Las Belgrano,” Universidad de Belgrano, 2008.
- [2] N. G. Fernández and Para, “Departamento de Informática Modelo de cobertura en redes inalámbricas basado en radiosidad por refinamiento progresivo,” Universidad de Oviedo, 2006.
- [3] “6-Capitulo2 - Redes inalambbricas de area personal (WPAN).pdf” .
- [4] G. Medeisis, Arturias; Cespedes, Jose; Fajardo, *Manual de Gestion Nacional del espectro Radioelectrico*, Primera Ed. Bogota: MinTic, 2012.
- [5] P. A. Remache, “ESTUDIO Y DISEÑO DE UN RADIO ENLACE PARA TRANSMISIÓN DE DATOS, E INTERNET EN FRECUENCIA LIBRE PARA LA COOPERATIVA INDÍGENA ‘ALFA Y OMEGA’ UTILIZANDO EQUIPOS AIRMAX DE UBIQUITI,” Escuela Politecnica Nacional, 2015.
- [6] Q. U. E. Es and U. N. Radioenlace, “RADIO ENLACES TERRESTRES | MICROONDAS.”
- [7] E. P. Rosales, “DISEÑO DE ENLACE TERRESTRE POR LÍNEA DE VISTA,” Existen numerosas formas de comunicación. Dos personas pueden comunicarse entre sí por la voz, los ademanes o los símbolos gráficos etc. En el pasado se llevaba acabo la comunicación a larga distancia con medios como sonidos de tambor, señales de humo, pa, 2007.
- [8] F. Ramos, “INSTALACION DE ENLACE MICROONDAS,” UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS, 2015.
- [9] Y. Palma, “ANÁLISIS DEL CONOCIMIENTO DE LOS ENLACES EN VIVO VÍA MICROONDA, SATÉLITE Y LIVEU EN LOS MEDIOS TELEVISIVOS,” UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, 2017.
- [10] H. Gomez and L. Carlos, “TOPICOS SELECTOS DE FIBRA OPTICA,” UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO INSTITUTO, 2007.

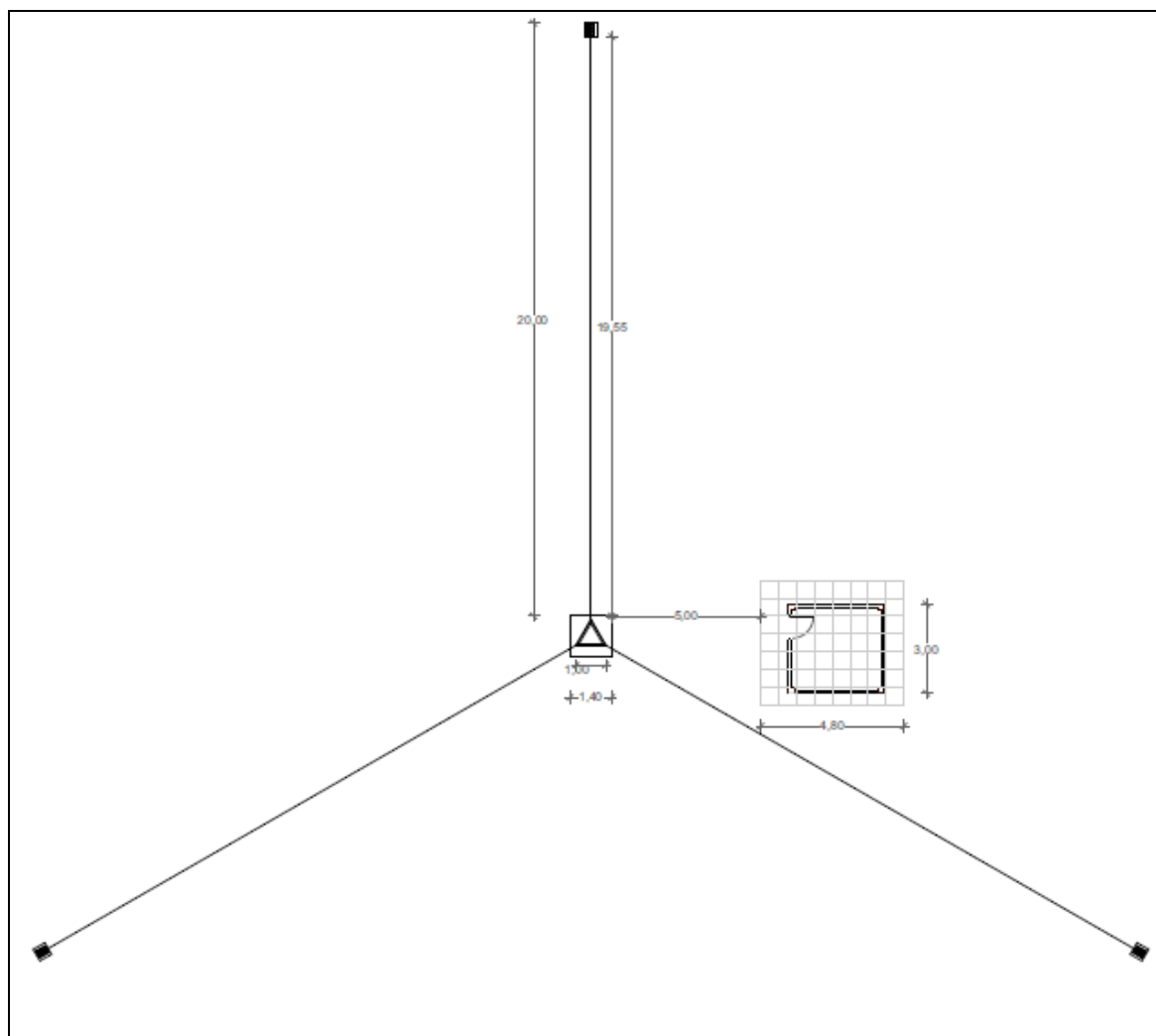
- [11] O. Santa Cruz, “Los cables de fibra.”
- [12] “Características de las fibras opticas,” no. 1, 2000.
- [13] J. Hernandez, “ENERGIZACIÓN Y ADECUACIÓN DE ESTACIONES RADIO BASES MOVILNET,” UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR, 2007.
- [14] A. Lopez, “Diseño de Torres de Telecomunicación,” UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, 2016.
- [15] R. C. equipment installation & Optimization, *Shelter Para Telecomunicaciones*, vol. 2, no. 2. pp. 2–3.

11 ANEXOS

A. Diseño de la Torre de Comunicaciones.



INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE COMUNICACIONES.



B. Registro Fotográfico

TORRE FINALIZADA CON RADIO TRONCAL INSTALADO



INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE COMUNICACIONES.

SECTORIAL PUNTO MULTIPUNTO (CLIENTES)



INSTALACIÓN RED AP RED TRONCAL



navegaoficial

...



INSTALACION TIPO CLIENTE

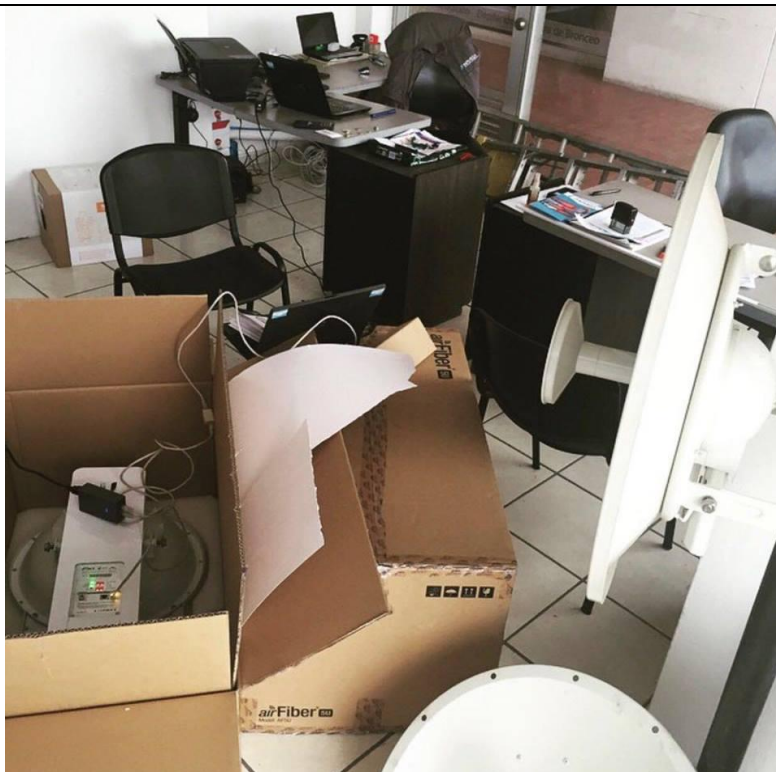


INSTALACIÓN CLIENTE



INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE COMUNICACIONES.

PREPARACIÓN PROYECTO I



PREPARACIÓN PROYECTO II



C. Registro TIC


INCORPORACIÓN AL REGISTRO DE TIC
En virtud de la Ley 1341 de 2009, atendiendo los artículos 10 y 15 de la misma, el Decreto 4948 de 2009 y el Decreto 2618 de 2012,
EL MINISTERIO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES
INCORPORA A:
NAVEGA COMUNICACIONES SAS
N.I.T. / C.C: 900652145-1
EN EL REGISTRO DE TIC, BAJO EL NÚMERO:
RTIC96001979
FECHA: 2014-03-07
A través de esta incorporación se entiende formalmente surtida la Habilitación General para la Provisión de Redes y/o Servicios de Telecomunicaciones.
<i>La información contenida en el presente registro será de libre acceso para su consulta por cualquier persona y se entenderá válida para efectos de certificaciones.</i>
 Firma Votante Incorporación al Registro de Registro TIC Firma Votante Incorporación al Registro de Registro TIC Firma Votante Incorporación al Registro de Registro TIC
MIGUEL FELIPE ANZOLA ESPINOSA Director de Industria de Comunicaciones

INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE COMUNICACIONES.

D. Permiso del Municipio

Image acquired by TwainControlX Trial - www.ciansoft.com


Alcaldía Municipal de Chía

16 S.P.578/2012
Chía, Diciembre 27 de 2012

 ALCALDIA MUNICIPAL DE CHIA 31/12/2012 01:53 p.m.
201212310100034937
Asignado a: PERSONA NATURAL
Para información presente este documento o llame al 8844444

Señor
JULIAN ENRIQUE ZAPPA FIGUEROA
C.C. 10988632734 de Bucaramanga
Calle 104 No.23-138 Tel.6363179/ 3117561073
Bogotá

REFERENCIA: RAD. 201212179999927759 Diciembre 17 de 2012

Dando trámite al oficio de la referencia, me permito comunicarle lo siguiente:

La normatividad que viene aplicando el Municipio para la INSTALACION DE ANTENAS DE TELECOMUNICACIONES para el MUNICIPIO DE CHÍA es la siguiente:

La Ley 99 de 1993, Decreto reglamentario 1120 de 2005; las Resoluciones especiales 1227 de agosto 30 de 2005 y 0235 de septiembre 6 de 2005, el decreto 195 de 2005, artículo 2, 26, 27,28 y 29 de la Ley 142 de 1994, la competencia de la CAR.

"La instalación de antenas deberá ubicarse en zonas, fuera de los núcleos de población delimitados por planeación municipal, respecto al menos una distancia de 150 metros a viviendas, una distancia a linderos no inferior a la altura de la misma.

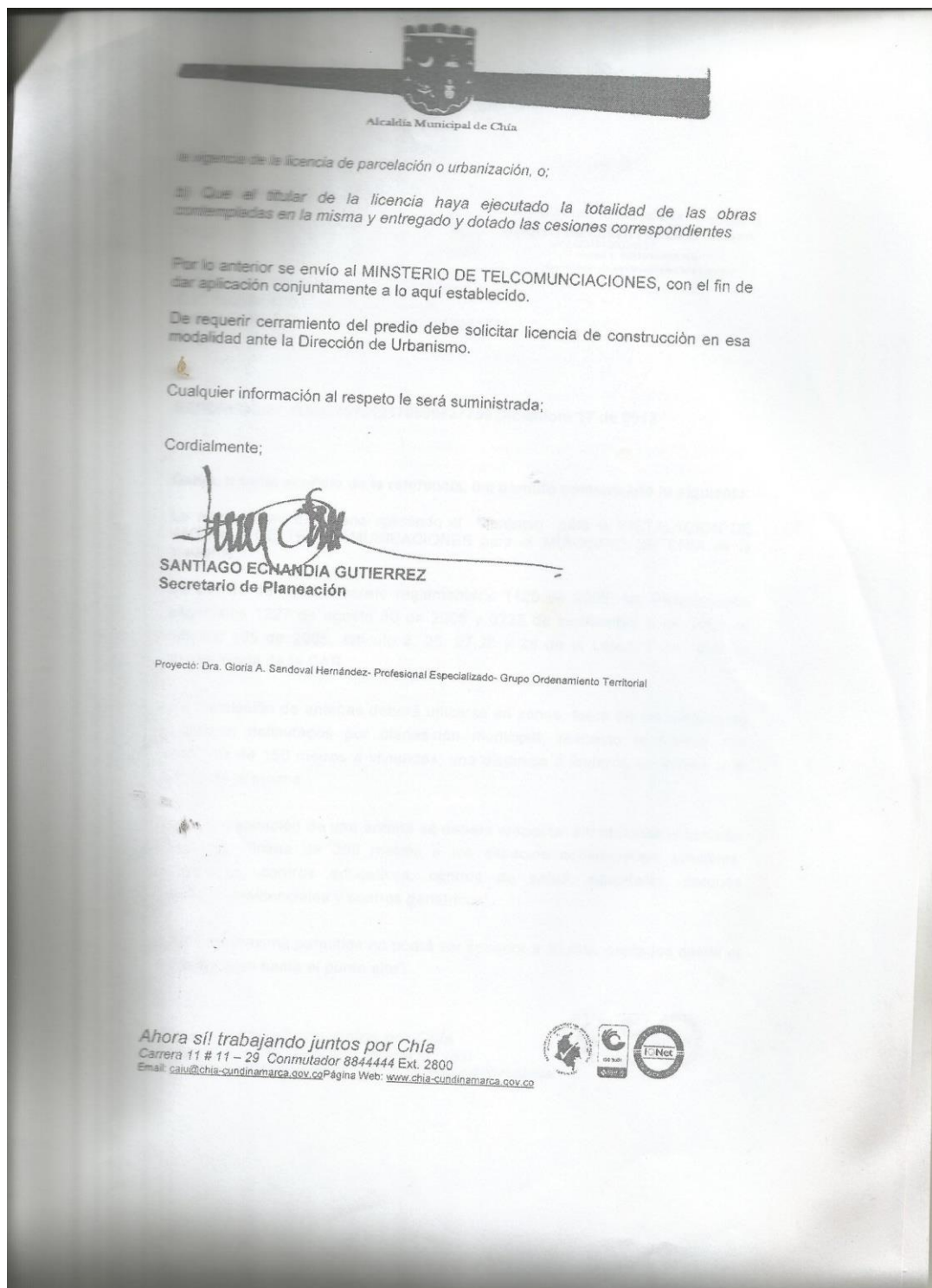
Para la instalación de una antena se deberá respetar sin importar la zona un distancia mínima de 300 metros a los espacios considerados sensibles: guarderías, centros educativos, centros de salud, hospitales, parques públicos, residenciales y centros geriátricos".

La Altura máxima permitida no podrá ser superior a 35 mts, contados desde el nivel del piso hasta el punto alto".

Ahora sí! trabajando juntos por Chía
Carrera 11 # 11 - 29. Conmutador 8844444 Ext. 2800
Email: caui@chia-cundinamarca.gov.co Página Web: www.chia-cundinamarca.gov.co

INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE
COMUNICACIONES.



E. Proyección Financiera del proyecto.

ESTADO DE RESULTADOS 2018-2022 MILES DE PESOS

	2.018	2019	2.020	2021	2.022
Ventas	517.805	1.255.800	1.719.900	1.891.890	2.081.079
Costo ventas	268.379	528.898	590.492	710.017	840.518
Utilidad bruta	249.426	726.902	1.129.408	1.181.873	1.240.561
<i>Margen Bruto</i>	<i>48,17%</i>	<i>57,88%</i>	<i>65,67%</i>	<i>62,47%</i>	<i>59,61%</i>
Gastos	155.348	281.463	344.568	361.796	379.886
Utilidad Operacional	94.079	445.439	784.840	820.077	860.675
<i>Margen Operacional</i>	<i>18,17%</i>	<i>35,47%</i>	<i>45,63%</i>	<i>43,35%</i>	<i>41,36%</i>
Gastos Financieros	55.387	82.245	25.466	26.739	28.076
Utilidad antes de Tax	38.692	363.194	759.374	793.337	832.599
Tax	13.542	127.118	265.781	277.668	291.410
Utilidad Neta	25.150	236.076	493.593	515.669	541.189
<i>Margen Neto</i>	<i>7,47%</i>	<i>28,92%</i>	<i>44,15%</i>	<i>41,93%</i>	<i>40,01%</i>

FLUJO DE CAJA 2018-2022 MILES DE PESOS

	2.018	2019	2.020	2021	2.022
Ebitda	102.479	453.839	793.240	828.477	869.075
Capex	300.000	300.000	50.000	50.000	50.000
Servicio de la deuda	55.387	82.245	25.466	26.739	28.076
Abono a K			200.000	200.000	200.000
Gastos Bancarios	2.316	3.850	4.102	4.444	5.044
Impuestos		13.542	127.118	265.781	277.668
FCL0	- 255.225	54.201	386.554	281.512	308.287
Nueva deuda	400.000	200.000			
FCL Neto	144.775	254.201	386.554	281.512	308.287
FCL Neto acumulado	144.775	398.977	785.530	1.067.043	1.375.330

F. Lista detallada de actividades

Selección geográfica del proyecto y factibilidad.

1. Características geográficas del lugar del proyecto.
2. Estudio de Suelos.
3. Estudio de Radiofrecuencia.
4. Conclusión de Factibilidad.

Diseño Estructural y financiero.

1. Asignación del Presupuesto inicial.
2. Establecimiento de la Estructura Financiera.
3. Modelo de Negocio.
4. Viabilidad financiera del proyecto.
4. Licenciamiento del proyecto y normatividad.

Diseño técnico del proyecto.

1. Elección de la infraestructura troncal de red.
2. Diseño de la red telemática del proyecto.
3. Diseño teórico de los enlaces troncales y de clientes.
4. Elección de las antenas y equipos de última milla.

INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UNA TORRE DE COMUNICACIONES.

Implementación y ejecución.

1. Adecuación del terreno
2. Instalación de la Torre de Comunicaciones
3. Instalación del cuarto de comunicaciones
4. Instalación de la Fibra óptica en local de acopio
5. Instalación de las Antenas troncales
6. Instalación del Access Point con dirección hacia los clientes
7. Instalación de los clientes finales de última milla.
8. Instalación del NOC de control de la red.

Puesta en funcionamiento y finalización del proyecto.

1. Pruebas de funcionamiento.
2. Correcciones de la implementación.