



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

DIRECCIÓN DE POSGRADO Y FORMACIÓN CONTINUA

INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN

**PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGÍSTER EN
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN
MENCIÓN REDES Y SISTEMAS DISTRIBUIDOS**

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

TEMA:

**ACCESO A INTERNET EN LA PARROQUIA BOYACÁ DEL
CANTÓN CHONE MEDIANTE RADIOENLACE GESTIONADO
CON TECNOLOGÍA WIRELESS LAN CONTROLLER**

AUTOR:

ING. QUINTO EMILIANO ORTIZ RODRÍGUEZ

TUTOR:

ING. JAVIER LÓPEZ ZAMBRANO, MG.

CALCETA, SEPTIEMBRE 2019

DERECHOS DE AUTORÍA

QUINTO EMILIANO ORTIZ RODRÍGUEZ, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de propia autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que se ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

ING. QUINTO EMILIANO ORTÍZ RODRÍGUEZ

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

JAVIER LÓPEZ ZAMBRANO, Mg, certifica haber tutelado el trabajo de titulación: **ACCESO A INTERNET EN LA PARROQUIA BOYACÁ DEL CANTÓN CHONE MEDIANTE RADIOENLACE GESTIONADO CON TECNOLOGÍA WIRELESS LAN CONTROLLER**, que ha sido desarrollada por Quinto Emiliano Ortiz Rodríguez, previa la obtención del título de Magister en Tecnologías de la Información mención Redes y Sistemas Distribuidos, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE POSGRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. JAVIER LÓPEZ ZAMBRANO, Mg.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han APROBADO el trabajo de titulación: **ACCESO A INTERNET EN LA PARROQUIA BOYACÁ DEL CANTÓN CHONE MEDIANTE RADIOENLACE GESTIONADO CON TECNOLOGÍA WIRELESS LAN CONTROLLER**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Quinto Emiliano Ortiz Rodríguez, previa la obtención del título de Magister en Tecnologías de la Información mención Redes y Sistemas Distribuidos, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE POSGRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. JORGE PÁRRAGA ÁLAVA, Mg.

MIEMBRO

ING. JORGE HERRERA TAPIA, Mg.

MIEMBRO

ING. JÉSSICA MORALES CARRILLO, Mg

PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí y a sus docentes por haberme permitido culminar este importante nivel de estudio en esta prestigiosa institución.

Un especial agradecimiento al Ing. Javier López e Ing. Jessica Morales por su importante contribución en el desarrollo de este proyecto.

Finalmente, al GAD Municipal de Cantón Chone por haber acogido mi propuesta como un referente para el progreso de las comunidades.

ING. QUINTO EMILIANO ORTIZ RODRÍGUEZ

DEDICATORIA

A mi madre Rosa Rodríguez, y en especial a mi padre Agustín Ortiz (+) por haber sido su orgullo y por querer verme siempre salir adelante ante la adversidad.

A mi esposa María Elena Rodríguez por su apoyo incondicional, mis hijos Miguel, Rafael y Gabriel que son el motor que impulsa mis ideas para poderlas cumplir, y familia en general por el apoyo brindado en esta parte de mi vida.

ING. QUINTO EMILIANO ORTIZ RODRÍGUEZ

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
CONTENIDO GENERAL.....	vii
CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS.....	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.4. IDEA A DEFENDER	4
CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. ACCESO A INTERNET	5
2.2. RADIOENLACE GESTIONADO CON TECNOLOGÍA WIRELESS LAN CONTROLLER (WLC)	7
2.3. METODOLOGÍA	9
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	11
3.1. PREPARAR.	11
3.2. PLANIFICAR.....	12
3.3. DISEÑO	13
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	14
4.1. RESULTADOS.....	14
ALCANCE	16
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	17
ESTUDIO Y DISEÑO DEL ENLACE DE RADIO	18
PERFILES TOPOGRÁFICOS Y SIMULACIONES DE LOS ENLACES.....	18

CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS QUE SE VAN A UTILIZAR EN EL MODELO DE RED PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN RADIO ENLACE CON WLC.....	26
DEFINICIÓN DE LA CANTIDAD DE EQUIPOS QUE SE UTILIZARÁN EN EL RADIOENLACE	29
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL ENLACE GAD CHONE – BOYACÁ CON UN DESPEJE DEL 60% DE LA PRIMERA ZONA FRESNEL	30
DISEÑO DE LA RED PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN RADIOENLACE CON TECNOLOGÍA WLC.....	33
UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS SEGÚN EL DISEÑO DE RED PROPUESTO EN EL ENLACE GAD CHONE – PARROQUIA BOYACÁ.....	35
4.2. DISCUSIÓN	36
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	38
5.1. CONCLUSIONES	38
5.2. RECOMENDACIONES	39
BIBLIOGRAFÍA.....	40
ANEXOS.....	43
ANEXO 1B. RESULTADO DE LA ENCUESTA “DIAGNOSTICAR LA NECESIDAD Y UTILIDAD QUE TENDRÁ EL WI-FI PÚBLICO EN EL SECTOR.	50
ANEXO 2A. CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS RADIOS LBE M5 CON LAS ANTENAS ROCKET DISH.	56

CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS

Figura 2.1. Enlace punto a punto.....	8
Tabla 4. 1. Coordenadas geográficas de los puntos de enlace.....	23
Tabla 4. 2. Equipos para el radio enlace con sus respectivas características .	27
Tabla 4. 3. Número de equipos para el diseño de red.....	29
Tabla 4. 4. Presupuesto de la Inversión del Plan propuesto	31
Tabla 4. 5. Comparativa de las tecnologías inalámbricas de acuerdo a su cobertura.....	54
Tabla 4. 6. Especificación técnica adicional del radio Rocket M5	59
Tabla 4. 7. Especificación técnica adicional de la antena Rocket Dish	61
Gráfico 1. Porcentaje de beneficio de contar con internet en la comunidad Boyacá.....	50
Gráfico 2. Acceso a Internet.....	51
Gráfico 3. Actividades que usaría internet.....	52
Gráfico 4. Redes sociales	52
Gráfico 5. Lugar al que ha accedido a internet.....	53
Imagen 4. 1. Punto de Enlace entre el Municipio Chone hasta la parroquia Boyacá.....	18
Imagen 4. 2. Simulación del Enlace entre el Municipio Chone hasta la parroquia Boyacá con Radio Mobile.....	19
Imagen 4. 3. Perfil topográfico del Trayecto GAD Chone – Cerro La Habanita	20
Imagen 4. 4. Perfil geográfico del enlace GAD M. Chone - Cerro La Habanita con Google Earth	21
Imagen 4. 5. Simulación de Punto de Vista enlace GAD Chone - Cerro La Habanita con Radio Mobile	22
Imagen 4. 6. Simulación de Zona Fresnel enlace GAD M. Chone - Cerro La Habanita con Radio Mobile	22
Imagen 4. 7. Detalles de Propagación y Obstrucción del enlace GAD Chone - Cerro La Habanita con Radio Mobile	23
Imagen 4. 8. Perfil topográfico del Trayecto GAD M. Chone – Cerro La Habanita	24
Imagen 4. 9. Simulación de Punto de Vista enlace Cerro La Habanita – Boyacá con Radio Mobile	25
Imagen 4. 10. Simulación de Zona Fresnel enlace Cerro La Habanita - Boyacá con Radio Mobile	25
Imagen 4. 11. Detalles de Propagación y Obstrucción del enlace Cerro La Habanita - Boyacá con Radio Mobile	26
Imagen 4. 12. Distancias máximas aplicables para el cálculo de la tarifa enlace punto a punto	32

Imagen 4. 13. Coeficiente de valoración aplicable para el cálculo de la tarifa enlace punto a punto.....	32
Imagen 4. 14. Diseño de la red para la implementación de un radioenlace con WLC.....	34
Imagen 4. 15. Diagrama de la configuración de Radio Rocket M5 con Antenas Rocket Dish.....	56
Imagen 4. 16. Especificación adicional técnica del radio LBE M5.....	60

RESUMEN

Este trabajo de titulación tiene como finalidad elaborar un modelo de red de conexión inalámbrica Wi-Fi para obtener acceso a Internet en la parroquia Boyacá del cantón Chone mediante radioenlace gestionado con tecnología *Wireless LAN Controller* (WLC) que provea acceso a internet gratuito. Para su proceso de ejecución se utilizó la metodología PPDIIO (Preparar, Planificar, Diseñar, Implementar, Operar y Optimizar); empleando sus tres primeras fases. Se inició con la etapa de preparación donde se desarrolló una encuesta estructurada con preguntas cerradas de selección múltiple, que permitió determinar la necesidad de la implementación de este proyecto, así mismo se realizó un estudio de la zona para la identificación de la tecnología a utilizar mediante el software Radio Mobile. Se continuó con la planificación, donde se identificó los requisitos de la red, los equipos que se utilizarían para este modelo, la cantidad, la tecnología a utilizar y la conexión que tendría esta red. Por último, se plantea el diseño, donde se establece la ubicación de los equipos y la configuración de cada uno de ellos. Como resultado de esta propuesta, se obtuvo un Plan de diseño de red para la implementación de radioenlace gestionado, que propone las pautas necesarias para contribuir a la disminución de la brecha digital.

PALABRA CLAVE

Diseño de red, inalámbrica, *Wireless LAN Controller*, radioenlace, Wi-Fi

ABSTRACT

The purpose of this degree work is to develop a Wi-Fi wireless connection network model to obtain Internet access in the Boyacá parish - Chone canton through radio link managed with Wireless LAN Controller (WLC) technology that provides free internet access. The PPDIOO methodology (Prepare, Plan, Design, Implement, Operate and Optimize) was used for its execution process; using its first three phases. It began with the preparation stage where a structured survey with closed multiple-choice questions was developed, which allowed determining the need for the implementation of this project, as well as a study of the area for the identification of the technology to be used through Radio Mobile software. The planning continued, where the network requirements were identified, the equipment that would be used for this model, the quantity, the technology to be used and the connection that this network would have. Finally, the design, where the location of the equipment and the configuration of each of them is established. As a result of this proposal, a Network Design Plan for the implementation of managed radio link was obtained, which proposes the necessary guidelines to contribute to the reduction of the digital divide.

KEYWORDS

Network design, Wireless, Wireless LAN Controller, radio link, Wi-Fi

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente la mayoría de personas, organizaciones y estados están adoptando los sistemas de información y comunicación para sus actividades diarias, ya que se consideran de gran interés a nivel global, debido a la imperiosa necesidad que tienen las personas por comunicarse de manera inmediata, segura y eficiente, ya sea para intercambiar opiniones, adquirir información y conocimientos, y como tal en el aprovisionamiento de un servicio de telecomunicaciones que se encuentre enmarcado en ese ámbito tecnológico.

En nuestro país existen zonas rurales que por la situación geográfica no pueden acceder al servicio de internet, y esto se ha convertido en una problemática debido a que por temas de infraestructura y poco interés de los gobiernos de turno, se haya inducido a través del tiempo la falta de mejoras en la obtención de este servicio, creando la imperiosa necesidad a nivel nacional de disminuir la brecha digital.

Basándose en la necesidad anteriormente expuesta, la Parroquia Rural Boyacá del Cantón Chone, cuenta con 25 sitios adyacentes a la zona y una distancia entre ellos extensa, el perfil geográfico de esta zona es montañosa, por lo tanto, la comunicación es muy escasa, convirtiendo a la TIC (Tecnología de Información y Comunicación) como un recurso para satisfacer las necesidades de todo el lugar, y por ende, debido a la lejanía de los sitios, se tomó como muestra de la población a 6 lugares para esta investigación. Es importante recalcar que, el internet no aísla a las personas ni reduce su sociabilidad, sino que en realidad la aumenta, y al carecer de este servicio (Internet), trae como consecuencia el retroceso de la sociedad ya que estamos en un tiempo en que todos los procesos se digitalizan creando una nueva cultura social y tecnológica (OpenMind, 2017).

De acuerdo a lo mencionado, para que exista conexión entre dispositivos, el autor se plantea la siguiente interrogante: **¿De qué manera se puede brindar acceso a Internet a la parroquia Boyacá del cantón Chone?**

1.2. JUSTIFICACIÓN

La propuesta de diseño por conexión inalámbrica para la implementación del radioenlace gestionado con tecnología *Wireless Local Area Network Controller*, ofrecerá beneficios tanto para la comunidad como para las gestiones del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Chone, el mismo que será responsable de hacer la implementación de este plan. Donde a través de la tecnología mencionada, se logrará obtener de manera óptima, eficiente y controlada, los requerimientos que demanden en la parte social y comercial.

Además, mediante el uso de esta tecnología en el aspecto económico, será ventajoso para el GAD Chone, ya que reduciría el costo en la implementación de nuevas redes de este tipo hacia otras comunidades, pues, al contar con esta infraestructura, es más sencillo replicarla en otras localidades. E incluso facilitaría la incorporación de otros sistemas como cámaras de video vigilancia, alerta temprana ECU911, entre otros.

Con este diseño de red inalámbrica propuesto, una vez implementado, ampliará la comunicación a través de dispositivos portátiles con el envío de correos electrónicos, chat y llamadas en aplicaciones de mensajería de texto (WhatsApp, Messenger, Hangouts, entre otros), así como también la búsqueda de información en páginas web, haciendo de este servicio muy útil para la población, donde su utilización demostrará el interés del gobierno por fomentar el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones en tecnologías como las redes móviles 2G, 3G y 4G en este sector del cantón Chone, lo cual conlleva a reducir la brecha digital y asegurar el uso de las TICs para el desarrollo del cantón.

Es importante recalcar que en el ámbito social la incorporación de las TICs permite potenciar el desempeño de los procesos digitalizados en sectores como salud, educación, justicia, seguridad, permitiendo generar ahorro en tiempo y costes, aumentando la eficiencia en la provisión del gasto público, mejorando la calidad de los procesos públicos al simplificar los trámites necesarios y poder realizarlos desde el hogar sin menor problema (MINTEL, 2016). Por esta razón es importante la implementación de este servicio ya que permite la integración de las comunidades con otros sectores del cantón, mejorando la comunicación y la calidad de vida de los habitantes al momento de realizar gestiones públicas (pago de servicios básicos, salud, educación).

En base a lo expuesto, este estudio plantea analizar la optimización de recursos, verificar el tipo de equipo a instalar, los más óptimos y adecuados, así como el ancho de banda que pueda requerir la red para el tráfico de las diversas aplicaciones sin que este provoque un problema en la conexión brindando una mejor experiencia al usuario. De la misma manera, el despliegue de una red inalámbrica con un punto de acceso Wi-Fi en el centro de la parroquia como es la plazoleta cívica, permitirá enlazar un radioenlace con repetidor tipo troncal y última milla, teniendo la posibilidad de expandir la red inalámbrica al resto de comunidades pertenecientes a la Parroquia Boyacá.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar un modelo de red inalámbrica con conexión Wi-Fi para obtener acceso a Internet en la parroquia Boyacá del cantón Chone mediante radioenlace gestionado con tecnología Wireless LAN Controller (WLC).

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar la necesidad que tendrá el punto de acceso (AP) a Internet en este sector.
- Analizar los aspectos técnicos que se requieren al implementar la propuesta de acceso a internet.

- Diseñar un modelo de red mediante Radioenlace Gestionado con Tecnología Wireless LAN Controller (WLC).

1.4. IDEA A DEFENDER

Con el presente estudio, se dotará al GAD de Chone de un plan de diseño de red, para la implementación de un radioenlace gestionado con tecnología WLC, que otorgará acceso a Internet a la Parroquia Boyacá, y con ello contribuir a la disminución de la brecha digital

CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. ACCESO A INTERNET

En la actualidad tener acceso a internet representa un conjunto extendido de redes de comunicación interconectadas con el objetivo de dar servicio a la sociedad. Las nuevas tecnologías de información y comunicación, especialmente el Internet se caracterizan por una capacidad de expansión sin precedentes en la historia de la humanidad, y que “el ciberespacio y su tejido “la Red”, constituyen un campo dinamizador de los intercambios desiguales e inequitativos que caracterizan al actual mundo globalizado y excluyente” (Bonilla, Cliche, 2001). Además, estos autores expresan que, la primera problemática que plantea el Internet en América Latina es la equidad como instrumento para generar intercambios de conocimientos que puedan revertirse en beneficio de la mayoría de la población.

Por otra parte, según Moreira, Palomares, Serrano y López (2017), manifiestan que la brecha digital es un problema importante que los gobiernos enfrentan, la brecha digital afecta a todas las regiones y las economías del mundo, amenazando con ralentizar el progreso hacia el objetivo de una sociedad de la información inclusiva. Los gobiernos se enfrentan a enormes proporciones de la brecha, pero tienen una amplia gama de instrumentos de política pública que han demostrado ser eficaces en la ampliación del acceso a lo largo del mundo.

Ante lo mencionado, el autor manifiesta que con estudios previos se puede contribuir con la disminución de la brecha digital, determinando la factibilidad de la comunicación inalámbrica, ya que es la que se más se adopta para brindar el acceso a internet, y se la define como la interconexión entre terminales de telecomunicaciones que llevan y traen información a través de ondas electromagnéticas.

En el caso de la Parroquia Rural Boyacá, que, de acuerdo con la visita técnica para analizar el entorno de la zona, se pudo detectar la realidad de la gente con

respecto al acceso de medios de comunicación, donde se precisa que dos de los problemas más relevantes del sector son: su situación geográfica por el terreno irregular (Montañoso) y la distancia (23 Km) hacia su cabecera cantonal que es Chone, motivo por el cual las nuevas tecnologías aún no están al servicio de sus comunidades.

Cabe destacar que las redes inalámbricas utilizan como medio físico la comunicación de energía electromagnética, para este contexto lo importante es cómo se instalan los equipos y la manera de configuración para que pueda alcanzar la conectividad con todos los usuarios en el perímetro de cobertura propuesto. Las redes inalámbricas se organizan en tres configuraciones lógicas, estas pueden ser de enlace punto a punto, enlaces punto a multipunto y nubes multipunto a multipunto (Flickenger, 2013).

Por lo tanto, para este estudio se ha considerado la tecnología de redes WLAN, porque no necesita de cables para poder hacer la transmisión de datos ya que usa ondas electromagnéticas en un rango de 100 metros hasta 450 metros, aunque puesta en práctica suele funcionar en un rango de 200 metros (Moreno & Flores, 2015). Por esta razón, las redes inalámbricas WLAN tienen una conducta particular que las diferencia de las otras redes de computadores, debido especialmente a su naturaleza inalámbrica. Además, se ha evidenciado la popularidad de las aplicaciones streaming, las cuales nos permiten transmitir diversos medios como los son el audio, video, texto y esto se puede lograr en tiempo real (Pibaque, 2019).

Por otro lado, Cruzado (2017) asegura que en la actualidad existen métodos, formas y productos de bajo costo y eficientes, con los que se puede hacer posible la implementación de una red de datos con radioenlaces inalámbricos para brindar el servicio de internet en las aulas tecnológicas de centros educativos rurales, tan igual a los que se brindan en los lugares de las zonas urbanas.

2.2. RADIOENLACE GESTIONADO CON TECNOLOGÍA WIRELESS LAN CONTROLLER (WLC)

En la actualidad el radioenlace gestionado es muy utilizado por las telecomunicaciones por poseer características que ayudan a mejorar el servicio ya que las intercomunicaciones se dan por ondas electromagnéticas que aceleran el proceso de comunicación, así mismo Ixtecoc (2018) Metropolitana define como idea principal que los radioenlaces ocupan una posición considerable en el campo de las telecomunicaciones, y en muchos sentidos se considera un fuerte competidor con los sistemas basados en cable o fibra. Un buen sistema permite transportar gran cantidad de información de manera económica y eficiente.

Según Martín, León, & López (2014) destacan que el sistema de comunicaciones es constituido por radioenlaces, que se maneja bajo una subred, y que para la gestión de las operaciones de los equipos de transmisión de dicha subred de radioenlaces se utiliza el Sistema de Supervisión de Comunicaciones (SSC). El sistema monitoriza, en tiempo real, los principales parámetros de la red con objeto de conseguir una operación óptima de la misma.

Según Flickenger (2013) los enlaces punto a punto, por lo general son usados para conectarse a internet donde el acceso no está disponible de otra forma. Un lado del enlace punto a punto estará conectado a Internet, mientras que el otro utiliza el enlace para acceder al mismo. Es decir, un edificio puede tener una conexión *Frame Relay* o una conexión VSAT dentro de un perímetro hacia otro edificio, pero difícilmente podrá justificar otra conexión de la misma índole a un edificio muy importante. Si el edificio principal tiene una visión libre de obstáculos hacia el lugar remoto, una conexión punto a punto puede ser utilizada para unirlos. Ésta puede complementar o incluso reemplazar enlaces discados existentes. Con antenas apropiadas y existiendo línea vista entre los sitios, se pueden hacer enlaces punto a punto seguros de más de treinta kilómetros.

En la figura 2.1 se muestra un enlace punto a punto entre dos edificios que se encuentran en diferentes sitios, además se puede seguir extendiendo la red añadiendo otras redes.

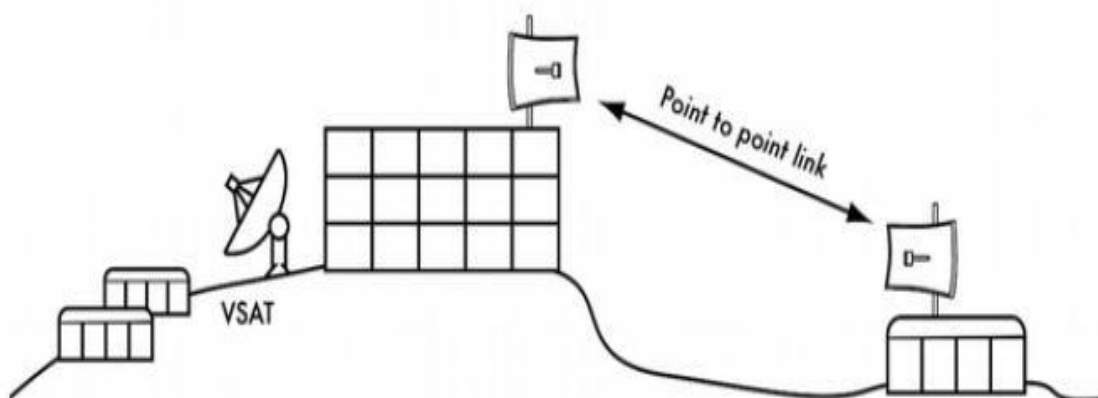


Figura 2. 1. Enlace punto a punto.

Fuente: (Flickenger, 2013),

A través del tiempo los procesos de conectividad de internet han mejorado su seguridad, debido a las nuevas tecnologías que actualmente se implantan en el mercado, así como la tecnología WLC, que si bien es cierto el *switch core* seleccionado tiene la posibilidad de controlar y administrar puntos de acceso, es decir hace las veces de WLC, pero este no tiene la suficiente capacidad para controlar la totalidad de puntos de acceso a desplegar en nuestra red ni para administrar la cantidad total de usuarios previstos. Por lo tanto, se hace necesaria la adquisición e implementación de un dispositivo WLC como complemento al *switch core* (Tarragó, 2016).

Además, es necesario mencionar el estudio de Yaagoubi (2012) acerca de la configuración de los dispositivos WLC, donde se asegure la clave WEP para que no se permita la captura y descifrado del tráfico. La clave pre compartida se configura en los WLCs (*Wireless LAN Controller*) y en los dispositivos del cliente, aun cuando la vulneración de la seguridad de esta red sea considerada imposible y tenga una clave pre-compartida robusta,

hay que tener en cuenta que en este SSID no se dispone de autenticación y por tanto no es posible conocer la identidad de los dispositivos que se conectan, por lo que el equipo que termina el nivel 3 establecerá filtros de seguridad que controlen el tráfico permitido.

2.3. METODOLOGÍA

La metodología PPDIOO (Preparar, Planificar, Diseño, Implementación, Operar y Optimizar) es la adecuada para implementar el acceso a internet y Pereira (2017) afirma que “Hoy en día, las redes empresariales deben ser cuidadosamente controladas con el fin de sacar la máxima utilidad de ellas, por tal motivo esta metodología es la más recomendada para el desarrollo del ciclo de vida de una red tal como lo plantea la empresa internacional Cisco Systems.



Imagen 2.1. Fases de la Metodología PPDIOO

Fuente: Santa Rosa (2019).

A continuación, se describen cada una de las fases de la metodología según Santa Rosa (2019):

Preparar: Se determina la muestra de población, el instrumento aplicar en la investigación, la tecnología que lleva la arquitectura de la red.

Planear: Se identifican los requerimientos de la red y el análisis del lugar donde la red podría implementarse.

Diseñar: Desarrollar un esquema detallado de la red que alcance los requerimientos técnicos obtenidos desde las fases anteriores. Esta fase incluye diagramas de red y lista de equipos.

Implementar: Cada paso en la implementación debe incluir una descripción, guía de implementación, detallando tiempo estimado para implementar, pasos para regresar a un escenario anterior en caso de falla e información de referencia adicional.

Operar: Esta fase mantiene el estado de la red día a día. Esto incluye administración y monitoreo de los componentes de la red, mantenimiento de ruteo, administración de actualizaciones, administración del desempeño, e identificación y corrección de errores de red.

Optimizar: En esta fase se identifican y resuelven problemas antes de que surjan, se puede considerar un rediseño de la red si existen varios problemas a causa de errores de diseño.

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

La investigación se llevó a cabo en la Parroquia Boyacá ubicada en la zona rural del cantón Chone.

Para la ejecución de este trabajo se empleó la metodología PPDIIO (Preparar, Planear, Diseñar, Implementar, Operar y Optimizar), la misma que abordó las tres primeras etapas para alcanzar los objetivos de este estudio. Esta investigación es de tipo campo explicativo que utiliza métodos de análisis y estudio de la comunicación inalámbrica y tecnología Wi-Fi. Las técnicas utilizadas fueron de observación y análisis tomando in situ el levantamiento de información y documentación en detalle.

3.1. PREPARAR.

Esta fase se inició con el levantamiento de información, para lo cual se preparó una encuesta estructurada que permitió diagnosticar la necesidad y utilidad del Wi-Fi público en esta comunidad. Se planificó la aplicación de la encuesta haciendo la visita a varios sitios pertenecientes a la parroquia Boyacá y se prosiguió con la toma de datos.

Se determinó mediante la técnica de muestreo no probabilístico, la situación actual de la parroquia Boyacá en lo que concierne al tema tecnológico e Internet, donde se visitó a varios coordinadores de las comunidades más cercanas donde existe vialidad. Se examinó la necesidad de instalar una tecnología que les permita tener acceso a Internet en los sitios que ellos representan, permitiendo la conexión física de equipos tecnológicos y la comunicación microonda del emisor hacia el receptor, ya que en estos lugares no hay medio alguno que brinde este servicio, por su ubicación y zona montañosa. Cabe indicar que los seis sitios que fueron visitados, de veinticinco que tiene la parroquia son: El Capricho, El Batán, San Miguel, Cabecera de Platanales, Los Laureles y GAD Parroquial de Boyacá.

Para la encuesta (Anexo 1A) se estructuraron 23 preguntas de selección múltiple y cerrada, que permitió la recopilación de información. Esta técnica de la encuesta se la aplicó a los coordinadores de las comunidades de acuerdo a lo expuesto en el párrafo anterior, lo cual determinó la necesidad de implementar un tipo de tecnología que de manera conveniente pueda brindar acceso a internet. Una vez realizada la recolección de datos, se procedió a cualificar y a cuantificar los datos extraídos de los seis sitios objeto del estudio.

Luego de obtener los resultados se procedió a determinar el entorno y el accidente geográfico existente en la zona de estudio, los puntos de enlace con Google Earth, la simulación con Radio Mobile de las vista de línea, parámetros y zona Fresnel, la ubicación e instalación de los equipos (antenas, Radios, *switches*, paneles solares, punto de acceso (AP) Wi-Fi) para el enlace y la factibilidad del mismo, el cual servirá como proyecto piloto o prototipo para seguir implementando esta misma infraestructura de telecomunicaciones en el resto de sitios adyacentes y no adyacentes.

3.2. PLANIFICAR

Se consideró toda la información relevante para determinar aspectos fundamentales y técnicos que se requieren para la propuesta planteada.

Entre los aspectos considerados por el autor para los requerimientos del diseño fueron los siguientes:

Para el análisis:

- **Tecnología Inalámbrica.** De acuerdo al estudio que se plantea, el autor considerará el estándar con el más alto rendimiento.
- **Equipos para el diseño de la red.** Se realiza una selección de los equipos que se utilizarán para el diseño de la red con sus respectivas características.

Para el diseño:

- **Número de Equipos para la red.** En este punto se procede a contabilizar la cantidad de equipos que se necesitan para el diseño de la red.
- **Conexión.** Mediante el uso de Google Earth se identifica los puntos de enlace entre el GAD de Chone y la parroquia Boyacá, y con el programa de simulación Radio Mobile se determinan línea de vista, parámetros y zona Fresnel.

3.3. DISEÑO

Para llevar a cabo esta etapa se toman los resultados de las fases de preparación y planificación desarrollados con anterioridad, elaborándose un plan de diseño de red para la implementación de radioenlace gestionado con tecnología Wireless LAN Controller. El plan se desarrolla con el objeto de brindar un diseño que contenga las especificaciones técnicas, simulación del enlace punto a punto y la configuración de equipos que se van a utilizar en la implementación, para contribuir en la disminución de la brecha digital.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

Los resultados que se presentan en este apartado son de acuerdo al desarrollo planteado, utilizando la metodología PPDIOO en sus tres primeras fases del ciclo de vida de una red.

La parroquia Boyacá pertenece a una zona rural del cantón Chone, que se encuentra a 20 minutos de la cabecera cantonal a una distancia de 23 kilómetros, así mismo la parroquia tiene una superficie total de 235,18 kilómetros cuadrados. Es un sector con accidente geográfico y geomorfológico que cuenta con la vialidad en buen estado. Esta parroquia está comprendida por 25 sitios, donde la mayoría de estos o casi todos no cuentan con infraestructura y equipamiento que brinden servicios tecnológicos.

De acuerdo al estudio previo en el diagnóstico de la situación actual de esta parroquia (Anexo 1B), en la fase preparar, se comprobó que en el sitio existe una población considerable para justificar la factibilidad e implementación de una infraestructura de telecomunicaciones, como lo es la tecnología inalámbrica (radioenlace)

Las herramientas Radio Mobile y Google Earth fueron las más precisas para llevar a cabo este trabajo de investigación, realizando la simulación de la conexión de los puntos de enlace y así obtener la factibilidad del mismo. De la misma manera, mediante estas herramientas se verificó que la situación geográfica de la parroquia Boyacá posee un accidente geográfico montañoso donde uno de los problemas más grandes es la vegetación.

Este estudio también permitió analizar la tecnología inalámbrica que se utilizará para el diseño de la red inalámbrica propuesta en esta investigación, a través de una tabla comparativa con respecto a su cobertura (Anexo 1C).

En la fase planificar se identificó que la tecnología inalámbrica a utilizar en el modelo de red es WLAN bajo el estándar IEEE 802.11, de la cual se puede

presentar algunos beneficios como son flexibilidad, movilidad, disminución de costos de infraestructura de red, vinculación con dispositivos móviles, escalabilidad de la red, PDAs, los mismos que se obtienen con base a una arquitectura y tecnología bien definida con el menor riesgo e impacto económico y tecnológico. Además, la arquitectura de la red debe estar orientada y alineada en los requerimientos del usuario, ya que esta debe soportar sus necesidades con respecto a la factibilidad de uso, calidad del servicio, seguridad, cobertura, soporte de aplicaciones, entre otros. La red Wi-Fi, debe brindar todas las facilidades sobre todo en seguridad, cobertura, rendimiento y que se reconozca como solución y no un problema. El estándar base para los servicios de esta infraestructura tecnológica será el 802.11b. Se aplicará radioenlace gestionado con tecnología *Wireless LAN Controller (WLC)*; así mismo quedará estipulado cuales son las instrucciones a seguir secuencialmente para su implementación.

Para el esquema de este proyecto se determinó los equipos que sirvan para la implementación del radioenlace con Wi-Fi gestionado, mismos que cumplen con las expectativas y requerimientos que exigen las instituciones como el GAD Municipal del Cantón Chone. Cabe indicar que existen otras marcas de equipos de telecomunicaciones que pueden ofrecer una conexión similar, pero se escogieron los más adecuados por sus características técnicas, óptimas en rendimiento, convergencia, itinerancia, concurrencia y con tecnología de punta, para los cuales se detalla en el plan de diseño de red inalámbrica.

En la última fase (diseño), se estructuró el plan de diseño de red con conexión inalámbrica mediante tecnología *Wireless LAN Controller*, el mismo que está detallado a continuación:

4.1.1. PLAN DE DISEÑO DE RED PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE RADIOENLACE GESTIONADO CON TECNOLOGÍA WIRELESS LAN CONTROLLER EN LA PARROQUIA BOYACÁ-CHONE

Toda organización en la actualidad debe precisar de elementos a través de los cuales sea posible medir, mantener y mejorar los procesos informáticos lo que

se llama con frecuencia “Calidad de servicio” (QoS) término utilizado para garantizar los servicios ofrecidos en todas y cada una de las áreas funcionales dentro de la organización, ya que se espera que se ejecuten de forma óptima y garanticen las operaciones de los usuarios con la red de datos (Mendoza, 2015).

Los equipos que se utilizarán para este modelo trabajan en la banda de 2,4 y 5,8 GHz, lo que reducirá considerablemente el gasto de esta propuesta en comparación con otras tecnologías como la fibra óptica o sistema VSAT. De esta manera también se mantendrá la comunicación de los servicios, sistemas, dispositivos en la red, seguridad, brindando alta disponibilidad y confidencialidad del servicio ofrecido.

Además, para la obtención de la información técnica que se requirió para el estudio y análisis de esta propuesta se utilizaron las herramientas Google Earth y Radio Mobile, determinando la ubicación de los sistemas de telecomunicaciones.

El responsable asignado para implementar este plan será el director/coordinador del área de sistemas del GAD de Chone.

ALCANCE

Este diseño del enlace de red por conexión inalámbrica con Wi-Fi gestionado, abarca tres puntos que va desde el GAD Municipal del Cantón Chone, hasta el cerro La Habanita como primer punto y, del cerro La habanita hasta la plaza cívica de Boyacá. Se realizó el estudio de la situación geográfica entre los puntos de conexión, línea de vista y zona Fresnel, para determinar la factibilidad de los enlaces punto a punto, tanto en aspectos económicos como técnicos. Este plan solo propone realizar el diseño de la red y la configuración de los Radios.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

CONTROL: Es el mecanismo que en función de la identificación ya autenticada permite acceder a datos o recursos en dominio, mando y preponderancia, o a la regulación sobre un sistema (TECNOSeguro, 2019).

DISPONIBILIDAD: Es el acceso de personas u organismos a diversos datos, mediante mecanismos seguros y sencillos, que garanticen los procesos de información de una empresa (Asper, 2015).

FACILIDAD DE USO: Es aquella que hace referencia a la forma la aplicación debe ofrecer una interfaz adecuada al usuario (CarlosPes, 2019).

GESTIÓN: Se refiere a las diligencias que permiten la realización de cualquier actividad o proceso dentro una situación o administración de una empresa (Bautista, 2019).

INFRAESTRUCTURA DE RED: Es el medio proporcionado por las redes cableada e inalámbrica para efectuar comunicaciones y equipamiento dentro de una empresa (Sevilla, s.f.).

PARAMENTOS DE SEGURIDAD: Son los Elementos que conforman una serie de aspectos de seguridad en la infraestructura de red.

RED DE DATOS: Un conjunto de equipos y dispositivos que están conectados entre sí, y comparten recursos, información, y servicios (Coria, 2019).

RENDIMIENTO: Es aquel que refiere a la proporción que surge entre los medios empleados para obtener algo y el resultado que se consigue de manera continua y favorable (Pérez, 2019).

REQUISITOS DEL SISTEMA: Es una necesidad documentada sobre el contenido, forma o funcionalidad de un producto o servicio en el área de TI(Anda, s.f.).

SOPORTE INFORMÁTICO: Es el servicio mediante el cual los especialistas en apoyo informático proporcionan asistencia técnica, soporte remoto y asesoramiento a individuos y organizaciones que dependen de la tecnología de la información (Mikogo, s.f.).

ESTUDIO Y DISEÑO DEL ENLACE DE RADIO

PERFILES TOPOGRÁFICOS Y SIMULACIONES DE LOS ENLACES

➤ ENLACE TRONCAL GAD M. CHONE – PARROQUIA BOYACÁ

Mediante los datos obtenidos de Google Earth se pudo conocer el perfil topográfico del enlace GAD M. Chone – Parroquia Boyacá, y como se puede visualizar en la imagen 4.1, que debido a la situación geográfica que tienen estos dos puntos es imposible hacer un enlace directo, por lo tanto, hay que colocar repetidores en cerros o montañas altas, y para esto se escogió el cerro la Habanita que está ubicado entre el Municipio de Chone y la parroquia Boyacá, y se lo ha considerado como punto estratégico para realizar el enlace, el mismo que posee una altura de 250m ideal para la instalación del repetidor.

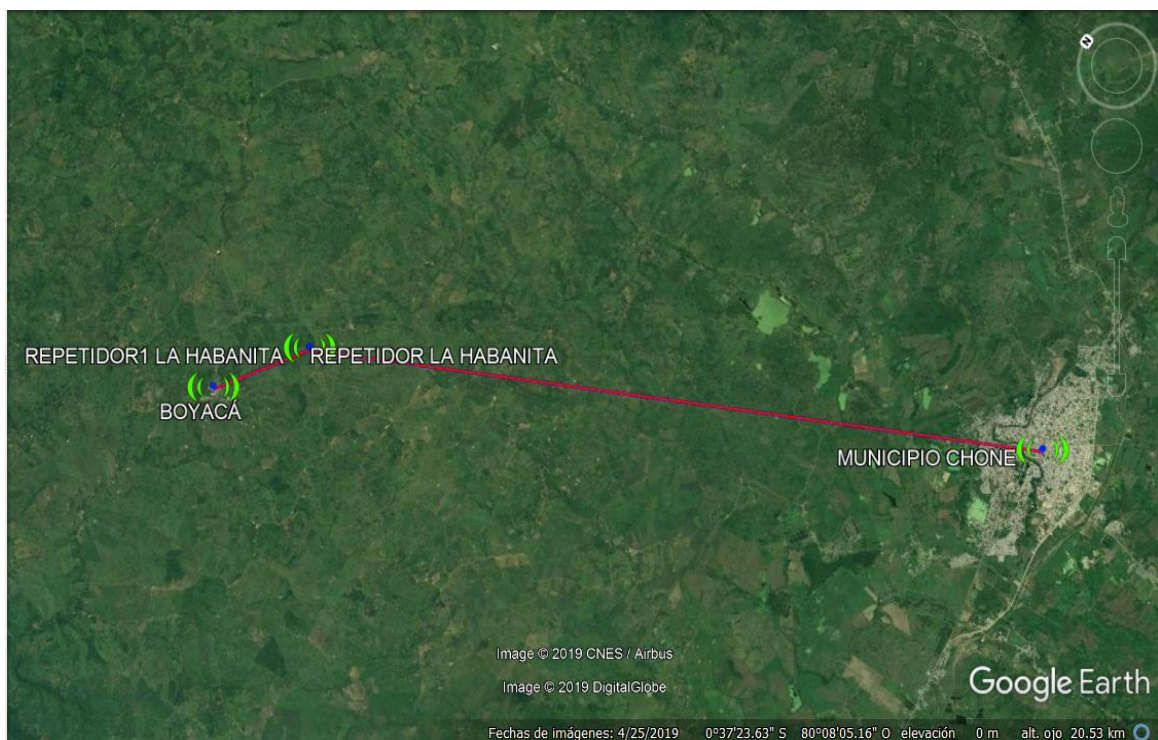


Imagen 4. 1. Punto de Enlace entre el Municipio Chone hasta la parroquia Boyacá

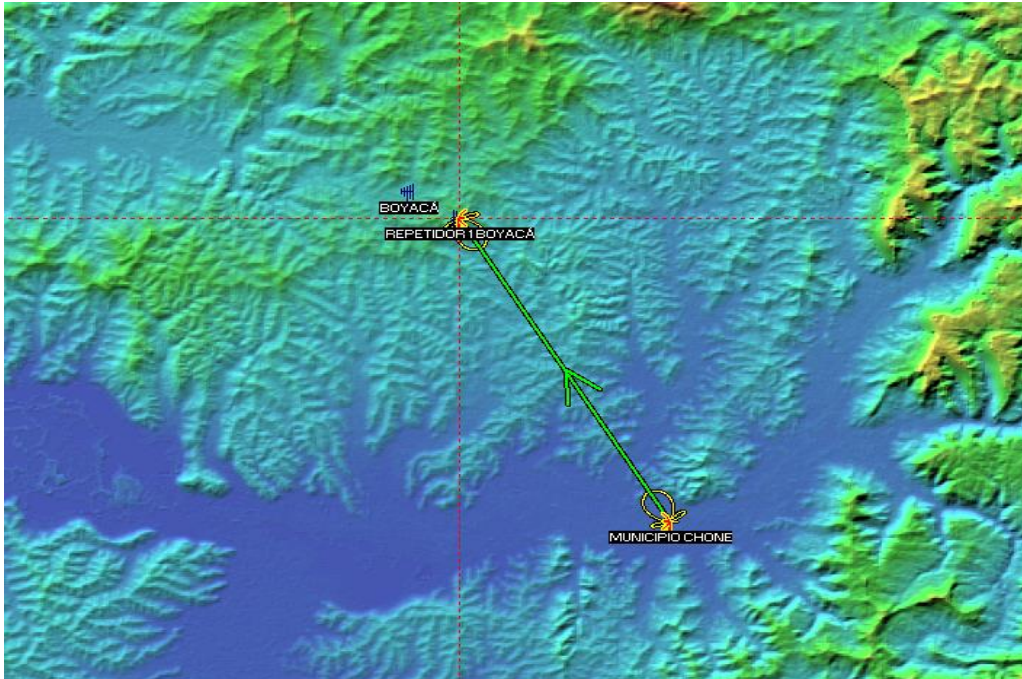


Imagen 4. 2. Simulación del Enlace entre el Municipio Chone hasta la parroquia Boyacá con Radio Mobile
 En la Imagen 4.2 se puede visualizar la simulación de los puntos de enlace con la herramienta Radio Mobile. A continuación, se detallará el análisis de los puntos de enlace:

➤ **ENLACE DEL TRAYECTO GAD CHONE – CERRO LA HABANITA**

De esta manera se empezó el análisis del perfil topográfico en los sitios objeto de este estudio (imagen 4.3), en la cual se obtuvo como primer punto, el enlace tipo Troncal desde el GAD M. de Chone al cerro La Habanita, en el que se han ubicado la torre central y repetidora respectivamente; todo esto se pudo visualizar con Google Earth, donde también se indica si hay algún tipo de obstáculo que pueda impedir la línea de vista (L.O.S) entre estos lugares que pueda interferir el desempeño de este enlace.

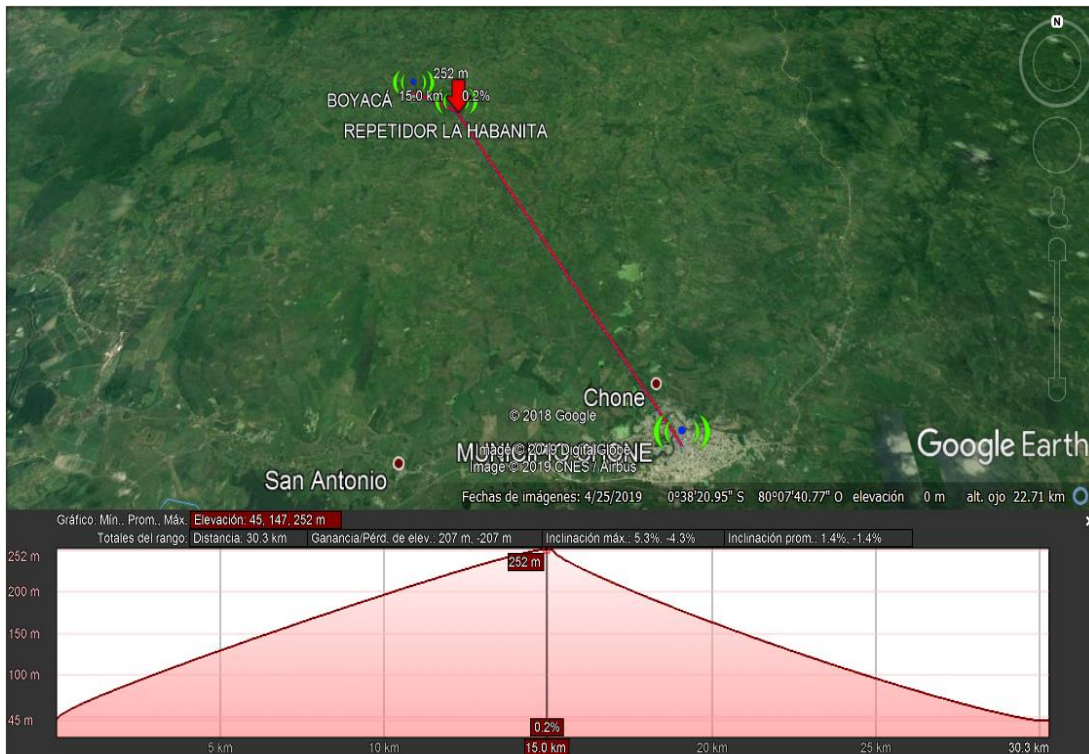


Imagen 4. 3. Perfil topográfico del Trayecto GAD Chone – Cerro La Habanita

Se utilizó Radio Mobile para la simulación del radioenlace que opera en el rango de 20 MHz a 20 GHz, pero el enlace con el que se trabajará será de 5,8 GHz, se puede utilizar esta aplicación sin ningún tipo de problema porque permite considerar los aspectos operativos para el buen funcionamiento del enlace.

En la siguiente imagen 4.4 se visualiza el trayecto GAD M. Chone y el Cerro La Habanita, la distancia del enlace entre estos dos puntos tiene 15 km, Cabe mencionar que lo importante de la herramienta Radio Mobile es que entrega información muy útil como pérdidas de propagación, despeje de la zona Fresnel, distancia y otros parámetros que ayudan a efectuar el enlace.

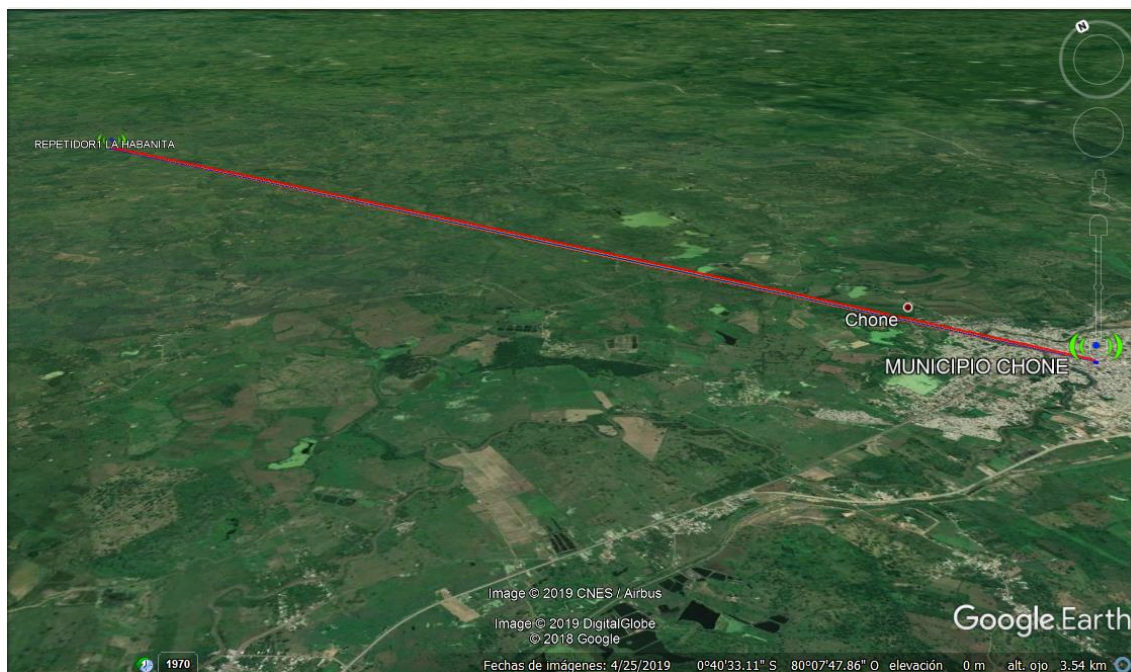


Imagen 4. 4. Perfil geográfico del enlace GAD M. Chone - Cerro La Habanita con Google Earth

En la imagen 4.5 y 4.6 se visualiza la simulación de los puntos en línea de vista y la zona Fresnel de este trayecto, donde se puede observar el perfil geográfico entre estos dos puntos, comprobando que no hay obstáculos (edificaciones, montañas) que impida la línea de vista directa y donde se muestra que el valor de la primera zona Fresnel es de $2,8F1$, que es mayor a lo recomendado ($0,6F1$), lo cual precisa que es un enlace fiable y a la vez se comprueba que la zona está despejada. Además, se puede observar que, en la distancia de este trayecto, el ángulo del North Azimuth o norte magnético es de $152,53^\circ$ con un ángulo de elevación de $0,8406^\circ$ (Imagen 4.7), lo que permite determinar la ubicación y direccionamiento de las antenas al momento de instalarlas, de acuerdo a la información proporcionada por esta herramienta (Radio Mobile). Para este estudio se utilizan antenas de tipo direccionales que necesitan de línea de vista para tener conectividad, las mismas que permiten enfocar la potencia irradiada desde un punto a otro y de esta manera lograr el enlace punto a punto para poder transmitir y recibir datos. También, se visualiza que la altura idónea de la torre para este enlace es de 20m para el cerro La Habanita y 30m para el GAD M. de Chone, presentando una condición favorable en las pruebas de línea de vista.

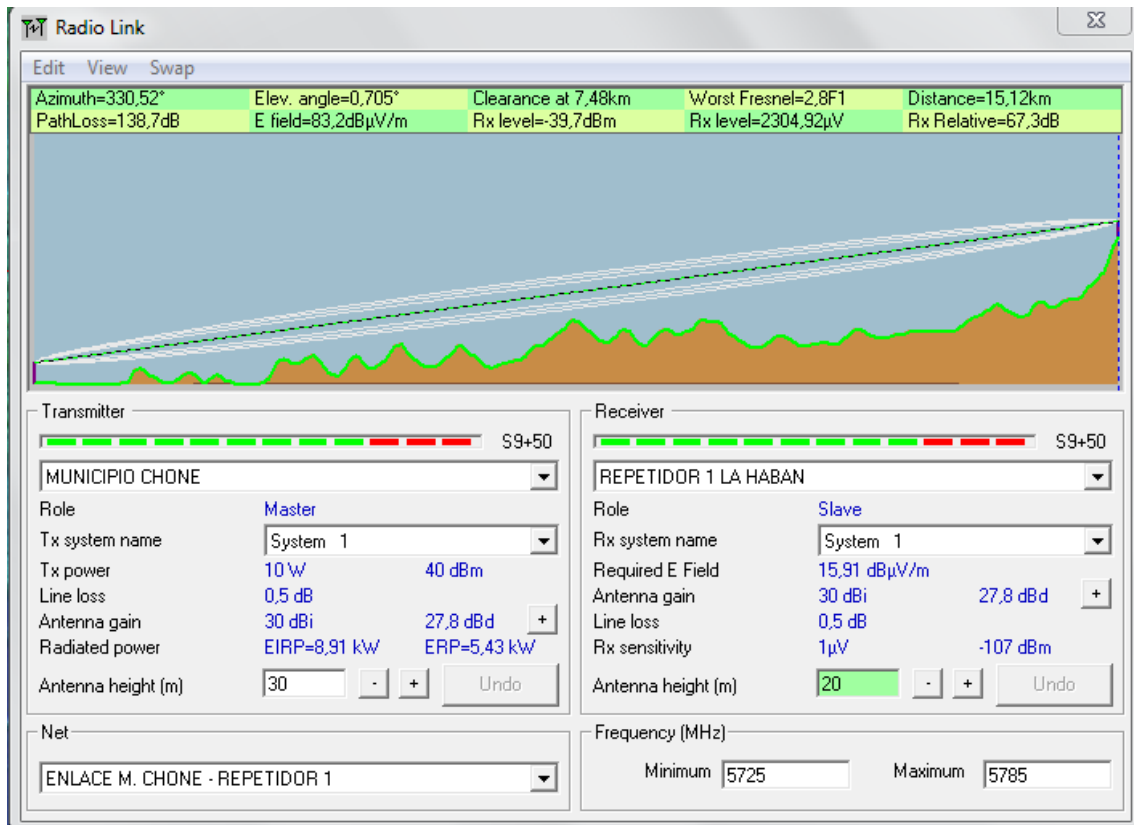


Imagen 4. 5. Simulación de Punto de Vista enlace GAD Chone - Cerro La Habanita con Radio Mobile

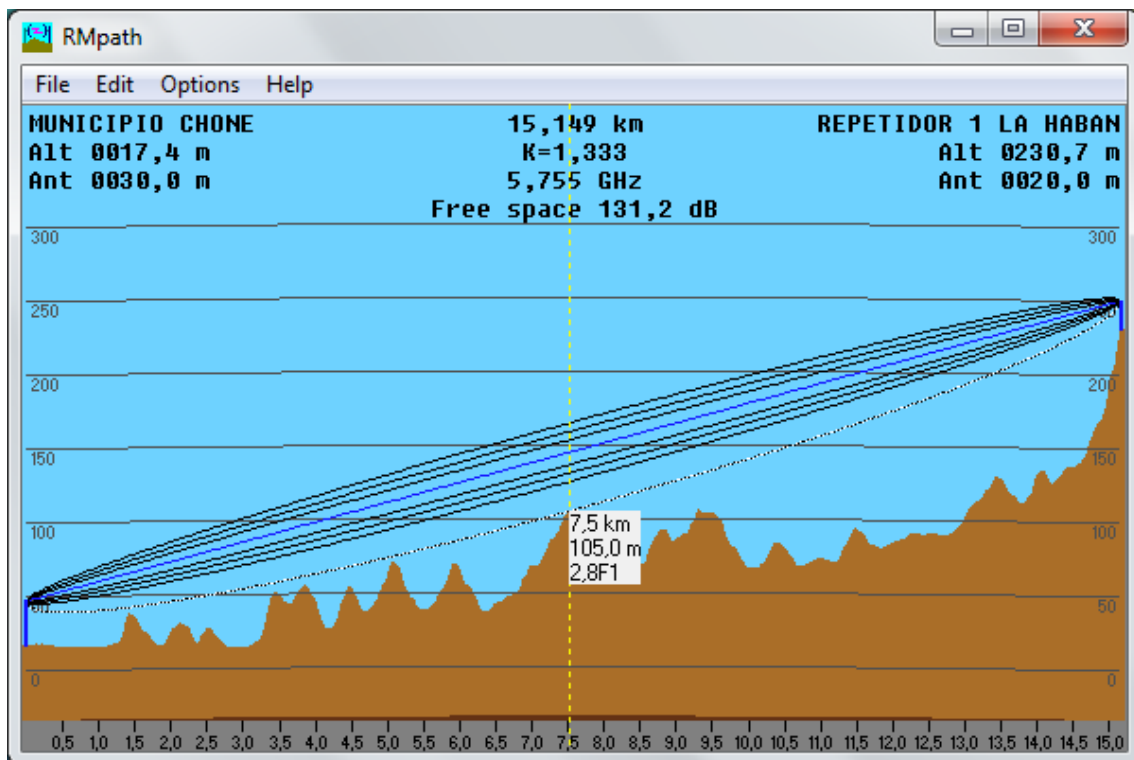


Imagen 4. 6. Simulación de Zona Fresnel enlace GAD M. Chone - Cerro La Habanita con Radio Mobile

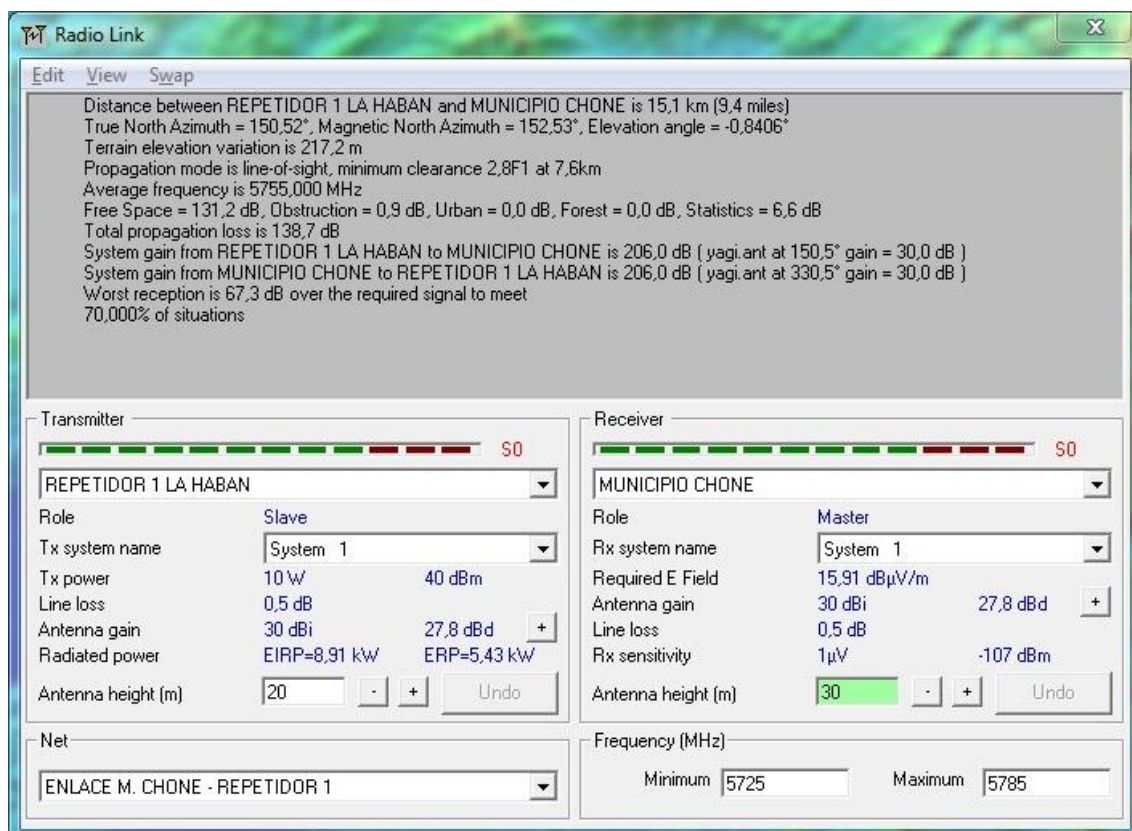


Imagen 4. 7. Detalles de Propagación y Obstrucción del enlace GAD Chone - Cerro La Habanita con Radio Mobile

Cabe recalcar que en la Imagen 4.7 se puede apreciar los cálculos de propagación y de obstrucción, frecuencia de trabajo, distancia entre los dos puntos. En la siguiente tabla 4.1 se muestran las coordenadas de los sitios a enlazar, las mismas que fueron tomadas con un dispositivo GPS (*Global Positioning System*), por tanto, los perfiles mostrados en Google Earth y Radio Mobile son similares ya que estos últimos usan cartografía y mapas extraídos de los satélites.

Tabla 4. 1.Coordenadas geográficas de los puntos de enlace

PUNTOS DE ENLACE	LATITUD	LONGITUD
GAD Chone	0°41'54.2"S	80° 5'40.2"O
Cerro La Habanita	0°34'47.7"S	80° 9'41.3"O
Boyacá	0°34'11.0"S	80°10'38.7"O

Elaboración: El autor

➤ ENLACE SECUNDARIO TRAYECTO CERRO LA HABANITA - BOYACÁ

Como en el enlace anterior, Google Earth proporcionó la información de este perfil geográfico entre el cerro La Habanita y la parroquia Boyacá, con una distancia de 2.1 km, y con una altura de 250m (repetidor) como se muestra en la imagen 4.8.

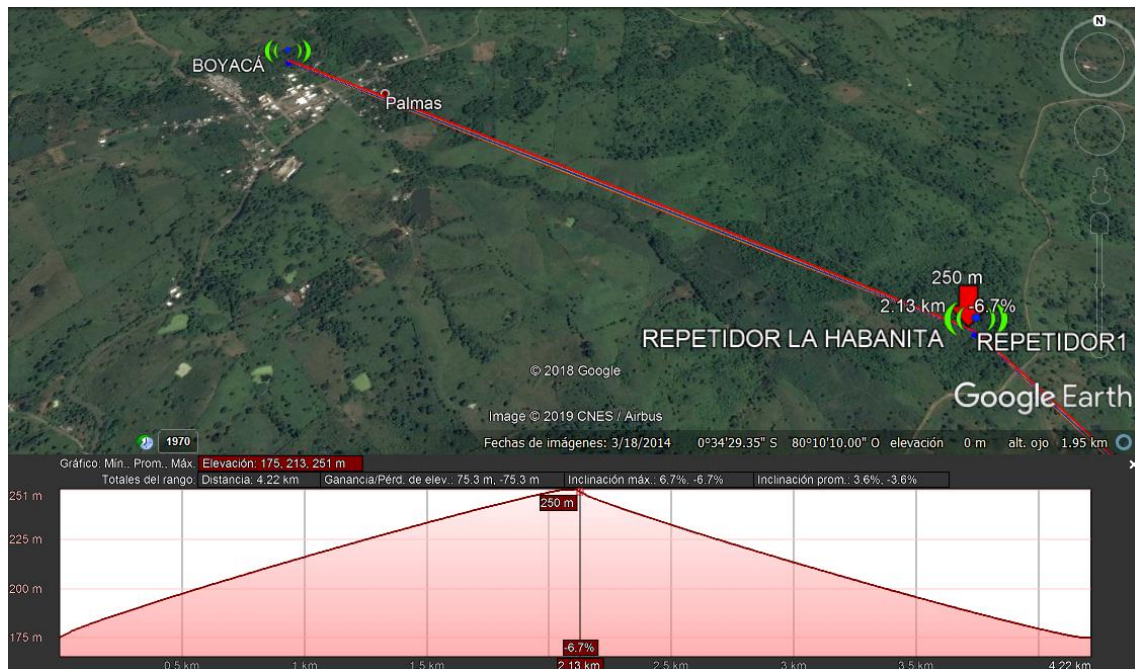


Imagen 4. 8. Perfil topográfico del Trayecto GAD M. Chone – Cerro La Habanita

Para verificar si es posible la línea de vista (L.O.S) entre estos dos puntos se utilizó también la herramienta Radio Mobile, donde se puede visualizar en las imágenes 4.9 y 4.10 el valor del despeje de la primera zona Fresnel es igual a $6,9F^1$, lo que indica que la primera zona Fresnel se encuentra despejada, debido a que supera al valor recomendado para levantar el enlace. Adicionalmente, el radioenlace estará operando en 5,8 GHz, el modo de operación será línea de vista, ya que no hay obstrucción que afecte el enlace. La altura de la torre para la parroquia Boyacá fue considerada de 20 mts, al igual que la del cerro la Habanita, esta es la altura promedio que se debe considerar para la instalación, ya que se tiene el mayor valor de despeje de la primera zona Fresnel. En esta zona no hay edificaciones que puedan obstaculizar el enlace, así que la antena se ubicará en la punta de la torre.

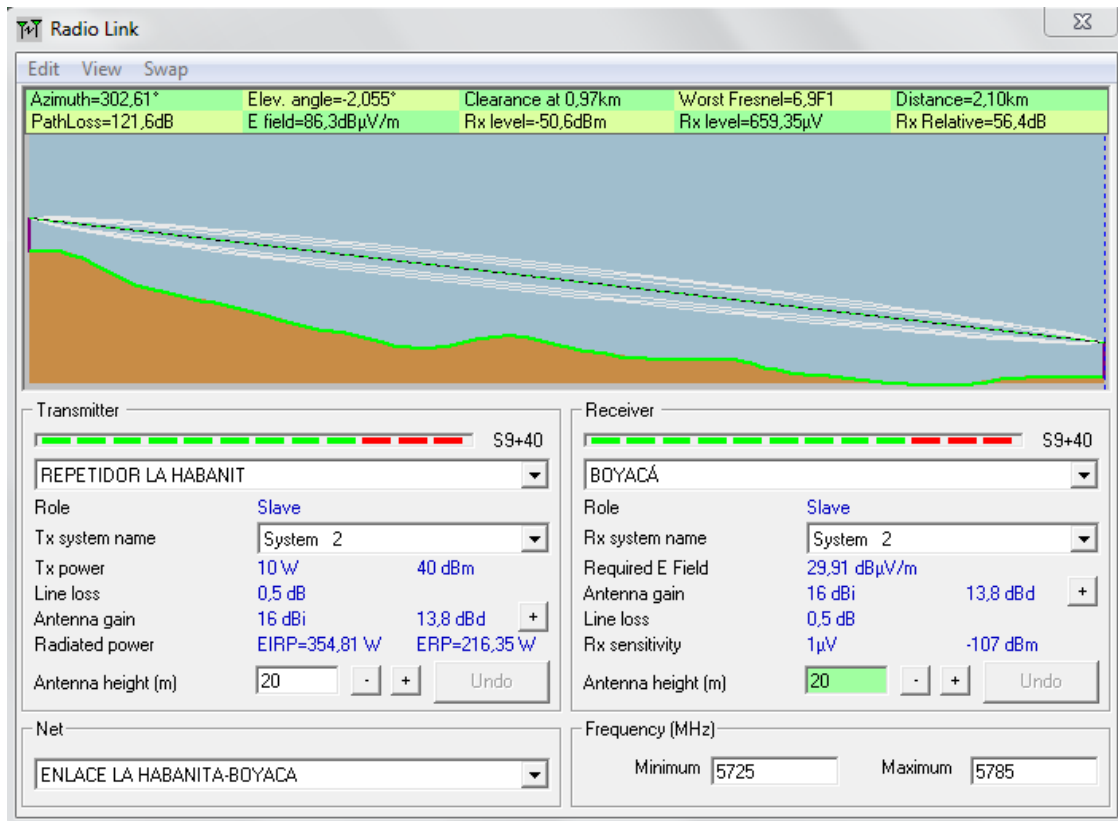


Imagen 4. 9. Simulación de Punto de Vista enlace Cerro La Habanita – Boyacá con Radio Mobile

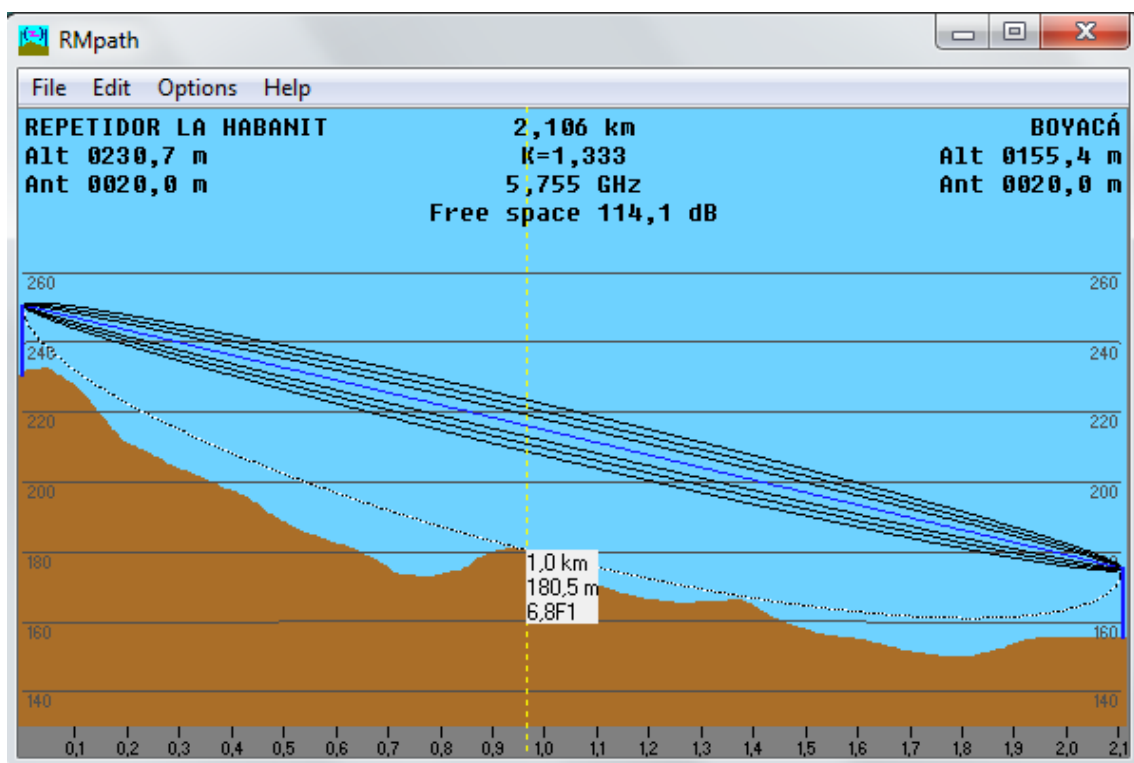


Imagen 4. 10. Simulación de Zona Fresnel enlace Cerro La Habanita - Boyacá con Radio Mobile

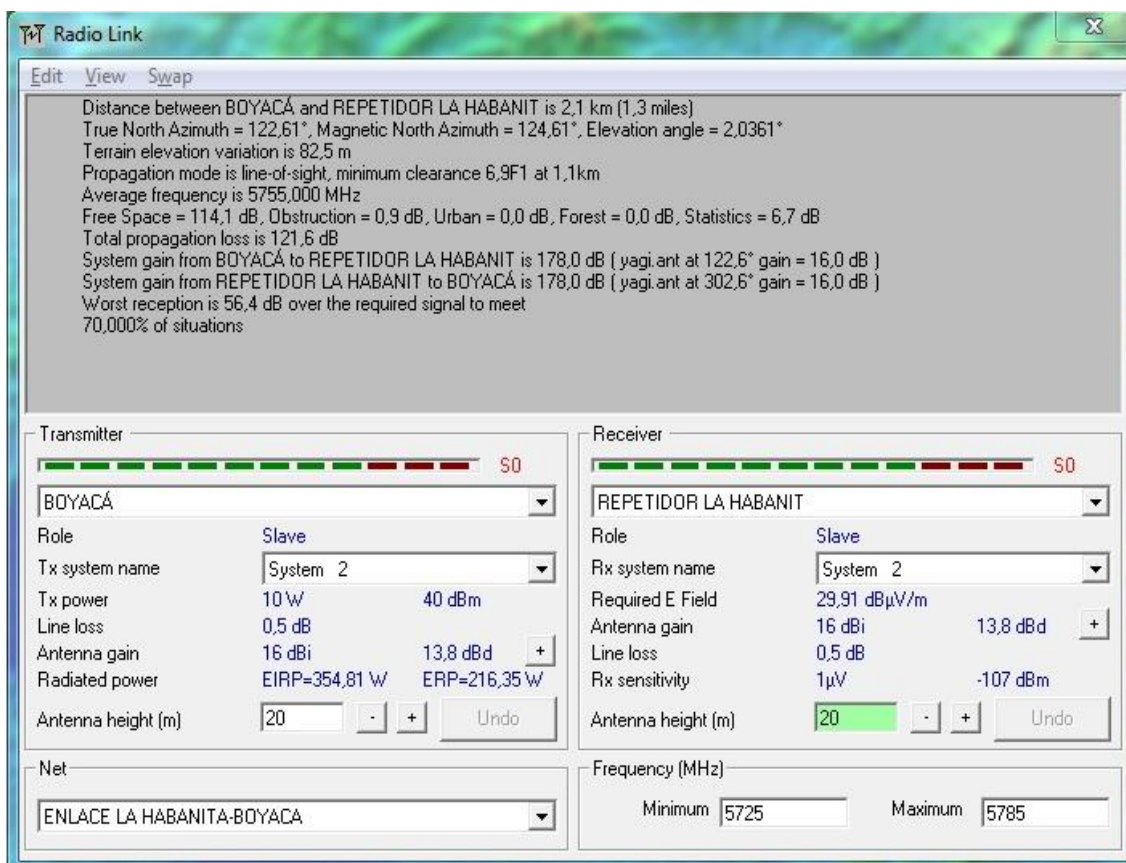


Imagen 4. 11. Detalles de Propagación y Obstrucción del enlace Cerro La Habanita - Boyacá con Radio Mobile

En la imagen 4.11 se puede observar los detalles de propagación y obstrucción del enlace, así como también se puede observar el ángulo de inclinación por el norte magnético o Magnetic North Azimuth igual a 124.61° y un ángulo de elevación igual a $2,0361^\circ$.

CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS QUE SE VAN A UTILIZAR EN EL MODELO DE RED PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN RADIO ENLACE CON WLC

Para la optimización del enlace de conexión de la red se seleccionaron los siguientes equipos con características mínimas para hacer un buen radio enlace:

Tabla 4. 2. Equipos para el radio enlace con sus respectivas características

EQUIPO	CARACTERÍSTICAS
 <p>Zone Director 1200 WLC</p>	<p>Es de fácil uso y diseñado específicamente para cubrir la brecha entre los puntos de acceso (AP) independientes. Paquete de software de Smart / OS y motor de aplicación. Proporciona una red de WLAN, seguridad, RF y administración de ubicación. SmartMesh mallas inalámbricas que se organizan automáticamente, se optimizan automáticamente y se curan automáticamente. Compatibilidad con 802.1x, LDAP (portal cautivo), Active Directory nativo, autenticación RADIUS y capacidades dinámicas de asignación de VLAN. Garantiza automáticamente un rendimiento predecible para voz, video y multimedia mediante el uso de túneles de Capa 3 y el uso de técnicas de almacenamiento de claves en itinerancia. Control de banda, balanceo de carga y equidad en el tiempo de aire para optimizar el espectro de Wi-Fi. Soporta hasta 150 APs administrados y 4.000 estaciones concurrentes (RUCKUS, 2019).</p>
 <p>UniFi Switch 48</p>	<p>Dimensiones 443 x 43 x 286 mm (17.44 x 1.69 x 11.26 ") Peso 3.56 kg (7.85 lb), 3.65 kg (8.06 lb) con soporte de montaje en rack Interfaz de red (48) Puertos Ethernet RJ45 10/100/1000 Mbps (2), Puertos Ethernet SFP + 1/10 Gbps (2), Puertos Ethernet SFP 1 Gbps Interfaz de administración (1) RJ45 Serial Port Out-of-Band (Reservado para uso futuro), Ethernet In-Band. Rendimiento total de no bloqueo 70 Gbps Capacidad de conmutación 140 Gbps Tasa de reenvío 104.16 Mpps Método de alimentación 100-240VAC / 50-60 Hz, entrada universal. Fuente de alimentación AC / DC, interna, 56W DC. Max. Consumo de energía 56W Nivel de sonido Nivel de ventilador 0: 34 dBa; Nivel de ventilador 1: 37 dBa Montaje Sí, 1U Alto Temperatura de funcionamiento -5 a 40 ° C (23 a 104 ° F) Humedad de funcionamiento 5 a 95% sin condensación Certificaciones CE, FCC, IC</p>
 <p>Ubiquiti Rocket Dish</p>	<p>Especialmente diseñada para el modelo Rocket para realizar enlaces Punto a Punto a larga distancia 2x2. Rango de Frecuencia = 4.9-5.90GHz Resistencia al viento = 120mph Airmax le permite dar QoS inteligente para priorizar el tráfico de voz y video, permiten alta capacidad y escalabilidad, enlaces de largas distancias hasta 50Kms, muy bajas latencias</p> <ul style="list-style-type: none"> •Para ambiente de - Exterior •Estándar Wireless - 802.11 a/n •Ganancia Antena - 30dBi •Conector antena 1 - 1x RPSMA Hembra •Conector antena 2 - 1x RPSMA Hembra •Tipo antena - Parabólica •Polaridad - 2x2 MiMo



Dimensiones 347 x 260 x 208 mm.
(13.66 x 10.24 x 8.19 ")
Peso 0.7 kg
(1.54 libras)
Frecuencia de operación
En todo el mundo
Estados Unidos
5150 - 5875 MHz
5150 - 5250, 5725 - 5850 MHz
Interfaz de red (1) Puerto Ethernet 10/100
Ganancia de antena 23 dBi
Max. Potencia de salida 25 dBm
Max. Consumo de energía 4W
Fuente de alimentación de 25V, adaptador de 0.2A PoE
Método de poder pasivo PoE (pares 4, 5+; 7, 8 retorno)
Supervivencia del viento 200 km / h (125 mph)
Carga del viento 176.86 N @ 200 km / h
(39.76 lbf @ 125 mph)
Protección ESD / EMP \pm 24kV Contacto / Aire
Choque y vibración ETSI300-019-1.4
Temperatura de funcionamiento -40 a 70 ° C
(-40 a 158 ° F)
Humedad de funcionamiento 5 a 95% sin condensación
Certificaciones CE, FC



Procesador Atheros MIPS 24KC, 400MHz
Memoria 64MB SDRAM, 8MB Flash
Interfaz de red 1 X 10/100 BASE-TX (Cat. 5, RJ-45) Interface Ethernet
Certificación FCC Part 15.247, IC RS210, CE
Conformidad RoHSI
Tamaño de la Caja 16cm largo x 8cm ancho x 3cm alto
Peso 0.5 kg
Conector RF 2x RPSMA (Resistentes a la Intemperie)
Características de la Caja Exterior, Plástico UV Estabilizado
Kit de Montaje Kit de Montaje para mástil incluido
Consumo Máximo 8 Watios, Fuente de Alimentación PoE de 24V, 1A Incluida
Alimentación Passive Power over Ethernet, PoE Pasivo (pares 4,5+; 7,8 retorno)
Temperatura de Funcionamiento de -30C a 75C
Humedad de Funcionamiento Condensación de 5 a 95%
Shock y Vibración ETSI300-019-1.4 (CR, 2019).



Switch gigabit de 8 puertos con cuatro puertos PoE 802.3af. Sus puertos PoE de detección automática ofrecen hasta 15.4W de potencia por puerto.
El US-8 es un switch Gigabit de 8 puertos accionado por PoE con PoE Passthrough. Perfecto para agregar puertos Ethernet donde sea necesario, con acceso directo para mantener su dispositivo PoE cargado (Ubiquiti Network, 2019).



WiFi AP Aruba

Es una solución WLAN llave en mano fácil de implementar que consta de uno o más puntos de acceso.

Es fácil de implementar, contiene muchas de las funciones de gestión de red y RF de alta calidad de una solución WLAN empresarial.

Consta de al menos un punto de acceso IAP como controlador virtual (VC). El controlador virtual reside dentro de uno (cualquiera) de los puntos de acceso. El punto de acceso (AP) que aloja el controlador virtual funciona como cualquier otro AP con escalabilidad RF completa.

Monitorea continuamente la red para determinar qué AP debe funcionar como el controlador virtual.

Cuando sea necesario, el controlador virtual se moverá de AP a AP sin ningún impacto en la red.



Panel Solar Prostar 200w

Panel Solar Policristalino de 200 Watts - 24V

Tensión en el punto de máxima potencia (Vmax) 36 V

Corriente en el punto de máxima potencia (Imax) 5.56 A

Tensión en circuito abierto (Voc) 45.8 V

Eficiencia: 15 %

Tensión máxima del sistema: 1000 V

Número de células: 72

CONECTORES MC4 DIFERENCIADOS (+/-)

Dimensiones: : 990x1400x45 mm

Elaboración: El autor

En el anexo 2B, 2C y 2D de este documento se encuentran las especificaciones más detalladas de las antenas y los radios que se utilizarán para la implementación de este diseño de red.

DEFINICIÓN DE LA CANTIDAD DE EQUIPOS QUE SE UTILIZARÁN EN EL RADIOENLACE

La cantidad de equipos a utilizar para el modelo de red de implementación son los siguientes:

Tabla 4. 3. Número de equipos para el diseño de red

CANTIDAD	EQUIPO	MARCA	MODELO
1	Wlc	Ruckus	Zonedirector 1200
1	Switch	Ubiquiti	Us-48
2	Radios	Ubiquiti	Rocket m5 con antenas 2x2 mimo 5 Ghz
2	Radios	Ubiquiti	Lbe-m5-23
2	Antena	Ubiquiti	Rd-5g30 2x2 mimo
2	Switch	Ubiquiti	Us-8-60w
1	Wifi - AP	Aruba	802.11ac wave 2 – ap360 series
2	Panel solar	Prostar	Pp-pps200w – opcional
2	Torres soportadas con tirantes	-	Triangular con 210 Kg/cm ² y acero 4200 Kg/cm ²

Elaboración: El autor

La configuración de los equipos Radios LBE M5 con las antenas Rocket Dish se encuentran en el anexo 2A de este documento, así mismo se detallan las medidas y control que se deben aplicar al momento de instalarlos.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL ENLACE GAD CHONE – BOYACÁ CON UN DESPEJE DEL 60% DE LA PRIMERA ZONA FRESNEL

El estudio que se ha realizado con las simulaciones mediante Radio Mobile, consiguieron un despeje para la primera zona Fresnel superando el valor recomendado de $0,61F^2$, ya que teóricamente es posible levantar un enlace si se cumple con este requerimiento de solo tener el 60% de la primera zona Fresnel despejada, por tanto este plan ha efectuado un análisis de la altura mínima que debe tener la torre que se instalará en el cerro La Habanita y la parroquia Boyacá en la plaza cívica específicamente.

Para la torre del cerro la Habanita y la parroquia Boyacá, tendrán una altura de 20m cada una de ellas respectivamente, encontrando en este cerro una alternativa más factible para ubicar la torre y además cumple con las condiciones óptimas para la ubicación de las antenas mencionadas con anterioridad. De acuerdo al estudio de los perfiles se manifiesta que el lugar brinda muy buena línea de vista, la misma que es importante para el enlace punto a punto, y de esta manera compartir información de forma rápida y confiable, mediante el radioenlace propuesto.

Cabe mencionar, que los perfiles geográficos en Google Earth y las simulaciones con Radio Mobile han conseguido plasmar que el enlace no presenta obstáculos en el trayecto del enlace, por lo tanto, basándose en criterios técnicos para el diseño de este radio enlace la atenuación desaparece cuando el despeje es igual al 60% del radio de la primera zona de Fresnel.

Como se ha podido observar no se puede establecer una conexión directa entre el GAD M. Chone y la parroquia Boyacá, por lo cual fue preciso realizar un estudio de propagación con la herramienta Radio Mobile, ya que hace una

combinación de mapas proporcionados por Misión Topográfica Shuttle Radar (SRTM) y Mapas de elevación digital (DEM) y características de los equipos para simular este enlace.

De acuerdo al estudio de factibilidad del enlace con la primera zona Fresnel del 60% se considera que es óptimo el enlace que se propone, asegurando la comunicación del enlace punto a punto, con la altura necesaria que requiere la torre la cual es importante para la instalación de las antenas.

COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO DE LA RED PROPUESTA

En la tabla 4.4 se muestra el presupuesto total de la inversión de este modelo propuesto, el cual se detalla a continuación:

Tabla 4. 4. Presupuesto de la Inversión del Plan propuesto

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL
1	Zone Director 1200 WLC	\$ 517,22
1	Switch UniFi 48	415,08
1	Switch UniFi 8	95,15
2	Antenas Ubiquiti Rocket Dish	890,36
2	Radios Rocket M5	470,20
2	Radios LBE M5	370,20
2	Panel Solar Prostar	230,50
1	WiFi AP Aruba	322,06
2	Torres soportadas con tirantes	3.662,75
20m	Cable UTP Categoría 6 para exteriores	12,00
40	Conectores Rj45 Categoría 6	1,80
1	Mano de Obra	600,00
1	Costo de Concesión de Frecuencias	339,60
TOTAL COSTO USD		\$7.926,92

Elaboración: El autor

Es importante destacar que el CONATEL es quien constituye la tarifa de uso de frecuencias para el servicio Fijo, enlace punto a punto, el mismo que se calcula con base a la distancia (D) en kilómetros entre estaciones fijas y ancho de banda a utilizar.

Rango de frecuencias; f (frecuencia de operación)	Distancia máxima aplicable, Km.	Distancia mínima aplicable, Km.
0 GHz <f<= 1 GHz	70	30
1 GHz <f<= 5 GHz	50	15
5 GHz <f<= 10 GHz	30	12
10 GHz <f<= 15 GHz	25	9
15 GHz <f<= 20 GHz	20	8
20 GHz <f<= 25 GHz	15	6
f > 25 GHz	10	5

Imagen 4. 12. Distancias máximas aplicables para el cálculo de la tarifa enlace punto a punto
Fuente: Vela (2015).

Rango de frecuencias; f (frecuencia de operación)	Coefficiente de valoración del espectro α_3
0 GHz <f<= 1 GHz	0.0815313
1 GHz <f<= 5 GHz	0.0323876
5 GHz <f<= 10 GHz	0.0237509
10 GHz <f<= 15 GHz	0.0215917
15 GHz <f<= 20 GHz	0.0194325
20 GHz <f<= 25 GHz	0.0183529
f > 25 GHz	0.0172734

Imagen 4. 13. Coeficiente de valoración aplicable para el cálculo de la tarifa enlace punto a punto
Fuente: Vela (2015).

Para el presupuesto se ha considerado estos valores para la concesión de frecuencias, lo cual sólo se calculó para el enlace GAD M. Chone – Cerro la Habanita, ya que comprende la distancia mínima de 12 km como lo menciona la imagen 4.12, mientras que el otro enlace con la distancia de 2,1 km, no es aplicable porque no tiene la distancia mínima requerida. Por este motivo el valor en el uso de la frecuencia solo corresponderá al primer enlace GAD M. Chone – Cerro la Habanita y el otro punto Cerro la Habanita - Boyacá tendrá un costo de cero dólares americanos (imagen 4.13).

A través de los estudios realizados en esta propuesta se demuestra que el uso de frecuencias puede ser utilizada sin algún problema en los lugares asignados para la instalación de los equipos. Además, en el presupuesto se adicionaron otros materiales como el Cable UTP, Conectores Rj45 y mano de obra de la persona que realizará la implementación.

DISEÑO DE LA RED PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN RADIOENLACE CON TECNOLOGÍA WLC

A continuación, se presenta el diseño final de la red (imagen 4.14), para la implementación de un radioenlace gestionado con tecnología WLC, que comprende los puntos GAD Chone – Cerro la Habanita – Boyacá, lo que permitirá brindar acceso a Internet en los sitios ya nombrados, utilizando equipos con características óptimas y de bajo costos con la finalidad de satisfacer las necesidades tecnológicas que tiene la parroquia y a la vez que aporte a la disminución de la brecha digital.

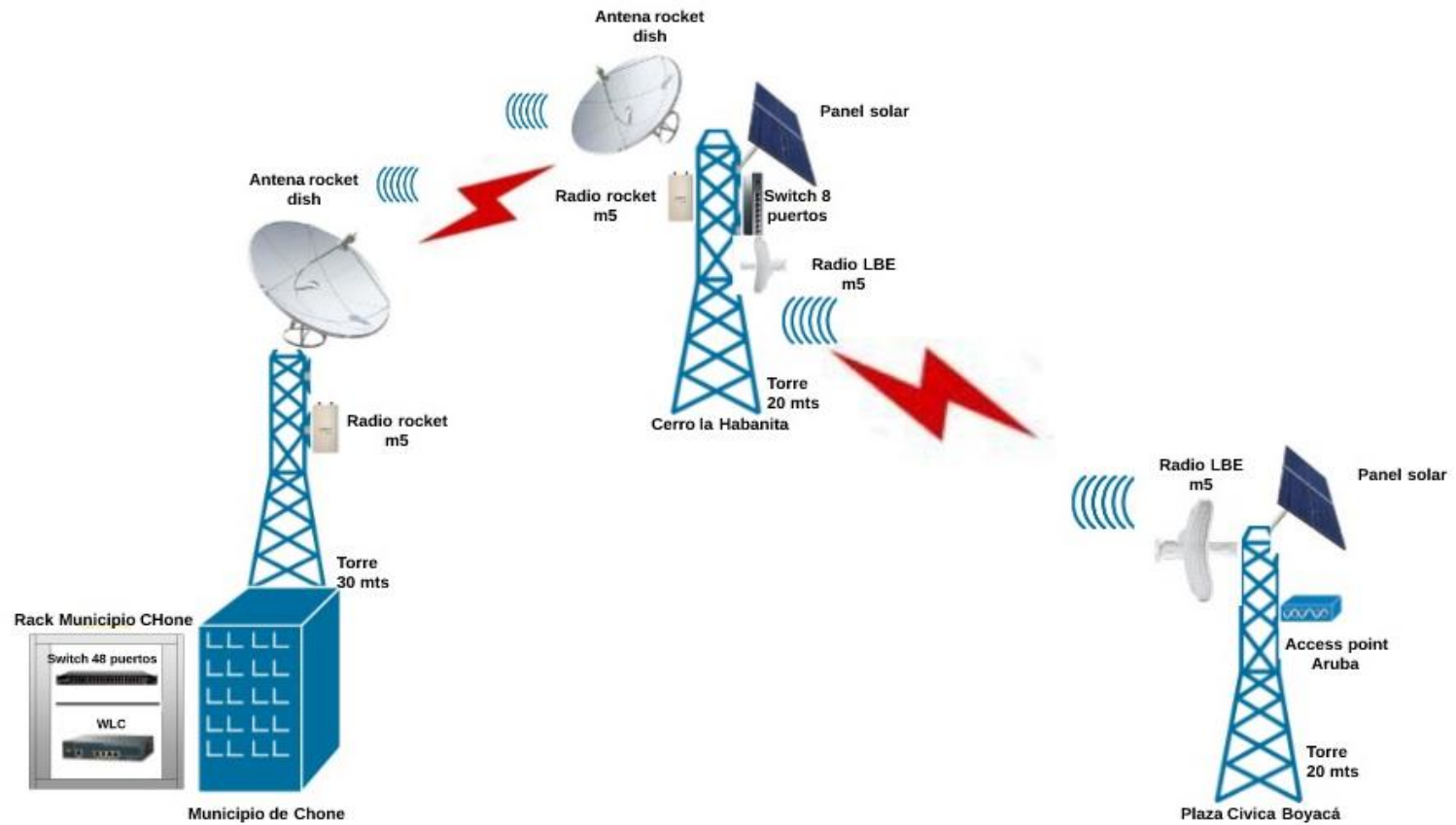


Imagen 4. 14. Diseño de la red propuesta para la implementación de un radioenlace con WLC

Elaboración: El autor

UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS SEGÚN EL DISEÑO DE RED PROPUESTO EN EL ENLACE GAD CHONE – PARROQUIA BOYACÁ

Para el diseño de la red propuesta, y considerando la cantidad de equipos establecidos para el radio enlace, se detalla a continuación la ubicación de los equipos que se van a instalar en esta red según los puntos de enlaces:

En el primer punto del enlace GAD M. Chone – Cerro La Habanita:

- Los equipos Zone Director 1200 (WLC) y el Switch UniFi 48 serán ubicados en el Rack en el GAD M. Chone.
- El GAD M. Chone tiene una torre de 30m de altura en la terraza del edificio, en el cual se ubicará una antena Rocket Dish con dirección al cerro La Habanita. También se ubicará un Radio Rocket M5 como trasmisor de señal en este enlace.
- De la misma manera en el cerro la Habanita, se instalará una torre de 20m de altura y se ubicará la otra antena Rocket Dish con dirección al GAD M. Chone y otro radio Rocket M5 que será el repetidor 1 La Habanita.

En el segundo enlace Cerro La Habanita – Boyacá:

- En la torre ubicada en el cerro la Habanita, se instalará un radio LBE M5 que será el repetidor La Habanita direccionado hacia la torre Boyacá.
- Se instalará un *Switch UniFi* 8 puertos para la conexión de los radios.
- Un panel solar *Prostar* que permitirá obtener energía renovable para el funcionamiento eléctrico de los equipos, ya que no hay suministro de energía en este lugar y de esta manera contribuir al medio ambiente.
- En la parroquia Boyacá se instalará otra torre con una altura de 20m de altura y se ubicará en la plaza cívica.
- En esta torre irá ubicado el otro radio LBE M5 y será el receptor Boyacá, además, se instalará un AP (Access Point) Aruba como equipo final, para la conexión Wi-Fi.

Se considera importante tomar en consideración la configuración de los equipos que se van a instalar. Configurar la opción *Scan* automático en el *máster* o AP (Access Point) y en el lado del *slave* o Estación habilitar todas las opciones de frecuencias, para que el equipo pueda divisar si otra estación causa interrupciones y de esta manera automáticamente cambie a un canal que esté libre y en el rango permitido para transmitir por dicho canal.

4.2. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación, el autor manifiesta que la implementación de la tecnología WLC en el diseño de la red inalámbrica es una solución que permite de manera eficiente gestionar la red desde el GAD Chone hacia la parroquia Boyacá, dotando a la comunidad del servicio de internet para las comunidades. Este resultado concuerda con Tejedor (2015) en su trabajo realizado con un WLC tradicional, donde afirma que esta tecnología puede realizar muchas otras funciones como: gestión y operación, agregación y procesado del tráfico de los dispositivos inalámbricos y redes inalámbricas locales.

Los equipos como antenas, radios, marca Ubiquiti que se utilizarán para el radio enlace GAD Chone – parroquia Boyacá son compatibles con otros modelos ajustándose a las necesidades del trabajo planteado, aunque el autor no realizó la implementación de esta red inalámbrica con tecnología WLC, se hizo una estimación de costos (pág. 42), el mismo que no es elevado y propone el uso de paneles solares para reducir costos en suministros de energía eléctrica y coadyuvar con el medio ambiente con energía renovable.

La investigación de Carrillo (2017) comparte con el autor que la utilización de antenas de 5 GHz demuestra la factibilidad que tiene una conexión de internet entre ambas ciudades, debido al bajo costo de las antenas en comparación con la fibra, siendo que la marca Ubiquiti cuenta con una variedad de antenas que se ajustan a la necesidad de lo que se realizó en la investigación y su facilidad de instalación y versatilidad hace que el tiempo de puesta en marcha se reduzca significativamente así como su tamaño evitan el recurrir a una infraestructura de grandes dimensiones y onerosas. Finalmente, el no utilizar la

infraestructura de la CNEC evita el pago del arrendamiento de la postera lo que significa un ahorro sustancial frente a otras propuestas.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Mediante el estudio realizado, se logró probar que el radioenlace de comunicación propuesto, simulado con la herramienta Radio Mobile, es factible en cuanto a aspectos técnicos, ya que se logró recopilar información importante del lugar y los equipos requeridos para este trabajo, determinando que el nivel de recepción fue satisfactoria, lo que permitirá un buen desempeño del enlace y por lo tanto, en un futuro se puede considerar este estudio para hacer otros enlaces a otras comunidades sin necesidad de instalar otra torre, y de esta manera compartir el servicio de internet e información necesaria para la parroquia Boyacá del cantón Chone.

- El desarrollo de este trabajo de investigación pudo determinar que más de 3000 habitantes aproximadamente se beneficiarán con el servicio de internet, al implementarse este plan propuesto.
- La importancia de realizar un análisis de los aspectos técnicos que se requieren para el diseño de una red, es obtener la factibilidad del enlace, el mismo que se pudo determinar de manera afirmativa, utilizando las herramientas tecnológicas adecuadas, haciendo posible una simulación del enlace con las coordenadas específicas de los puntos de conexión.
- Para el modelo propuesto se tomaron en cuenta puntos muy importantes como: la tecnología a utilizar, equipos para el diseño, número de equipos, ubicación de los equipos, simulación de los puntos de enlace, zona Fresnel, factibilidad, determinando que esta propuesta coadyuvará al adelanto del cantón y disminuirá la brecha digital, siendo el Wi-Fi gestionado una solución para el GAD M. Chone, porque le permitirá gestionar de manera remota el acceso a internet en los diferentes sitios de la zona rural de este cantón y lo más importante poder ofrecer este servicio de manera gratuita.

5.2. RECOMENDACIONES

Se sugiere tomar en consideración lo siguiente:

- Al GAD (Gobierno Autónomo Descentralizado) de Chone, para que adopte este plan como mejora para la ciudad y los habitantes de su cantón; la instalación y la configuración de los equipos para el acceso a Internet gratuito son de fácil manejo, por lo que no se necesita de un experto para realizar el proceso de instalación, pero si se sugiere de un experto que entienda el plan propuesto y cumpla con todas las especificaciones del documento para que se lleve a cabo la conexión de este enlace.
- Cuando se requiera cambiar de equipo por daño, en cualquiera de los enlaces punto a punto, considerar los equipos de marca Ubiquiti, ya que son compatibles con los modelos instalados y permiten realizar cambios en la infraestructura, sin que esta acción implique tener que cambiar los demás equipos.
- Cuando se ejecute el plan propuesto, tomar en cuenta las otras fases de la metodología PPDIOO (Implementación, Operación y Optimización) para que la red cumpla con un ciclo de vida aceptable, efectuando todo lo necesario para que la red inalámbrica funcione y se mantenga estable por mucho tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

- Anda, L. (s.f.). Especificación de Requisitos del Sistema. Disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es/servicios/madeja/contenido/recurso/407>
- Asper. (2015). ¿Qué es la disponibilidad informática? Disponible: <https://blog.apser.es/2015/08/19/que-es-la-disponibilidad-informatica-y-cual-es-su-importancia>
- Bautista, E. (2019). Definición de Gestión. Disponible en: <https://conceptodefinicion.de/gestion/>
- Bonilla, M. & Cliche, G. (2001). Internet y sociedad en América Latina y el Caribe, investigaciones para sustentar el diálogo. Ed. 2da. ISBN 9978-67-065-3. Editorial FLACSO, Quito, Ecuador.
- Cangá. (2011). Obtenido de Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de formación del Profesorado: <http://nubr.co/EopwRT>
- CarlosPes. (2019). Facilidad de Uso. Disponible en: http://www.carlospes.com/minidiccionario/facilidad_de_uso.php
- Carrillo, L. (2017). Diseño de un sistema de radio enlace en la generación de servicio de internet fijo al recinto Carrizal desde la Ciudad de Milagro. Tesis en Ingeniería en Telecomunicaciones. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayas, Ecuador. pp. 1-105.
- Coria, D. (2019). Red de Datos. Disponible en: <https://davidcoriablog.wordpress.com/2012/11/22/definicion-de-red-de-datos/>
- Cortes, G. A. (2012). ¿Qué es el ancho de banda...Cómo se calcula...Qué parámetros necesito...? RNDS, 108-112. Disponible en: <http://www.rnds.com.ar/articulos/065/108w.pdf>
- CR (Comunicaciones Reunidas) (2019). Especificaciones Ubiquiti RocketM5. Disponible en: <https://www.crsi.es/es/rocket-m/613-ubiquiti-rocketm5-5-ghz-500-mw-2-x-rsma-2x2-mimo-airmax.html>
- Cruzado, D. (2017). Propuesta de una Nueva alternativa para el servicio de Internet mediante Red de Datos con Radioenlace para centros de educación Rurales. Tesis de Ingeniería en Sistemas. Facultad de Ingeniería ULADECH. pp. 1-173.
- Flickenger, R. (2013). Redes Inalámbricas en los Países en Desarrollo. Londres, Inglaterra: Limehouse Book Sprint Team.

- Ixtecoc, D. (2018). Universidad San Carlos de Guatemala. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/154906800.pdf>
- Martín, A., León, C., & López, A. (2014). Integración de Inteligencia en la MIB del Modelo OSI para la gestión de Redes de Telecomunicaciones. Facultad de Inteligencia Artificial. Disponible en: <https://www.redalyc.org/html/925/92525389004/>
- Mendoza, E. (2015). Funciones de la administración de redes. Disponible en: <http://emmanuel-unidad1.blogspot.com/2015/12/la-administracion-de-redes-abarca-un.html>
- Mikogo. (s.f.). ¿Qué es el soporte informático? Disponible en: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=2ahUKEwj8IN3_i9DhAhUMtlkKHVBNCmUQFjABegQIDBAE&url=https://www.mikogo.es/guia/soporte-informatico&usq=AOvVaw3nSRVmdZe18PvDgBWTqAWB
- MINTEL (Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información). (2019). Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información del Ecuador 2016-2021. Disponible en: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2016/08/Plan-de-Telecomunicaciones-y-TI.pdf>
- Moreira, J.; Palomares, J.; Serrano, R. & López, J. (2017). Un breve análisis de la brecha digital en el Ecuador. Jornadas SARTECO 2017. pp 1-4. Disponible en: zenodo.org/record/1025815#.XVBgregzZPY
- Moreno Alvarado, E., & Flores Flores, G. (2015). Estudio de la Estructura de Comunicación/Red en la Unidad Educativa Fiscal “Dolores Sucre”, Analizarlo, Encontrar las Falencias y Proponer Mejoras. Tesis de Ingeniería en Sistemas Computacionales. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayas, Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/3797/1/T-UCSG-PRE-ING-CIS-93.pdf>
- Navarro, A. (2011). Ondas Electromagnéticas: Universidad Oberta de Catalunya, Barcelona. Disponible en: http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/7682/8/F%C3%ADsica%20I_M%C3%B3dulo2_Ondas%20electromagn%C3%A9ticas.pdf
- OpenMind. (2017). El impacto de internet en la sociedad: una perspectiva global. Disponible en: <https://www.bbvaopenmind.com/articulos/el-impacto-de-internet-en-la-sociedad-una-perspectiva-global/>
- Pereira, A. (2017). Universidad Santo Tomás. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/4114/PereiraJuliette2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Pérez, J. (2019). Rendimiento. Disponible en: <https://definicion.de/rendimiento/>
- Pibaque, M. (2019). Red de datos con qos y balanceo de carga mediante la tecnología Mikrotik que comunique las dependencias fuera del GAD del cantón Jipijapa. Tesis Ingeniería en Computación y Redes. UNESUM. Manabí, Ecuador. pp 1- 130.
- RUCKUS, C. (2019). Wlc – Ruckus Zonedirector 1200. Disponible en: <https://www.ruckuswireless.com/products/system-management-control/smartzone/smartzone-100>
- Santa Rosa City. (2019). Fases de la Metodología PPDIIO. Disponible en: <https://santarosacityec.com/2019/01/02/fases-de-la-metodologia-ppdiao/>
- Sevilla, U. d. (s.f.). Estudios de Infraestructura de Red. Disponible en: <https://sic.us.es/servicios/infraestructuras-comunicaciones-hw-y-sw/estudios-de-infraestructura-de-red>
- Tarragó, A. (2016). Estudio de los dispositivos y sistemas que permiten el control y reducción de la contaminación en el sector del transporte por carretera. Disponible en: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/99222/REPORT_172.pdf
- TECNOSeguro. (2019). Control de un Sistema. Disponible en: <https://www.tecnoseguro.com/faqs/control-de-acceso/que-es-un-control-de-acceso>
- Tejedor, E. (2015). Controlador Wireless LAN y su implementación en la nube. Disponible en: <https://www.teldat.com/blog/es/controlador-wireless-lan-y-su-implantacion-en-la-nube/>
- Ubiquiti Network (2019). Características de UniFi Switch 48. Disponible en: <https://store.ui.com/products/unifi-switch-48>
- Vela, A. (2015). 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 Ubiquiti. Tesis Electrónica y Telecomunicaciones. Escuela Politécnica Nacional. pp 74.
- Yaagoubi, M. (2012). Acceso a Internet vía Wifi y WiMax. Universidad Carlos III de Madrid. Disponible en: https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/15906/pfc_mohammed_el-yaagoubi_2012.pdf

ANEXOS

ANEXO 1
ESTRUCTURA Y ANÁLISIS DE LA ENCUESTA REALIZADA EN
LOS SITIOS DE LA PARROQUIA BOYACÁ CANTÓN CHONE



ESPAMMFL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ



DIRECCIÓN DE
POSGRADO Y
FORMACIÓN
CONTINUA

**MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN
MENCIÓN EN REDES Y SISTEMAS DISTRIBUIDOS
ANEXO 1A. ENCUESTA ESTRUCTURADA PARA APLICAR EN LA
PARROQUIA BOYACÁ CHONE**

OBJETIVO DE LA ENCUESTA

Diagnosticar la necesidad y utilidad que tendrá el Wi-Fi Público gratuito en este sector mediante acceso a internet en base a la metodología PPDIOO por Radioenlace Gestionado con Tecnología WLC.

Agradecemos de antemano su colaboración.

Fecha: _____

I. Datos del informante

1. Nombre:

2. Cargo:

3. Correo electrónico:

4. Dirección:

5. Teléfono: _____

6. Ubicación:

Ciudad: _____

Provincia: _____

7. Zona:

- Rural
- Urbana

II. USO DE INTERNET EN LA PARROQUIA BOYACA

8. ¿Cuántos habitantes tiene la parroquia?



ESPAMMFL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ



DIRECCIÓN DE
POSGRADO Y
FORMACIÓN
CONTINUA

MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN MENCION EN REDES Y SISTEMAS DISTRIBUIDOS

- 500 habitantes _____
 1500 habitantes _____
 3000 habitantes _____
 Más de 5000 habitantes _____
 Especifique: _____

9. ¿Cuál es el porcentaje de beneficio para los habitantes tener acceso a internet?

- 0 al 5% _____
 5% al 25% _____
 25% al 50% _____
 50% al 75% _____
 75% al 90% _____
 100% _____

10. ¿En este sitio utilizan Internet frecuentemente?

SI _____ NO _____

11. ¿Qué tipo de conexión utiliza para acceder a Internet?

- a) Alámbrica _____
 b) Inalámbrica _____
 c) Fibra óptica _____
 d) Vsat _____
 e) Móvil _____

12. En caso de tener una conexión a internet: ¿Cuál es la velocidad contratada?

- a) Por debajo de 2Mb/seg _____
 b) Mayor o igual que 2Mb/seg e inferior a 10 Mb/seg _____
 c) Mayor o igual que 10Mb/seg e inferior a 30 Mb/seg _____
 d) Mayor o igual que 30 Mb/seg e inferior a 100 Mb/seg _____
 e) 100 Mb/seg o superior _____

13. ¿Le interesaría tener acceso internet en la plaza cívica de forma gratuita?

SI _____ NO _____



ESPAMMFL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ



DIRECCIÓN DE
POSGRADO Y
FORMACIÓN
CONTINUA

MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN MENCIÓN EN REDES Y SISTEMAS DISTRIBUIDOS

14. ¿Para qué servicios /actividades utilizaría internet?

- a) Comunicación (e-mail) _____
- b) Banca electrónica y otros servicios financieros _____
- c) Transacciones gubernamentales (SRI, MIES, otros) _____
- d) Servicio al cliente _____
- e) Búsqueda de información para estudiantes _____
- f) Otras actividades _____

15. ¿Hasta qué punto considera que las redes sociales son útiles para la generación del desarrollo de la comunidad?

- a) Muy importante _____
- b) Importante _____
- c) Poco importante _____
- d) Nada importante _____

16. ¿Con qué frecuencia utiliza Internet? (respuesta única)

a. Varias veces al día	
b. Más de 4 veces por semana	
c. De 1 a 4 veces por semana	
d. Esporádicamente	

17. ¿Desde qué lugar accede o ha accedido al menos una vez a Internet?
(respuesta múltiple)

OPCIONES	Alguna vez
a. Desde su casa	
b. Desde su lugar de trabajo	
c. Desde su lugar de estudios	
d. Oficinas públicas, Ayuntamientos, Bibliotecas Públicas, wifi municipal (lugares de acceso público en donde NO es preciso efectuar un desembolso por acceder al servicio)	



ESPAMMFL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ



DIRECCIÓN DE
POSGRADO Y
FORMACIÓN
CONTINUA

MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN MENCIÓN EN REDES Y SISTEMAS DISTRIBUIDOS

e. Cibercafés, Locutorios (lugares de acceso público en donde SI es preciso efectuar un desembolso por acceder al servicio)	
--	--

f. Casa de familiares o amigos	
---------------------------------------	--

18. ¿Desde qué lugar accede con mayor frecuencia? (respuesta única)

OPCIONES	Frecuentemente
a. Desde su casa	
b. Desde su lugar de trabajo	
c. Desde su lugar de estudios	
d. Oficinas públicas, Ayuntamientos, Bibliotecas Públicas, wifi municipal (lugares de acceso público en donde NO es preciso efectuar un desembolso por acceder al servicio)	
e. Cibercafés, Locutorios (lugares de acceso público en donde SI es preciso efectuar un desembolso por acceder al servicio)	
f. Casa de familiares o amigos	

19. ¿Para qué ha utilizado Internet? (respuesta múltiple)

OPCIONES	SI	NO
a. Enviar y recibir correos electrónicos		
b. Participar en redes sociales, mensajería instantánea (msn, skype)		
c. Telefonar a través de Internet o videollamadas (vía webcam)		
d. Búsqueda de información sobre productos y servicios a través de Internet		
e. Buscar empleo o enviar una solicitud a un puesto de trabajo		
f. Buscar información relacionada con la salud		
g. Buscar servicios relacionados con viajes y alojamiento (info, reservas, compras, etc...)		
h. Utilizar la banca electrónica Educación y/o		



ESPAMMFL
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ



DIRECCIÓN DE
POSGRADO Y
FORMACIÓN
CONTINUA

MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN MENCIÓN EN REDES Y SISTEMAS DISTRIBUIDOS

formación en internet		
i. Leer periódicos o revistas de actualidad on-line		
j. Buscar información sobre educación y cursos de formación		
k. Servicio de banca v. Realizar algún curso vía Internet de cualquier materia (elearning)		

20. ¿Con qué frecuencia utiliza las redes sociales? (respuesta única)

a. Varias veces al día	
b. Más de 4 veces por semana	
c. De 1 a 4 veces por semana	
d. Esporádicamente	

21. ¿Utiliza el teléfono móvil para acceder a las redes sociales?

SI ____ NO ____

22. ¿Utiliza el teléfono móvil para navegar en Internet?

SI ____ NO ____

23. ¿Cuáles son las razones de por qué **NO** utilizaría Internet? (respuesta múltiple)

a. No le ve utilidad, no lo necesita, no tiene tiempo	
b. No sabe usar el ordenador, no sabe navegar	
c. Tiene alguna discapacidad	
d. Es muy caro	
e. (no leer) Ns/Nc	

ENCUESTADO

ENCUESTADOR

ANEXO 1B. RESULTADO DE LA ENCUESTA “DIAGNOSTICAR LA NECESIDAD Y UTILIDAD QUE TENDRÁ EL WI-FI PÚBLICO EN EL SECTOR.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO

Luego de haber aplicado la encuesta en la Parroquia Rural Boyacá del Cantón Chone, se procedió con la recopilación de datos obtenidos in situ. Se inició identificando la cantidad de habitantes de esta parroquia, de los cuales fue considerado los criterios de seis sitios encuestados, mismos que se detallan de la siguiente manera: en la comunidad El Capricho la cantidad de habitantes es de aproximadamente 150 personas, en El Batan 90, en Los Laureles 120, Cabecera de Platanales 80, San Miguel 100; en la encuesta aplicada a la secretaria del GAD Parroquial indicó que existen alrededor de 5000 habitantes en toda la parroquia Boyacá.

A continuación, se da cumplimiento a la encuesta, denotando mediante gráficos estadísticos y descripción de las preguntas más significativas, efectuadas a los coordinadores de las comunidades ya indicadas, quienes supieron manifestar lo siguiente:

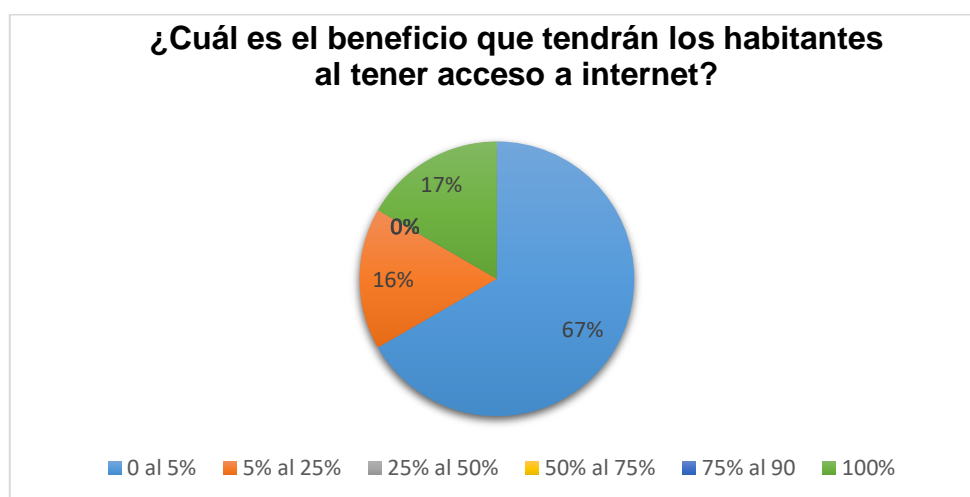


Gráfico 1. Porcentaje de beneficio de contar con internet en la comunidad Boyacá

Fuente: El autor

De acuerdo a los datos obtenidos en el gráfico 1 se considera que el beneficio de internet para la parroquia Boyacá es alto, debido a que se lo categorizó en un rango de 75% a 90% de utilidad.

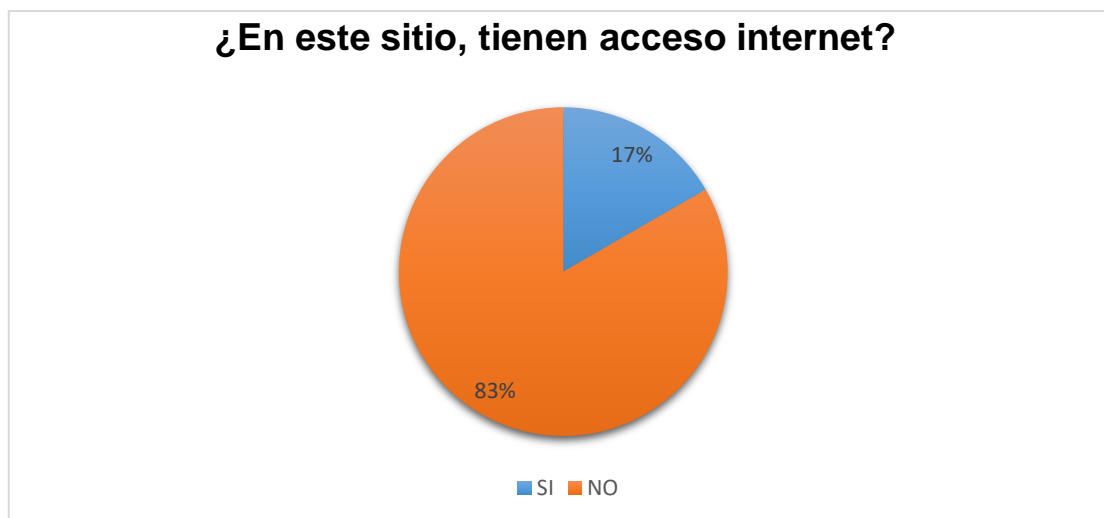


Gráfico 2. Acceso a Internet

Fuente: El autor

Haciendo referencia al gráfico 2 la mayoría de los habitantes no tiene acceso a internet, debido a que no cuentan con un tipo de infraestructura que permita llevar la conectividad del servicio a los sitios, cabe indicar que el porcentaje mínimo (17%) corresponde a una conexión que sólo tiene el GAP parroquial en su departamento.

En la pregunta planteada: **¿Qué tipo de conexión utiliza para acceder a Internet?**, se pudo constatar que, de los seis sitios nombrados, sólo el GAD Parroquial es el único que cuenta con una conexión inalámbrica de un proveedor particular, los otros cinco sitios tienen acceso esporádicamente en su móvil tratando de ubicar en lugares altos (cerros) para obtener una llamada telefónica.

De acuerdo a lo siguiente: **¿Le interesaría tener acceso a internet en la plaza cívica?**, las repuestas obtenidas fueron el 100% positiva por parte de los encuestados.

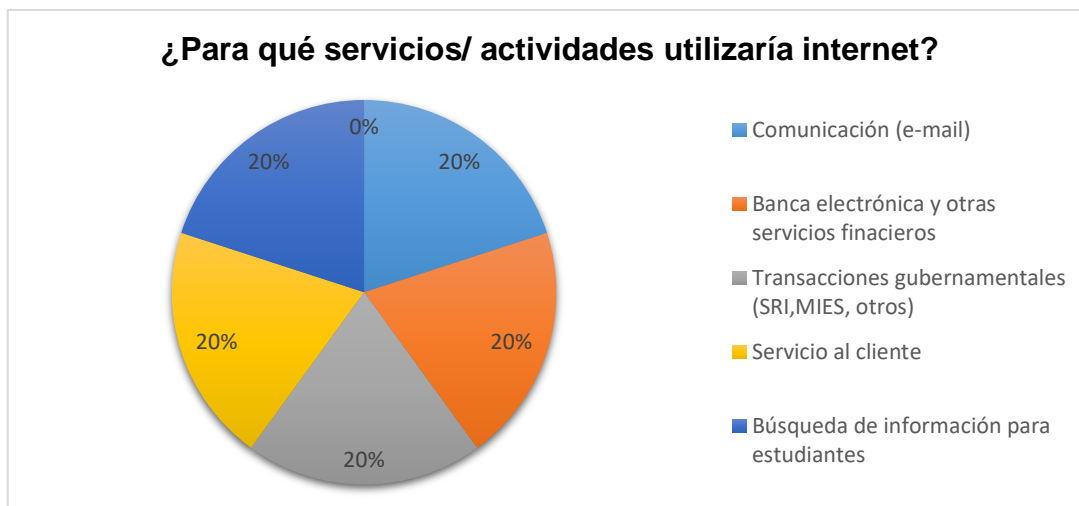


Gráfico 3. Actividades que usaría internet

Fuente: El autor

De acuerdo a los datos obtenidos en el cuadro 3 se puede exponer que las personas encuestadas utilizarían el internet para diferentes actividades ya sea para enviar información, transacciones gubernamentales, banca electrónica, búsqueda de información por parte de los estudiantes, entre otras, respondiendo de manera equitativa a las alternativas presentadas, por lo que se considera que el internet es muy útil para los habitantes de estos sitios ya que les permite estar actualizados ante los requerimientos sistemáticos del diario vivir.

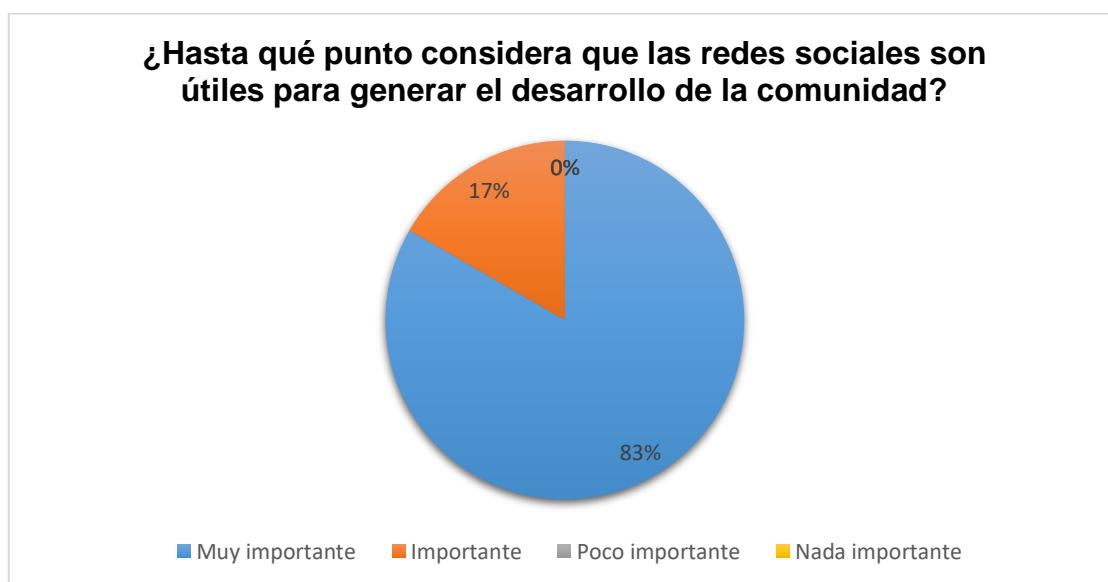


Gráfico 4. Redes sociales

Fuente: El autor

Los habitantes consideran que los usos de las redes sociales son muy importantes, porque en la actualidad la mayoría de información y comunicación de interés local, nacional o internacional se encuentra disponible en Internet, tal como se puede observar en el gráfico 4 donde la respuesta es favorable en un 83%, además indican que por este medio puede llegar a promocionar la parte turística de cada sitio y de esta manera fomentar el turismo.

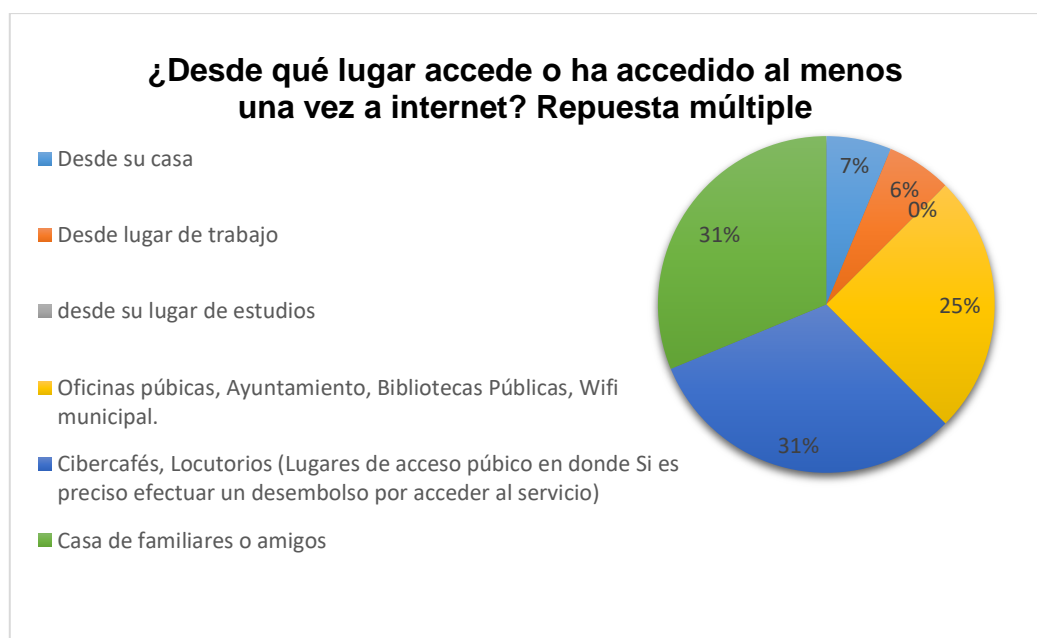


Gráfico 5. Lugar al que ha accedido a internet

Fuente: El autor

Las formas más comunes que los habitantes de las comunidades han hecho uso de este servicio, es a través de cibercafés, así mismo en casa de familiares o amigos con el 31% respectivamente, oficinas públicas con el 25%, desde su casa con el 7% y con el 6% desde su trabajo, estos datos son evidentes en el gráfico 5.

Haciendo un análisis de la encuesta como tal, se creyó pertinente recopilar las preguntas más demostrativas para este propósito, ya que se las seleccionó por la importancia que tienen referente al proyecto presentado, motivo de este

trabajo. Cabe indicar que sólo se escogieron 7 de 23 preguntas que contiene dicha encuesta.

ANEXO 1C. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA TECNOLOGÍA INALÁMBRICA A UTILIZAR EN EL PLAN DE DISEÑO DE LA RED

Tabla 4. 5. Comparativa de las tecnologías inalámbricas de acuerdo a su cobertura

	WPAN	WLAN	WMAN	WWAN
Tecnología	Bluetooth Ultra Wide Band Zig Bee	802.11b 802.11 a 802.11 g 802.11 n	802.16 802.16 a 802.16 e	GSM GPRS CDMA 2.5 G 3 G 4 G
Tasa de datos	Tasas de datos medias (1 a 2 Mbps)	Tasas de datos altas (11 Mbps a 200+Mbps)	Muy altas tasas de datos 350+Mbps	Tasa de datos de bajas a medias, 10 Kbps a 2.4 Mbps
Rango	Rango muy corto, 3m	Rango corto 100m	Rango medio 50m	Rango global
Conectividad	Laptop a PC a periféricos	PC a PC y a internet	LAN o PC a una línea cableada de alta velocidad de internet	Da Smart Phones y PDAs a WANs y a la internet

Elaboración: El autor

ANEXO 2

CONFIGURACIÓN Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ADICIONALES DE LAS ANTENAS Y RADIOS UBIQUITI

ANEXO 2A. CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS RADIOS LBE M5 CON LAS ANTENAS ROCKET DISH.

3.1. MEDIDAS Y CONTROL

Para la configuración Punto a punto indirecto, primeramente, hay que seguir las siguientes recomendaciones:

- Restaurar el radio a valores predeterminado.
- Conectar el radio a la computadora con un cable Ethernet.
- Ir al navegador web, e ingresar con la IP 192.168.1.20 para acceder a la consola de administración de la radio.
- Ingresar **ubnt** como usuario administrador y **ubnt** como contraseña.
- Listo para configurar cada radio como se muestra en el diagrama de red.



Imagen 4. 15. Diagrama de la configuración de Radio Rocket M5 con Antenas Rocket Dish.

Elaboración: El autor

IMPORTANTE:

Hay que tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Seleccione el cable correcto. Use el cable de datos de par trenzado blindado Ubiquiti *ToughCable* Pro entre su adaptador de alimentación a través de Ethernet y su radio. Si la radio se está colocando en un área con un buscapersonas de VHF, un transmisor de FM o un transmisor de TV, use el cable del portador *ToughCable* de Ubiquiti.

2. Asegure los radios. Modifique el nombre y la contraseña predeterminados de la administración ahora. Desde la consola de gestión web:

- Vaya a **Sistema > Cuentas del sistema**
- Nombre de usuario administrativo [cambiarlo]
- Desplace el cursor sobre el icono a la derecha, Cambiar **contraseña** y modifíquelo (para dispositivos M, para dispositivos de CA simplemente **cambie la contraseña**).
- Haga clic en el botón **Cambiar**. Luego haga clic en el botón **Aplicar**. (Para dispositivos M, para dispositivos de CA simplemente haga clic en el botón **Guardar**)

3. Asegure la señal inalámbrica. Cifrar la conexión inalámbrica. Desde la consola de gestión web:

- Vaya a **Inalámbrico > Seguridad inalámbrica > Seguridad > WPA2-AES**
- Clave WPA previamente compartida: ingrese una contraseña segura
- Haga clic en el botón **Cambiar**. Luego haga clic en el botón **Aplicar**. (Para dispositivos M, para dispositivos de CA simplemente haga clic en el botón **Guardar**).

3.2. CONFIGURACIÓN PARA RADIO ROCKET DISH 192.168.1.2

- Elegir la pestaña **Wireless** y cambiar lo siguiente:
 - ✓ Modo Inalámbrico: Estación
 - ✓ WDS: [X] Habilitar
 - ✓ Dar clic en el botón **Cambiar**
- Elegir la pestaña **Red** y cambiar:

- ✓ Dirección IP: 192.168.1.2
- ✓ Dar clic en el botón **Cambiar**
- ✓ Dar clic en el botón **Aplicar**

3.3. CONFIGURACIÓN PARA RADIO ROCKET M5 192.168.1.3

- Repetir los pasos de medidas y control antes de empezar la configuración.
- Elegir la pestaña **Wireless** y cambiar:
 - ✓ Modo Inalámbrico: Punto de Acceso
 - ✓ WDS: [X] Habilitar
 - ✓ Dar clic en el botón **Cambiar**
- Elegir la pestaña **Red** y cambiar:
 - ✓ Dirección IP: 192.168.1.3
 - ✓ Presione el botón **Cambiar**
 - ✓ Dar clic en **Aplicar**

3.4. CONFIGURACIÓN PARA RADIO ROCKET DISH 192.168.1.4

- Elegir la pestaña **Wireless** y cambiar lo siguiente:
 - ✓ Modo Inalámbrico: Estación
 - ✓ WDS: [X] Habilitar
 - ✓ Dar clic en el botón **Cambiar**
- Elegir la pestaña **Red** y cambiar:
 - ✓ Dirección IP: 192.168.1.4
 - ✓ Dar clic en el botón **Cambiar**
 - ✓ Dar clic en el botón **Aplicar**

ANEXO 2B. INFORMACIÓN ADICIONAL DE ROCKET M5

Tabla 4. 6. Especificación técnica adicional del radio Rocket M5

Procesador	Atheros MIPS 24KC, 400MHz				
Memoria	64MB SDRAM, 8MB Flash				
Interfaz de red	1 X 10/100 BASE-TX (Cat. 5, RJ-45) Interface Ethernet				
CERTIFICACIÓN Y CONFORMIDAD					
Certificación	FCC Part 15.247, IC RS210, CE				
Conformidad RoHS	SI				
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS / ELÉCTRICAS / AMBIENTALES					
Tamaño de la Caja	16cm largo x 8cm ancho x 3cm alto				
Peso	0.5 kg				
Conector RF	2x RPSMA (Resistentes a la Intemperie)				
Características de la Caja	Exterior, Plástico UV Estabilizado				
Kit de Montaje	Kit de Montaje para mastil incluido				
Consumo Máximo	8 Watos, Fuente de Alimentación PoE de 24V, 1A Incluida				
Alimentación	Passive Power over Ethernet, PoE Pasivo (pares 4,5+; 7,8 retorno)				
Temperatura de Funcionamiento	De -30C a 75C				
Humedad de Funcionamiento	Condensación de 5 a 95%				
Shock y Vibración	ETSI300-019-1.4				
RANGO DE FRECUENCIAS 5745MHZ-5825MHZ					
Transferencia	TX Medio	Tolerancia	Transferencia	Sensibilidad	Tolerancia
1-24Mbps	27 dBm	+/-2dB	24Mbps	-83 dBm	+/-2dB
36Mbps	25 dBm	+/-2dB	36Mbps	-80 dBm	+/-2dB
48Mbps	23 dBm	+/-2dB	48Mbps	-77 dBm	+/-2dB
54Mbps	22 dBm	+/-2dB	54Mbps	-75 dBm	+/-2dB
MCS0	27 dBm	+/-2dB	MCS0	-96 dBm	+/-2dB
MCS1	27 dBm	+/-2dB	MCS1	-95 dBm	+/-2dB
MCS2	27 dBm	+/-2dB	MCS2	-92 dBm	+/-2dB
MCS3	27 dBm	+/-2dB	MCS3	-90 dBm	+/-2dB
MCS4	26 dBm	+/-2dB	MCS4	-86 dBm	+/-2dB
MCS5	24 dBm	+/-2dB	MCS5	-83 dBm	+/-2dB
MCS6	22 dBm	+/-2dB	MCS6	-77 dBm	+/-2dB
MCS7	21 dBm	+/-2dB	MCS7	-74 dBm	+/-2dB
MCS8	27 dBm	+/-2dB	MCS8	-95 dBm	+/-2dB
MCS9	27 dBm	+/-2dB	MCS9	-93 dBm	+/-2dB
MCS10	27 dBm	+/-2dB	MCS10	-90 dBm	+/-2dB
MCS11	27 dBm	+/-2dB	MCS11	-87 dBm	+/-2dB
MCS12	26 dBm	+/-2dB	MCS12	-84 dBm	+/-2dB
MCS13	24 dBm	+/-2dB	MCS13	-79 dBm	+/-2dB
MCS14	22 dBm	+/-2dB	MCS14	-78 dBm	+/-2dB
MCS15	21 dBm	+/-2dB	MCS15	-75 dBm	+/-2dB

Elaboración: El autor

ANEXO 2C. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LBE M5

Specifications

LBE-M5-23	
Dimensions	347 x 260 x 208 mm (13.66 x 10.24 x 8.19")
Weight	0.7 kg (1.54 lb)
Operating Frequency Worldwide USA	5150 - 5875 MHz 5150 - 5250, 5725 - 5850 MHz
Networking Interface	(1) 10/100 Ethernet Port
Antenna Gain	23 dBi
Max. Power Output	25 dBm
Max. Power Consumption	4W
Power Supply	25V, 0.2A PoE Adapter
Power Method	Passive PoE (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)
Wind Survivability	200 km/h (125 mph)
Wind Loading	176.86 N @ 200 km/h (39.76 lbf @ 125 mph)
ESD/EMP Protection	±24kV Contact / Air
Shock and Vibration	ETSI300-019-1.4
Operating Temperature	-40 to 70° C (-40 to 158° F)
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing
Certifications	CE, FCC, IC

Imagen 4. 16. Especificación adicional técnica del radio LBE M5

Fuente: https://dl.ubnt.com/guides/litebeam/LiteBeam_LBE-M5-23_QSG.pdf

ANEXO 2D. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LBE M5

Tabla 4. 7. Especificación técnica adicional de la antena Rocket Dish

CARACTERÍSTICAS DE LAS ANTENAS ROCKET DISH
<p>Las Rocket Dish son antenas carrier class que fueron diseñadas para ser utilizadas junto a los equipos RocketM.</p> <p>La perfecta combinación del RocketM sumado a un RocketDish crea un potente puente MiMo PtP con tasas de transferencia de hasta 150Mbps agregados en 20Kms.</p> <p>Esta antena es metálica, con un diámetro de 2 pies o 65cms y entrega hasta 30dBi de ganancia en el rango de 5.1 a 5.8Ghz.</p> <p>Esta antena cuenta con 2 conectores RPSMA hembras para conectarse a un Rocket y tiene un haz de señal de 5 grados verticales y 5 grados horizontales para una distancia inigualable de hasta 50 kilómetros.</p> <p>Al ser MiMo 2x2, permite la integración con aplicaciones Airmax (TDMA) que le permiten a cada cliente enviar y recibir información en espacios de tiempo pre formateados por un AP inteligente. Este espacio de tiempo elimina las colisiones entre nodos y maximiza la eficiencia del uso del espectro inalámbrico, mejorando notablemente la latencia, ancho de banda y escalabilidad comparado con cualquier otro sistema en su clase. Airmax le permite dar QoS inteligente para priorizar el tráfico de voz y video, permiten alta capacidad y escalabilidad, enlaces de largas distancias hasta 50Kms, muy bajas latencias.</p> <p>Para ambiente de - Exterior</p> <p>Estándar Wireless - 802.11 a/n</p> <p>Frecuencia - 5Ghz</p> <p>Ganancia Antena - 30dBi</p> <p>Conector antena 1 - 1x RPSMA Hembra</p> <p>Conector antena 2 - 1x RPSMA Hembra</p> <p>Soporta Airmax - Si</p> <p>Tipo antena - Parabólica</p> <p>Polaridad - 2x2 MiMo</p>
<p>Elaboración: El autor</p>