



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**

**FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN, FINANZAS E INFORMÁTICA**

**PROCESO DE TITULACIÓN**

**OCTUBRE 2017 – MARZO 2018**

**EXAMEN COMPLEXIVO DE GRADO O DE FIN DE CARRERA**

**PRUEBA PRÁCTICA**

**INGENIERÍA EN SISTEMAS**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN SISTEMAS**

**TEMA:**

**Análisis en la Infraestructura Tecnológica de conexión a Internet en la central ISP "PC SYSTEM" en  
Caluma provincia de Bolívar**

**EGRESADO:**

**Alvaro Daniel Riquero Vinuesa**

**TUTORA:**

**Ing. Ana del Rocío Fernández Torres**

**AÑO 2018**

## **Introducción**

La tendencia tecnológica en la actualidad se ha vuelto muy relevante y competitiva, actualmente las telecomunicaciones son el primer medio de comunicación en la sociedad haciendo de este un factor indispensable para la comunicación mediante diversas formas como es la telefonía celular, televisión, radio y sobre todo el internet que actualmente avanza vertiginosamente y se ha vuelto muy popular, porque gracias a esta tecnología la comunicación se vuelve mucho más eficiente y sin importar que tan grande sea la distancia entre el emisor y el receptor.

Debido a este gran avance en la telecomunicación se ha hecho oportuno realizar un análisis equilibrado mediante un Estudio de Caso con la finalidad de detectar posibles vulnerabilidades físicas y pérdidas de rendimiento en la Infraestructura Tecnológica de Conexión a Internet en la Central ISP "PC SYSTEM" en Caluma Provincia de Bolívar, empleando teorías y métodos de investigación mediante técnicas de análisis y observación, haciendo uso de herramientas como encuestas dirigidas al gerente propietario y a ciertos clientes que reciben el servicio, inspección de campo en las torres de transmisión de internet ubicadas en diferentes ciudades de la provincia Bolívar y de la provincia Los Ríos las misma que se comunican entre sí mediante la tecnología de conexión inalámbrica punto a punto con el uso de equipos de transmisión dirigidos y no dirigidos, para así distribuir el servicio hacia los diversos clientes de las ciudades de ambas provincias.

Esta corporación proveedora de internet sigue expandiéndose cada vez más en los pueblos y comunidades ofreciendo el Internet a sus clientes con equipos que establecen radio enlaces desde las torres hacia cada uno de los clientes, se pretende realizar un análisis de la infraestructura tecnológica de la central y de cada uno de los equipos que conforman la red en busca de mejoras, corrección de afectaciones y promover recomendaciones que encaminen hacia un grado de perfeccionamiento de la infraestructura, soluciones que posibiliten un

crecimiento de la empresa y sobre todo que se enfoquen en hacer del servicio cada vez más óptimo para los clientes.

## **Desarrollo**

La empresa “PC SYSTEM” está ubicada en Caluma provincia de Bolívar y lleva aproximadamente 14 años trabajando en redes de telecomunicaciones mediante Internet, expandiéndose poco a poco dentro de la provincia y haciéndose conocer cada vez más por su servicio, actualmente transmite el servicio de internet a nivel interprovincial a través de radio enlaces, ubicados en diferentes puntos del país, reuniendo 5 Torres metálicas de telecomunicación equipadas con dispositivos que propagan el servicio de internet en ondas electromagnéticas a zonas aledañas y a ciudades totalmente separadas por cientos de Kilómetros de distancia.

Sobre los radios enlaces terrestres (Ruesca, 2016) manifiesta lo siguiente: Se puede definir al radio enlace del servicio fijo, como sistemas de comunicaciones entre puntos fijos situados sobre la superficie terrestre, que proporcionan una capacidad de información, con características de calidad y disponibilidad determinadas. Típicamente estos enlaces se explotan entre los 800 MHz y 42 GHz.

Según (JOSE CAAMAÑO, 2017) determina lo siguiente: Enlace punto a punto permiten la conexión de dos puntos o redes remotas como si fueran una sola, mediante un canal de comunicación inalámbrico.

A continuación (CAMACHO SAAVEDRA & NARVÁEZ RIVADENEIRA , 2016) proporciona la siguiente definición: El diseño de radioenlace es una materia que conlleva varios procesos tales como son:

- Geolocalización
- Línea de vista
- Planificación de Radio
- Elección de equipos
- Presupuesto de enlace

- Pruebas de funcionamiento

La siguiente imagen expresa de forma gráfica como se forman radio enlaces:

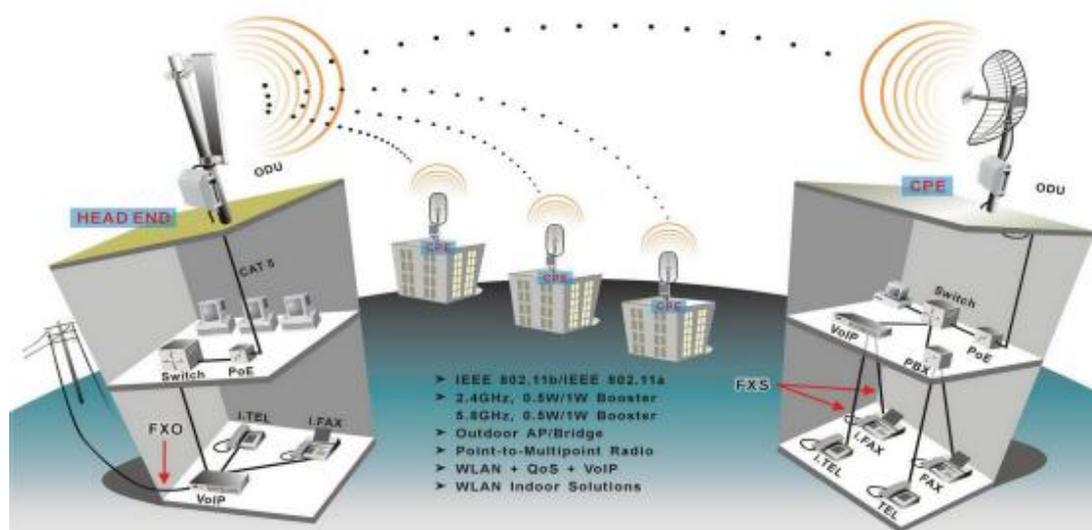


Figura 1. Ilustración de radio enlaces. Fuente: (Redtauros, 2013)

### **VENTAJAS DE LOS RADIOENLACES DE MICROONDAS COMPARADOS CON LOS SISTEMAS DE LÍNEA METÁLICA**

- Volumen de inversión generalmente más reducida.
- Instalación más rápida y sencilla.
- Conservación generalmente más económica y de actuación rápida.
- Puede superarse las irregularidades del terreno.
- La regulación solo debe aplicarse al equipo, puesto que las características del medio de transmisión son esencialmente constantes en el ancho de banda de trabajo.
- Puede aumentarse la separación entre repetidores, incrementando la altura de las torres.

## **DESVENTAJAS DE LOS RADIOENLACES DE MICROONDAS COMPARADOS CON LOS SISTEMAS DE LÍNEA METÁLICA.**

- Explotación restringida a tramos con visibilidad directa para los enlaces.
- Necesidad de acceso adecuado a las estaciones repetidoras en las que hay que disponer de energía y acondicionamiento para los equipos y servicios de conservación. Se han hecho ensayos para utilizar generadores autónomos y baterías de células solares.
- La segregación, aunque es posible y se realiza, no es tan flexible como en los sistemas por cable.
- Las condiciones atmosféricas pueden ocasionar desvanecimientos intensos y desviaciones del haz, lo que implica utilizar sistemas de diversidad y equipo auxiliar requerida, supone un importante problema en diseño. (Redtauros, 2013)

También es importante estudiar un poco sobre lo que es la propagación de las ondas electromagnéticas en el espacio, Según (ESCUELA POLITECNICA NACIONAL, 2018) considera lo siguiente: la propagación se vincula al hecho de generar y dirigir ondas de radio, llamadas también ondas electromagnéticas, las cuales viajan desde un transmisor, el cual genera en un principio la onda de radio, la misma que viaja hacia un receptor el cual será capaz de capturar esa onda de radio. (pág. 1)

La topología de red en la que actualmente se encuentra estructurada la red de la central ISP es de tipo árbol, según (MORALES, 2013) la Topología de red: es la Forma o disposición física como se conectan varios equipos de cómputo o red de equipos. Entre las topologías más comunes se encuentra la de anillo, bus, estrella, árbol. (pág. 17)

Redactando un poco más sobre la topología que se está usando en la red de la central ISP, según (Blog Informático, 2014) especifica que: La topología en árbol es una variante de

la de estrella. Como en la estrella, los nodos del árbol están conectados a un concentrador central que controla el tráfico de la red. Sin embargo, no todos los dispositivos se conectan directamente al concentrador central. La mayoría de los dispositivos se conectan a un concentrador secundario que, a su vez, se conecta al concentrador central. (pág. 3)

La central ISP “PC SYSTEM” de Caluma Provincia Bolívar actualmente recibe aproximadamente 600 megas de velocidad por fibra óptica y distribuye en mayor proporción a clientes corporativos y la diferencia es distribuida directamente a clientes finales, sumando aproximadamente cerca de 700 clientes entre corporativos y clientes finales.

La fibra de óptica es el medio de transmisión más avanzado y el único capaz de soportar los servicios de nueva generación, como televisión de alta definición. (RESTREPO RESTREPO, ARENAS PARDO, & CORTES JIMÉNEZ, 2015)

Este estudio de caso tiene como objetivo analizar la infraestructura tecnológica de conexión a internet en la Central ISP “PC SYSTEM” de Caluma provincia Bolívar (entendiéndose como infraestructura tecnológica a el conjunto constituido por Hardware y Software que forma parte de la central ISP), aplicando procedimientos que posibiliten la detección de posibles vulnerabilidades físicas que puedan ocasionar averías en los equipos y en la red, la (UNIVERSIDAD INTERAMERICANA PARA EL DESARROLLO, 2014) expresa lo siguiente: “Cuando la infraestructura no funciona correctamente comienzan a generarse problemas que afectan el funcionamiento de la misma, ocasionando de igual forma daños colaterales que afectan a terceros”, debido a este acontecimientos se pretende contribuir con recomendaciones para aumentar el rendimiento con respecto a la transmisión del servicio de internet y por ultimo aportando con ciertas mejoras si el caso lo amerita para alcanzar excelentes beneficios.

La empresa cuenta con tres torres de telecomunicación de mayor relevancia que forman la red principal en topología de tipo árbol, cada una de las torres están constituida por

cableado estructurado vertical o backbone empleando cable UTP de categoría 6 para interconectar los equipos de transmisión de radio enlace y equipos de gestión de la red ubicados en la parte baja de la torre dentro de un cuarto de equipos.

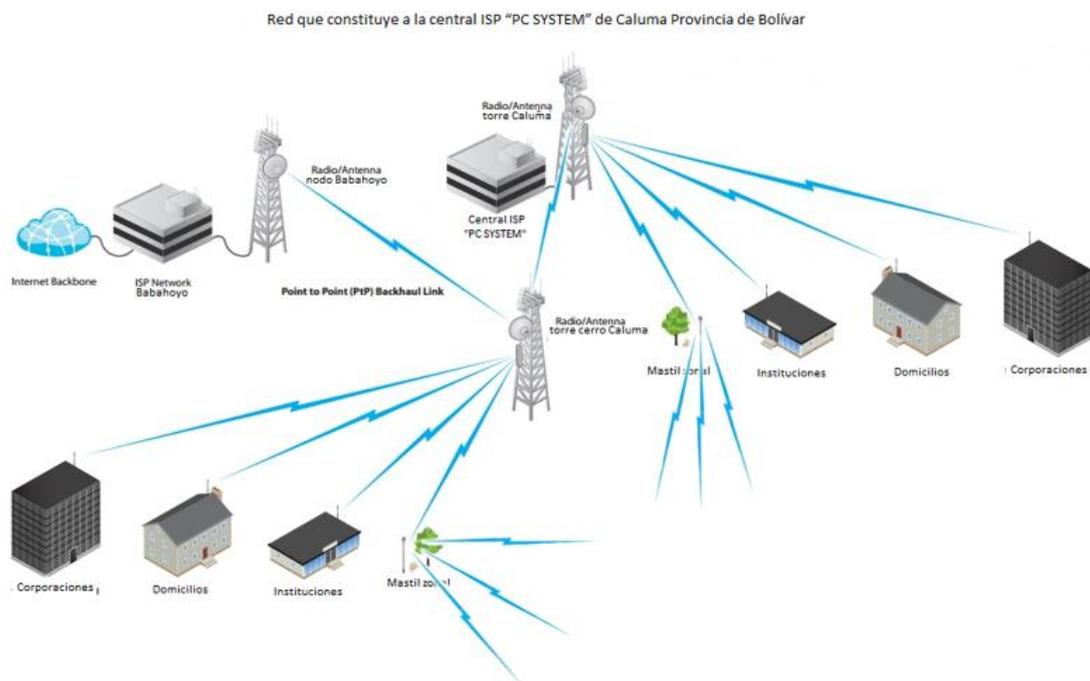


Figura 2. Ilustración de radio enlaces en la red de la central ISP "PC SYSTEM" entre las torres de telecomunicación y hacia los diferentes clientes. Fuente: Central ISP "PC SYSTEM".

A continuación, detallaremos características sobre cada uno de los diferentes dispositivos que constituye la central ISP "PC SYSTEM" de Caluma Provincia Bolívar:

**Transceiver 10/100 TP-LINK MC100CM:** es un convertidor de medios de comunicación diseñado para convertir la fibra 100BASE-FX a los medios de cobre 100BASE-TX o viceversa. Diseñado bajo las normas de IEEE 802.3u 10/100Base-TX y 100Base-FX, el MC100CM está diseñado para su uso con cables de fibra multi-modo y utiliza el conector tipo SC. El MC100CM es compatible con la especificación láser de onda larga (LX) a una velocidad de transmisión de cable rápida. Se trabaja en 1310 nm en los datos de transmisión y recepción. (TP-Link Technologies, 2018)

**Router MikroTik CCR1036-12G-4S-EM:** es un enrutador de grado portador con una CPU Tilera de 36 núcleos de vanguardia, Potencia sin precedentes y rendimiento

inmejorable: este es nuestro nuevo dispositivo estrella. Más de 20 veces más rápido que nuestro modelo superior anterior, Cloud Core admite un rendimiento de hasta 24 millones de paquetes por segundo o hasta 16 gigabits, velocidad de cable completa. (Mikrotik, s.f.)

**RocketM5:** Con un rendimiento de radio mejorado y un diseño industrial mixto, el Rocket M es ideal para su implementación en aplicaciones de puente punto a punto (PtP) o de punto a multipunto (PtMP). Construido para sobrevivir en entornos hostiles, el Rocket <sup>TM</sup> M está disponible en varios modelos de frecuencia y admite anchos de banda de múltiples canales, según el modelo específico y las regulaciones locales del país. (Ubnt, 2018)

**NetMetal 5:** es un dispositivo inalámbrico 802.11a / n / ac en un gabinete de metal a prueba de agua. Su diseño robusto está hecho para resistir las condiciones más duras, pero al mismo tiempo es fácil de usar y se puede abrir y cerrar con una sola mano. El sólido gabinete de aluminio también funciona como un disipador de calor confiable para su radio de potencia de salida alta. Está sellado para cumplir con el estándar IP66. (MikroTik, s.f.)

**Rocket Dish:** son antenas carrier class que fueron diseñadas para ser utilizadas junto a los equipos RocketM. 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. 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. (ITHELP, s.f.)

La primera torre o nodo principal proporciona el internet a toda la red de la Central ISP, la misma que se encuentra ubicada en la ciudad de Babahoyo provincia de Los Ríos, el cual recibe 600 megas de velocidad mediante fibra óptica y posteriormente las señales de luz son convertidas a pulsaciones eléctricas por un Transceiver 10/100 TP-LINK MC100CM, estas pulsaciones eléctricas son transitadas a través de hilos de cobres normalmente conocido como cable UTP hasta llegar a un Router MikroTik CCR1036-12G-4S-EM que se encarga

de enrutar y de realizar el control de tráfico en la red, seguido de eso el tráfico pasa a varias antenas como: RocketM5 en conjunto con la antena Sectoriales que se encuentran ubicadas en la cima de la torre metálica haciendo el trabajo de distribución de la señal de internet de manera sectorial dentro de la ciudad para de esta forma enlazar a los clientes y así puedan obtener el servicio, NetMetal 5 en conjunto con una antena Disch de 30dbi la cual es utilizada para formar el radio enlace con la torre que está ubicada al lado Este de Caluma en la cima de un cerro, esta antena cumple la función de transmitir el servicio de internet a largas distancias y a grandes velocidades, direccionadas entre sí en conexión punto a punto y configuradas una como emisora y otra como receptora.

La segunda torre se encuentra ubicada en la cima de un cerro en el lado Este de la Ciudad de Caluma cuya finalidad de su ubicación geográfica es para tener mejor visibilidad y menor obstrucción de la señal de transmisión entre las torres que conforman la red de la central, esta torre está constituida por equipos de transmisión y recepción ubicados en la cima de ella, tales como:

RocketM5 Omnidireccional permita enlaces a 360°, proporcionando conexión a ciertos recintos cercanos a ella.

NetMetal con antena Disch de 30dbi utilizada para forma el radio enlaces entre torres ubicadas en varios puntos de la provincia de Los Ríos y de la Provincia Bolívar.

Airgrid M2 configuradas como Access Point con la finalidad de transmitir el servicio de internet a clientes específicos enlazados punto a punto con otro equipo Airgrid configurado como emisor que va a ser el encargado de recibir el servicio de internet.

En la parte baja de la torre se sitúa un cuarto de equipo donde podemos encontrar un Rack equipado con un Switch que proporción conexión a cada uno de los dispositivos de la torre y varias tomas de corriente eléctrica. Dentro del cuarto también se encuentra un Inversor el mismo que está encargado de alimentar energéticamente a un banco de Batería de 12 V,

estas Baterías cumplen la función de proveer energía a los equipos en caso de presentarse un corte eléctrico, permitiendo que los equipos se mantengan encendidos durante tres días como máximo y así la transmisión de internet no se pierda hasta que el servicio de energía eléctrica se normalice.

La tercera torre ubicada en el centro de la ciudad de Caluma está encargada de proporcionar acceso a toda la red de la central ISP, porque es en este lugar donde se encuentra localizada la oficina de la empresa y desde allí se hacen las supervisiones y gestiones de la red, gestiones como registros de IP con el nombre del cliente, ubicación geográfica del cliente, control de ancho de banda, estado (activo/inactivo). Estas gestiones las realiza el gerente propietario de la empresa con la ayuda de las herramientas Winbox de MikroTik y ubnt Discovery de Ubiquiti Networks.

Cada una de las torres ubicada en diferentes ciudades se encuentran entrelazadas de manera inalámbrica punto a punto a través de antenas Dish manteniendo una comunicación entre si y distribuyendo el servicio de internet a los diversos clientes.

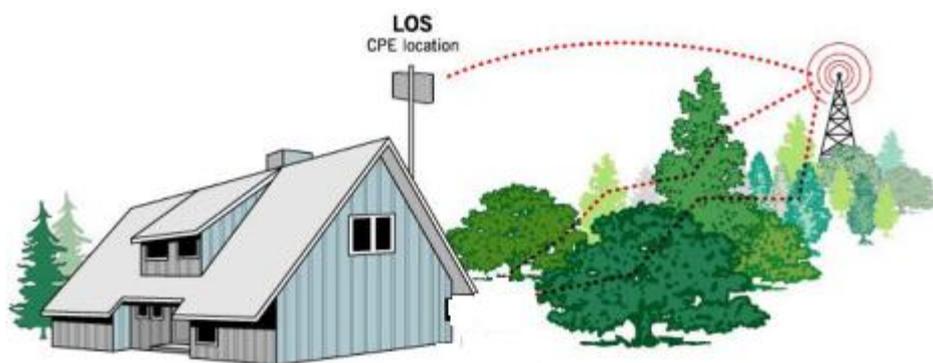


Figura 3. Ilustración de radio enlaces hacia los clientes finales Fuente: (Ramos, 2017)

La Central ISP “PC SYSTEM” de Caluma Provincia de Bolívar Brinda el servicio de internet don de otros proveedores no han podido llegar, haciendo inversiones en cada recinto instalando mástil para poder alcanzar la cobertura y de esta forma obtener el enlace a una de

las torres principales de la red. Las Instalaciones de internet al cliente las realiza inmediatamente luego de la solicitud el servicio, debido a que ya cuenta con los equipos y materiales necesarios para proceder hacia el lugar o domicilio donde se va a realizar la posterior instalación. En algunos recintos las instalaciones a domicilio resultan más costosa económicamente para el solicitante del servicio por que debido a la gran cantidad de árboles que rodea el domicilio se vuelve obligatorio armar una extensión metálica con tubos galvanizados de aproximadamente 12 o 15 metros de longitud(dependiendo de la altura de los árboles), una vez armada la extensión se efectúa la colocación del equipo emisor quedando con el conectado un cable UTP que será el medio de transmisión hasta llegar al PoE que es el encargado de suministrar energía eléctrica de 24V y también hace el puente de la conexión de internet hacia el Router con la ayuda de un Patch Cord, seguido de esto el Router se encarga de distribuir la señal WIFI para que se puedan conectar todos los dispositivos que tengan la compatibilidad, también pueden conectarse por cable en cualquiera de los cuatros puertos disponible que trae el Router.

Los equipos que utiliza para hacer el enlace a domicilio son los siguientes:

Tabla 1

*Tipos de equipos utilizados en las instalaciones a clientes en domicilios Fuente: Central "PC SYSTEM".*

NOMBRE DEL EQUIPO	ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO
SXT 5HnD es un dispositivo de trasmisión inalámbrica con frecuencia de 5 GHz que ofrece el beneficio de trabajar con altas velocidades de transmisión y además tiene un bajo costo en el mercado.	Dimensiones 140x140x56mm, 265g Frecuencia nominal de la CPU 400 MHz Nivel de licencia Nivel 3 Tamaño de RAM 32Mb Puerto Ethernet 10/100
Router inalámbrico de 2 antena 300 Mbps instalado y configurado en el domicilio	Modelo QP-WR327N Estándares 2.4 GHz: IEEE802.11n, IEEE802.11g, IEEE802.3, IEEE802.3u

	Interfaces 1*10/100M puerto WAN;3*10/100M puerto LAN Antena 2*5 dbi onmi-direccional Botones WPS, Reset
--	---

Se detalla los equipos que se utilizan para la instalación del servicio de internet a domicilios.

En vista que la central ISP “PC SYSTEM” de Caluma Provincia de Bolívar se encuentra estable en su labor y el servicio que brinda es bastante bueno, además sigue incrementando el número de clientes, expandiendo a lugares donde ningún otro proveedor ha llegado, debido al incremento de clientes se le ha hecho necesario solicitar más velocidad de internet y por ende la compra de más equipos de transmisión para realizar futuras instalaciones.

La presente investigación fue realizada específicamente dentro de la Central ISP y también en cada una de las torres de telecomunicación, donde se pudo verificar cada uno de los equipos que conforman su infraestructura tecnológica. Fuera de la empresa se pudo recabar información sobre las instalaciones del servicio que se efectúan en los domicilios y en las empresas corporativas como Municipios, entidades educativas particulares, empresas, Cyber, ISP. Utilizando la metodología Descriptiva para establecer las prioridades importantes de la problemática, en el cual pudimos notar que la central ISP contrata cierta cantidad de velocidad de internet para distribuir y el gasto que ocasiona la adquisición de aquello. También se pudo constatar que existe un gran número de equipos de transmisión con un tiempo de vida en utilidad bastante considerable lo cual ha hecho que reduzca su productividad.

Se Utilizó el método analítico para analizar cada uno de los equipos de transmisión y recepción que conforman la red de la central ISP, detallando cada una de sus especificaciones. Además, se utilizó de forma esencial el instrumento entrevista dirigida al

gerente propietario de la central para poder obtener gran parte de la información recabada en cuanto a la red y a la infraestructura tecnológica que conforma la central ISP, en la cual se manifestó el tiempo que lleva laborando como ISP y los logros que ha obtenido durante su periodo de crecimiento corporativo.

También se realizó una entrevista a los clientes donde se pudo conocer de ciertos inconvenientes que suelen darse con la velocidad de navegación en la red social Facebook debido a su exhaustivo uso en la sociedad este se torna muy inaccesible y lento, por lo cual el gerente propietario de la central solicita asistencia técnica a su proveedor muy a menudo, por otro lado los clientes afirman que la navegación se torna muy lenta a nivel general cuando llueve y a menudo en las tardes, debido a esto, analizando un poco esta última afirmación por parte de los clientes se pudo deducir que la transmisión se torna menos eficiente debido a la lluvia, esto hace que las ondas electromagnéticas se propaguen lento en el espacio que por la lluvia se vuelve más espeso atravesar. Y con respecto a la lentitud en las tardes se pudo deducir que en esas horas el tráfico es mucho mayor en la red de la central y los equipos de transmisión sufren pérdidas de productividad por la saturación de peticiones y envíos de los clientes que a esa hora suelen hacer uso en mayor proporción del servicio de internet.

## **Conclusiones**

En conclusión al finalizar el estudio de caso se manifestaron ciertas anomalías e insatisfacción en los clientes finales que hacen uso del servicio debido a la variación de velocidad que suele presentar el servicio, lo ideal sería reestructurar la red en topología estrella para que de esta manera las demás torres de telecomunicaciones se conecten directamente al nodo principal, el mismo que es el encargado de proporcionar la salida hacia el exterior de la red de la central, debido a que las torres secundarias se encuentran congestionadas por el tráfico que ocasionan los diversos clientes ubicados a sus alrededores

y además el espesor que se suma por el espectro electromagnético que forman los radio enlaces entre ella, los clientes y enlaces ajenos. Además, sería oportuno sustituir el equipo que forma el radio enlace con el nodo principal por que debido al fuerte trabajo al cual ha estado sometido este se ha vuelto menos productivo al transmitir el servicio.

Con respecto a la lentitud en que se manifiesta la navegación en las redes sociales ocasionalmente, se recomienda la idea de invertir en un nuevo proyecto de telecomunicación como es la construcción de un DATA CENTER en la Ciudad de Babahoyo debido a que en esa ciudad se encuentra el nodo principal y para evitar grandes reestructuraciones de la red. El DATA CENTER tendría la finalidad de proporcionar grandes beneficios lucrativos para la empresa y productivo con respecto al servicio de internet, la idea se enfoca en invertir por lo menos en dos servidores robustos que puedan gestionar grandes cantidades de datos que proporcione la red, uno de los servidores estaría asignado para la gestión de datos en cache que proporcione la red social más utilizada como es Facebook y el otro servidor para que gestione los datos más solicitados de YouTube dentro del país. Esto generaría menos inversión en la compra de internet al exterior y como consecuencia la central ISP tendría capacidad de vender grandes velocidades de internet dentro del país.

Con estas conclusiones y a la vez recomendaciones la Central ISP "PC SYSTEM" de Caluma Provincia de Bolívar se encaminaría hacia un gran desarrollo corporativo dentro del país, convirtiéndose uno de los líderes en telecomunicación a través de internet.

## Bibliografía

- Blog Informático. (20 de 02 de 2014). *Blog Informático*. Obtenido de [http://moodle2.unid.edu.mx/dts\\_cursos\\_md/lic/TIC/IT/AM/03/Topologia.pdf](http://moodle2.unid.edu.mx/dts_cursos_md/lic/TIC/IT/AM/03/Topologia.pdf)
- CAMACHO SAAVEDRA, D. A., & NARVÁEZ RIVADENEIRA, P. R. (20 de SEPTIEMBRE de 2016). *UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL*. Obtenido de ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UN DISEÑO DE RADIO ENLACES, PARA INTERCONECTAR LOCALIDADES FILIALES DE LA IGLESIA: <file:///C:/Users/SMART14pro/Downloads/UG-FCMF-B-CINT-PTG-N.76.pdf>
- ESCUELA POLITECNICA NACIONAL. (07 de Enero de 2018). *ibidigital*. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10776/1/CD-6315.pdf>
- ITHELP. (s.f.). *RD-5G30 / Antena Ubiquiti Rocket Dish 30dBi 5Ghz 2x2 MiMo exterior*. Obtenido de ITHELP CONECTIVITY EXPERTS: <http://www.ithelp.cl/antenas/182-rd-5g30-antena-ubiquiti-rocket-dish-30dbi-5ghz-2x2-mimo-exterior.html>
- JOSE CAAMAÑO, S. R. (12 de Julio de 2017). *repository.poligran.edu*. Obtenido de [http://repository.poligran.edu.co/bitstream/handle/10823/926/Caamano\\_Rubio\\_Opcion\\_Grado\\_II.PDF?sequence=1&isAllowed=y](http://repository.poligran.edu.co/bitstream/handle/10823/926/Caamano_Rubio_Opcion_Grado_II.PDF?sequence=1&isAllowed=y)
- MikroTik. (s.f.). *NetMetal 5*. Obtenido de mikrotik.com: <https://mikrotik.com/product/RB921UAGS-5SHPaT-NM>
- Mikrotik. (s.f.). *Productos CCR1036-12G-4S-EM*. Obtenido de <https://mikrotik.com/product/CCR1036-12G-4S-EM>
- MORALES, S. M. (23 de Mayo de 2013). *repository.ean.edu.co*. Obtenido de <http://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/6024/MunevarSantiago2013.pdf?sequence=4>
- Ramos, F. (2017). *Radioenlaces Tecnología inalámbrica y diseño de radioenlaces*. Obtenido de Radioenlaces : <http://www.radioenlaces.es/articulos/perdidas-en-obstaculos/>
- Redtauros. (17 de Septiembre de 2013). *redtauros.com*. Obtenido de [http://www.redtauros.com/Clases/Medios\\_Transmision/04\\_Radioenlaces\\_Terrestres\\_Microondas\\_](http://www.redtauros.com/Clases/Medios_Transmision/04_Radioenlaces_Terrestres_Microondas_)
- RESTREPO RESTREPO, C. R., ARENAS PARDO, J. E., & CORTES JIMÉNEZ, J. I. (18 de MAYO de 2015). *INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA POLITÉCNICO GRANCOLOMBIANO*. Obtenido de <http://190.131.241.186/bitstream/handle/10823/675/ANALISIS%20DE%20VIABILIDAD%20DE%20RENOVACION....pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ruesca, P. (25 de Septiembre de 2016). *Radio comunicaciones*. Obtenido de <http://www.radiocomunicaciones.net/radio/author/radiocomunicaciones-net/page/3/>
- TP-Link Technologies. (15 de Enero de 2018). *tp-link.com*. Obtenido de [http://www.tp-link.com/ar/products/details/cat-43\\_MC100CM.html](http://www.tp-link.com/ar/products/details/cat-43_MC100CM.html)
- Ubnt. (14 de Enero de 2018). *rocket M*. Obtenido de <https://www.ubnt.com/airmax/rocketm/>
- UNIVERSIDAD INTERAMERICANA PARA EL DESARROLLO. (13 de Mayo de 2014). *moodle2.unid.edu*. Obtenido de [http://moodle2.unid.edu.mx/dts\\_cursos\\_md/lic/TIC/IT/S01/IT01\\_Lectura.pdf](http://moodle2.unid.edu.mx/dts_cursos_md/lic/TIC/IT/S01/IT01_Lectura.pdf)

## **Anexo**

Preguntas utilizadas en la entrevista que se le realizo al gerente propietario de la central ISP “PC SYSTEM”:

1. ¿Cuánto tiempo lleva laborando como ISP?
2. ¿Cuántos clientes tienen dentro de la red actualmente?
3. ¿Cuáles son los equipos de enlaces principales?
4. ¿Con cuántos megas de velocidad de internet trabaja en la red?
5. ¿Cómo realiza el enlace punto a punto?
6. ¿Con que equipos administra la red de la central?
7. ¿Cuántas torres de telecomunicación tiene?
8. ¿Cuáles son las torres principales y porque?
9. ¿Qué tipo de equipos utiliza para proveer el servicio a domicilio?
10. ¿Cuáles son las anomalías más frecuentes que se dan en la red?

Preguntas utilizadas en la entrevista que se mantuvo con ciertos clientes de la central ISP “PC SYSTEM”:

1. ¿Qué le parece el servicio que recibe por parte de la central ISP?
2. ¿Cuáles son los inconvenientes que se dan durante la navegación en internet?
3. ¿Cuán a menudo se presentan cortes en el servicio de internet?
4. ¿Qué le parece la velocidad de navegación que le ofrece la central ISP?

