



LINEAMIENTOS PARA UNA PLATAFORMA TECNOLÓGICA EN EL NODO PRINCIPAL DEL MUNICIPIO ESCUQUE DEL ESTADO TRUJILLO

GUIDELINES FOR A TECHNOLOGICAL PLATFORM IN THE MAIN NODE OF THE MUNICIPALITY OF ESCUQUE TRUJILLO STATE

Norelys Olayina Ledesma Colina
CANTV C.A
norelys_ledesma@hotmail.com

RESUMEN

El objeto del presente artículo, es documentar la investigación denominada: lineamientos para una plataforma tecnológica en el nodo principal del municipio Escuque del estado Trujillo. Esta investigación se llevó a cabo en la Universidad "Dr. Rafael Belloso Chacín" (URBE), en el marco de la Maestría de Telemática, adscrita al Centro de Investigación de Desarrollo Tecnológico y de Ingeniería (CIDETIU), en la Línea Matricial de Sistemas, Modelos y Metodologías de Ingeniería, abordando la línea potencial de Gestión de Tecnologías de Redes. La teoría se basó en los postulados de Forouzan, G (2006), Huidobro, J (2005), Figueiras, A (2002), entre otros. El estudio se ubicó en una investigación proyectiva-documental. El diseño se basa en el modelo de un proyecto de campo no experimental transversal, porque se realizó en un momento único durante el proceso de investigación. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Las estrategias utilizadas para lograr los objetivos de esta investigación están acordes con el diseño de investigación sistemático, pues pretende analizar una situación siguiendo un orden, una estructura investigativa que dé respuesta a las interrogantes de la misma. Los lineamientos resultantes se centraron en: (1) Garantizar la plataforma tecnológica de interconexión de voz y datos a través de fibra óptica; (2) documentar los parámetros de funcionamiento de la plataforma tecnológica para interconexión de voz y datos con efectividad en la calidad de servicio; (3) establecer el tipo de conexión con fibra óptica hasta el usuario para el cubrimiento de servicio de voz y datos.

Palabras clave: Plataforma Tecnológica, Nodo Principal, Escuque, Estado Trujillo.



INTRODUCCIÓN

La aplicación de distintos medios de transmisión se enfoca en una mayor conectividad. Según lo indicado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2016) el 54,4% de los habitantes de América Latina y el Caribe usó Internet en 2015, 20 puntos porcentuales más que en 2010, lo que da cuenta de los importantes avances en el acceso y la asequibilidad al servicio registrados en la región en el último quinquenio. Pese a ello, más de la mitad de los hogares aún no cuenta con acceso. En consecuencia, los ciudadanos tienen necesidad de conectarse para usar banda ancha y requieren de una plataforma para tenerla.

Sin embargo, como lo expresa Herrera, F (2003), la comunicación de datos presupone mayores requisitos en su red básica que el servicio de señal analógica o de voz para conseguir la transferencia correcta de datos. Tanenbaum, F (2003) explica que la cantidad de ancho de banda adicional requerida para voz es minúscula debido a que las redes de paquetes están dimensionadas para el tráfico de datos, por lo cual el aprovechamiento de la red colabora el servicio de voz al tiempo de la transmisión de internet bajo la misma estructura.

En el caso de Venezuela, indicadores de la Sociedad de la Información TIC en América Latina, expresa el alcance de 26,8% de usuarios en internet, sin embargo, no llega a todos los hogares. Además, el número de usuarios de internet aumentó en América Latina un 20% en los últimos cinco años, pero la velocidad del servicio sigue siendo muy deficiente, todo esto avalado según la Cepal (2016).

Venezuela muestra la velocidad más lenta en el acceso a través de la banda ancha fija (1,9 Mbps). Los usuarios se muestran insatisfechos con los servicios de internet, o la cobertura de los proveedores de internet, ya que la descarga y subida de datos se encuentra limitada en calidad. Es por ello, que diferentes organizaciones apuntan a mejorar infraestructuras para un mejor servicio.

En ese orden, una plataforma tecnológica representa el fundamento para hacer funcionar una red de comunicación en alta velocidad en forma compatible con la infraestructura presente en el área, con el fin de brindar el mejor servicio de voz y datos, reutilizando las líneas metálicas presente en sistemas de voz anteriores, pero no solo para la comunicación telefónica sino la conexión a internet.

En este sentido, las telecomunicaciones en Venezuela, están inmersas en un período de cambios, dirigidos a aumentar su cobertura y ampliar servicios hacia las necesidades presentadas. Además, el aumento de la demanda de los requerimientos hace que las empresas o grandes organizaciones se vean en la obligación de la implantación de redes de telecomunicaciones las cuales definan su comunicación con diferentes localidades mejorando los procesos y a su vez garantizando la eficiencia y eficacia de los resultados. Huidobro, J (2005),

Un punto de atención de estas mejoras es el caso del Municipio Escuque, Sector Sabana Libre del Estado Trujillo donde no poseen acceso a una comunicación telefónica alámbrica, Internet o cualquier otro servicio de voz y datos alámbrico. Incluso su cobertura en datos móviles también es deficiente. Las compañías que brindan ofertas de servicios triple play han sido una opción para la cobertura de



servicios, pero es insuficiente debido al número de abonados, además, por ser una tecnología insipiente en la zona, sus costos son muy altos.

Entonces, las diferencias entre las redes de acceso existirán, al menos, durante un largo período en el que las tecnologías y las estrategias de negocio irán siendo probadas por el propio mercado. Esto es ocasionado, por una distribución heterogénea de las comunicaciones en el territorio venezolano. Considerando el crecimiento del consumo de este servicio y la cantidad de usuarios que ameritan el acceso a internet la demanda en todas las regiones se hace presente. Expresamente Manzano, M (2013), describe un contexto de suscriptores de 3.620.784 para el 2013, de los cuales se conectan vía dial up (teléfono), 2.095.258 por banda ancha fija y 1.295.186 por banda ancha móvil; comprendiendo una penetración de internet dominada por el Distrito Capital, y en menor grado en el resto del país.

En consecuencia, Escuque no representa una capital con gran desarrollo, el Sector Sabana Libre es una zona comunitaria, entonces no tienen un plan de banda ancha fija que sea utilizada en la transmisión de datos sobre la cual se utilice para voz. Para Figueiras, F (2002), las líneas de cobre ya no pueden ser suficiente cuando el abonado está a una distancia grande (más de 10 km) o cuando deba conectarse a una red que exija la transmisión de mayores anchos de banda, que no están soportadas por el par de cobre, como en la velocidad de algunos servicios: voz: 64 kbps, ISDN: 144 kbps, Central de 30 líneas: 2 Mbps, Video de alta calidad: 5 Mbps, tv por cable: 34 Mbps

Las redes de acceso ópticas posibilitan mayores prestaciones y velocidades superiores, que las permitidas por la red de acceso sobre par de cobre. En ese orden, Abreu, A (2009), expresa que la fibra óptica es, en la actualidad, la guía de onda comercial con mayor capacidad de transmisión en términos de ancho de banda y resistencia al ruido electromagnético; una alternativa para combinar o desarrollar líneas de comunicación efectivas, y lleguen a brindar un servicio de calidad para los abonados. Forouzan G (2006)

Es decir, atendiendo nodos de comunicación en ciudades y centros más poblados, disminuyendo la atención a centros más remotos. La visión de enfocar en zonas capitales el servicio de internet, ha hecho descuidar la comunicación en áreas más remotas como esta área. Ha sido suplido por el acceso móvil o la ausencia del servicio creando un usuario insatisfecho y una demanda creciente

Esta situación de inexistencia en un plan de ancho de banda fijo que provea un acceso a internet eficiente, esto genera clientes incomunicados, falta de clientes leales, variación en la preferencia de los servicios en las operadoras telefónicas por parte de los clientes y disminución de la competitividad en el mercado. Es por ello, las organizaciones destinadas a proveer el servicio de internet comenzaron a ajustar en forma progresiva, pero muy lentamente, el acceso a nuevas centrales para surtir otras áreas rurales con el desarrollo de redes, para aumentar el número de beneficiarios en banda ancha.

Es por ello, de continuar la situación los usuarios presentarán dificultades en afiliarse a una red de comunicación brindada por un proveedor que ofrezca al usuario diversidad de opciones, según sus requerimientos, lo cual pueda sumar



formas de trabajo y aplicaciones en red, ya que carecen de una plataforma que los puedan conectar en forma activa en la transmisión de datos con el uso mínimo para voz.

Por tanto, son necesarias diferentes alternativas para los usuarios, donde a través de modelos compatibles de hardware como plataformas tecnológicas basadas en elementos de conexión que brinden mayor inclusión y velocidad para atender las demandas de los usuarios, permitiendo por medio de la interconexión de elementos para crear un nuevo esquema de comunicación al nodo principal de Escuque, Estado Trujillo.

Esta clase de desarrollo en zonas comunitarias han sido promovidas por organizaciones como la Corporación World Net, C.A (CWN), siendo una empresa con 15 años de experiencia en el área de telecomunicaciones e informática, está enfocada en la instalaciones, construcciones e implementación de tecnologías de nueva generación de redes de acceso de planta externa a través de redes de fibra óptica, y otros medios, para ofrecer servicios de voz y datos de alto nivel, con el objetivo de transmisiones sin limitación alguna y un mayor ancho de banda, lo que garantizará la continuidad y una buena calidad de interconexión.

Finalmente, la continua mejora en las plataformas tecnológicas por los proveedores de internet debe ser una meta incesante. Es por ello, el gran interés en el desarrollo de una plataforma tecnológica en el nodo principal del municipio Escuque del Estado Trujillo, para seguir satisfaciendo la creciente demanda en aplicaciones de internet, en el aumento cuantitativo y cualitativo de este servicio, por lo cual amerita el desarrollo de infraestructura de red para este fin. Además, ofrecer una infraestructura de telecomunicaciones basada en tecnología de punta y de alta confiabilidad, que posibilitará el acceso a servicios de, banda ancha a toda la población del Sector.

Con base a los aspectos antes mencionados, se planteó la siguiente interrogante: ¿Cómo mejorar el servicio de voz y datos con una plataforma tecnológica con una red óptica en el nodo principal del Municipio Escuque del Estado Trujillo?

METODOLOGÍA

El estudio se ubicó en una investigación proyectiva-documental, puesto que se pretendió diseñar una red de voz y datos en el nodo principal de Escuque Estado Trujillo, con el fin de buscar una alternativa de solución a la situación objeto de estudio. Además, en el aspecto documental, las revisiones críticas del estado del conocimiento: integración, organización y evaluación de la información teórica y empírica existente sobre el problema, focalizado ya sea en el progreso de la investigación actual, y posibles vías para su solución, con el fin de consolidar una opción como solución.

Por otro lado, el diseño de la investigación se basó en el modelo de un proyecto de campo no experimental transversal, porque se realizó en un momento único



durante el proceso de investigación, es decir, se recolectaron los datos en un solo momento en un tiempo único. Su propósito, fue describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Las estrategias utilizadas para lograr los objetivos de esta investigación están acordes con el diseño de investigación sistemático, pues se pretendió analizar una situación siguiendo un orden, una estructura investigativa que diera respuesta a las interrogantes de la misma.

La unidad de estudio o unidad de análisis aplicada es la Plataforma tecnológica para una interconexión de voz y datos en el nodo principal del municipio Esqueque del Estado Trujillo, la cual fue estudiada mediante los componentes de la red óptica, los requerimientos funcionales de la misma y la tecnología de acceso a la red de fibra óptica para un sistema de comunicación de alta velocidad, siendo el objeto de estudio.

Se pueden mencionar como técnica de recolección de información: la observación (ver o experimentar), la encuesta (preguntar), la entrevista (dialogar), la revisión documental (leer), las sesiones en profundidad (hacer o participar). El manual de trabajo de grado de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador – Venezuela (2005), en su estructura de proyecto expresa: las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información. En cuanto a la investigación a desarrollar se empleó la técnica de la revisión documental.

Los datos se obtienen por observación, medición y documentación de mediciones. Para este caso es la revisión documental, según Hernandez, R Fernández, C y Baptista, L (2003), define se comparará la documentación existente y se analizarán los soportes emitidos. Se consultará bibliografía necesaria que respalde los conceptos básicos del sistema de información, tiempo, calidad, comunicaciones, recursos humanos e integridad. Así obtener la información necesaria para dar respuestas a su pregunta de investigación (Hurtado, J 2008).

RESULTADOS

Los resultados obtenidos, fueron analizados y discriminados de acuerdo a las diferentes fases de desarrollo de la investigación. Los mismos se presentan a continuación:

Identificación de los componentes de la red de interconexión de datos

En el desarrollo de esta fase se busca responder al primer objetivo específico, con respecto a identificar los componentes de una plataforma tecnológica para una interconexión de voz y datos, con la premisa del uso de la fibra óptica como medio de alta efectividad en la transmisión de datos. En esta perspectiva, utilizar una red



óptica pasiva (PON) brinda un servicio de calidad a la unidad de análisis, representado por un sistema de comunicación: terminal del usuario, núcleo de la red y la red de acceso; cuyo medio de transmisión sea la fibra óptica, en detalle, cumplirán con el terminal de línea óptico, splitter, red de fibra y los terminales de red.

Como unidad de análisis se encuentra el sector Sabana Libre, parroquia perteneciente al municipio Escuque en el Estado Trujillo, ubicado a aproximadamente 5,28 Km de Valera (municipio Valera) y 5,43 Km de Escuque, a 963 metros sobre el nivel del mar; área del municipio con actividades rudimentarias, la cual carece de una estructura de telecomunicaciones propia.

Este trabajo de investigación tuvo como punto inicial el argumento de que la parroquia Sabana Libre ubicada en Escuque del Estado Trujillo, representada por 7.168 habitantes, según el Censo Nacional de Venezuela (2011), adolece en el servicio eficiente de voz y datos; es soportado débilmente por la telefonía móvil, siendo insuficiente. Las compañías que ofrecen servicio triple play han llegado a áreas cercanas, pero no brinda una cobertura real. Por ser un área demográfica pequeña, además, un sector con actividades económicas rudimentarias, no ha tenido la cobertura directa con un plan de banda ancha que represente una plataforma tecnológica para la transmisión de voz y datos, lo que confirma la composición heterogénea de los servicios en Venezuela.

Esta parroquia con 7.168 habitantes, se considerará en dos áreas: la primera, una llamada residencial hacia el norte, ya que se concentran la mayoría de las residencias de las unidades unifamiliares (Urbanización Vista Hermosa, como conjunto más importante), compuesto con aproximadamente 12 manzanas (6 viviendas por cuadra aprox.); la segunda, un área comercial hacia el sur, donde se encuentran una cantidad de viviendas menos cercanas y negocios pequeños, con una mayor extensión geográfica. En general, el sector está compuesto por casas de residencia y pequeños negocios que son los usuarios finales para estos servicios, cuya finalidad es ofrecer a la región un servicio efectivo en el uso de transmisión de voz e internet.

Para este momento, los pocos abonados que se suscriben al plan de telefonía fija dependen de una central ubicada en otro municipio, por tanto, no pueden ser atendidos con líneas de cobre (DSL) por la distancia que presentan entre sus puntos de transmisión, y carece de un desarrollo en la transmisión de servicios con mayor ancho de banda como ISDN o videos de alta calidad, por ejemplo.

En este caso, es necesario presentar un sistema de comunicación que logre esa comunicación efectiva, bajo la visión de la Corporación World Net, C.A (CWN), donde se consideren los aspectos de enlace y funcionamiento, bajo la esquematización propuesta por Figueiras, F (2002): terminal final, núcleo de red y red de acceso; como se describe en el siguiente cuadro:

Cuadro 1.
Sistema de comunicación para la red de interconexión en el nodo principal de Escuque Estado Trujillo.

Núcleo de red	Red de Acceso	Terminal final
<p>Está representado por el dispositivo ubicado en el nodo de conmutación donde se conecta con la red de acceso (fibra óptica).</p> <p>En una red óptica, el módulo OLT se encuentra en el nodo central de la operadora de telecomunicaciones, cuya función es transportar los datos desde la central hasta el splitter.</p> <p>El nodo principal de Escuque Estado Trujillo, para el sector Sabana Libre, se enlaza con una línea de alta capacidad, ya que conectan gran número de usuarios que desean afiliarse al servicio de voz y datos.</p> <p>La función de este núcleo, como lo afirma Prieto (2014), además de balancear el tráfico, debe ser capaz de proporcionar acceso a varias operadoras de servicio, e incluso acordar redundancia de conexiones para garantizar las multioperatividad.</p> <p>En este caso se aplicará a un operador neutro, promoviendo la competencia y el buen servicio.</p>	<p>El tipo de red de acceso está determinada por fibra óptica, específicamente son redes ópticas pasivas (PON), que llevará la fibra óptica desde el nodo al usuario.</p> <p>Elas aprovechan el uso de la fibra óptica para brindar las condiciones y ventajas de este medio, en un escenario geográfico del municipio.</p>	<p>Este dispositivo representa la interfaz del usuario con la red. Permite crear conexiones desde la distribución a los abonados (casas y pequeños negocios).</p>

Fuente: Elaboración Propia (2017)

Abreu, A (2009) señala que una red óptica como un enlace punto-multipunto que lleva una conexión de fibra óptica hasta la casa del usuario. En ella todos los elementos de la red son pasivos, por lo que no se necesita energía para la alimentación en ningún punto intermedio de la red. Esta red, aunque la distancia

máxima es de 10 a 20 km, buscan sustituir el tramo de cable de cobre por fibra óptica monomodo y los divisores eléctricos por divisores ópticos (splitters). De esta manera, se eliminan todos los componentes activos existentes entre el servidor y el cliente.

En el diseño se va a utilizar como base la arquitectura de una PON por la restricción de los elementos activos. En detalle, se escogió la tecnología EPON (PON con Ethernet de última milla) por sus múltiples ventajas, así como el auxilio de la estructura cableada desde la interfaz óptica hasta el usuario en una múltiple distribución. La red EPON aparece aprovechando la plataforma Ethernet, cuyo tráfico utiliza el encapsulado de tramas Ethernet, están son transmitidas por el OLT pasan a través del splitter 1:N, donde N puede ser entre 2 hasta 256, y llega a cada ONU.

Explica Novoa, R (2012) que el transporte de tráfico, siguiendo el IEEE 802.3, llamado Ethernet de última milla, incluye el uso full dúplex de acceso al medio, también garantiza velocidades de gigabits, que tiene que ser dividido para el número de usuarios. Esta tecnología permite una cobertura hasta 20 km desde el nodo central, lo cual permite al sector de Sabana Libre dar un radio de cobertura cónsono con su necesidad, además, tiene la distancia pertinente con puntos con la central CNC de la Compa a Anónima Nacional de Telecomunicaciones de Venezuela (Cantv) en la estación La Unión, estructuras preexistentes para reducir tiempo y costos de la instalación. Es de notar, que su extensión es mayor que la ofrecida por el par de cobre (DSL como máximo cubre 5, 5 km), que ha sido una limitación de prestar el servicio hasta el presente en la localidad.

En cuanto a la determinación y descripción de equipos a utilizar, la red inicialmente estará diseñada para un máximo de 256 equipos, entre familias y pequeños negocios, con posibilidad de expansión. Esta distribución se hace en dos áreas, una para el área residencial y otra para la comercial, 128 respectivamente.

El OLT es el elemento cabecero de la red, el cual representa el núcleo de la red. Para Novoa, R (2012) en una EPON cada OLT abarca un máximo de 256 puertos con una infraestructura monofibra como cable principal. La central estará ubicada en el interior de la parroquia Sabana Libre como equipo OLT, para distribuir como nodo principal en el área, expresado en la figura 24, cuyas coordenadas permiten el tramo de lo residencial y lo comercial. Desde éste salen cables de fibra, cada uno de dichos cables es capaz de transportar el tráfico de hasta 64 abonados y corresponde a un puerto PON en el equipo de la central. Estas fibras pueden tener una o varias etapas de splitters.

Para la red, se utilizará un equipo OLT, en el cual cada puerto reparte cada uno 64 abonados, que llevaría un total de 256 abonados. La OLT va a utilizar un hilo de fibra de cable principal. Cada OLT lleva un ancho de banda de 1.25 Gbps, entonces difundirlo entre 64 abonados cada cliente tendrá 19.53 Mbps de velocidad, un ancho de banda óptimo para poder brindar, con excelente calidad. En la tabla 1 se resume lo mencionado.

Tabla 1.
Velocidad de línea por usuario para la red.

Tecnología EPON	Velocidad de línea	Splitter 1:8	Splitter 1:64
Downstream	1.25 Gbps	156.25 Mbps	19.53 Mbps
Upstream	125 Gbps	1.25 bps	1.25 Gbps

Fuente: Propia (2017)

Explica Novoa, R (2012) los splitters dividen la señal que viene del OLT. En este caso se usarán una red con dos etapas de splitter. Según Abreu, A (2009) el tramo inicial de fibra óptica denominado feeder, (equivalente al cable primario en una red de cobre) luego del cual se encuentra una etapa de splitter de relación 1:4. Desde allí se tiene una etapa de cableado denominada Distribución, la cual finaliza en un segundo splitter, y en general oficia también de Drop Box, es decir, desde allí se sale con los cables de acometida de fibra directamente hacia el cliente, relación de 1:8 como lo haría una caja de dispersión del par de cobre.

Prieto, J (2014) agrega, los splitters ópticos se implementan cascadeando splitters "físicos" con relación 1:2, donde la señal de entrada se distribuye en dos caminos diferentes resultandos en una pérdida de potencia aproximadamente de 3,5 dB. Cada camino vuelve a separarse en dos permitiendo mayor distribución, pero también adicionando nuevamente una pérdida de potencia. Considerando lo propuesto para la conexión se tienen 32 puertos por cliente en las EPON, y dado que cada nodo cuenta con 8 puertos EPON se tendrán 256 clientes por nodo.

Como diagrama una arquitectura de 32 usuarios/puerto con dos etapas de splitters se puede observar en la figura 1:

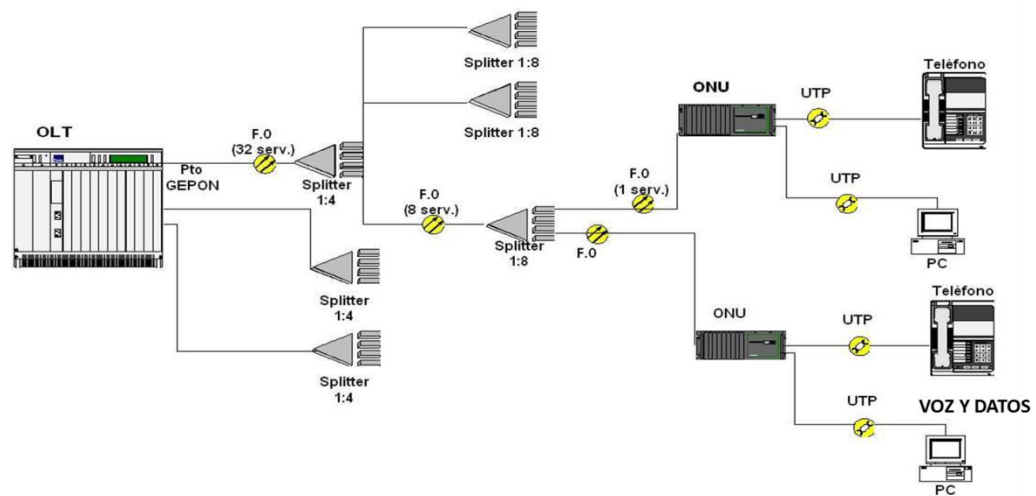


Figura 1. Red de splitters de dos etapas.
Fuente: propia (2017)

El ONU es el último elemento en la red, el cual estará ubicado en el “lugar cercano del cliente”. Y como se mencion , serán 256 ONUS para 256 usuarios, lo que significa un ONU por residencia y/o negocio pequeño. Los terminales de abonado u ONUs son los encargados de dialogar con el equipo PON de la central terminando dicho enlace, y ofreciendo hacia el usuario generalmente una interfaz Ethernet para los servicios de datos mediante un conector RJ45

En esta misma definición en cuanto al tipo de vía de acceso para la red se va a utilizar la fibra óptica, específicamente fibra monomodo. El cable principal de fibra tiene un mínimo de 4 hilos de fibra monomodo, con el fin de tener disponible para mejorar la red, ya que se incrementan el número de hilos para la transmisión. Abreu, A (2009) expresa que todas las diferentes tecnologías PON dadas las longitudes de onda con las que operan son capaces de funcionar con fibras ópticas estándar, según ITU-T G.652, sin necesidad de fibras especiales.

Con todo lo anterior, se considera en este enlace EPON con dos niveles de splitter, al tenerse mayor cantidad de puerto, entonces la plataforma tecnológica con la multiplexación estadística está enfocada a satisfacer la cantidad de usuarios, con lo cual se podría tener una relación de concentración mayor, o en su defecto el tráfico de pico por abonado podrá ser mayor que el especificado. A su vez, se hace un uso más eficiente de los recursos, tanto de la fibra óptica como de los equipos, y por lo tanto es menos costosa.

Determinación de los Requerimientos

Se va a diseñar un tendido de fibra óptica, con características de una red óptica pasiva, a utilizarse como parte de la red de acceso desde el nodo principal de Escuque Estado Trujillo para el área de Sabana Libre. Para el diseño de la plataforma tecnológica de la red de interconexión de voz y datos del nodo principal de Escuque Estado Trujillo se han tomado en cuenta algunas consideraciones que tienen diferentes casos:

Ancho de banda. Solamente el uso de un medio de transmisión como la fibra óptica no garantiza el uso del ancho de banda de una red. Partiendo de la cantidad de usuarios de una red EPON, Guitian, A (2010), explica que la velocidad de línea es de 1.25 Gbps en ambos canales de transmisión, pero para el canal descendente se divide esta velocidad en los dos niveles de splitters. Después del primer nivel de splitter, la velocidad de línea es de 156.25 Mbps, que proviene de la razón del splitter 1:8. Luego, en el segundo nivel de splitter, a razón de 1:4 se llega a una velocidad de 39.06 Mbps. En el canal ascendente, dado que se comporta punto a punto la velocidad se mantiene en 1.25 Gbps.

Para este sector, otras empresas como de servicios de televisión por cable, que cuenta con una red de acceso HFC, ofrece a una porción del municipio Escuque servicio de triple play con un ancho de banda máximo de 1.2 Mbps para internet a usuarios residenciales y CNT por medio del ADSL entrega hasta 4 Mbps, por lo cual esta opción mejora el servicio.



En otro punto, con un ancho de banda de 39.06 Mbps por cliente, determinado por cada puerto PON del diseño a continuación, no solo responde a la primera necesidad inmediata de suministrar el servicio de banda ancha a los clientes del sector, sino que supera el valor registrado de 1.9 Mbps, según Cepal (2016). Esto en términos generales, representa una mejora en la percepción del servicio del usuario.

Interferencia Electromagnética/Interferencia de Radiofrecuencia. A este respecto, Hernández, D (2013) afirman sobre la interferencia y el ruido externo son factores importantes, por eso se utilizan coberturas externas y el trenzado. La línea de transmisión propuesta por la fibra óptica aventaja al medio en el tratamiento de señales electromagnéticas que ataquen o disminuyan la calidad de la data transmitida, y por eso el cambio a fibra óptica tiende a esa clase de mejoras.

Ámbito Geográfico. La parroquia de Sabana Libre está situada aproximadamente 5,28 Km de Valera (municipio Valera) y 5,43 Km de Escuque; esta red a partir del núcleo principal consta con una sola etapa, dividida en dos áreas: la residencial, con 12 manzanas aproximadamente; además el área comercial, donde una menor cantidad de viviendas y locales comerciales se encuentran geográficamente más dispersos, para dar un total de 256 abonados. Abreu, A (2009) afirma que los estándares PON especifican distancias máximas alcanzables de hasta 20 km entre OLT y ONT, por lo cual la distancia de la cobertura de la red entra en ese radio.

Tomando como referencia la referencia donde se espera ubicar la OLT, todos los puntos extremos están dentro del rango para la extensión de red óptica pasiva. Así mismo, se evidencia longitudes distintas entre el área comercial, más próxima, que la residencial, en consecuencia, la segunda tendrá mayor pérdida.

En otro punto, con respecto a la cobertura geográfica Prieto, J (2014) expresa que cuando la población no es lo suficiente extensa, la red principal se conecta directamente a la red de acceso, que contiene los nodos finales que dan el acceso a los usuarios de cualquier tipo, ya sean viviendas particulares, bloques de viviendas, edificios administrativos y no residenciales, etc. Tal es el caso, de la topología con un nodo principal que sirva como red de acceso.

Cuando esta es población es pequeña, se debe incluir rutas redundantes, lo que favorece en una plataforma de operador neutro. Esta forma de diseño es posible ya que el nivel de enlace entre capas se realiza por protocolo IP, y recomendable porque en caso de congestión de tráfico de datos, las tramas pueden encontrar una ruta alternativa y así evitar "atascar" el sistema. Esta prevención evita el colapso de la red en el exceso de tráfico.

Balance óptico. Después de haber escogido los componentes para la instalación de la red, es necesario calcular el balance óptico del sistema. Este balance cuantificará las pérdidas máximas de la red y por lo tanto permitirá conocer la capacidad máxima de transmisión del sistema o la distancia máxima de cada enlace, dado que ambos parámetros son inversamente proporcionales entre sí. Todos los elementos deben considerarse.

Según Abreu, A (2009), la pérdida de inserción introducida por el cable de fibra óptica, esta dependerá de la longitud de onda a utilizar, para las usadas en estas tecnologías PON esta pérdida es de 0.40dB/km. También, la pérdida introducida

por los conectores, típicamente esta es de 0.5dB aproximadamente. En cuanto a la Pérdida introducida por cada empalme, esta depende de qué tipo de empalme se trate, un empalme mecánico introducirá típicamente una pérdida aproximada de 0.5dB, mientras que en el caso de un empalme por fusión será de aproximadamente 0.1dB.

Planteando estos elementos con pérdidas en todo el sistema, se analiza la siguiente figura:

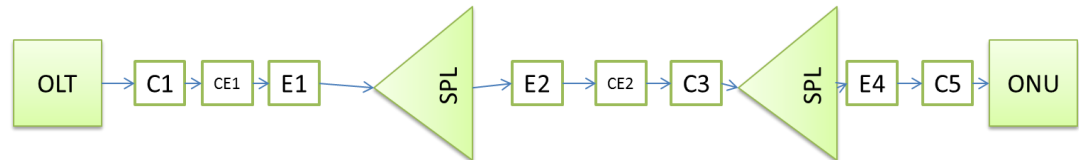


Figura 2. Elementos de red.
Fuente: propia (2017)

Como explica Prieto, J (2014), si en la citada expresión se sustituye, a modo de ejemplo, las variables por datos numéricos atendiendo a una situación típica como atenuación de fibra óptica 0.40dB/km, 3 empalmes y 3 conectores con atenuaciones de 0,1 y 0,5 dB respectivamente, sin amplificadores, entonces la expresión atendería a la forma siguiente, en dos casos, para el área residencial y para el área comercial.

En el área residencial: la pérdida por fibra para 1200 m, entre el nodo óptico y la primera caja de empalme (CE1), distancias entre 20 m entre el segundo empalme y conector, E2 y CE2 respectivamente; y 100 m entre las cajas de empalmes y conector de la ONU. Incluyendo 5 conectores y 4 empalmes, y los splitters, en este caso. Para el caso del área comercial, se utiliza una distribución más dispersa, con distancias de 200 m entre las cajas de empalmes y conector de la ONU.

$$FO = \frac{(1200 \text{ m} + 20 \text{ m} + 100 \text{ m} + 15\text{m})}{1000} * 0.4 \frac{\text{dB}}{\text{km}} = 0.534 \text{ db}$$

Conectores: 5*0,5 = 2.5 db

Empalmes: 4*0.1=0.4 db

Splitters: 2*3.5=7 db, por tener dos etapas

De donde se obtiene una atenuación total de extremo a extremo de 10,434 db.

Para el caso de la zona comercial, donde la distancia cambia:

$$FO = \frac{(1950 \text{ m} + 20 \text{ m} + 200 \text{ m} + 15\text{m})}{1000} * 0.4 \frac{\text{dB}}{\text{km}} = 0.874 \text{ db}$$

Conectores: 5*0,5 = 2.5 db

Empalmes: 4*0.1=0.4 db

Splitters: 2*3.5=7 db, por tener dos etapas

De donde se obtiene una atenuación total de extremo a extremo de 10,774 db.

Requisitos Fundamentales. Como requisitos fundamentales, tomando lo dicho por Díaz, F (2014), citando los siguientes aspectos:

La cobertura de la plataforma tecnológica cubre los abonados en el sector de Sabana Libre, Escuque Estado Trujillo, ya que el número de ONUs están revisados según el número de usuarios previsto en toda la parroquia.

Para el aprovechamiento de canalizaciones anteriores, por carecer de una estructura de banda ancha para servicio de datos, ya que la estructura xdsl no tiene la robustez para esta oferta.

Abreu, A (2009), afirma que para la segunda etapa de los splitters el cableado se realiza con tendido aéreo, en este caso coincide con esta técnica para colocar un tendido de línea cableada de este punto al usuario.

En cuanto a la escalabilidad, Novoa, R (2012) explica que la red diseñada, en general, es escalable ya que tiene la capacidad de incrementar su rendimiento sin necesidad de rediseñarse. Con esta finalidad se utilizó un solo equipo OLT por cada 64 usuarios, esto garantiza que se puede brindar un servicio de alta velocidad a estos abonados y agregar nuevos suscriptores a la red sin necesidad de sobrecargar el canal, con una saturación de tráfico, para garantizar la calidad de servicio.

Diseño de la red óptica

A continuación, se presenta el conjunto de elementos pasivos interconectados que representan el diseño de una red que representa la plataforma tecnológica de la investigación. El diseño de la red es flexible en todas sus etapas, ya que la topología elegida es abierta a modificaciones, como lo expresa Novoa, R (2012), además en las etapas de distribución se utilizó cables con un número de fibras mayor al necesario dejando así fibras de respaldo, las cuales se pueden utilizar para expandir la red.

Tipo de conexiones. Una red óptica pasiva es una red punto-multipunto, como afirma Cortés, A (2016), en el caso de la EPON por el cableado Ethernet utiliza una plataforma con punto a punto, fibra óptica dedicada con un nodo remoto y una línea o terminal de red óptica (ONU/ONT) hacia el usuario final. Abreu, A (2009) agrega, sobre los splitters ópticos pasivos permiten la conexión punto a multipunto, entonces, permiten que las señales ópticas de una fibra puedan ser distribuidas a otras varias fibras. Una sola fibra conectada al OLT puede distribuirse y conectar hasta 64 ONUs diferentes según las recomendaciones.

Según Novoa, R (2012), por el canal descendente es una arquitectura punto-multipunto, representado en la figura 29, como utiliza el protocolo Ethernet. En el canal ascendente, lo que ocurre es que en el comportamiento de la EPON es el de arquitectura punto-punto, ya que cada ONU transmite contenidos al OLT, es decir, las tramas provenientes de la ONU se transmitirán simultáneamente, aunque haya riesgo de colisión. En este caso para el canal descendente, la velocidad de línea es

de 156.25 Mbps; pero en el ascendente, se comporta como un punto a punto la velocidad se mantiene en 1.25 Gbps.

Topología física. Para esta red, se escogió la topología física tipo árbol-rama, con la finalidad de la flexibilidad en la red. Para eso se orienta la figura 30, donde se observa que la red desde el nodo y se divide por los splitter, en dos etapas, generando una forma híbrida árbol-rama. Este diagrama es solo para un solo hilo de fibra óptica, el total de la red para la plataforma tecnológica de interconexión de voz y datos para el nodo principal de Escuque Estado Trujillo sería otro esquema, ya que hay 1 OLT, 36 splitters y 256 ONUs, expresado en la figura siguiente:

Para esta red, se escogió la topología física tipo árbol-rama, con la finalidad de la flexibilidad en la red. Para eso se orienta la figura 3, donde se observa que la red desde el nodo y se divide por los splitter, en dos etapas, generando una forma híbrida árbol-rama. Este diagrama es solo para un solo hilo de fibra óptica, el total de la red para la plataforma tecnológica de interconexión de voz y datos para el nodo principal de Escuque Estado Trujillo sería otro esquema, ya que hay 1 OLT, 36 splitters y 256 ONUs, expresado en la figura siguiente:

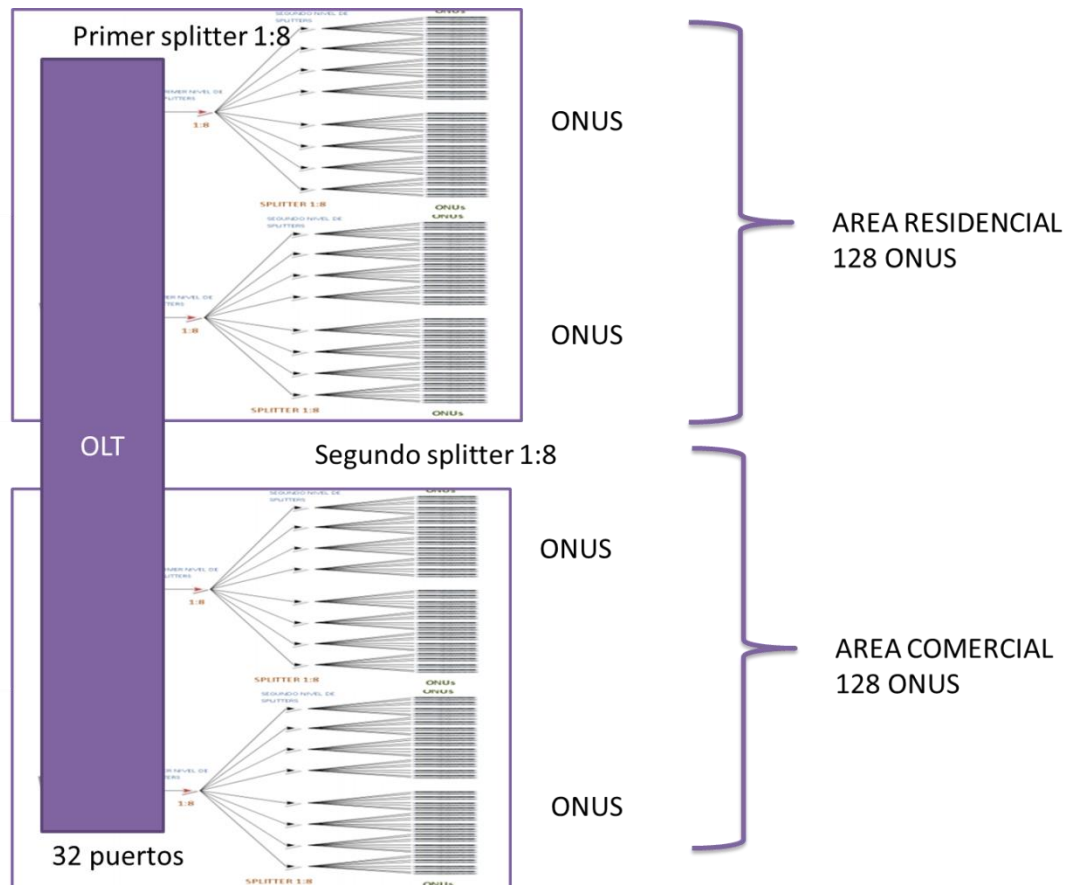


Figura 3. Topología física de la red propuesta.
Fuente: Elaboración Propia (2017)

Topología FTTX. Como toda red EPON, Novoa, R (2012) expresa que este diseño obedece el estándar 802.3ah, por lo tanto, tiene los elementos de una red PON común. Toda la red utilizará fibra óptica y la estructura se hará con un diseño utilizando el principio FTTX, en base a los requerimientos y la geografía del escenario.

Por las características geográficas y el número de usuarios se configura la topología como FTTC, es decir, “fibra hasta la acera”, llegando hasta el armario de telecomunicaciones en la acera. Esta caja terminal, dará cobertura a todas las viviendas o usuarios finales de una cuadra. Debiendo estar ubicada en un punto que el cableado Ethernet se dirija al usuario final.

El desplazamiento de la fibra óptica irá desde el nodo central (dentro de la parroquia) hasta las dos áreas, residencial y comercial, para cubrir la demanda de usuarios. Llegará con la tecnología FTTC, para llegar hasta el armario de comunicación en un punto para la cuadra, así garantizar la calidad del servicio.

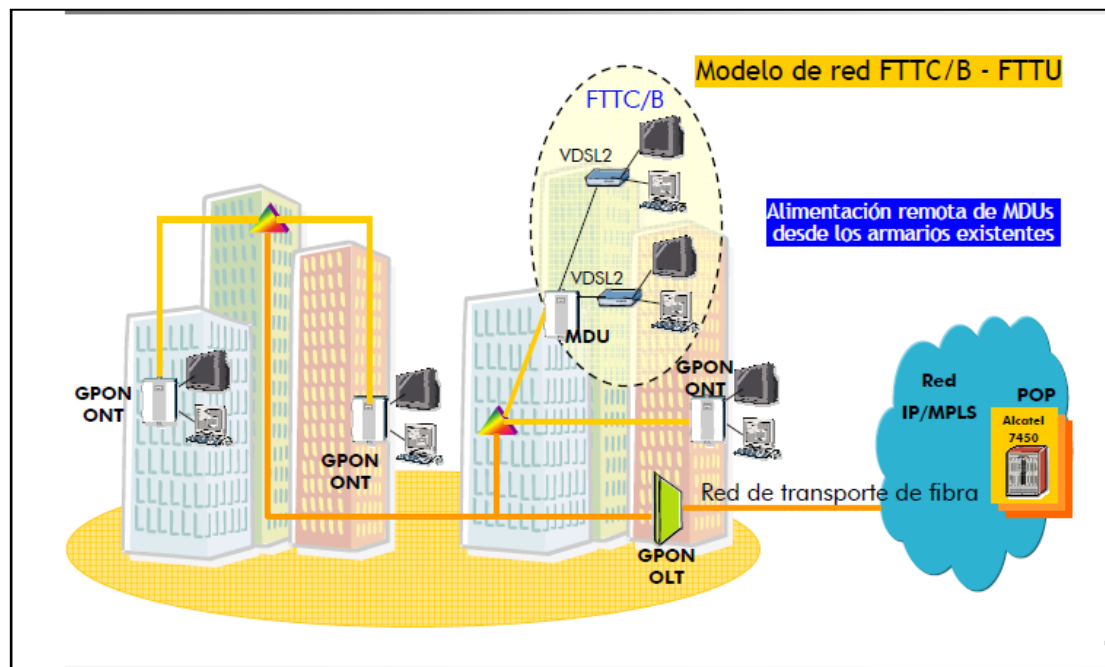


Figura 3. Modelo para FTTC
Fuente: Alcatel Alcatel-Lucent

El esquema de conexión descrita en la figura 16 es la descripción del modelo de comunicación para una FTTC. La primera etapa va desde el nodo central ubicado dentro del área y se dirige al primer divisor óptico (splitter), con una razón 1:8, luego, la distribución en un segundo splitter, generando una pérdida de 15 db para ese punto, se desplaza hasta un punto más cercana a los usuarios, como para concentrar la señal hacia un armario de comunicación, que coincide un área común (hasta la acera).



Con todo lo anterior, se analiza el caso de una red de fibra óptica pasiva PON con tecnología EPON y una topología de tipo FTTC, a través del cual se conecta el nodo principal de Escuque Estado Trujillo, a través de un punto de conmutación en el área de Sabana Libre, para brindar un servicio de banda ancha; conformado por un OLT, 36 splitters y 256 ONUs/ONTs, distribuidas en dos áreas: residencial y comercial.

Plan Operativo.

Para el cuarto objetivo, correspondiente a Desarrollar un plan operativo para una plataforma tecnológica en el nodo principal del Municipio Escuque del Estado Trujillo; estos resultados provienen del análisis de las fases anteriores, con lo cual se proponen lineamientos para la red de interconexión de voz y datos para el nodo principal de Escuque Estado Trujillo por medio de la fibra óptica para alcanzar el objetivo general de la investigación.

En este caso, un lineamiento se propone bajo la perspectiva de la Corporación World Net, cuya experiencia en el campo de las telecomunicaciones aportó una estrategia de abordaje comprobada y efectiva, ante la iniciativa de nuevas líneas de distribución de sus servicios, permitiendo ofertar una plataforma tecnológica que responda a la interconexión de voz y datos requerida en el sector.

En este orden de ideas, los lineamientos se estructuran en tres puntos: (1) Garantizar la plataforma tecnológica de interconexión de voz y datos a través de fibra óptica; (2) documentar los parámetros de funcionamiento de la plataforma tecnológica para interconexión de voz y datos con efectividad en la calidad de servicio; (3) establecer el tipo de conexión con fibra óptica hasta el usuario para el cubrimiento de servicio de voz y datos. En cada uno se detalla sus logros dentro del plan operativo, a través de sus objetivos y actividades, describiendo las acciones para lograrlo. En este orden, la finalidad es brindar un sistema de comunicación en el nodo principal de Escuque Estado Trujillo, aplicando una red que tome los elementos, hasta una distribución de servicio efectivo a los usuarios.

En lo que se refiere a la fase I, para el primer lineamiento se procede a realizar un estudio de campo en la zona donde se desea prestar el servicio de una red de acceso con fibra óptica con tecnología EPON, con la finalidad de garantizar el funcionamiento de los componentes de la red para brindar el servicio de banda ancha. Este primer lineamiento da la pauta del momento inicial del proyecto, que sitúa el contexto para el desarrollo de las futuras etapas.

Como primer paso, se ubica el talento humano correspondiente a la disposición del proyecto. Este recurso tiene varios roles: el factor técnico, en la disposición del conocimiento en redes para desarrollar las pautas del proyecto, el papel de la captación de necesidades tanto del público como del diagnóstico de las condiciones de conexión presentes en el área, así también el papel de proyectista, ya que el factor de organizar los recursos presentes y requeridos.

Este sistema integrado, está centrado principalmente en la funcionalidad de arquitectura punto-multipunto activo de la red, en forma ascendente y descendente, que incluye a la red de abonados de la localidad de Sabana Libre, Esecuque Estado Trujillo, ya que provee la plataforma para la transmisión de datos. Para tal fin se consolida el cuadro siguiente:

Cuadro 3.
Lineamiento 1

Lineamiento	Garantizar la plataforma tecnológica de interconexión de voz y datos a través de fibra óptica		
Objetivo	Seleccionar la red de acceso con tecnología EPON para establecer la plataforma tecnológica de interconexión de voz y datos a través de fibra óptica		
Objetivos específicos y actividades	Objetivos	Actividades	Tiempo (días)
1	Determinar el recurso humano con conocimiento en desarrollo de redes ópticas	Realizar el proceso de selección y reclutamiento orientado a redes ópticas.	50
		Capacitar al personal en técnicas de cableado de armarios de comunicación a elementos finales de los usuarios.	25
2	Identificar los usuarios finales suscriptores del servicio de voz y datos	Revisar las conexiones digitales CNC de telefonía fija.	25
		Realizar una campaña de captación para suscriptores del servicio.	20
3	Verificar la red de distribución hacia las terminales de usuario.	Indagar sobre los nodos de distribución en las manzanas del sector.	10
		Comprobar conexiones preexistentes disponibles para Ethernet de última milla	25
		Revisar el número de abonados según diseño árbol malla	30
4	Comprobar la conexión de dato	Probar la recepción de señal de banda ancha	30
5	Integrar la red de abonados a la plataforma tecnológica	Comprobar la relación de afiliación al núcleo de red	10
		Revisar la base de datos de abonados como suscriptores del servicio de voz y datos.	10
6	Realizar el cierre de la instalación de la red de comunicación con fibra óptica	Reunir al personal	5
		Determinar puntos de atención en la transmisión de datos	5
		Proponer nuevos nodos de distribución para ampliar la red	5
Visión de contexto	Desarrollar una plataforma tecnológica flexible y escalable para la interconexión de voz y datos a través una red óptica pasiva Ethernet con la calidad de servicio al sector de Sabana Libre, con la perspectiva de incluir nuevos abonados satisfaciendo la demanda creciente de servicio de internet.		

Fuente: Elaboración Propia (2017)

Con respecto al segundo lineamiento el cual permite identificar los parámetros de funcionamiento de red según la visión de calidad en el servicio de internet, busca establecer un seguimiento para la aplicación y mejora de la red de comunicación con el propósito de ofrecer un servicio de calidad dentro de los estándares internacionales para la prestación de voz y datos. En consecuencia, el equipo de desarrollo permite desarrollar los requerimientos funcionales según los procesos de transmisión de datos. Se resumen en el cuadro siguiente:

Cuadro 4.
Lineamiento 2

Lineamiento	documentar los parámetros de funcionamiento de la plataforma tecnológica para interconexión de voz y datos con efectividad en la calidad de servicio		
Objetivo	Establecer los parámetros de funcionamiento de la plataforma tecnológica para una interconexión de voz y datos con calidad		
Objetivos específicos y actividades.	Objetivos	Actividades	Tiempo (días)
1	Definir el personal técnico con conocimiento para evaluar las condiciones de comunicación	Reclutamiento de personal	50
		Seleccionar parámetros funcionamiento de redes de comunicación	10
2	Obtener los parámetros de funcionalidad de la red EPON.	Investigar sobre los parámetros de ancho de banda, interferencia electromagnética, requisitos fundamentales de los componentes de la red EPON.	30
		Verificar las arquitecturas ascendentes y descendentes de la red.	10
		Calcular el balance óptico del diseño propuesto.	10
		Clasificar los sitios por categorías	10
3	Crear un registro de los puntos a visualizar en el servicio de internet	Recopilar los puntos de interés	9
		Estructurar la información a mostrar.	9
		Clasificar los sitios por categoría e interés	9
		Diseñar pruebas de funcionamiento	9
Visión de contexto	Registrar un conocimiento sobre la plataforma tecnológica para evaluar el desempeño de la red, con el fin de verificar que los parámetros de funcionamiento de la red EPON se encuentren en condiciones óptimas de una oferta del servicio de internet.		

Fuente: Elaboración Propia (2017)

Referente al tercer lineamiento, busca establecer el tipo de conexión con fibra óptica para la mejora y aplicación de redes ópticas pasivas. Consistiendo en realizar un diseño una topología de red con fibra óptica donde se plantee el tipo de tecnología FTTX, tomando en cuenta los parámetros de funcionamiento y geografía

del escenario, para reajustar los componentes de interconexión para la red. Se presenta el siguiente cuadro:

Cuadro 5.
Lineamiento 3

Lineamiento	establecer el tipo de conexión con fibra óptica hasta el usuario para el cubrimiento de servicio de voz y datos		
Objetivo	Establecer los parámetros de funcionamiento de la plataforma tecnológica para una interconexión de voz y datos con calidad		
Objetivos específicos y actividades.	Objetivos	Actividades	Tiempo (días)
1	Integrar el modelo de red a implantar	Realizar el diseño de red	60
		Ubicar los puntos de distribución de los splitter y armarios de comunicación.	10
		Inspeccionar la cobertura de los abonados con el diseño de red.	10
2	Inspeccionar el funcionamiento de los componentes requerido por la red óptica	Construir un equipo de trabajo	5
		Comprobar la existencia de tecnologías preexistentes y cobertura móvil.	10
		Examinar planes de trabajo con operadoras de telecomunicaciones, bajo un concepto de operador neutro.	10
3	Evaluar posibles mejoras sobre la red	Actualizar los servicios de internet para los usuarios.	10
		Indagar sobre plataforma de desarrollo para transmisiones ópticas.	10
		Incorporar nuevos sitios de interés.	10
		Elaborar planes de trabajo para el monitoreo de la calidad del servicio	10
		Actualizar base de datos de dispositivos finales de los usuarios finales.	10
4	Difundir a la población	Realizar campañas publicitarias exponiendo ventajas y características ventajosas del mercado	60
Visión de contexto	Desarrollar una topología de red de acceso con fibra óptica, con la finalidad de cumplir con la demanda cuantitativa y cualitativa de los usuarios, planteando un modelo flexible con un incremento de usuarios.		

Fuente: propia (2017)



CONCLUSIONES

Todos los capítulos anteriores y el análisis de resultados de la investigación, han generado un aporte al conocimiento lo que permite generar las siguientes conclusiones enfocadas en los objetivos de la investigación, en cuanto a la plataforma tecnológica para la interconexión de voz y datos para el nodo principal de Escuque Estado Trujillo.

Lo que respecta al primer objetivo, sobre Identificar los componentes de una plataforma tecnológica para una interconexión de voz y datos, se tomó en cuenta la fibra óptica como medio de transmisión de excelente calidad, por sus ventajas de velocidad de transmisión y calidad, características para brindar servicios de internet de calidad. El tipo de red de acceso aplicada es una red óptica pasiva de tecnología Ethernet (EPON), cuya última milla provee a los usuarios un terminal para recibir el servicio.

El sistema de red EPON con un OLT, como núcleo de red en el nodo principal, conectado a splitter en dos etapas, en suma está compuesto por un OLT, 24 splitter y 384 ONUS. Direccionado en que el área de cobertura provee a la parroquia sabana libre de Escuque Estado Trujillo el servicio de banda ancha, con estándares efectivos para los usuarios finales, compuesto de hogares y pequeños negocios.

Para el segundo objetivo, con referencia a determinar los requerimientos tecnológicos de la plataforma tecnológica en el nodo principal del municipio Escuque del Estado Trujillo, se estudiaron los aspectos de ancho de banda, la cual se estableció en 40 Mbps para cada usuario, superior a los servicios triple play en 1.2 Mbps ofrecido por la tecnología HFC o los 4 Mbps de la red xdsl. También, en cuanto al entorno geográfico está planteada una red redundante con una cantidad de abonados moderado, pero a quienes se les ofrecerá la plataforma de voz y datos.

Además, esta transmisión tiene la ventaja de usar la fibra óptica, la baja interferencia electromagnética, es una de ellas. En términos generales, la topología flexible, escalable, y consciente de la demanda de usuarios a cubrir representa un modelo de comunicación efectiva.

En cuanto al objetivo 3, el cual expresa Diseñar la plataforma tecnológica para una interconexión de voz y datos, analiza el caso de una red de fibra óptica pasiva PON con tecnología EPON y una topología de tipo FTTC. Esta disposición evidencia una conexión activa punto-multipunto, con una velocidad d 1,25 Gbps; con una topología árbol-rama que le permite flexibilidad y escalabilidad para futuras expansiones.

La topología de FTTX elegida fue FTTC (fibra hasta la acera) para crear un punto de conectividad por manzana orientado a utilizar el protocolo Ethernet como soporte para crear confianza en los usuarios, disminuir costos y complicaciones de diseños respondiendo con las expectativas del diseño planteado.

Finalmente, para el objetivo 4, referente a Desarrollar un plan operativo para una plataforma tecnológica en el nodo principal del Municipio Escuque del Estado Trujillo, tomando los resultados de los objetivos anteriores, para dar cumplimiento

con el objetivo general de la investigación: Proponer lineamientos para una plataforma tecnológico en el nodo principal del municipio Escuque del Estado Trujillo. Estos lineamientos están expresados como: (1) Garantizar la plataforma tecnológica de interconexión de voz y datos a través de fibra óptica; (2) documentar los parámetros de funcionamiento de la plataforma tecnológica para interconexión de voz y datos con efectividad en la calidad de servicio; (3) establecer el tipo de conexión con fibra óptica hasta el usuario para el cubrimiento de servicio de voz y datos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abreu, A. (2009). Características generales de una red de fibra óptica al hogar (FTTH). Memoria de trabajos de difusión científica y técnica, núm. 7 (2009). ISSN 1510-7450
- CANTV. Compañía anónima nacional de teléfonos de Venezuela. <http://www.cantv.com.ve/>
- Instituto Nacional de estadísticas (INE). (2011). Censo nacional de Venezuela. <http://www.ine.gov.ve/CENSO2011/>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2016). Regulación y competencia de las telecomunicaciones en Centroamérica: un análisis comparativo. ISBN: 9213225431. México DF. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/4942-regulacion-competencia-telecomunicaciones-centroamerica-un-analisis-comparativo>
- Cortés, A. (2016). Planificación y diseño de redes FTTH basadas en zonificación y servicios. Revista Prisma Tecnológico. Universidad Tecnológica de Panamá Vol. 7, Núm. 1
- Díaz, F. (2014). Venezuela: Internet se apaga en Táchira. Disponible en línea: <https://es.globalvoices.org/2014/02/22/venezuela-Internet-se-apaga-en-tachira/> Consultado el 27/02/2018
- Figueiras, A. (2002). Una panorámica de las telecomunicaciones, Editorial Limusa, México, DF.
- Forouzan, G. (2006). Data Communications Networking. McGraw-Hill Forouzan Networking. Four edition.
- IEEE (2014) 802.3 Ethernet working group. <http://www.ieee802.org/3/>
- Guevara, J. (2012). Diseño de una red LAN-CAMPUS. UNMSM. http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Ingenie/Guevara_J_J/cap5.pdf
- Guitian, A. (2010). Propuesta para implementar redes de voz y datos. Caso EDELCA. Universidad metropolitana decanato de estudios de postgrado especialización en gerencia y tecnología de las telecomunicaciones.
- Hernández, D. (2013). Teoría y práctica de la comunicación. Editorial La universidad de los andes, ULA. Merida, Venezuela.



- Hernández, R; Fernández, C y Baptista L. (2003). Metodología de la Investigación. 1era edición. México: McGraw Hill Interamericana
- Herrera, F. (2003) La aplicación de principios de derecho de competencia a la regulación sectorial de telecomunicaciones. ICE. Telecomunicaciones y audiovisual: regulación, competencia y tecnología septiembre-octubre 2006. n. ° 832. Madrid, España.
- Hurtado, J (2008) Paradigmas y métodos de investigación en tiempos de cambios. Los libros del nacional. Caracas Venezuela
- Huidobro, J. (2005). Tecnologías de telecomunicaciones., editorial Limusa, México. DF.
- Manzano M (2013) Alineación de un NOC de Telecomunicaciones al modelo Framework BPF y TAM para aseguramiento de servicio. Maestría en Redes de la Información y Conectividad. ESPE (Universidad de Fuerzas Armadas). Sede Salgonquí. Ecuador.
- Novoa, R. (2012). Diseño de una red óptica pasiva de acceso para una urbanización ubicada en la vía Samborondón. Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). Guayaquil, Ecuador.
- Prieto, J. (2014). Diseño de una red de acceso mediante fibra óptica. Proyecto de fin de carrera. Universidad Politécnica De Madrid
- Tanembaum F (2003) Redes de Computadoras. Editorial Pearson. 5ta edición en español traducida en México DF.

https://bibliotecavirtualapure.files.wordpress.com/2015/06/redes_de_computadoras-freelibros-org.pdf