



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**ANÁLISIS DE LA MIGRACIÓN DE MEDIOS TRADICIONALES DE TRANSMISIÓN A FIBRA
ÓPTICA EN EL PAÍS**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO:

INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

PRESENTADO POR:

21521085

FRANCES AYESTAS

ASESOR: ANA REYES

CAMPUS: SAN PEDRO SULA; JULIO, 2020

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto primeramente a Dios, por siempre iluminar mi camino y estar conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mi familia por su apoyo incondicional, a mis amigos por brindarme una mano siempre que lo necesite y por supuesto a todos los catedráticos que formaron mi vida universitaria.

AGRADECIMIENTO

A mis padres a quienes con mucho amor y cariño les dedico todo mi esfuerzo y trabajo puesto para la realización de este proyecto de investigación.

quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Es por ello que soy lo que soy ahora. Gracias infinitas no serán suficientes.

EPÍGRAFE

"Somos lo que hacemos repetidamente, la excelencia no es un acto, es un hábito."

-Aristóteles

RESUMEN EJECUTIVO

En el pasado, las velocidades de los medios de transmisión de cobre eran suficientes para satisfacer la demanda que los abonados tenían sin embargo hoy en día estas tecnologías han quedado atrás pues estas ya no satisfacen las necesidades de velocidad que el mercado actual exige, salvo algunos pueblos y municipios donde aún no se ha desplegado la fibra óptica, la mayoría de empresas de telecomunicaciones a nivel nacional e internacional han decidido migrar de medios tradicionales como el cobre a nuevas infraestructuras compuestas por fibra óptica. Conseguir estas velocidades es posible gracias a una serie de tecnologías modernas, y una de las más importantes la GPON. Varias empresas en el país han dado el paso o han proyectado su futuro utilizando este tipo de arquitecturas las cuales traen importantes ventajas mediante la utilización de fibra potenciando así las redes de cobre tradicionales. Se estima que esta transición traerá consigo un gran impacto y una mejora significativa en los servicios que nos han sido proporcionados con las redes tradicionales hasta hoy en día, basándonos en el impacto ocurrido en otros países y la recopilación de datos obtenida de algunas empresas del país permitiéndonos visualizar el panorama para el nuestro.

Palabras Clave: cobre, fibra optica, GPON.

ABSTRACT

As In the past, copper transmission media speeds were sufficient to satisfy the demand that subscribers had, but today these technologies have been left behind as they no longer meet the speed needs that the current market demands, except for some towns and cities. In municipalities where fiber optic has not yet been deployed, most telecommunications companies at national and international level have decided to migrate from traditional means such as copper to new infrastructures made up of fiber optics. Achieving these speeds is possible thanks to a series of modern technologies, and one of the most important is GPON.

Several companies in the country have taken the step or have projected their future using this type of architecture, which bring important advantages through the use of fiber, thus promoting traditional copper networks.

It is estimated that this transition will bring with it a great impact and a significant improvement in the services that have been provided to us with traditional networks until today, based on the impact that occurred in other countries and the data collection obtained from some companies in the country. allowing us to visualize the panorama for ours.

Key Words: copper, optical fiber, GPON.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
2.1 PRECEDENTES DEL PROBLEMA	2
2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	3
2.3 JUSTIFICACIÓN	4
2.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	5
2.5 OBJETIVOS	5
2.5.1 OBJETIVO GENERAL.....	6
2.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO.....	7
3.1 CABLE DE PAR TRENZADO.....	8
3.1.1 VENTAJAS	8
3.1.2 DESVENTAJAS.....	8
3.2 REDES CON CABLE COAXIAL	9
3.2.1 DIFERENCIAS ENTRE HFC Y FTTH.....	10
3.2.2 VENTAJAS DEL CABLE DE COBRE	10
3.2.3 DESVENTAJAS DEL CABLE DE COBRE.....	11
3.3 FIBRA ÓPTICA.....	11
3.3.1 VENTAJAS DE LA FIBRA ÓPTICA	11
3.3.2 TIPOS DE CONEXIONES	12
3.3.2.1 FTTH.....	12
3.3.2.2 FTTB	12

3.3.2.3 FTTC.....	12
3.3.2.4 FTTN	12
3.3.3 CARACTERÍSTICAS.....	13
3.3.4 GPON	15
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA.....	19
4.1 ENFOQUE.....	19
4.2 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.....	19
4.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS.....	20
4.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	20
4.5 METODOLOGÍA DE ESTUDIO	20
4.5.1 ETAPA I: RECOPIACIÓN	21
4.5.2 ETAPA II: ANÁLISIS	21
4.5.3 ETAPA III: RESULTADOS	21
4.6 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	21
CAPÍTULO V. RESULTADOS Y ANÁLISIS	23
5.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PAÍS.....	23
5.1.1 HONDUTEL.....	23
5.1.2 TIGO.....	23
5.1.3 CLARO.....	24
5.1.4 USO DE CABLE COAXIAL.....	24
5.1.5 USO DE FIBRA ÓPTICA.....	26
5.1.6 VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN	28
5.2 IMPLEMENTACIÓN DE FIBRA ÓPTICA EN OTROS PAÍSES	30

5.2.1 ESPAÑA.....	30
5.2.2 COLOMBIA.....	31
5.2.3 MÉXICO.....	32
5.3 PLANES A FUTURO DE LAS EMPRESAS HONDUREÑAS	34
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES	35
6.1 CONCLUSIÓN GENERAL	35
6.2 CONCLUSIONES ESPECÍFICAS	35
CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES	37
BIBLIOGRAFÍA.....	38
ANEXOS.....	41

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-Coste promedio del metro de fibra óptica en Honduras	11
Ilustración 2-Mapa global de los cables submarinos.....	15
Ilustración 3-Capa física de cada medio de transmisión	18
Ilustración 4-Metodología de estudio	20
Ilustración 5-Cantidad de redes conformadas por cable coaxial en las empresas TIGO ,CLARO y HONDUTEL a nivel nacional.....	24
Ilustración 6-Servicios brindados por las empresas a través de cable coaxial	25
Ilustración 7-Infraestructuras GPON en las empresas	26
Ilustración 8-Porcentaje de infraestructuras GPON en las empresas encuestadas	26
Ilustración 9-Porcentaje de infraestructuras compuestas por fibra optica en las empresas encuestadas.....	27
Ilustración 10-Porcentaje de servicios brindados por fibra optica en las empresas encuestadas	28
Ilustración 11-Porcentaje de velocidades de subida y de bajada manejadas a través de la red de cable coaxial por las empresas encuestadas	29
Ilustración 12-Porcentaje de velocidades de subida y de bajada manejadas a través de la red de fibra optica por las empresas encuestadas	30
Ilustración 13-Porcentaje de alta velocidad mediante fibra óptica 2019	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-ADSL o fibra óptica	5
Tabla 2-Características de la fibra óptica vs el cable coaxial.....	14
Tabla 3-Arquitectura GPON vs HFC	17
Tabla 4-Cronograma de actividades.....	22
Tabla 5-Servicios brindados a través de cable coaxial.....	25
Tabla 6-Servicios brindados a través de fibra óptica	27
Tabla 7-Velocidad de subida y bajada por medio de cable coaxial de cada empresa.....	28
Tabla 8-Velocidad de subida y bajada por medio de fibra óptica de cada empresa.....	29

LISTA DE SIGLAS Y GLOSARIO

ADSL: (Asymmetric Digital Subscriber List o Línea de Abonado Digital Asimétrica) es un tipo de tecnología de transmisión de datos digitales y acceso a Internet, que consiste en la transmisión mediante pares simétricos de cobre de línea telefónica.

HFC: es una combinación de cable y fibra. De esta manera, la fibra óptica no llega hasta el hogar, sino que llega hasta un nodo cercano al edificio.

FTTH: (Fiber To The Home o fibra hasta el hogar), es una tecnología de telecomunicaciones que consiste en la utilización de cableado de fibra óptica y sistemas de distribución ópticos para la provisión de servicios de Internet. conecta directamente las instalaciones del proveedor de servicios de Internet con el hogar del usuario.

FTTB :(Fiber To The Building) no tienen por objeto llegar hasta cada abonado, sino hasta una ubicación central en cada edificio o bloque de edificios.

FTTC :(fiber-to-the-cabinet). Es un modelo en el que la red de fibra óptica llega a un stand ubicado cerca de las casas y oficinas donde ha de usarse esta tecnología.

FTTN: es una modalidad de la familia FTTx que destaca por llevar la fibra hasta el nodo del operador y posteriormente llegar a casa del cliente con otro tipo de cable.

GPON: (Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit) es una tecnología de acceso de telecomunicaciones que utiliza cableado de fibra óptica para llegar hasta el usuario, es decir, la última milla se compone de fibra óptica.

Latencia: es un concepto que hace referencia al tiempo que tarda en transmitirse un paquete dentro de la red.

Atenuación : a pérdida de potencia sufrida por la misma al transitar por cualquier medio de transmisión.

IPTV : (*internet Protocol Television* o Televisión por Protocolo de Internet)se ha convertido en la denominación más común para los sistemas de distribución por suscripción de señales de televisión de pago usando conexiones de banda ancha sobre el protocolo IP. A menudo se

suministra junto con el servicio de conexión a Internet, proporcionado por un operador de banda ancha sobre la misma infraestructura, pero con un ancho de banda reservado.

VoIP : (*Voice over IP* o Voz por protocolo de internet) es un conjunto de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet empleando el protocolo IP (Protocolo de Internet). Esto significa que se envía la señal de voz en forma digital.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Cada vez se ve como las redes compuestas por fibra óptica ganan terreno sobre las redes tradicionales gracias a la ventaja que ofrece en cuanto a su velocidad a la hora de transmitir datos.

La fibra óptica es en la actualidad el mejor medio para transmitir información ya que puede alcanzar mayores velocidades siguiendo el principio de interpretar la luz como información.

Poco a poco se está apostando por esta nueva tecnología, pero una infraestructura conformada en su totalidad por fibra óptica no es muy común, generalmente, las empresas en nuestro país usan redes híbridas en las que la fibra óptica no llega directamente a alguna residencia, más bien a un nodo cercano.

Las infraestructuras de cobre han sido las más utilizadas hasta ahora, pero toda tecnología evoluciona y empezaron a ser utilizadas las redes híbridas (HFC) que son red que incluyen tanto fibra óptica como cable de cobre.

En últimas instancias, se está viendo como se ha extendido el uso de fibra óptica y el incremento a la demanda de redes compuestas por dicho material buscando las ventajas que esta tecnología ofrece como ser una transmisión de datos veloz, un mayor ancho de banda, evitar interferencias y mejoras en la calidad del video y sonido.

Con esto en mente varias empresas en el país han dado el paso a nuevas tecnologías como ser redes con GPON que con arquitecturas de punto a multipunto brinda las ventajas anteriormente mencionadas con el uso de la fibra potenciando así las redes de cobre tradicionales.

Se estima que esta transición traerá consigo un gran impacto y una mejora significativa en los servicios que nos han sido proporcionados con las redes tradicionales hasta hoy en día, por ello, es de vital importancia un estudio o investigación de estas nuevas tecnologías desde sus efectos positivos hasta sus desventajas, basándonos en el impacto ocurrido en otros países y la visualización del panorama para el nuestro.

CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 PRECEDENTES DEL PROBLEMA

Los cables de cobre nacieron para transportar las llamadas por voz y, con el paso de las décadas, se reconvirtieron para dar soporte a la señal de ADSL y, por tanto, a las primeras conexiones de internet. No obstante, cuando las necesidades de velocidad de las conexiones digitales aumentaron, los cables de cobre se hicieron insuficientes para soportar los nuevos equipos. Hicieron un esfuerzo increíble, pero no fue suficiente y era irregular. La distancia a la central siempre condicionaba la velocidad que podía alcanzarse. (Cano, 2018)

El termino de tecnología hibrida es acuñada debido a la combinación de cable y fibra que generalmente es utilizado por las empresas en la industria de las telecomunicaciones. esta ofrece las ventajas de una mayor facilidad de instalación, una mayor resistencia por parte del cable, su rentabilidad y la mayor cobertura con la que cuenta.

En estas redes hibridas el cable modem divide la red en dos canales (carga y descarga) en su momento fue considerado una total revolución, pero hoy en dia poco a poco van apareciendo compañías que ofrecen enlaces completos de fibra óptica hasta el hogar.

La fibra óptica ofrece una velocidad superior a la ofrecida por el par de cobre. La conexión de fibra FTTH (Fibre-to-the-Home) consiste en enlazar nuestra casa y la central de la operadora mediante un cable de fibra en vez del cable coaxial tradicional.

La fibra óptica es la última tecnología de banda ancha que ofrece multitud de ventajas sobre las conexiones tradicionales de cobre. Pese a ello, su despliegue no es sencillo ni económico ya que requiere volver a cablear todas las ciudades y edificios, ya que el tradicional cable de cobre no es compatible. Además, la tecnología conocida como FTTH, fibra óptica hasta el hogar, requiere que el cable de fibra entre en nuestro hogar, lo que eleva la dificultad de la instalación. Varias empresas empiezan a abrirse a las nuevas tecnologías buscando aprovechar las ventajas que la fibra trae. (Valero, AZadslzone, 2016)

Mientras que hace unos años era todo un éxito tener 10 Mbps de conexión ADSL, incluso algunos afortunados podían llegar a conseguir hasta 20 Mbps si las condiciones de la línea lo permitía,

estas velocidades han quedado hoy en día muy atrás y, salvo algunos pueblos y municipios donde aún no se ha desplegado la fibra óptica, es raro encontrarnos con conexiones FTTH de menos de 100 Mbps, incluso casi la velocidad media hoy en día son 300 Mbps. Conseguir estas velocidades es posible gracias a una serie de tecnologías modernas, y una de las más importantes la GPON. (Velasco, 2019)

2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En nuestro país algunas empresas han tomado la iniciativa de emigrar de estas redes HFC a redes GPON. GPON proviene del acrónimo inglés «Gigabit-capable Passive Optical Network» y quiere decir «Red Óptica Pasiva con Capacidad Gigabit».

GPON, Gigabit-capable Passive Optical Network, o «Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit», es un estándar aprobado por la ITU-T ; de obligado uso por todas las compañías y utilizado para llevar la conexión directamente hasta el hogar garantizando velocidades superiores a 1 Gbps.

En países como España empresas como “Telefónica” ya se han propuesto dismantelar todas sus centrales de cobre, se prevé que para el 2023 esta iniciativa estará realizada y la empresa solo trabajará con fibra óptica. En nuestro país Hondutel ha empezado a dar los primeros pasos en esta transición instalando 125 km de fibra óptica en san pedro sula y alrededores.

“Las metas de la gerencia de Hondutel son converger a triple play, es decir, brindar telefonía fija y móvil, televisión e internet y canales de alta velocidad de datos que servirán para las micros, pequeñas y medianas empresas y clientes corporativos. ” (La Prensa , 2012)

Al contar con este tipo de redes experimentaremos mayor velocidad al navegar en Internet puesto que cada vez son más los dispositivos que los integrantes de una familia conectan a Internet. Según la empresa orange “ver un video en HD tiene un consumo de 1.47 Mb/s , realizar una videollamada : 0.58 Mb/s , jugar online con la consola: 0,20 Mb/s , escuchar una canción en calidad media :0.15 Mb/s.” (Orange.es, 2018)

Es por ello que debido la actual demanda de mayor velocidad y la mayor digitalización de las transmisiones en el hogar, se ha provocado que los cables coaxiales poco a poco vayan siendo

sustituidos por los cables de fibra óptica. Éstos, con un ancho de banda mucho mayor, son idóneos para manejar frecuencias que van en aumento y a lo largo de distancias de varios kilómetros.

Aun con todas estas ventajas que la fibra óptica nos ofrece igual hay muchas desventajas a considerar como ser su aplicación limitada a tierra imposibilitando la comunicación inalámbrica su baja energía puesto que las fuentes de emisión de luz están confinadas a una potencia baja y que aunque existan emisores de alta potencia que podrían mejorar el suministro de energía, esto significaría un costo adicional, su fragilidad y que esta es también más vulnerable a los daños en comparación a los alambres de cobre. Es mejor no torcer o doblar los cables de fibra óptica, las distancias entre el transmisor y el receptor debe ser corto. En caso contrario, se necesitarán repetidores para aumentar la señal que es también un costo adicional. Siendo estas algunas razones del lento proceso de migración que experimenta el país.

2.3 JUSTIFICACIÓN

La tecnología está en constante evolución, lo que ayer se consideraba extraordinario va pasando a ser de cierta manera obsoleto o poco eficiente se debe buscar la evolución a los problemas que van surgiendo día con día al respecto del crecimiento en el sector planeado.

El ADSL es la conexión a Internet que cuenta con más tradición actualmente de cuantas comercializan los diferentes operadores de telecomunicaciones.

Este hecho consigue que la mayoría de usuarios pueda contratar conexión de ADSL, pero también implica que la calidad del servicio es inferior a la de otros métodos de conexión a Internet más modernos.

La conexión de ADSL funciona a través de cable de cobre, por lo que puede tener las mismas interferencias electromagnéticas con las que cuentan las líneas telefónicas. (Comparaiso, 2020)

La fibra óptica por otro lado es la conexión a internet que está experimentando un mayor crecimiento en lo que a red se refiere.

Sus ventajas, tales como su velocidad o su estabilidad, hacen de ella una opción muy atractiva para aquellos que consideran necesario tener una conexión a Internet de calidad en su domicilio.

Al contrario que el ADSL, no funciona a través de la línea telefónica, sino a través de un cable de fibra que conduce impulsos lumínicos. Esto convierte a la fibra óptica en una conexión muy resistente a las interferencias y en una red mucho más segura. (Comparaiso, 2020)

Tabla 1-ADSL o fibra óptica

Característica	Fibra óptica	ADSL
Velocidad	Conexiones desde 50Mb hasta 300Mb	Conexiones hasta 20Mb
Estabilidad de conexión	Conexión libre de interferencias	Posibles interferencias electromagnéticas
Cobertura	Red en constante expansión	Cobertura en la gran mayoría del territorio
Precio	Precios cada vez más competitivos	Precios más asequibles del mercado
Seguridad	Red más segura	Conexión más vulnerable

Fuente: (Comparaiso, 2020)

La transición por la que empezamos en el país es grande e inevitable, es vital investigarla y comprender las mejoras que alcanzaremos al implementar estas nuevas tecnologías tomando como referencia los proyectos que ya se han llevado a cabo en el extranjero y los efectos que estos han tenido.

2.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- 1) ¿Cuál es la situación actual de las empresas TIGO , CLARO y HONDUTEL en el país?
- 2) ¿Cuáles son las velocidades que ofrece TIGO , CLARO y HONDUTEL?
- 3) ¿Cuáles son las medidas que están tomando las empresas en nuestro país?

2.5 OBJETIVOS

Una vez que se plantea el problema, es necesario formular los objetivos de la investigación que son de gran importancia para dicho proceso, ya que son una guía que determina el alcance de

nuestra investigación y hacen posible definir los pasos a seguir, además ubican el estudio en un contexto general.

2.5.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar la situación y comparar las medidas que las empresas de telecomunicaciones están contemplando en el país con el fin de situarnos en el panorama tecnológico actual utilizando la recopilación de datos obtenida en esta investigación.

2.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Establecer la situación actual de las redes HFC y de fibra óptica de las empresas TIGO, CLARO y HONDUTEL en el país.
- 2) Comparar la velocidad promedio proporcionada por las empresas TIGO, CLARO y HONDUTEL en el país.
- 3) Analizar las medidas que las empresas hondureñas TIGO, CLARO y HONDUTEL están tomando para el cambio de los medios tradicionales de cobre por la fibra óptica.

CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO

Con la apertura de las telecomunicaciones en Honduras, la inversión extranjera se ha visto beneficiada. Hoy en día, operan en el país, varias empresas especializadas en este rubro, por ejemplo: Cable Color, Amnet. Así como Tigo y Claro quienes proveen a la población con servicios como televisión, telefonía fija, telefonía móvil e internet.

El Internet llega al país a principios de los años noventa, es cuando se conecta a varios cables submarinos, los medios de conexión más populares son por medio de internet por cable, telefonía fija e internet móvil. (Red Honduras, 2020)

El sistema de conectividad entre personas ha ido avanzando con el transcurso de los años, en esta década hemos sido testigos del paso de antiguos módems analógicos a versiones con grandes velocidades. Por ello las redes de fibra óptica y cable de cobre, han superado las conexiones de 100 Mbps dando paso a nuevos servicios más allá del acceso a internet

Las líneas para la transmisión a distancia de la voz humana, señales de vídeo, datos, etcétera, están constituidas por circuitos que transmiten ondas de tensión y de corriente con muy baja potencia y frecuencia muy elevada. Hasta hace unos años, el diseño de redes de datos pequeñas y medianas solía ser un tema sencillo que no presentaba problemas. Consistía en asegurarse de tener un buen cableado, colocar suficientes bocas e instalar uno o varios hubs. Con el advenimiento de aplicaciones cada vez más complejas, el aumento de los requerimientos de ancho de banda, que son muy superiores a los de hace algunos años, y la explosión del acceso a Internet, el diseño se ha convertido en algo complejo, a pesar de las mejoras en el rendimiento de los equipos y las capacidades del medio. (rnds, 2019)

Los cables de cobre nacieron para transportar las llamadas por voz y, con el paso de las décadas, se reconvirtieron para dar soporte a la señal de ADSL y, por tanto, a las primeras conexiones de internet. (Cano, 2018)

3.1 CABLE DE PAR TRENZADO

El cable de par trenzado es el cable más comúnmente utilizado para establecer comunicaciones de datos a través de una red. Recibe su nombre debido a que tiene dos conductores eléctricos aislados y a su vez entrelazados para anular las interferencias causadas por las fuentes eléctricas externas y ondas electromagnéticas. (Castillo, 2019)

En general estos cables dan muy buenas prestaciones para redes de área local y en última instancia para enlaces a media y larga distancia, mientras que existan repetidores de señal a unos 2 o 3 Kilómetros. Las especificaciones más altas de éstos cables cuentan con capacidad de hasta 40 Gbps, pero a distancias reducidas y en entornos bien protegidos. Estos cables no son totalmente inmunes al ruido como lo pueden ser los cables de fibra óptica, a pesar de que están apantallados y blindados en las categorías más elevadas el elemento ruido siempre va a decir presente.

3.1.1 VENTAJAS

El cable de par trenzado presenta diversas ventajas, estas ventajas se detallan en la siguiente lista (Castillo, 2019).

- 1) Posibilidad de alimentar a equipos conectados PPPoE
- 2) Facilidad de utilización e instalación
- 3) Bajo coste de fabricación y adquisición
- 4) Gran capacidad de transmisión de datos en redes de área local
- 5) Rápida conectividad y actualizable
- 6) Buena latencia en redes LAN

3.1.2 DESVENTAJAS

De igual manera, el cable de par trenzado presenta diversas desventajas, estas desventajas se detallan en la siguiente lista (Castillo, 2019).

- 1) No son inmunes al ruido
- 2) Ancho de banda limitado frente a cables de fibra

- 3) Distancia limitada y necesidad de repetidores
- 4) Tasas de error a considerar en altas velocidades

3.2 REDES CON CABLE COAXIAL

El ADSL (de las siglas en inglés Asymmetric Digital Subscriber List que traduce Línea de Abonado Digital Asimétrica) es un tipo de tecnología de transmisión de datos digitales y acceso a Internet, que consiste en la transmisión mediante pares simétricos de cobre de línea telefónica. Esto es, un método de acceso a Internet a través de la línea del teléfono (Red Telefónica Conmutada, PSTN) que no impide el uso regular de la línea para llamadas. (Rafino, 2019)

Este cable transmite los datos a través de señales eléctricas, lo cual, lo deja expuesto a interferencias de tipo electromagnéticas y hace que este tipo de conexiones no sean válidas para cubrir largas distancias. Este cable suele tener el tramo final de las conexiones HFC (Híbrido Fibra Coaxial). (Grupo Legrand, 2019)

El calificativo de híbrido se debe a que la tecnología HFC es una combinación de cable y fibra, a diferencia de la tecnología FTTH, que consiste en conexiones totalmente de fibra óptica. Tecnología HFC: Transmisión entre nodos. Esta conexión utiliza un cable de fibra óptica para acercar a los usuarios de manera bidireccional, libre de problemas de ruidos, los servicios de internet, telefonía y televisión, transmitiendo los datos a través de nodos. Para ello, se conecta al usuario a un nodo zonal (repetidor), próximo a su hogar, a través de cable y los nodos zonales entre sí mediante fibra óptica. A diferencia de la conexión FTTH, donde la fibra óptica llega hasta el hogar, en el caso de la conexión HFC no es así ya que el último tramo es cable, que es lo que recibe finalmente en su vivienda el usuario. (Redaccion Rastreador, 2019)

Las redes HFC permiten el acceso a la red gracias a un módem que está formado por 2 canales: uno de subida y otro de bajada, al igual que ocurre en la fibra. Los datos llegan al usuario a través de señales luminosas, esta se transforma en señales eléctricas al ser transportada por cable.

Fibra Óptica Al Hogar, o según sus siglas en inglés FTTH (Fiber To The Home), es una tecnología de telecomunicaciones que consiste en la utilización de cableado de fibra óptica y sistemas de distribución ópticos para la provisión de servicios de Internet, Telefonía IP y Televisión (IPTV) a

hogares, negocios y empresas. Esta tecnología basada en fibra óptica para redes de Triple Play, comenzó a implementarse a nivel mundial hace 10 años aproximadamente, en países como EEUU, Japón y España.

La FTTH se basa en la utilización de cable de fibra óptica hasta el hogar del usuario final, lo que se denomina la última milla. La adopción de esta nueva tecnología de acceso en última milla requiere del despliegue de costosas nuevas infraestructuras (desde las centrales hasta el hogar o negocio del usuario), por lo que es un proceso gradual que supone la convivencia de FTTH con los servicios HFC (Redes Híbridas Fibra y Cobre). (IPTEL, 2016)

3.2.1 DIFERENCIAS ENTRE HFC Y FTTH

La principal diferencia entre la fibra óptica hasta el hogar (FTTH) y la tecnología HFC es que esta última combina la fibra óptica con el cable. De esta manera, la fibra óptica no llega hasta el hogar, sino que llega hasta un nodo cercano al edificio. En lo que respecta a la velocidad, las conexiones por HFC tienen más pérdidas que las de FTTH debido a que en estas últimas los megos reales ofrecidos por las compañías llegan hasta el punto de acometida (normalmente el router). Es en este punto en el cual la señal luminosa encargada de transmitir los datos se transforma en una señal eléctrica. (Redaccion Rastreador, 2019)

3.2.2 VENTAJAS DEL CABLE DE COBRE

El cable de cobre presenta una gran variedad de ventajas (Grupo Legrand, 2019).

- 1) Tiene bajo costo y es simple de instalar y bifurcar.
- 2) Son diseñados principalmente para las comunicaciones de datos, sin embargo, se pueden acomodar con aplicaciones de voz que no funcionen en tiempo real.
- 3) Facilidad para el rendimiento y la solución de problemas.
- 4) Alto número de estaciones de trabajo por segmento.
- 5) Utiliza conductores más pequeños para transmitir cargas altas de potencia.
- 6) No experimenta ciclos extremos de expansión y contracción, lo cual, hace que sea un material más estable de usar.
- 7) Cuenta con una banda ancha de capacidad de 10 mb por segundo.

8) Tiene un alcance de 1 -10 kilómetros.

3.2.3 DESVENTAJAS DEL CABLE DE COBRE

De igual manera, el cable de cobre presenta diversas desventajas (Grupo Legrand, 2019).

- 1) Altas tasas de error en altas velocidades.
- 2) Su ancho de banda es limitado.
- 3) No tiene inmunidad a los ruidos.
- 4) No contiene modelación de frecuencias.
- 5) Tiene un peso mayor al de fibra óptica e incrementa la dificultad en su cableado.

3.3 FIBRA ÓPTICA

La fibra óptica es un tipo de conexión a Internet formado por un nuevo cableado que se compone de filamentos muy finos y transparentes, que pueden ser de vidrio o de plástico, y por el que se envían señales de luz que contienen los datos a transmitir. (Telmex, 2020)

3.3.1 VENTAJAS DE LA FIBRA ÓPTICA

- 1) Permite velocidades de conexión mucho más rápidas: hasta 1Gb
- 2) Conexión más estable: los megas contratados son los que realmente llegan al hogar
- 3) Fácil instalación: el cableado es más flexible y ligero
- 4) Permite un flujo de datos elevado
- 5) Más resistente al calor, al frío y a la corrosión
- 6) Ofrece una conexión más segura

Por otro lado, se considera que la única desventaja de la fibra óptica es el elevado coste de instalación que posee en comparación de los demás medios de transmisión. (Telmex, 2020)

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt40foc010b	m	Cable dieléctrico para interiores, de 2 fibras ópticas monomodo G657 en tubo central holgado, reacción al fuego clase Dca-s2.d2.a2 según UNE-EN 50575, cabos de aramida como elemento de refuerzo a la tracción y cubierta de material termoplástico ignífugo, libre de halógenos de 4.2 mm de diámetro. Según EN 60794.	1,000	13,57	13,57
Subtotal materiales:					13,57
2		Mano de obra			
mo001	h	Instalador de telecomunicaciones.	0,055	73,85	4,06
mo056	h	Ayudante de instalador de telecomunicaciones.	0,055	53,23	2,93
Subtotal mano de obra:					6,99
3		Herramienta menor			
	%	Herramienta menor	2,000	20,56	0,41
Coste de mantenimiento decenal: L 1,68 en los primeros 10 años.			Costos directos (1+2+3):		20,97

Ilustración 1-Coste promedio del metro de fibra óptica en Honduras

Fuente: (Generador de Precios Honduras, 2020)

3.3.2 TIPOS DE CONEXIONES

Existen cuatro grandes tipos de conexiones de fibra óptica: FTTH, FTTB, FTTC y FTTN que presentan diferencias importantes entre ellas

3.3.2.1 FTTH

Las conexiones de tipo FTTH, siglas en inglés de "fibra hasta el hogar", conecta directamente las instalaciones del proveedor de servicios de Internet con el hogar del usuario. Esto permite ofrecer impresionantes velocidades de hasta 1 Gigabit por segundo (Gbps), pero es un sistema costoso porque hay que instalar una gran cantidad de cableado en las calles. (Redaccion Computer Hoy, 2019)

3.3.2.2 FTTB

Las conexiones FTTB (Fiber To The Building) no tienen por objeto llegar hasta cada abonado, sino hasta una ubicación central en cada edificio o bloque de edificios. Desde ese emplazamiento hasta cada vivienda se pueden plantear diferentes soluciones de acceso en base a cada escenario. (Martinez, 2013)

3.3.2.3 FTTC

La opción del FTTC (fiber-to-the-cabinet). En este caso hablamos de un modelo en el que la red de fibra óptica llega a un stand ubicado cerca de las casas y oficinas donde ha de usarse esta tecnología. Estos puntos de conexión, también llamados armarios o cabinas de telecomunicaciones, generalmente se encuentran a una distancia de 300 o 500 metros de los destinos finales. (TicBeat, 2020)

3.3.2.4 FTTN

El caso del FTTN, es una modalidad de la familia FTTx que destaca por llevar la fibra hasta el nodo del operador y posteriormente llegar a casa del cliente con otro tipo de cable. Aunque principalmente se apuesta por el coaxial (convirtiéndose en HFC) también podemos verlo con cable de cobre. (Valero, FTTH, FTTN, HFC... poniendo en orden las siglas de la banda ancha, 2016)

Las redes puras de fibra óptica que llegan hasta dentro del hogar están compuestas completamente por cables de fibra óptica, de ahí que también se las conozca como Fiber To The Home (FTTH). Son un medio de transmisión con muy buenas características por su alta capacidad a la hora de transportar datos y por su baja atenuación, lo que permite enlaces de muchos kilómetros sin problemas de que la señal pierda potencia.

Además, al transportar fotones de luz y no corrientes eléctricas, son inmunes a las interferencias electromagnéticas que sí sufren el resto de tecnologías basadas en cables de cobre (Rodríguez, 2017)

3.3.3 CARACTERÍSTICAS

La versatilidad de la fibra óptica puede apreciarse en el cableado submarino en el que empresas como google, Facebook, Amazon entre otras han venido a invertir millones en los últimos años. Reemplazando completamente el cable coaxial.

Históricamente, estas redes de cables han sido propiedad de grupos de compañías privadas, en su mayoría proveedores de telecomunicaciones. Pero a partir de 2016, se dio un auge masivo de cables submarinos, y esto provocó la entrada de las grandes empresas tecnológicas en la carrera por dominar el fondo del océano. Sin ir más lejos, Google ahora posee más de 160.000 kilómetros de rutas de fibra óptica privadas en todo el mundo.

Tabla 2- Características de la fibra óptica vs el cable coaxial

CARACTERÍSTICAS	FIBRA ÓPTICA	CABLE COAXIAL
TIPO DE TRANSMISIÓN	Luz guiada	Electricidad
INMUNE AL RUIDO ELECTROMAGNÉTICO	Si	No
BUENA PARA LARGAS DISTANCIAS	Si	No
SEGURA FRENTE A INTRUSOS Y ESPÍAS	Si	No
SE COMPARTE CON EL RESTO DE VECINOS	No	Si
RESISTENTE Y ROBUSTA AL MANIPULADO	No	Si
VELOCIDADES MÁXIMAS TEÓRICAS	Aún por determinar, pero ya se superan los 40 Tbps	Según el Docsis 3.1: 10 Gbps/1 Gbps

Fuente: (Vives, 2019)

Por su parte, Facebook también acaba de finalizar la instalación de una red masiva de alta capacidad en toda Europa que enlaza nuevamente con su centro de datos del Ártico masivo en Suecia. La red social, además, ha invertido millones para ayudar a tender un cable a través del Pacífico. (Vives, 2019)

Los cables submarinos pueden transmitir 40 gigabits de datos por hilo de fibra. Cada cable está formado por varios cables, lo que aumenta su capacidad de carga en los terabytes (un terabyte equivale a 1.000 gigabytes). Un complemento de los cables submarinos son los cables terrestres instalados en paralelo a carreteras y líneas de transmisión eléctrica, sean subterráneas o aéreas. Estos cables crean una red que conecta las ciudades con áreas rurales a través de cualquier territorio en donde el cable sea desplegado. (Saravia, 2019)

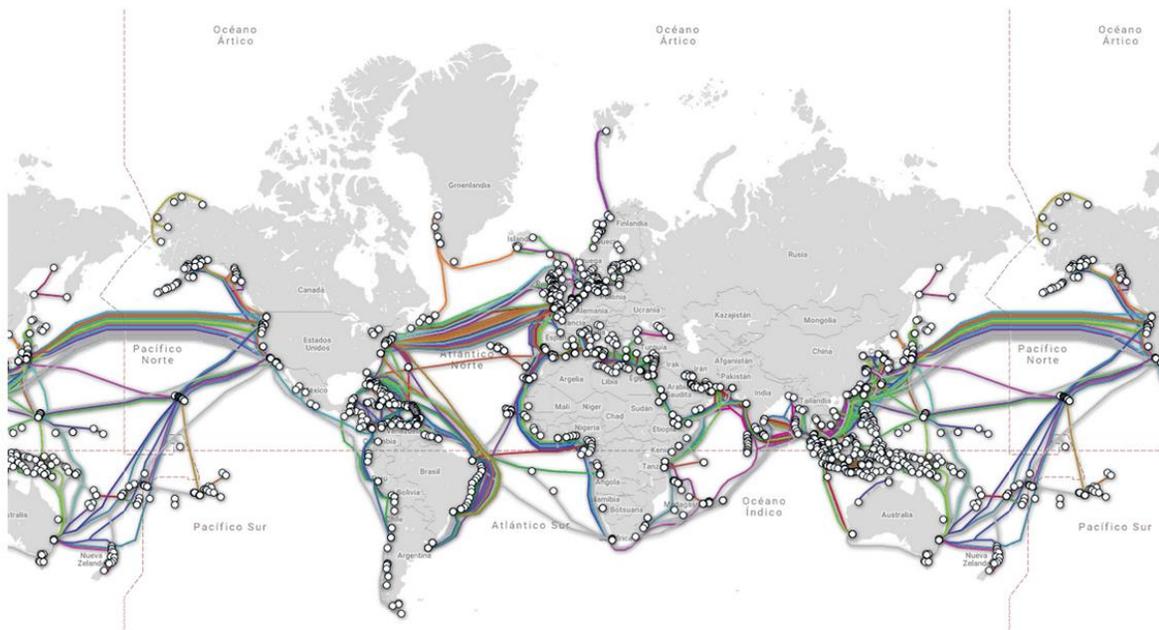


Ilustración 2-Mapa global de los cables submarinos

Fuente: (National Geographic, 2019)

3.3.4 GPON

Como respuesta a las demandas presentes en la actualidad, Empresas de telecomunicaciones Hondureñas utilizan comúnmente las redes HFC combinando fibra óptica y cable coaxial para crear una red que permite llevar Internet, telefonía fija y televisión digital, por un mismo cable. Algunas compañías como Claro incluso han dado los primeros pasos para emigrar a redes GPON.

PON (del inglés Passive Optical Network) es la arquitectura de red que se utiliza para el despliegue de servicios FTTH (del inglés Fiber To The Home – Fibra hasta el hogar). Como se ha mencionado previamente, está compuesta por elementos pasivos: El propio cable de fibra, los multiplexores, conectores, terminales de red, etc. (Conectronica, 2019)

Las Redes Pasivas Ópticas (PON) emplean fibra óptica en vez de cableado de cobre, así como divisores o splitters ópticos equivalentes a la electrónica intermedia usada en plantas y troncales de redes tradicionales, conectando directamente un hilo de fibra óptica monomodo a cada nodo de red. La tecnología de fibra empleada proporciona una alta disponibilidad de servicio y asegura

un gran ancho de banda incluso a largas distancias, llegando hasta los 20Km. (Equinsa Networking, 2017)

La GPON (Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit) es una tecnología de acceso de telecomunicaciones que utiliza cableado de fibra óptica para llegar hasta el usuario, es decir, la última milla se compone de fibra óptica.

Esta tecnología de fibra óptica permite una mayor velocidad de transmisión y recepción de datos a través de una sola fibra con una arquitectura de punto a multipunto, permitiendo fibra óptica al hogar (FTTH) o a un edificio (FTTB); permite el acceso triple play (video, voz y datos).

Surgió con la necesidad de potenciar las redes de cobre y que en un momento se llegó creer que eran obsoletas. Ahora, cobre y fibra óptica de última tecnología, brindan soluciones adecuadas a cada necesidad. (Syscom, 2017)

Tabla 3-Arquitectura GPON vs HFC

Arquitectura HFC	Arquitectura GPON
La red posee activos	La red es pasiva
Necesita equalizaciones periódicas	No necesita
Necesita consumo de energía	Por ser pasiva no consume energía
Deja de operar por costes de energía	Por ser pasiva no consume energía
Poca resistencia a la piratería e intrusión de personas ajenas a la empresa	Muy resistente a la piratería e intrusión de personas ajenas a la empresa.
Altos costos operativos de mantenimiento, cambios de activos y reposición por hurtos	Costos mínimos de mantenimiento
Muy baja capacidad de ancho de banda	Alta capacidad de ancho de banda
Instalación de costosos filtros de retorno, y pasa altos.	No necesita este tipo de productos
Mucha limitación para hacer un up-grade de la red de distribución	Alta versatilidad para hacer un up-grade de la red
CMTS 3.0 : Valor de prestación equivalente: tres veces superior	OLT : Valor de prestación equivalente : un tercio
Alto costo de actualización de Licencia	No tiene costo de actualización.
Costoso soft de "aprovisionamiento"	"Aprovisionamiento" viene incluido o costo bajo.
Red sensible a los "ruidos"	Muy poca sensibilidad a este tipo de "ruido"
CMTS 3.1 : Altísimo costo de equipamiento + restructuración total de la red a 1,2 Ghz + Alto costo de cable modem.	No necesita CMTS, no se contempla una modificación de la red, bajo costo de la ONU.
Se interrumpe en servicio por corte de energía eléctrica	No utiliza energía eléctrica en la red.
Costoso mantenimiento de equipos activos	No utiliza equipos activos en la red
Capacidad de transmisión: Ancho de banda limitado a 100/200 Mb	Capacidad de transmisión : Ancho de banda 500 Mb

Fuente: (TCA latinoamericana, 2017)

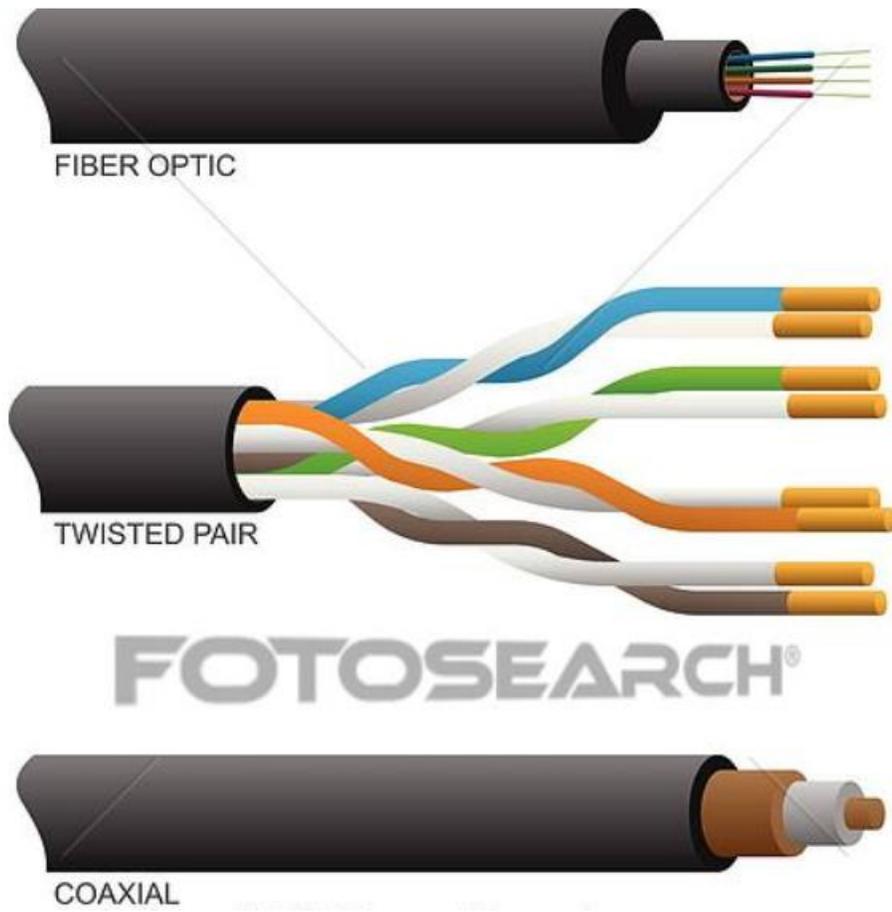


Ilustración 3-Capa física de cada medio de transmisión

Fuente: (FotoSearch, 2018)

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA

Una vez abordado el planteamiento del problema de investigación en el Capítulo II, el marco teórico y se han establecido correctamente el fundamento de esta investigación se procederá con la metodología. Este capítulo define el método de investigación que se utilizará en base a las teorías anteriores. La metodología sirve como guía, ya que los métodos, técnicas y procedimientos se pueden utilizar para determinar los dispositivos con los que se debe recopilar información valiosa para la investigación.

4.1 ENFOQUE

El presente estudio se realizó con un enfoque cualitativo, ya que se basa en la adquisición de datos que, en principio, no pueden cuantificarse. Mediante la aplicación de encuestas a distintas empresas de telecomunicaciones dentro del país. Este proyecto de investigación se lleva a cabo de forma sucesiva y verificable.

Esta investigación es explicativa porque analiza objetivamente la transición de los medios tradicionales de transmisión por cobre a las nuevas estructuras compuestas con fibra óptica en el país. Además, se realizó una descripción del fenómeno lo más completa posible, en la que se presentaron las necesidades que produjeron esta migración como consecuencia.

Además, el presente estudio no se considera experimental ya que se basó esencialmente en la recopilación de información y se determinó como un estudio transversal basado en el análisis de datos de variables recopiladas a manera de referencia.

4.2 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

Las variables de investigación son imprescindibles ya que son el tema principal de estudio. En esta investigación, se definieron las variables de estudio, dependientes e independientes. Las variables independientes tienen un efecto directo sobre el comportamiento de las variables dependientes. Las variables de estudio son las siguientes:

1) Independiente

Migración a una nueva tecnología.

2) Dependiente

Situación actual.

Velocidad Promedio.

Medidas del cambio

4.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

Para el presente proyecto se recopiló información de fuentes como, libros, revistas sobre la temática y encuestas a diferentes empresas del país. Se obtuvo información sobre el proceso llevado a cabo por diversas compañías de telecomunicaciones que ya han empezado la implementación de la migración de los medios tradicionales a los que incluyen fibra óptica. Como instrumento aplicado se utilizó una encuesta.

4.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

Para la presente investigación, se analizarán los métodos de diferentes empresas de telecomunicaciones, estudiando los pasos que ya se han tomado en otros países con infraestructuras más avanzadas a las que Honduras posiblemente busque dirigirse.

4.5 METODOLOGÍA DE ESTUDIO

Se llevó a cabo un proceso de tres pasos para el desarrollo del estudio:



Ilustración 4-Metodología de estudio

Fuente: Elaboración Propia

Se presenta la metodología utilizada para desarrollar el estudio que consta de tres etapas sucesivas.

4.5.1 ETAPA I: RECOPIACIÓN

En la primera etapa, recopilación, se extrajo información de varias fuentes, se recopiló información acerca de los medios de transmisión competentes, asimismo sobre la transición de estas infraestructuras, y las razones tras este cambio. Además, se obtuvo información de la infraestructura de algunas empresas del país y el camino en el que aspiran desarrollarse y expandir sus redes. se pidió también sus opiniones al respecto del tema y las proyecciones para la expansión de sus redes, Además, se recopiló información sobre el efecto de la transición de los medios tradicionales de cobre a las nuevas infraestructuras compuestas por fibra en otros países que ya realizaron la transición.

4.5.2 ETAPA II: ANÁLISIS

En la siguiente etapa, análisis, a partir de los datos obtenidos en la recopilación de las redes actuales de transmisión de empresas hondureñas, se analizó el funcionamiento de cada una de estas arquitecturas, permitiendo determinar sus características y las ventajas que las nuevas infraestructuras ofrecen.

4.5.3 ETAPA III: RESULTADOS

En la etapa final, resultados, se presentan todos los datos con el respectivo análisis realizado, presentando, las diferentes características que presenta cada medio de transmisión, y los resultados, así como un análisis comparativo de las estructuras de redes utilizadas.

4.6 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Para la finalización efectiva del proyecto, se ha establecido un calendario de actividades a seguir, así como la duración, las fechas de inicio y finalización de la actividad para la finalización exitosa del proyecto.

Tabla 4-Cronograma de actividades

Número de actividad	Actividades a desarrollar	Semana									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Presentación de propuesta de investigación	■									
2	Realización del planteamiento del problema		■								
3	Recopilación de información teórica			■							
4	Desarrollo de metodología				■						
5	Aplicar Encuestas				■	■	■				
6	Análisis de los resultados						■	■	■		
7	Conclusiones								■	■	
8	Entrega final										■

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO V. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En este capítulo, se presenta la implementación realizada. Esto se logró a través del proceso de investigación realizado por la metodología de estudio a ejecutar.

5.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PAÍS

Se recopilaron datos de los medios tradicionales de cobre y los que implementan fibra óptica. Los datos más relevantes que fueron recopilados se presentan en las secciones posteriores con el apoyo del recurso de una encuesta a 3 empresas de telecomunicaciones del país.

5.1.1 HONDUTEL

La empresa Hondutel utiliza medios como pares trenzados de cobre en lugar de cable coaxial y aun no constan de redes GPON. Brindan servicios de internet y telefonía por fibra óptica, estas son de menos del 50 % de su estructura. Y constan de una velocidad de subida y de bajada de más de 100 mbps. Hay planes para el desarrollo de redes GPON a futuro.

5.1.2 TIGO

La empresa TIGO cuenta con una infraestructura de menos del 50 % en cuanto a redes compuestas por cable coaxial por las cuales proveen servicios de cable , menos del 50 % constan de redes GPON y más del 50 % de sus redes están conformadas por fibra óptica por los cuales brindan servicios de internet , telefonía y cable con estas redes ellos apuntan a ofrecer ventajas como disminución de latencia en el tiempo de respuesta, rapidez de las comunicaciones, flexibilidad de la red para incrementos de ancho de banda esto como respuesta a la demanda de mayor velocidad de los clientes .

En cuanto al tema de la fibra óptica cuentan con la red más amplia de Honduras y su expansión va de acuerdo a la solicitud de clientes. En este momento la mayoría de su infraestructura se maneja a nivel de fibra puesto que el cobre está generando mucho ruido y pérdidas económicas por el robo constante de cable

5.1.3 CLARO

La empresa CLARO cuenta con una infraestructura de menos del 50 % en cuanto a redes compuestas por cable coaxial por las cuales proveen servicios de internet , telefonía y cable , menos del 50 % constan de redes GPON y más del 50 % de sus redes están conformadas por fibra óptica por los cuales brindan servicios de internet y telefonía con estas redes ellos apuntan a ofrecer ventajas un mayor ancho de banda y Menor costo de mantenimiento supliendo así la demanda de mayor velocidad en sus clientes. Su plan de expansión se centra en redes GPON y redes híbridas.

5.1.4 USO DE CABLE COAXIAL

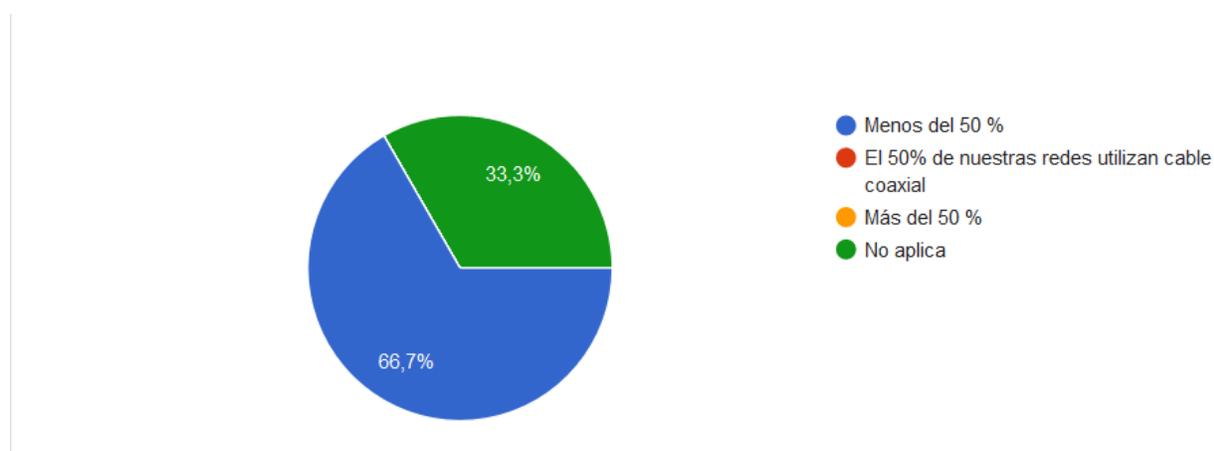


Ilustración 5-Cantidad de redes conformadas por cable coaxial en las empresas TIGO ,CLARO y HONDUTEL a nivel nacional.

Fuente: Elaboración Propia

Al preguntarle a las empresas encuestadas que porcentaje de su infraestructura estaba compuesta por cable coaxial HONDUTEL respondió que no aplicaba puesto que ellos brindan servicios de internet utilizando par trenzado de cobre con el que cuenta más del 50% por cierto de su infraestructura, las empresas TIGO y CLARO por otro lado cuentan con que menos del 50% de sus infraestructuras utilizan el cable coaxial.

Tabla 5-Servicios brindados a través de cable coaxial

Servicio	TIGO	CLARO	HONDUTEL
Internet			
Telefonía			
Cable			
Otros			
No Aplica			

Fuente: Elaboración Propia

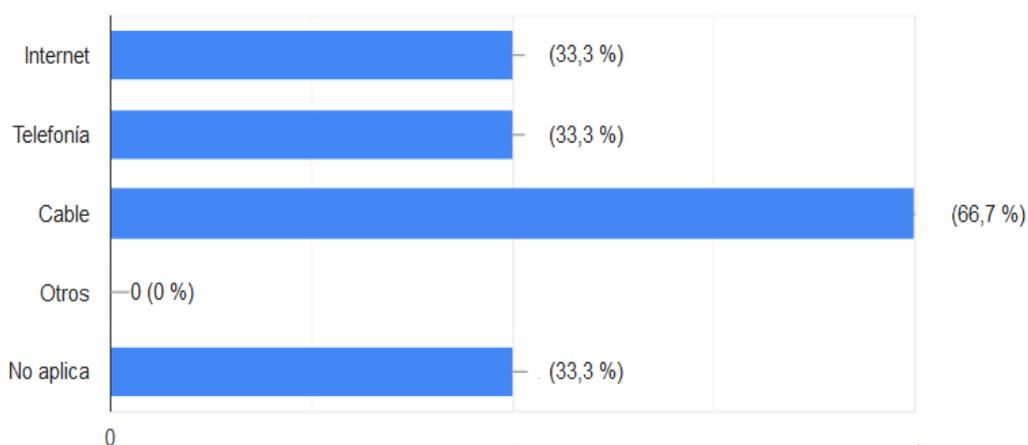


Ilustración 6-Servicios brindados por las empresas a través de cable coaxial

Fuente: Elaboración Propia

Al preguntarle a las empresas encuestadas los servicios que brindan a través del cable coaxial HONDUTEL al no contar con infraestructuras de cable coaxial no aplica sin embargo a través del par trenzado ofrecen servicios de telefonía e internet, TIGO por su parte ofrece servicios de cable y CLARO por su parte ofrece servicios de cable, internet y telefonía.

5.1.5 USO DE FIBRA ÓPTICA

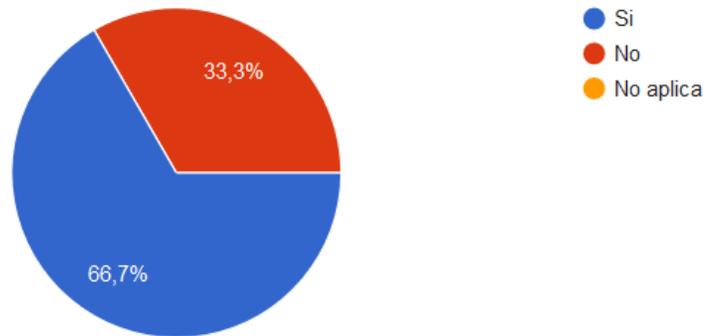


Ilustración 7-Infraestructuras GPON en las empresas

Fuente: Elaboración Propia

En este grafico podemos observar que se muestra que las empresas como ser Claro y Tigo cuentan con redes de tecnología GPON mientras que HONDUTEL aún no empieza el desarrollo de este tipo de redes aunque son parte de los planes a futuro de esta.

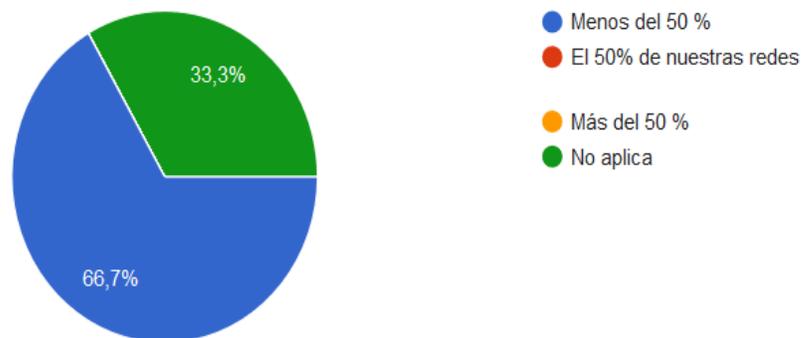


Ilustración 8- Porcentaje de infraestructuras GPON en las empresas encuestadas

Fuente: Elaboración Propia

Podemos observar que menos del 50% de la infraestructura de CLARO y TIGO se encuentra conformada por redes GPON, HONDUTEL aún no las desarrolla.



Ilustración 9- Porcentaje de infraestructuras compuestas por fibra optica en las empresas encuestadas

Fuente: Elaboración Propia

Podemos observar que más del 50% de la infraestructura de las empresas Tigo y CLARO está compuesta por fibra óptica y que menos del 50% por ciento de la infraestructura de HONDUTEL la utiliza.

Tabla 6-Servicios brindados a través de fibra óptica

Servicio	TIGO	CLARO	HONDUTEL
Internet	[Barra azul completa]		
Telefonía	[Barra azul completa]		
Cable	[Barra azul parcial]	[Barra azul completa]	[Barra azul completa]
Otros	[Barra azul parcial]	[Barra azul parcial]	[Barra azul completa]
No Aplica	[Barra azul completa]		

Fuente: Elaboración Propia

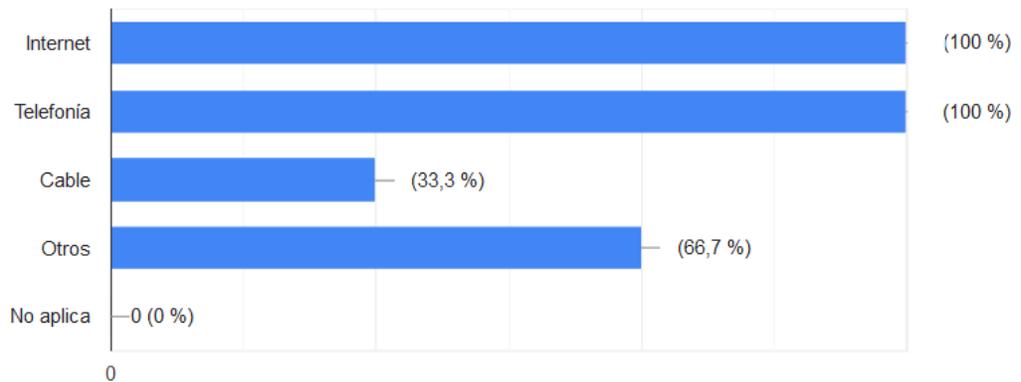


Ilustración 10- Porcentaje de servicios brindados por fibra óptica en las empresas encuestadas

Fuente: Elaboración Propia

Al preguntarle a las empresas encuestadas los servicios que brindan a través de fibra óptica HONDUTEL brinda servicios de telefonía, internet y otros, TIGO por su parte ofrece servicios de internet, telefonía, cable y otros y CLARO ofrece servicios de internet y telefonía.

5.1.6 VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN

Tabla 7- Velocidad de subida y bajada por medio de cable coaxial de cada empresa

Velocidad	TIGO	CLARO	HONDUTEL
Menos de 10 Mbps			
Menos de 100 Mbps			
100 Mbps			
Más de 100 Mbps			
No Aplica			

Fuente: Elaboración Propia

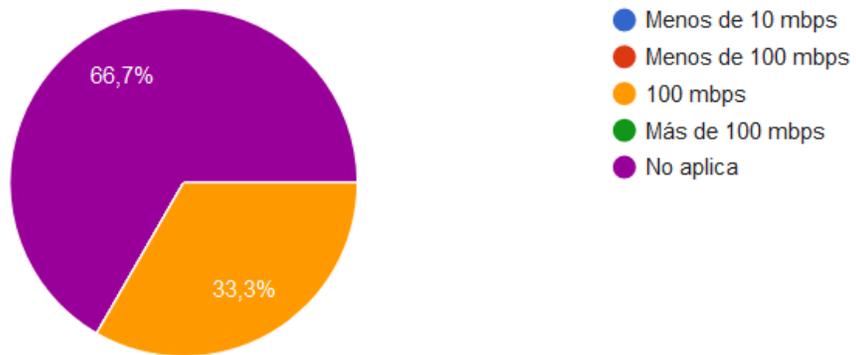


Ilustración 11- Porcentaje de velocidades de subida y de bajada manejadas a través de la red de cable coaxial por las empresas encuestadas

Fuente: Elaboración Propia

Al preguntarle a las empresas encuestadas por velocidad de subida y de bajada que tienen a través de cable coaxial; HONDUTEL al no utilizar cable coaxial indicó que no aplica sin embargo sus redes de par trenzado de cobre tienen una velocidad de subida y bajada de hasta 10 Mbps, TIGO al solo ofrecer servicio de cable por este medio también eligió no aplica y CLARO cuenta con una velocidad de hasta 100 mbps.

Tabla 8- Velocidad de subida y bajada por medio de fibra óptica de cada empresa

Velocidad	TIGO	CLARO	HONDUTEL
Menos de 10 Mbps			
Menos de 100 Mbps			
100 Mbps			
Más de 100 Mbps			
NO APLICA			

Fuente: Elaboración Propia

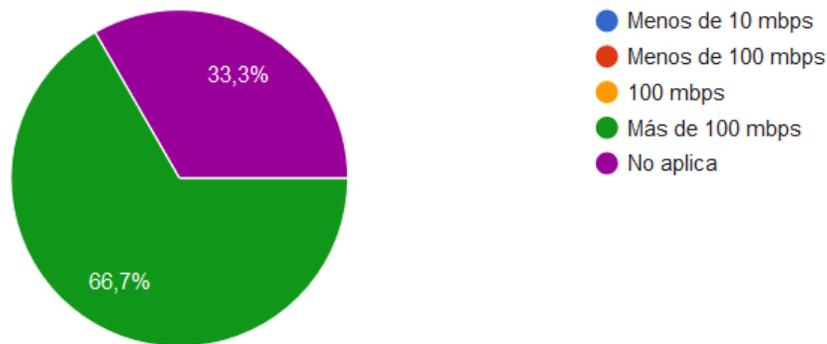


Ilustración 12- Porcentaje de velocidades de subida y de bajada manejadas a través de la red de fibra óptica por las empresas encuestadas

Fuente: Elaboración Propia

Al preguntarle a las empresas encuestadas por velocidad de subida y de bajada que tienen a través de fibra óptica; HONDUTEL ofrece una velocidad de subida y bajada de más de 100 mbps al igual que CLARO.

5.2 IMPLEMENTACIÓN DE FIBRA ÓPTICA EN OTROS PAÍSES

A se muestra el panorama en que se encuentran otros países en cuanto a estas nuevas tecnologías mostrando un contraste y un posible camino a tomar para el futuro por las empresas de telecomunicaciones hondureñas.

5.2.1 ESPAÑA

España terminó el año 2019 con más instalaciones conectadas que la suma de Francia, Alemania, Italia y Reino Unido. En total, España tiene un 2 por ciento más de instalaciones conectadas con fibra que el conjunto de las cuatro principales potencias económicas de Europa -10.261 frente a 10.061-. Francia cuenta con 6.800 instalaciones conectadas por fibra óptica; Italia 1.461; Reino Unido 1.150; y Alemania 650. (Europapress, 2020)

El Gobierno pretende calcular cuál va a ser la cobertura una vez finalicen todos los proyectos que se encuentran en ejecución dentro del Plan de Extensión de Banda Ancha de Nueva Generación (Plan PEBA-NGA). Así, para finales de 2021, la cobertura de más de 100 Mbps alcanzará al 91,24% de la población española y al 75,29% de las zonas rurales. Esto supondrá reducir a la mitad la distancia que hay ahora mismo entre las zonas rurales (49,8%) frente al total de la población (80,4%).

Con estas cifras, objetivos como el que plantea Telefónica cobran cada vez más sentido, donde el operador azul afirma que espera que para el año 2024 toda su cobertura de red fija sea de fibra óptica. (Gobierno de España, 2020)

Actualmente, en la mayoría de los casos, las velocidades reales de la fibra óptica en España se mueven entre los 300 y los 600 Mbps, lo cual se sitúa bastante por encima de los 30-100 Mbps que ofrece una conexión DSL. Es cierto que algunos operadores empiezan a anunciar fibra óptica a 1 Gbps, pero la cobertura es limitada y la velocidad final depende de la instalación de fibra que llegue hasta la casa del usuario. (Redacción Computer Hoy, 2019)

5.2.2 COLOMBIA

Las tecnologías más utilizadas por los proveedores de redes y servicios para la prestación del servicio de Internet fijo fueron: por cable, xDSL y fibra óptica, que representaron el 51,9%, 37,6% y 4,7% del total, respectivamente.

El uso de la fibra óptica para la prestación del servicio de Internet fijo se multiplicó por diez en los últimos años, pues el número de suscriptores a esta tecnología pasó de 27.377 en el 2013 a 288.266 en el primer trimestre del 2017. De ellos, 69,96% obtuvieron velocidades de descarga superiores a 10 Mbps. (Gobierno de Colombia, 2017)

Colombia en la actualidad tiene la red de fibra óptica más grande de América Latina con una extensión de 20 mil kilómetros .El Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones a través del Proyecto Nacional de Fibra Óptica, buscó promover la ampliación de la infraestructura de fibra óptica existente en el país, para así llegar a un mayor número de

colombianos con mejores servicios, condiciones técnicas y económicas. (Gobierno de Colombia , 2020)

El ministro de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (MINTIC), David Luna, sostuvo que Colombia “construyó una autopista de seis carriles: La red de fibra óptica está presupuestada con su capacidad tope en los próximos 15 ó 20 años. Construimos pensando en el futuro. De los seis carriles que construimos, estamos utilizando sólo 2.5 carriles, lo que nos hace decir que tenemos un espacio para seguir creciendo”.

La Red Nacional Académica de Tecnología Avanzada de Colombia (RENATA) en Bogotá, tiene como uno de sus proyectos el de “Nodos de Conectividad”, que beneficiará a 40 entidades públicas, entre alcaldías y gobernaciones, con el fortalecimiento de sus plataformas web, por medio de unos servicios especiales y exclusivos de conectividad avanzada, mediante la acometida de fibra óptica de última milla”.

El programa RENATA, además, “pondrá al servicio de cada entidad una plataforma con capacidad de 100 Mbps de conexión sobre la red de fibra óptica nacional. El proyecto consiste en ubicar puntos de servicios en siete lugares de trabajo de 20 gobernaciones y 20 alcaldías del país”. (RENATA Colombia, 2018)

5.2.3 MÉXICO

El porcentaje de conexiones a internet del total de suscripciones a la red a través de fibra óptica es mayor en México que en países como Reino Unido, Alemania, Francia, Estados Unidos y Holanda.

En México, 18.3% del total de los accesos a internet se realizan por fibra óptica, mientras que en Estados Unidos la cifra es de 12.6%; en Alemania, 2.3%; en Francia, 12.5%, y en Reino Unido, 1.2%, de acuerdo con cifras de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) a diciembre de 2017.

El país supera a otras naciones latinoamericanas como Chile, que tiene 13% de conexiones con fibra, y Colombia que suma 11.1%. (Carla Martínez, 2019)

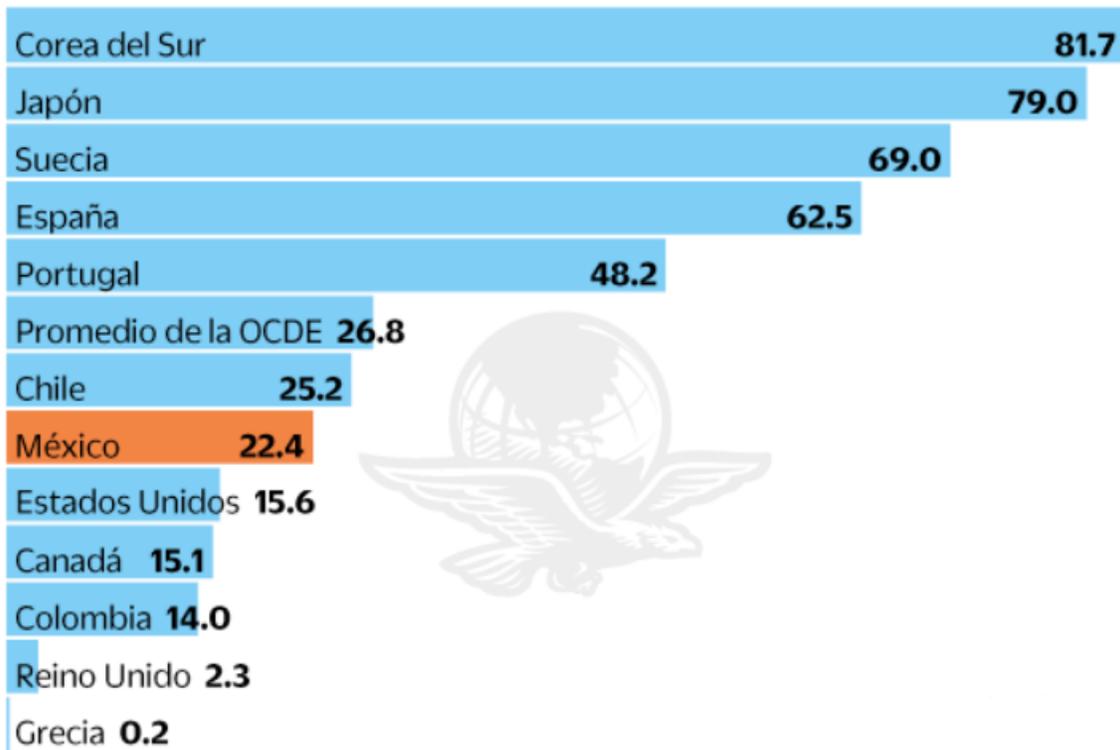


Ilustración 13- Porcentaje de alta velocidad mediante fibra óptica al segundo trimestre del 2019

Fuente: OCDE

El crecimiento de la fibra óptica en México es inaudito: 24.6% interanual de acuerdo al Instituto Federal de Telecomunicaciones que ha actualizado los datos de su Banco de Información de Telecomunicaciones, ahora con información al tercer trimestre de 2019. A la par, los servicios a través de cable de par de cobre disminuyen, pues ahora son de 6.9 millones, con una disminución anual de 3.1%.

La cifra a que en México la velocidad de conexión sea cada vez más rápida. De los 19 millones de accesos de servicio fijo de internet, 17.6 millones tienen velocidades iguales o mayores a 10 Mbps, mientras que solo 1.4 millones navegan a velocidades menores a los 10 Mbps. (Steve, 2020)

De acuerdo con Cisco, en el 2021 el consumo promedio de GB al mes en México será 168% superior a lo observado durante el 2016. Para ello, el mismo estudio prevé que las velocidades requeridas incrementarán 121% en las suscripciones fijas y 239% en las móviles.

Todo ello generará presiones sobre las redes mexicanas. Por ello, los operadores se verán forzados a incrementar las redes de telecomunicaciones, tanto en su dimensión, como en su capacidad de transmisión de datos. Para ello, tendrán que migrar de manera más rápida sus redes basadas en cableado de cobre por fibra óptica, la cual permitirá la mayor transmisión de datos en menores tiempos.

Actualmente en México el tamaño de las redes de telecomunicaciones provistas a través de fibra óptica asciende a 402.5 mil kilómetros desplegados en todo el territorio nacional, mostrando un crecimiento de 161.7% durante los último 10 años. El ritmo de despliegue de la misma ha aumentado de manera significativa durante los últimos años, ya que se ha pasado de desplegar, en promedio, 11.5 mil kilómetros de fibra óptica por año de 1992 a 2009 a 31.7 mil kilómetros de fibra óptica por año en el periodo entre 2010 y 2016. Es decir, se ha triplicado la velocidad del despliegue de fibra óptica debido, además de la alta demanda de contenidos de los usuarios, a que actualmente no sólo se utiliza dicha tecnología para las redes troncales, sino que también se utiliza para la conexión a casas o negocios.

(arci Mexico, 2019)

5.3 PLANES A FUTURO DE LAS EMPRESAS HONDUREÑAS

El plan de expansión con respecto a las redes compuestas por fibra óptica de las empresas hondureñas que brindan servicios de internet va en expansión de acuerdo a la demanda de clientes, dos de las empresas que son HONDUTEL Y CLARO proponen para su expansión con respecto a sus redes de fibra óptica el desarrollar y construir redes GPON. Las tres empresas encuestadas para la recolección de datos proponen que para la solución de la demanda de mayor velocidad de los clientes es óptimo la instalación de redes de fibra óptica ya que la velocidad de cable coaxial es limitada. Las tres empresas concuerdan que con la transición a fibra óptica habrá un ancho de banda ilimitado, disminución de latencia, tiempo de respuesta, rapidez de las comunicaciones, flexibilidad de la red para incremento de ancho de banda y menor costo de mantenimiento. una de las desventajas que las empresas plantean es que el usuario aun no está familiarizado con estas tecnologías de redes tales como ser redes GPON o redes totales de fibra óptica ya que los usuarios desconocen las ventajas que estas ofrecen.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES

En este capítulo se establece el cumplimiento de los objetivos y las respuestas a las preguntas de investigación establecidas en el capítulo dos.

6.1 CONCLUSIÓN GENERAL

Se puede apreciar que es una tendencia la utilización de redes compuestas por fibra óptica y combinadas con tecnologías como ser cable coaxial /cable de par trenzado. La mayoría de compañías utilizan estas redes para dar servicios tales como internet de alta velocidad (internet residencial, Volp, IpTV) reduciendo atenuación y latencia en dichas redes, lo cual permite rapidez de las comunicaciones, flexibilidad de la red para incrementos de ancho de banda esto como respuesta a la demanda de mayor velocidad de los clientes y su expansión va de acuerdo a la solicitud de estos. Aun es difícil acceder a estas infraestructuras de fibra óptica debido a su alto costo y que sus instalaciones aun no abarcan todos los rincones de la ciudad por temas de geografías complejas. La mayoría de la implementación de fibra óptica es debido a que estas no son susceptibles a interferencias como el cable coaxial ya que este genera mucho ruido y pérdidas económicas por el robo constante de cable a las empresas. La fibra óptica ofrece ventajas como una alta velocidad al navegar por Internet, inmunidad al ruido y a las interferencias, tamaño y peso reducidos y compatibilidad con la tecnología digital.

6.2 CONCLUSIONES ESPECÍFICAS

- 1) Mientras que CLARO y TIGO cuentan con infraestructuras GPON , HONDUTEL aún no inicia el desarrollo de estas.
- 2) Al comparar las velocidades ofrecidas por las empresas TIGO , CLARO y HONDUTEL encontramos que a través de fibra óptica HONDUTEL y CLARO ofrecen más de 100 Mbps de velocidad de subida y bajada , mientras TIGO por motivos de confidencialidad opto por el NA.
- 3) Los planes a futuro con respecto a las redes compuestas por fibra óptica de las empresas hondureñas CLARO, TIGO y HONDUTEL es orientarse a la fibra óptica ,debido a la creciente demanda para la cual los medios tradicionales de cobre se encuentran limitados ; TIGO y

CLARO planean expandir sus redes de acuerdo a esta demanda ya sea por redes HFC o GPON y HONDUTEL planea iniciar a desarrollar redes con tecnología GPON.

CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda la implementación de las redes GPON en proyectos futuros, ya que tienen muchas ventajas como menos costos en los equipos, elementos pasivos, y al poseer mayor velocidad de transmisión de datos puede brindar un servicio de calidad al consumidor final.
- 2) El uso de la fibra óptica está reemplazando al par de cobre en lo que se refiere al transporte y en las acometidas hasta el usuario final, por cual se recomienda el uso de la fibra óptica, por la calidad del servicio y manejos de mayores anchos de banda.
- 3) El desarrollo de la tecnología para el suministro de internet no solo se ve en la infraestructura interna de cada proveedor, sino que también se refleja a nivel de usuario final, puesto que la última milla hasta el cliente final es de fibra óptica. El monitoreo constante de las redes permitirán minimizar el impacto por fallas del servicio y menores tiempos de atención.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cano, F. (09 de Junio de 2018). *'Matar al cobre': la historia de cómo Telefónica será "solo fibra" desde 2023.* Obtenido de El Español: https://www.elespanol.com/economia/empresas/20180609/matar-cobre-historia-telefonica-solo-fibra/313469875_0.html
2. Castillo, J. A. (26 de Enero de 2019). *Tipos de cable de par trenzado: cables UTP, cables STP y cables FTP.* Obtenido de profesional review: <https://www.profesionalreview.com/2019/01/26/cables-utp-cables-stp-cables-ftp/>
3. Comparaiso. (04 de Mayo de 2020). *Comparaiso.* Obtenido de Comparaiso.es: <https://comparaiso.es/gestiones/cambiar-adsl-fibra-optica>
4. Conectronica. (13 de Marzo de 2019). *conectronica.* Obtenido de conectronica.com: <https://www.conectronica.com/fibra-optica/redes-opticas/significados-de-redes-pon-GPON-xg-pon-10g-epon>
5. Equinsa Networking. (24 de enero de 2017). *equinsanetworking.* Obtenido de equinsanetworking.com: <https://equinsanetworking.com/soluciones-tecnologicas/soluciones-optica-pasiva-pon>
6. FotoSearch. (2018). *Fibra óptica, coaxial, y, par trenzado.* Obtenido de <https://www.fotosearch.es/CSP765/k62542703/>
7. Grupo Legrand. (20 de Noviembre de 2019). *Legrand.* Obtenido de Legrand.com: <https://legrand.com.pe/fibra-optica-y-cable-de-cobre-ventajas-y-desventajas/>
8. IPTEL. (29 de enero de 2016). *¿Que es FTTH o Fibra Óptica al Hogar?* Obtenido de iptel.com.ar: <https://www.iptel.com.ar/que-es-ftth-o-fibra-al-hogar/>
9. La Prensa . (07 de Julio de 2012). *Instalan fibra optica para mejorar servicio.* Obtenido de La Prensa: <https://www.laprensa.hn/honduras/sanpedrosula/340430-98/instalan-fibra-%C3%B3ptica-para-mejorar-servicio>

10. Martínez, T. (13 de Marzo de 2013). *¿FTTH o FTTB?, ésta es la cuestión*. Obtenido de telequismo.com: <https://www.telequismo.com/2013/03/ftth-fttb.html/>
11. National Geographic. (28 de Octubre de 2019). *Internet, una red de cientos de cables submarinos* . Obtenido de Mapa global de los cables submarinos: https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/internet-red-miles-cables-submarinos_13997
12. Orange.es. (5 de Octubre de 2018). *Orange*. Obtenido de Orange.es: <https://ayuda.orange.es/particulares/orange-tv/multidispositivo/1081-cuanto-ancho-de-banda-consumen-varios-dispositivos-conectados-a-la-vez>
13. Rafino, M. (11 de Enero de 2019). *Concepto*. Obtenido de Concepto.de: <https://concepto.de/adsl/>
14. Red Honduras. (2020). *Telecomunicaciones de Honduras*. Obtenido de redhonduras.com: <https://redhonduras.com/historia/telecomunicaciones-de-honduras/>
15. Redaccion Computer Hoy. (21 de Diciembre de 2019). *Lo que nadie te había contado nunca sobre la fibra óptica* . Obtenido de computerhoy.com: <https://computerhoy.com/reportajes/tecnologia/verdades-nadie-te-cuenta-fibra-optica-543393>
16. Redaccion Rastreador. (27 de Agosto de 2019). *Rastreator*. Obtenido de raestreator.com: <https://www.rastreator.com/telefonía/articulos-destacados/tecnologia-hfc-combinacion-cable-y-fibra.aspx>
17. rnds. (20 de Abril de 2019). *rnds*. Obtenido de rnds.com.ar: http://www.rnds.com.ar/articulos/038/RNDS_116W.pdf
18. Rodríguez, P. (17 de Marzo de 2017). *XatacaMovil*. Obtenido de xatacamovil.com: <https://www.xatacamovil.com/conectividad/fibra-vs-cable-diferencias-entre-las-dos-tecnologias-de-conectividad-del-futuro>
19. Saravia, A. (3 de Julio de 2019). *Cables submarinos y la era de Internet*. Obtenido de ufinet.com: <https://www.ufinet.com/es/submarine-cables-and-the-internet-age/>

20. Syscom. (14 de septiembre de 2017). *Syscom*. Obtenido de syscomblog.com: <https://www.syscomblog.com/2017/09/que-es-GPON.html>
21. TCA latinoamericana. (2017). *fibropticaonline*. Obtenido de fibropticaonline.com: <https://www.fibropticaonline.com/contenido/arquitectura-hfc-vs-arquitectura-GPON>
22. Telmex. (2020). *telmex*. Obtenido de telmez.com: <https://telmex.com/web/asistencia/hogar-preguntas-frecuentes-fibra-optica>
23. TicBeat. (10 de Enero de 2020). *Fibra óptica: ¿qué significan las siglas FTTH, FTTC o FTTS?* Obtenido de Ticbeat.com: <https://www.ticbeat.com/tecnologias/fibra-optica-que-significan-las-siglas-ftth-fttc-o-ftts/>
24. Valero, C. (22 de Abril de 2016). *AZadslzone*. Obtenido de asslzone.net: <https://www.adslzone.net/2016/04/22/lo-debes-cuenta-cuando-te-instalen-la-fibra-optica/>
25. Valero, C. (15 de Marzo de 2016). *FTTH, FTTN, HFC... poniendo en orden las siglas de la banda ancha*. Obtenido de adslzone.net: <https://www.adslzone.net/2016/03/15/ftth-fttn-hfc-poniendo-en-orden-las-siglas-de-la-banda-ancha/>
26. Velasco, R. (06 de Abril de 2019). *GPON: qué es y qué importancia tiene en la conexión de fibra óptica FTTH*. Obtenido de Redeszone: <https://www.redeszone.net/2019/04/06/GPON-que-es/>
27. Vives, J. (8 de Abril de 2019). *La Vanguardia*. Obtenido de lavanguardia.com: <https://www.lavanguardia.com/tecnologia/20190408/461521678851/google-facebook-microsoft-amazon-comprando-cables-circula-internet.html>

ANEXOS

Anexo 1-Entrevista

1. ¿que cantidad de cable coaxial están usando en su infraestructura en este momento?

Menos del 50 %

El 50% de nuestras redes utilizan cable coaxial

Más del 50 %

No aplica

2. ¿Qué servicios brindan a través de cable coaxial?

Internet

Telefonía

Cable

Otros

No aplica

3. ¿Sus infraestructuras constan de redes GPON?

Si

No

No aplica

4. ¿de su infraestructura que cantidad de redes son GPON?

Menos del 50 %

El 50 %

Más del 50 %

No aplica

5. ¿Cuánta cantidad de fibra óptica están utilizando en su infraestructura en este momento?

Menos del 50 %

El 50 % de nuestras redes utilizan fibra óptica

Más del 50 %

No aplica

6. ¿Qué servicios brindan a través de fibra óptica?

Internet

Telefonía

Cable

Otros

No aplica

7. ¿Qué velocidad tiene la información que envían a través del cable de fibra?

Menos de 10 mbps

Menos de 100 mbps

100 mbps

Más de 100 mbps

No aplica

8. ¿Qué velocidad de subida y de bajada tienen a través de la red de cable coaxial?

Menos de 10 mbps

Menos de 100 mbps

100 mbps

Más de 100 mbps

No aplica

9. ¿Qué ventajas y desventajas ven en hacer la transición de cable cobre a fibra óptica?

10. ¿Qué acciones están tomando para cubrir las necesidades de los clientes que demandan mayores velocidades, el cable coaxial cubre sus demandas o piensa que deberían usar fibra óptica para satisfacerlos?

11. ¿Cuál es el plan de expansión con respecto a las redes de fibra óptica?
12. ¿Qué implementaran en sus redes al momento de expandirse, seguirán usando redes híbridas o continuarán con los medios tradicionales de cobre?