



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE
TELECOMUNICACIONES FTTX CON TECNOLOGÍA GPON
EN LAS URBANIZACIONES GUATAPARO COUNTRY Y
TERRAZAS DE GUATAPARO EN EL MUNICIPIO
VALENCIA - EDO. CARABOBO.**

Autor:
Piñango Salazar Julneth Nulihen
C.I: 23.424.389

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE TELECOMUNICACIONES**

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES FTTX
CON TECNOLOGÍA GPON EN LAS URBANIZACIONES GUATAPARO
COUNTRY Y TERRAZAS DE GUATAPARO EN EL MUNICIPIO
VALENCIA - EDO. CARABOBO**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

Autor:
Piñango Salazar Julneth Nulihen
C.I: 23.424.389
Tutor: José Centeno

San Diego, Febrero del 2020



FI-T-001-2019-6CE(IG)

Valencia, 31 de enero de 2020

Ciudadana:
Piñango S. Julneth N.,
23.424.389
Presente:

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 01-2020 de fecha 14-01-2020 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES FTTH CON TECNOLOGÍA GPON EN LAS URBANIZACIONES GUATAPARO COUNTRY Y TERRAZAS DE GUATAPARO EN EL MUNICIPIO VALENCIA-EDO. CARABOBO** presentado por usted (es) como requisito para optar al título de Ingeniero en Telecomunicaciones.

Se ratifica la designación del Ing. José Centeno C.I: 10.738.814 como Tutor Académico que la asesorará en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente

Prof. Luis Linares

Decano de la Facultad de Ingeniería



c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

L/a.s.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE TELECOMUNICACIONES

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ing. José Centeno, portador de la cédula de identidad N° 10.738.814, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por la ciudadana: Piñango Salazar Julneth Nulihen, portador de la cédula de identidad N° 23.424.389, titulado, **IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES FTTX CON TECNOLOGÍA GPON EN LAS URBANIZACIONES GUATAPARO COUNTRY Y TERRAZAS DE GUATAPARO EN EL MUNICIPIO VALENCIA - EDO. CARABOBO**, presentado como requisito parcial para optar al título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 19 días del mes de Diciembre del año dos mil diecinueve.

Ing. José Centeno
C.I.: 10.738.814

AGRADECIMIENTOS

Piñango Salazar, Julneth Nulihen

Una de las principales características de estar vivo es que podamos compartir y disfrutar con quienes amamos, podemos ayudar y guiar a muchas personas si ellas lo permiten, pero también podemos ser ayudados guiados durante nuestra vida; quiero agradecerle primeramente a Dios, a mis padres (Pedro Piñango y Amalia Salazar) por haberme apoyado en cada paso que he decidido dar en la vida, muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuenta, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos. A mis abuelos por ser unas de las personas más especiales en esta vida, que con su AMOR pude defenderme de cualquier batalla que se me presentara.

A mis hermanas Nulien y Juliet, que a lo largo de esta carrera han estado incondicionalmente apoyándome en todo.

A mis amigos, que han estado presente durante toda o la mayor parte de este camino, y que a pesar de la distancia con sus palabras me han motivado a seguir adelante y han estado siempre para mí, pero sobre todo a Karlina Michelena que fue como una compañera de tesis.

Al Ing. Luis Cárdenas, Director de la empresa Conextelecom, que a través de su conocimiento transmitido tuve la oportunidad de llevar a cabo este trabajo de grado y de formar parte de su equipo.

A mi tutor sin duda uno de los profesores más comprometidos a la hora de enseñar el ING. José Centeno quien por sus aportes y tiempo dedicado para hacer posible este trabajo especial de grado.

A mis compañeros de la universidad que a lo largo de la carrera estuvieron apoyándome, Marlon Saravia, Albanys Aguirre y José Ferrer.

Agradezco a cada una de esas personas que sumaron en este gran logro. Y que sin querer formaron parte de este.

¡GRACIAS POR TANTO!

DEDICATORIA

Lleno de amor, dedico este proyecto, a cada uno de mis seres queridos quienes han sido pilares fundamentales para seguir adelante, a mis padres por ser sin duda la motivación más grande de superación que he podido tener, a mis hermanas que forman parte de un todo en mi vida.

Y sin dejar atrás a toda mi familia por confiar en mí, a mis abuelos, tíos y primos, gracias por ser parte de mi vida y por permitirme ser parte de la de ustedes.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO		Pg.
ÍNDICE DE FIGURAS.....		x
INDICE DE GRAFICAS.....		xii
INDICE DE TABLAS.....		xiii
RESUMEN.....		xiv
INTRODUCCIÓN.....		1
CAPÍTULO		
I EL PROBLEMA		
1.1 Planteamiento del Problema.....		3
1.2 Formulación.....		5
1.3 Objetivos.....		5
1.3.1 Objetivo General.....		5
1.3.2 Objetivos Específicos.....		5
1.4 Justificación.....		5
1.5 Alcance.....		6
1.6 Limitaciones.....		6
II MARCO TEÓRICO		
2.1 Antecedentes.....		7
2.2 Bases Teóricas.....		9
2.2.1 Redes de Telecomunicaciones.....		9
2.2.2 Fibra Óptica.....		10
2.2.2.1 Partes de la fibra óptica.....		10
2.2.2.2 Tipos de fibra óptica.....		12
2.2.2.3 Características de la fibra óptica.....		14
2.2.2.4 Tipos de Conectores de fibra óptica.....		15
2.2.2.5 Código de colores de la fibra óptica.....		17
2.2.2.6 Ventajas y desventajas de la fibra óptica.....		18
2.2.3 Redes Ópticas Activas (AONs).....		19
2.2.4 Redes Ópticas Pasivas (PONs).....		20
2.2.4.1 Beneficios de las redes PON.....		21
2.2.4.2 Arquitectura de las redes PON.....		22
2.2.4.3 Tipos de servicios de las redes PON.....		25
2.2.4.4 Aplicaciones de las redes PON.....		28
2.2.5 Red GPON.....		29

2.2.5.1	Características de una red GPON.....	29
2.2.5.2	Clasificación de una red GPON.....	30
2.2.5.3	Elementos de la red GPON.....	32
2.3	Definición de Términos Básicos.....	33

III MARCO METODOLÓGICO

3.1	Tipo de Investigación.....	34
3.2	Diseño de la Investigación.....	34
3.3	Nivel de la Investigación.....	35
3.4	Población y Muestra.....	35
3.4.1	Población.....	35
3.4.2	Muestra.....	36
3.5	Técnica e Instrumentos de recolección de datos.....	36
3.5.1	Técnicas de Recolección de Datos.....	36
3.5.2	Instrumentos de Recolección de Datos.....	37
3.6	Fases de la Investigación.....	37

IV RESULTADOS

4.1	Fase I: Diagnóstico de la situación actual de la red de telecomunicaciones en las urbanizaciones Guataparo country y Terrazas de Guataparo en el Municipio Valencia - Edo. Carabobo.....	40
4.1.1	Encuesta y Censo.....	44
4.1.2	Resultados del censo.....	44
4.2	Fase II: Identificación de las variables o parámetros de la red de telecomunicaciones en las urbanizaciones Guataparo Country y Terrazas de Guataparo en el Municipio Valencia - Edo. Carabobo..	51
4.2.1	Normas y Seguridad Industrial	55
4.2.2	Herramienta a utilizar	55
4.3	Fase III: Diseño de la red de telecomunicaciones FTTx con tecnología GPON en las urbanizaciones Guataparo Country y Terrazas de Guataparo en el Municipio Valencia - Edo. Carabobo..	58
4.4	Fase IV: Evaluación del costo para la implementación de la red FTTx con tecnología GPON en las urbanizaciones Guataparo Country y Terrazas de Guataparo en el Municipio Valencia - Edo. Carabobo.....	69
4.4.1	Factibilidad Económica.....	69
4.4.2	Factibilidad Ambiental.....	71
4.4.3	Factibilidad Social.....	71
4.5	Fase IV: Evaluación del costo para la implementación de la red FTTx con tecnología GPON en las urbanizaciones Guataparo Country y Terrazas de Guataparo en el Municipio Valencia - Edo.	

Carabobo.....	72
4.5.1 Tendido de fibra óptica.....	72
4.5.2 Mangas de distribución y acceso.....	73
4.5.3 Fusión de fibra o empalmado.....	75
4.5.4 OLT.....	79
4.5.5 Verticales.....	81
4.5.6 Acometida.....	87
4.5.7 Instalación final.....	89
CONCLUSIÓN.....	95
RECOMENDACIONES.....	97
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		Pg.
1	Partes de la fibra óptica	12
2	Fibra Monomodo.....	13
3	Fibra Multimodo.....	14
4	Tipos de conectores de fibra óptica.....	16
5	Código de colores de los hilos de fibra óptica.....	17
6	Código de colores de fibra multitubo.....	17
7	Red Óptica Activa (AONs).....	20
8	Red Óptica Pasiva (PONs).....	21
9	Topología PON (P2P).....	24
10	Topología PON (P2MP).....	25
11	Arquitectura de red PON.....	25
12	Tipos de servicios de las redes PON.....	26
13	Clasificación GPON.....	30
14	Esquema de una red GPON.....	33
15	Terrazas de Guataparo.....	41
16	Guataparo Country.....	42
17	Terrazas de Guataparo.....	42
18	Visualización del deterioro en el cableado.....	43
19	Visualización del deterioro en los armarios.....	44
20	Replanteo en AutoCAD de Guataparo.....	52
21	Tendido de fibra en Guataparo.....	53
22	Proceso de tendido de fibra.....	56
23	Labores de planta externa.....	57
24	Mediciones con odómetro.....	57
25	Uso de mariota para tendido de fibra.....	58
26	Google Maps de tendido de fibra óptica en Guataparo.....	59
27	Diseño en AutoCAD.....	60
28	Estructura de la red FTTx.....	61
29	OLT.....	62
30	Diseño en AutoCAD de puertos en el ODF.....	63
31	Diseño en AutoCAD de manga de distribución.....	63
32	Diseño en AutoCAD de manga de acceso.....	64
33	Diseño en AutoCAD de caja NAP mixta.....	64
34	Distribucion de cajas NAP a nivel de apartamentos.....	67
35	Distribucion de cajas NAP a nivel de casas.....	67
36	Distribución de cajas NAP a nivel de Tonwhouse.....	68
37	Implementacion de fibra troncal.....	73
38	Manga con capacidad para fibra de 96 hilos.....	73

39	Mangas de acceso o cajas NAP.....	74
40	Empalme de manga de distribución.....	74
41	Empalme de manga de acceso.....	75
42	Alicate Pelador.....	76
43	Cortador de fibra.....	76
44	Máquina de Fusión.....	77
45	Alcohol Isopropílico.....	77
46	Manguita Termorretractil.....	78
47	Partes de la fusionadora.....	79
48	OLT en cuarto de distribución Guataparo.....	81
49	Acometida en Edif. Casablanca en Terrazas de Guataparo.....	82
50	Tanque que permite el acceso a residencias Casablanca.....	83
51	Tanquilla de acceso tipo A.....	83
52	Vertical en residencias Casablanca.....	84
53	FXB.....	85
54	Instalacion de caja NAP.....	85
55	Tendido de fibra dentro de TH Villas del Country.....	86
56	Asignacion de cajas NAP en TH Villas del Country.....	87
57	Acometida en apartamento de cliente en residencia Casablanca.....	88
58	Caja terminal.....	89
59	Caja terminal.....	89
60	Prueba de potencia en caja NAP.....	90
61	ONT huawei HG8546M.....	91
62	Descripcion ONT.....	91
63	Puertos ONT.....	92
64	Caja terminal y ONT.....	94

ÍNDICE DE GRAFICAS

GRAFICA		Pg.
1	Servicio de Internet CANTV.....	47
2	Fibra Óptica.....	48
3	Proveedor del Servicio.....	49
4	Calidad del servicio prestado.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA		Pg.
1	Terrazas de Guataparo.....	45
2	Total TH.....	45
3	Parcelas.....	45
4	Guataparo Country.....	46
5	Total de TH.....	46
6	Total de Casas.....	46
7	Servicio de Internet CANTV.....	47
8	Fibra Óptica.....	48
9	Proveedor del Servicio.....	49
10	Calidad del servicio prestado.....	50
11	Descripción de los Materiales.....	53
12	Tipo de Fibra Óptica a utilizar en el Proyecto.....	54
13	Descripción de las especificaciones.....	54
14	Perdida por división de splitter.....	65
15	Registro de la OLT.....	69
16	Presupuesto.....	70
17	Perdida por empalmes.....	78
18	Indicadores Leds ONT.....	93



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE TELECOMUNICACIONES**

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES FTTX
CON TECNOLOGÍA GPON EN LAS URBANIZACIONES GUATAPARO
COUNTRY Y TERRAZAS DE GUATAPARO EN EL MUNICIPIO
VALENCIA - EDO. CARABOBO**

Autor: Piñango S. Julneth N.

C.I: 23.424.389

Tutor: Ing. José Centeno

Fecha: Febrero 2020

RESUMEN INFORMATIVO

En Venezuela la gran mayoría de las redes de telecomunicaciones de acceso son de cobre, que usan la tecnología Línea de Abonado Digital Asimétrica (ADSL). Sin embargo, otros clientes necesitan conexiones más rápidas, ya que esta tecnología que esta implementada actualmente es obsoleta, en comparación a los avances tecnológicos que se presentan hoy en día. Actualmente existe una falta de mantenimiento para el correcto funcionamiento de múltiples servicios en el área de telecomunicaciones, sin embargo, existen empresas que han invertido en el país para la mejora del funcionamiento de dicho servicio, como lo es el caso de la empresa Conextelecom, c.a. Este proyecto tiene como objetivo realizar el estudio para la implementación de una red FTTX basada el estándar GPON que permita brindar una tecnología diferente a los clientes ubicados en Terraza de Guataparo y Guataparo Country. El alcance de este proyecto está orientado a mostrar una alternativa diferente a la tecnología existente y que lleva instalada varios años por esos ductos, teniendo en cuenta elementos como calidad o afectación de servicios.

Descriptor: Telecomunicaciones, FTTX, GPON, servicios.

INTRODUCCIÓN

Los usuarios de telecomunicaciones ya están cansados de tanta competición en ancho de banda entre operadores, lo que demandan es una competición en servicios innovadores (HDTV, video bajo demanda, videoconferencia, etc.) de esta forma, los principales operadores del mundo están definiendo avanzadas redes convergentes de banda ancha basadas en IP, maximizando así el valor de sus activos para atraer nuevos clientes y fidelizar a los existentes ofreciendo más servicios sobre la misma infraestructura a unos precios cada vez más competitivos. Además, de reducir la inversión necesaria en equipamiento de red, esta convergencia trae consigo para los operadores una reducción de la complejidad de la gestión y unos costos operativos más bajos.

Entre las tecnologías más interesantes que están permitiendo esta convergencia cabe destacar en la parte del bucle de abonado GPON, la tecnología de acceso mediante fibra óptica con arquitectura punto a multipunto más avanzada en la actualidad. Las economías de escala y experiencia acumulada en el núcleo de la red, con elevados niveles de tráfico sobre sistemas WDM (multiplexación por división de longitud de onda) han permitido que la viabilidad económica de la fibra y los componentes ópticos sea un hecho. Los servicios que se pueden emplear sobre una red de estas características son además los mismos que se puede ofrecer sobre la red móvil.

La fibra de óptica es el medio de transmisión más avanzado y el único capaz de soportar los servicios de nueva generación, como televisión de alta definición. Las principales ventajas de tener un bucle de abonado de fibra óptica son muchas: mayores anchos de banda, mayores distancias desde la central hasta el abonado, mayor resistencia a la interferencia electromagnética, mayor seguridad, menor degradación de las señales, etc. Además, la reducción de repetidores y otros

dispositivos supondrán menores inversiones iniciales, menor consumo eléctrico, menor espacio, menos puntos de fallos, etc.

El trabajo está estructurado en cuatro capítulos, el Capítulo I, titulado El Problema, en el cual se describe planteamiento, formulación, objetivos, justificación y alcance incluyendo algunas limitantes, siguiendo con el Capítulo II, titulado Marco Teórico, donde están los antecedentes, bases teóricas y definición de términos, avanzando al Capítulo III, titulado Marco Metodológico, donde se expresan el tipo, diseño y nivel de la investigación, población y muestra escogidos, técnicas e instrumentos de recolección de datos y las fases metodológicas, por último el Capítulo IV, se encuentran los análisis e interpretación de los resultados obtenidos luego de la aplicación de técnicas e instrumentos de recolección de datos definidos en el capítulo anterior, para así lograr los propósitos planteados.

Por último, se desarrollan las conclusiones y recomendaciones que se consideran para la empresa, las fuentes bibliográficas que fueron consultadas y los materiales de apoyo empleados durante la investigación. En cuanto a la metodología aplicada en el desarrollo del presente trabajo de grado se debe resaltar que está estructurada según las normas exigidas por la Universidad José Antonio Páez.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

La telecomunicación es toda emisión y admisión de frecuencias de cualquier medio, especialmente electromagnéticas, que comprendan símbolos, resonancias, imágenes o en decisiva, cualquier tipo de datos que se quiera notificar a cierto trayecto. La electromagnética es la unión del ámbito eléctrico y el ámbito magnético, juntos hacen una gran potencia. Por trasnominación, además se define telecomunicación como una doctrina que analiza, plantea, amplía y aprovecha todos aquellos mecanismos que consienten dichas comunicaciones, de manera equivalente la ingeniería de telecomunicaciones soluciona las dificultades competentes agrupadas a esta doctrina.

Las telecomunicaciones son un servicio básico del mundo actual. La facultad de lograr comunicar cualquier mandato militar o político de modo casi momentáneo, ha sido fundamental en muchos hechos históricos de la Edad contemporánea. Así estas tecnologías tienen una trascendencia como su empleo en definiciones de la parcialidad o la sociedad de las investigaciones y del conocimiento, que se integra con la trascendencia de las mismas en cualquier tipo de acción mercantil, financiera, operativa o empresarial. Los recursos de la comunicación de masas además se importan de las telecomunicaciones para participar contenidos al público, de gran categoría a la hora de comprender la definición de sociedad de masas.

En Venezuela la gran mayoría de las redes de telecomunicaciones de acceso son de cobre, que usan la tecnología Línea de Abonado Digital Asimétrica (ADSL). Sin embargo, otros clientes necesitan conexiones más rápidas, ya que esta tecnología que esta implementada actualmente es obsoleta, debido a los avances tecnológicos que se presentan hoy en día. Las principales compañías proveedores del servicio de

Comunicaciones tales como: Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela (CANTV) la cual principal proveedora de internet y telefonía fija. Telefónica Venezolana, Digitel, Inter, NetUno, etc. En la actualidad el internet es una herramienta indispensable en nuestro día a día tanto para empresas, negocios y hogares. Ya que a través del mismo se logra acceder a la información, gestiones bancarias, redes sociales, investigación, trabajo, entre otras actividades. Actualmente existe una falta de mantenimiento para el correcto funcionamiento de múltiples servicios, como también la apropiación indebida de equipos (hurto – vandalismo) en especial en el área de las telecomunicaciones, sin embargo, existen empresas que han invertido en el país para la mejora del funcionamiento de dicho servicio.

El diseño de una red de fibra óptica es un proceso detallado que culmina con la instalación y el funcionamiento exitoso de una red de fibra óptica. Implica determinar el tipo de sistema de comunicación que se transportará a través de la red, el ámbito geográfico (planta interna, campus, planta externa, etc.), el equipamiento de transmisión necesario y la red de fibra mediante la cual dicho equipamiento funcionará.

Luego, se debe considerar los requisitos de los permisos, las autorizaciones y las inspecciones. Una vez se llega a esa etapa, se debe tener en cuenta la selección de los componentes, la ubicación, las prácticas de instalación, las pruebas, la instalación y puesta en funcionamiento del equipamiento de red y de solución de problemas. Por último, se analiza la documentación, el mantenimiento y la planificación de una restauración en el caso de que se produzca una interrupción en el futuro.

Por lo ante expuesto, se hace necesario realizar un estudio para la implementación de un sistema de comunicación FTTx (del inglés Fiber to the X) con la finalidad de lograr optimizar los servicios que ofrece la empresa y así brindarles a los posibles clientes mejoras tecnológicas que les garanticen estabilidad en las demandas de comunicación que se requieren en la zona.

1.2 Formulación del Problema

¿Cómo mejorar las redes de telecomunicaciones en las urbanizaciones Guataparo Country y Terrazas de Guataparo en el Municipio Valencia - Edo. Carabobo?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Implementar una red FTTx con tecnología GPON en las urbanizaciones Guataparo Country y Terrazas de Guataparo en el Municipio Valencia - Edo. Carabobo.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de la red de telecomunicaciones en las urbanizaciones Guataparo country y Terrazas de Guataparo en el Municipio Valencia - Edo. Carabobo.
- Identificar las variables o parámetros de la red de telecomunicaciones en las urbanizaciones Guataparo country y Terrazas de Guataparo en el Municipio Valencia - Edo. Carabobo.
- Diseñar la red de telecomunicaciones FTTx con tecnología GPON en las urbanizaciones Guataparo Country y Terrazas de Guataparo en el Municipio Valencia - Edo. Carabobo.
- Evaluar el costo para la implementación de la red FTTx con tecnología GPON en las urbanizaciones Guataparo Country y Terrazas de Guataparo en el Municipio Valencia - Edo. Carabobo.
- Implementación la red FTTx con tecnología GPON en las urbanizaciones Guataparo Country y Terrazas de Guataparo en el Municipio Valencia - Edo. Carabobo.

1.4 Justificación del Problema

Actualmente el desarrollo de la micro tecnología, la digitalización y las redes de transmisión a altas velocidades están produciendo una revolución tecnológica de

grandes avances. Los conmutadores electrónicos y los sistemas inteligentes han reducido sus precios y han provocado que ya no sea un sueño alcanzarlos. Para el día de hoy las telecomunicaciones se ha transformado en una red de redes, un sistema nervioso entrelazado de medios inalámbricos, satélites, cable de cobre coaxial y fibra óptica, con múltiples operadores.

Debido a los fallos que han tenido los servicios de telecomunicaciones actualmente por falta de mantenimiento, equipos obsoletos, robos o manipulación indebida, es necesario diseñar una red FTTx para dar solución a los problemas de comunicación que aquejan a los habitantes del municipio San José.

A través de la propuesta para crear una red FTTx con tecnología GPON se busca mejorar el rendimiento de los equipos y la capacidad del medio, se debe diseñar una red que tenga tendencia escalable. Y así lograr optimizar los servicios de comunicaciones que ofrece la empresa. Este tipo de tecnologías, aportan importantes beneficios para las empresas y sus usuarios.

1.5 Alcance

El desarrollo de este proyecto abarcará la identificación de las demandas de conexión de los posibles clientes, el análisis de las variables necesarias para la elaboración del proyecto, como también un diseño escalable que mejor se adapte a los requerimientos de geográficos de la zona. Para posteriormente ser implementado.

Se debe considerar los beneficios que traería para la empresa CONEXTELECOM, C.A la implementación del proyecto ya descrito. Dicho proyecto posee capacidad de crecimiento ya que se desarrollaría en vías a brindar múltiples servicios como lo es la telefonía IP y televisión IP.

1.6 Limitaciones

Dentro de las posibles limitaciones nos podemos encontrar con el trámite de permisos de organismo públicos y obstrucciones en las ducterías de las tanquillas en la zona a cubrir.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Para el desarrollo de toda propuesta de ingeniería, es importante la descripción y el análisis de proyectos semejantes, debido a la contribución que ofrece para la elaboración del mismo, es por ello que se analiza diferentes trabajos de origen nacional e internacional, relacionados con el proceso de creación de redes FTTX con tecnología GPON, considerando lo mejor de cada uno de ellos.

Rivera, L y Huertas O (2017) en su trabajo de grado titulado **“Estudio para la implementación de red Gpon en el sector comercial de BARRANCABERMEJA”**, realizado en la Universidad Politécnico Gran Colombiano de Bogotá, Colombia. Para optar al título de Ingeniero De Telecomunicaciones. El proyecto se basó en reemplazar la red canalizada de cobre por una red canalizada compuesta de fibra óptica, para proponer un servicio que genere disminución en costos de manutención, mantenga los servicios de internet, telefónica y televisión con altos índices de disponibilidad, ampliando la cobertura para mejorar los tiempos de respuesta y brindar mayor calidad a los usuarios Pyme o grandes empresas. Ejecutan una factibilidad en la zona que permita demostrar que la instalación de una red con tecnología GPON puede ser una solución para la problemática actual.

En el criterio de Rivera y Huertas en su investigación aporta un gran beneficio ya que se demuestra la factibilidad de implementar este tipo de redes, su aporte es relevante debido a que se estudia el terreno para el diseño de la red GPON, detallando cada segmento de la red de cobre en los aspectos de la red de acceso, para así mismo tener un bosquejo de la actualidad en el terreno y es de gran provecho ya que contribuye al análisis de la demanda PYME, como también se demuestra que a través

de la migración de las redes de cobre a redes de fibra óptica, se logra obtener una mejor calidad de servicio.

Así mismo, Castro, M. (2019) en su trabajo de grado titulado **“Diseño de una red FTTH basado en el estándar GPON para la conexión de videocámaras para el distrito de San Martín de Porres”**, realizado en la Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas de Lima, Perú. Como requerimiento para optar al título de Ingeniero de Redes y Comunicaciones. Esta investigación contemplo el estudio de mejorar las arquitecturas de red de tipo MAN como es el estándar GPON de tipo FTTH (Fibra hasta el hogar) que es capaz de cubrir grandes distancias sin necesidad de usar repetidores de señal y/o amplificadores, y que además de eso, ofrece un ancho de banda de transmisión de gran envergadura, que proporciona confiabilidad para la transmisión y procesamiento de información que generen la videocámaras de seguridad.

Con su investigación Castro, M. Logra demostrar que las redes FTTH utilizando el estándar GPON nos brindan conocimientos esenciales para el entendimiento de cómo funcionan las redes ópticas pasivas, las tecnologías que intervienen en ella y la razón del porque son en la actualidad ampliamente desplegadas por operadores de telecomunicaciones, tal como su beneficio al momento de brindar servicios como el Triple Play (telefonía fija, internet y televisión).

Por último, Becerra, G. (2019) con su trabajo de grado titulado **“Sistema de Telecomunicaciones con tecnología Gpon para el restablecimiento del servicio de la zona industrial el recreo de flor amarillo del Municipio Valencia del Edo Carabobo.”** Presentado en la Universidad José Antonio Páez. San Diego, Venezuela. Para obtener el título de Ingeniero en Telecomunicaciones. Esta investigación se basó en proponer un sistema de telecomunicaciones con tecnología GPON (Red Pasiva Óptica con Capacidad de Gigabit) para el restablecimiento del servicio de la Zona Industrial, reemplazando la red de cobre actual por una red de fibra óptica.

La propuesta de Becerra, G. es de gran relevancia ya que se plantea la necesidad que tienen las empresas de telecomunicaciones de adaptar sus servicios,

para que formen parte de una red convergente pasiva que ofrezca mejores beneficios tecnológicos para los usuarios y mayores beneficios económicos para el proveedor.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Redes de Telecomunicaciones

Para Forouzan (2002, p. 4), La red es un conjunto de dispositivos (denominados a menudo nodos), conectados por enlaces de un medio físico.

Un nodo puede ser una computadora, una impresora, o cualquier otro dispositivo capaz de enviar y/o recibir datos generados por otros nodos de la red. Los enlaces conectados con los dispositivos se denominan a menudo canales de comunicación. Las redes se pueden diseñar de acuerdo al gusto del administrador de red, tomando en cuenta materiales, equipos e infraestructura. Es por ello que el estudio de todas las posibilidades, se da a conocer el término de Topología, cuyo término se refiere a la forma en que está diseñada la red.

Así mismo, para Huidobro (2003, p. 278), Una red de telecomunicaciones es un conjunto de recursos bien sean, nodos de conmutación y sistemas de transmisión interconectados por líneas o enlaces, cuya función es que los elementos a ella conectados puedan establecer una comunicación.

En resumen una red de telecomunicaciones es un conjunto de equipos interconectados, cuya función es entablar una comunicación y transmitir la información entre los distintos departamentos en el área del trabajo buscando una mayor eficacia.

Para ser considerada efectiva y eficiente, una red debe satisfacer ciertos criterios y los más importantes son:

- Rendimiento: Se puede medir de muchas formas, incluyendo el tiempo de tránsito y de respuesta. El tiempo de tránsito es la cantidad de tiempo necesario para que un mensaje viaje desde un dispositivo al siguiente. El tiempo de respuesta es el que transcurre entre una petición y su respuesta. El rendimiento de una red depende de varios

factores, incluyendo el número de usuarios, el tipo de medio de transmisión, la capacidad del hardware conectado y la eficiencia del software. El rendimiento se mide a menudo usando dos métricas: ancho de banda y latencia.

- **Fiabilidad:** Esta se mide por la frecuencia de fallo de la misma, el tiempo de recuperación de un enlace frente a un fallo y la robustez de la red ante una catástrofe.
- **Seguridad:** Esta incluye la protección de datos frente a accesos no autorizados, protección de datos frente a fallos y modificaciones e implementación de políticas y procedimientos para recuperarse de interrupciones y pérdidas de datos.

2.2.2 Fibra óptica

Es un medio físico de transmisión de información, usual en redes de datos y telecomunicaciones, que consiste en un filamento delgado de vidrio o de plástico, a través del cual viajan pulsos de luz láser o led, en la cual se contienen los datos a transmitir. Además, de brindar velocidades y distancias superiores a comparación de cualquier otro medio de transmisión (cobre e inalámbricos).

Se requieren dos filamentos para una comunicación bi-direccional: TX y RX. El grosor del filamento es comparable al grosor de un cabello humano, es decir, aproximadamente de 0,1 mm.

2.2.2.1 Partes de la fibra óptica

La fibra óptica consta de varias partes, que serán descritas a continuación:

- **Elemento central dieléctrico:** este elemento central que no está disponible en todos los tipos de fibra óptica, es un filamento que no conduce la electricidad (dieléctrico), que ayuda a la consistencia del cable entre otras cosas.
- **Hilo de drenaje de humedad:** su fin es que la humedad salga a través de él, dejando al resto de los filamentos libres de humedad.

- Fibras: esto es lo más importante del cable, ya que es el medio por donde se transmite la información. Puede ser de silicio (vidrio) o plástico muy procesado. Aquí se producen los fenómenos físicos de reflexión y refracción. La pureza de este material es lo que marca la diferencia para saber si es buena para transmitir o no. Una simple impureza puede desviar el haz de luz, haciendo que este se pierda o no llegue a destino.
- En cuanto al proceso de fabricación es muy interesante y hay muchos vídeos y material en la red, pero básicamente las hebras (micrones de ancho) se obtienen al exponer tubos de vidrio al calor extremo y por medio del goteo que se producen al derretirse, se obtienen cada una de ellas.
- Loose Buffers: es un pequeño tubo que recubre la fibra y a veces contiene un gel que sirve para el mismo fin haciendo también de capa oscura para que los rayos de luz no se dispersen hacia afuera de la fibra.
- Cinta de Mylar: es una capa de poliéster fina que hace muchos años se usaba para transmitir programas a PC, pero en este caso sólo cumple el rol de aislante.
- Cinta anti-llama: es un cobertor que sirve para proteger al cable del calor y las llamas.
- Hilos sintéticos de Kevlar: estos hilos ayudan mucho a la consistencia y protección del cable, teniendo en cuenta que el Kevlar es un muy buen ignífugo, además de soportar el estiramiento de sus hilos.
- Hilo de desgarre: son hilos que ayudan a la consistencia del cable.
- Vaina: la capa superior del cable que provee aislamiento y consistencia al conjunto que tiene en su interior. (ver figura 1).

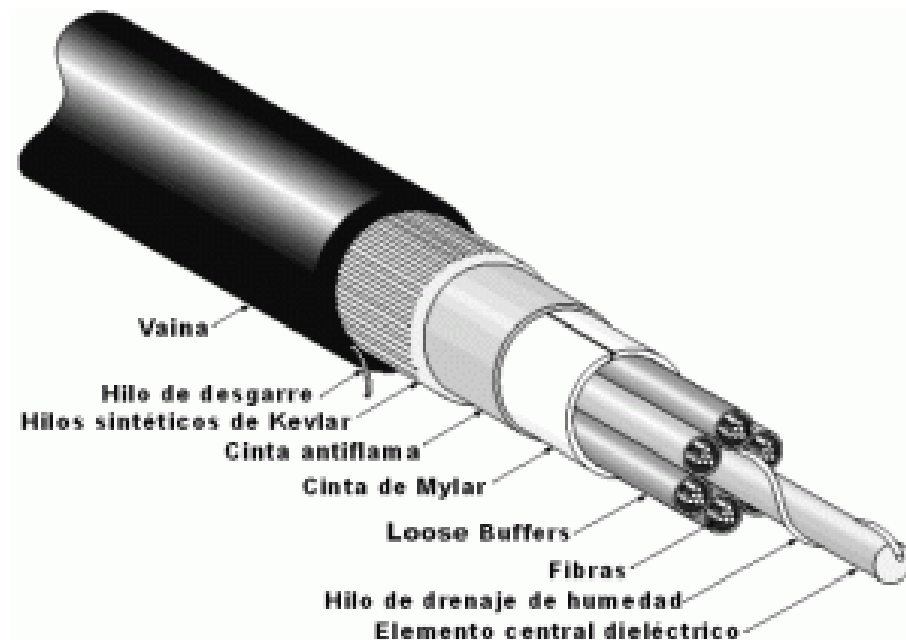


Figura 1: Partes de la fibra óptica

Fuente: <https://www.fibraopticahoy.com/fibra-optica-que-es-y-como-funciona/> (2019)

2.2.2.2 Tipos de fibra óptica

Se pueden realizar diferentes clasificaciones acerca de los tipos de fibra óptica, pero de acuerdo al mecanismo de propagación de la luz en el interior, pueden ser de dos tipos:

Fibra Monomodo: Permite la propagación de un único modo de luz directamente sin reflexión, a través de la reducción del diámetro del núcleo de fibra, permitiendo enviar información a largas distancias (superiores a 10 kms) y a buena tasa de transferencia. Tiene la peculiaridad de que dentro de su núcleo, la data viaja sin rebotar en sus paredes lo que permite mantener velocidades de transferencia más altas. Los datos se transfieren trazando una línea, por esto no muchos haces de luz pueden viajar al mismo tiempo a través de las pequeñas proporciones de su conducto (ver figura 2).



Figura 2: Fibra Monomodo

Fuente: <https://bevondtech.us/blogs/bevondtech-en-espanol/diferencias-entre-cables-de-fibra-optica-monomodo-y-multimodo> (2019)

Existen dos tipos de fibra monomodo:

- OS1 monomodo: Puede ser usado en interiores y la distancia en la que puede ser desplegado es de máximo 2.000 metros. Esto permite tener desde 1 hasta 10 gigabits de Ethernet.
- OS2 monomodo: Está diseñado para todos los usos, haciéndolo más que adecuado para exteriores.

La distancia en la que puede ser desplegado varía entre 5.000 a 10.000 metros. Esto permite desde 1 a 10 gigabits de Ethernet. Los OS1 y OS2 son cables de larga distancia debido a su poca capacidad para doblarse.

Fibra Multimodo: Permite que los haces de luz se propaguen en más de una manera (más de mil modos distintos), lo cual incrementa el margen de error y la hace no muy recomendable para conexiones de muy larga distancia. Este tipo de fibras son las preferidas para comunicaciones en pequeñas distancias, hasta 10 Kms (ver figura 3).



Figura 3: Fibra Multimodo

Fuente: <https://beyondtech.us/blogs/beyondtech-en-espanol/diferencias-entre-cables-de-fibra-optica-monomodo-y-multimodo> (2019)

2.2.2.3 Características de la fibra óptica

Las fibras ópticas poseen las siguientes características generales:

Ancho de banda: La fibra óptica tiene un ancho de banda mucho mayor que los cables de pares (UTP / STP), y coaxiales. En la actualidad, las tasas son 1,7Gbps utilizando las redes públicas, el uso de las frecuencias más altas o luz visible llegará a 39Gbps. UTP RJ45 o cable es ahora el más ampliamente utilizado en la mayoría de las instalaciones de la red debido a su costo, baja flexibilidad y facilidad de instalación, así como sus características técnicas que logran mejores velocidades de transferencia de datos. En la transmisión de datos para el cobre, UTP es el mejor que se puede lograr velocidades de ancho de banda como 10Mbps, 100 Mbps 1000Mbps con las nuevas placas 1 Gb Ethernet de red. El ancho de banda de la fibra óptica permite transmitir datos, voz, vídeo, y más.

Distancia: La atenuación de la señal baja permite líneas de fibra óptica sin repetidores. **Integridad de datos:** Normalmente la transmisión de datos por fibra óptica posee una frecuencia de errores o BER (Bit Error Rate) es menor que 10⁻¹¹. No hay necesidad de aplicar procedimientos de corrección de errores para acelerar la velocidad de transferencia puesto que esta función permite a los protocolos de comunicación de alto nivel lo realicen perfectamente.

Duración: Es resistente a la corrosión y altas temperaturas, la protección de la envoltura es capaz de resistir las altas tensiones en su instalación.

Seguridad: Debido a que la fibra óptica no emite radiación electromagnética, es resistente a la escucha de las acciones intrusivas. Para acceder al flujo de la señal en la rotura de la fibra, es necesario que no haya transmisión durante este proceso y por lo tanto se puede detectar. La fibra también es inmune a los efectos electromagnéticos externos, para que pueda ser utilizado en entornos industriales, sin protección especial.

2.2.2.4 Tipos de conectores de la fibra óptica

Cuando hablamos de los conectores de fibra óptica más utilizados hay que tener en cuenta que su uso en instalaciones de edificios, oficinas y hogares, aplicaciones de planta interna o externa, sistemas televisión por cable y telefonía para conectar cables y equipos donde se necesita tener la capacidad de conectar y desconectar. Los conectores son considerados el enlace más débil en un sistema de fibra óptica, porque marcan un punto en el que puede ocurrir pérdida de señal. Por lo tanto, para que los cables de fibra óptica tengan un rendimiento excepcional, se necesitan conectores bien diseñados, buenas terminaciones y un instalador habilidoso.

Hay diferentes tipos de conectores, pero todos están integrados por estos tres mecanismos:

- **Férula:** Es el componente más importante de los conectores de fibra óptica ya que es la encargada de sujetar, proteger y alinear la fibra de vidrio. Las férulas usualmente son hechas con cerámica y plástico o metal de alta calidad.
- **Mecanismo de acoplamiento:** Mantiene el conector en su lugar cuando está conectado a otro dispositivo.
- **Cuerpo:** Es la estructura que sostiene la férula, el mecanismo de acoplamiento y la bota. Está hecho de plástico o metal.

Tipos de conectores de fibra óptica que van en las puntas de los cables (ver figura 4):

- FC que se usa en la transmisión de datos y en las telecomunicaciones.
- FDDI se usa para redes de fibra óptica.
- LC y MT-Array que se utilizan en transmisiones de alta densidad de datos, más que nada usado en servers o clusters storage.
- SC y SC Dúplex se utilizan para la transmisión de datos.
- ST o BFOC se usa en redes de edificios y en sistemas de seguridad.

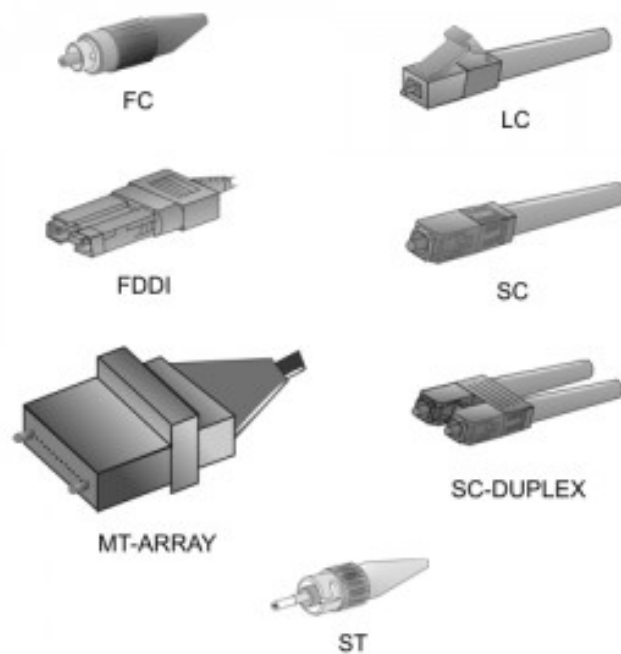


Figura 4: Tipos de conectores de fibra óptica

Fuente: <https://www.fibraopticahoy.com/> (2019)

2.2.2.5 Código de colores de la fibra óptica

Para identificar cada fibra y cada grupo de fibras contenidas en los tubos buffer se utilizan diversos códigos de colores que varían de un fabricante a otro.

Como ejemplo se exponen a continuación los códigos de cables de fibra óptica fabricados por PIRELLI.

Código C144 de cables de fibra óptica fabricados por PIRELLI. Este código agrupa hasta 12 filamentos bajo un tubo como se muestra en la figura 5 y 6 :

	1 = AZUL
	2 = NARANJA
	3 = VERDE
	4 = MARRON
	5 = GRIS
	6 = BLANCO
	7 = ROJO
	8 = NEGRO
	9 = AMARILLO
	10 = VIOLETA
	11 = ROSA
	12 = CELESTE

Figura 5: Código de colores de los hilos de fibra óptica

Fuente: <http://ikastaroak.ulhi.net/> (2019)















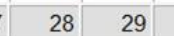
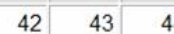




Fibra												
Tubo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132
	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144

Figura 6: Código de colores de multitubos de fibra óptica

Fuente: <http://ikastaroak.ulhi.net/> (2019)

2.2.2.6 Ventajas y desventajas de la fibra óptica

Es importante mencionar las ventajas y desventajas que ofrecen el uso de fibra óptica en el diseño e implementación de redes.

Ventajas:

- Multiprotocolo (TCP/IP, SCSI, etc.)
- Escalable
- Muy segura ya que no hay manera de acceder a los datos transmitidos sin romper la fibra
- El cable es muy liviano y se corroe poco
- La señal se pierde muy poco a lo largo del cable

Desventajas:

- El conjunto de conectores, cable, placas, dispositivos para fibra, etc., son caros para el uso no comercial, por eso se utiliza como backbone donde se debe transmitir un gran volumen de información a grandes velocidades.
- La fibra es frágil, lo que complica un poco la instalación.
- Los empalmes entre fibra son complejos, con lo cual a veces hay que contratar una empresa para realizarlo.
- Siempre se va a necesitar un conversor óptico-eléctrico, ya que es casi imposible tener toda una red de fibra, haciendo el costo más caro.

2.2.3 Redes Ópticas Activas (AONs)

Se utilizan elementos activos que requieren energía para su alimentación y permiten largas distancias entre la sala de equipos y los abonados. Basado en el estándar IEEE 802.ah, las redes activas Ethernet proveen de ancho de banda simétrico con velocidades superiores a 1Gbps por puerto sobre una única fibra utilizando para ello dos longitudes de onda multiplexadas y diferenciadas sobre cada fibra óptica. De ésta manera con cada longitud de onda tenemos dos slots de transmisión, un slot se utiliza como canal de transmisión y otra para el canal de

recepción. Esto nos permite una transmisión de datos Full-Dúplex mediante una conexión punto a punto con un ancho de banda dedicado al usuario.

En la figura 7, se puede observar que una AON utiliza un equipo de conmutación con alimentación eléctrica, para gestionar la distribución de la señal y las señales de dirección a clientes específicos.

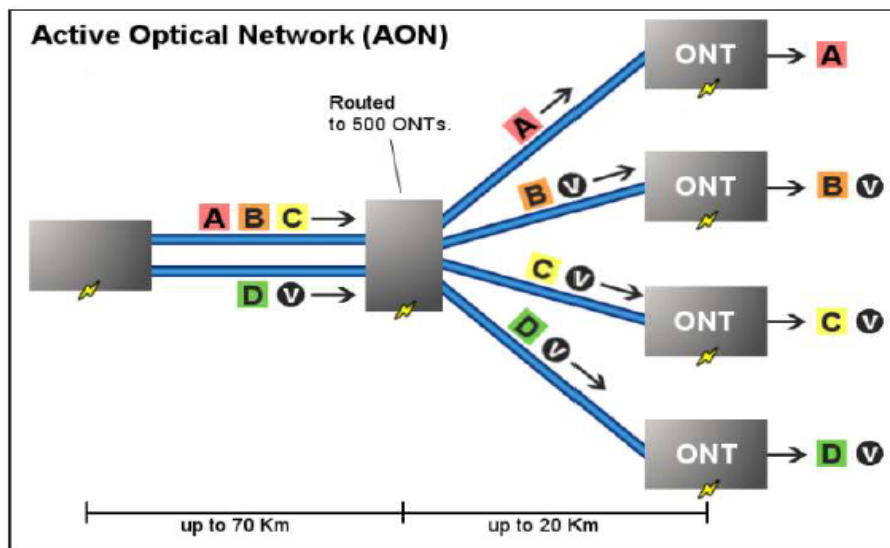


Figura 7: Red Óptica Activa (AONs)

Fuente: <https://gris.tech.blog/2017/12/18/introduccion-a-la-red-optica-pasiva-pon/> (2019)

2.2.4 Redes Ópticas Pasivas (PONs)

Una red óptica pasiva (PON) es una red de fibra óptica que emplea una topología de punto a multipunto y splitters ópticos para transmitir datos de un punto único de transmisión a varios puntos finales de usuario. En este contexto, “pasiva” se refiere a la ausencia de alimentación de la fibra y los componentes divisores y combinadores (ver figura 8).

La ventaja de este tipo de redes es que solo se necesitan equipos activos en los extremos. Para guiar el tráfico intermedio en la red se usan divisores ópticos pasivos, que reparten la señal por las fibras que se dirigen a cada punto de conexión. Como se

muestra en la figura 4, por el camino descendente el OLT envía la información a todos los ONT, de forma punto-multipunto, procesando cada uno de ellos la información que le corresponde, y en el camino ascendente cada ONT envía la información hacia el OLT, mediante multiplexación por división en el tiempo. De esta forma todas las comunicaciones se realizan por un solo par de fibras hasta el divisor óptico, donde sale una fibra hasta cada ONT, es decir cada usuario. El divisor óptico pasivo es un elemento sencillo, sin elementos que requieran alimentación ni elementos móviles, que se puede ubicar en campo en un armario sin ninguna limitación especial.

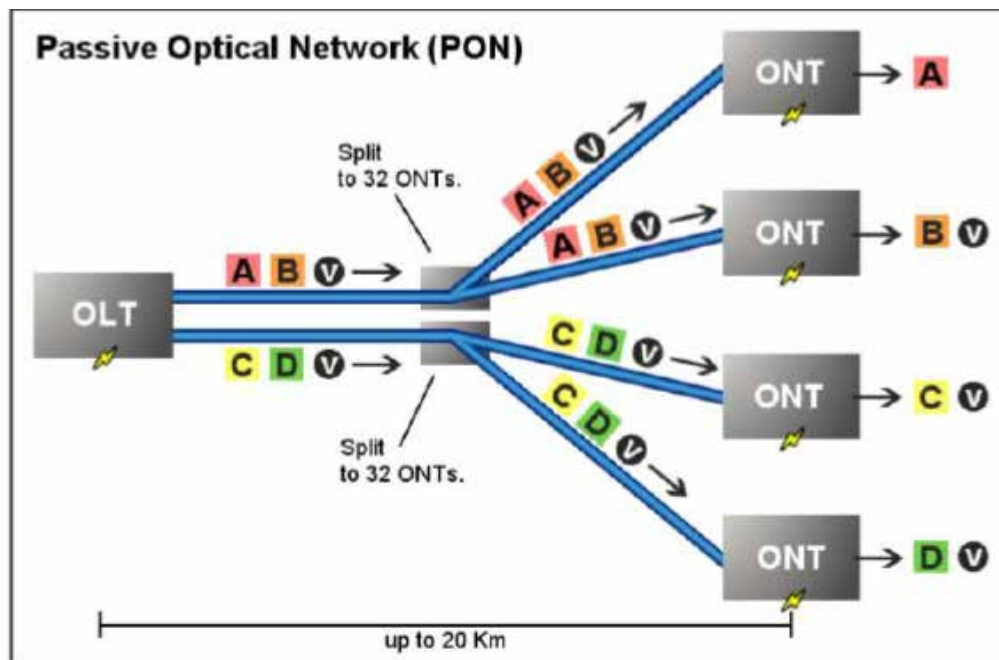


Figura 8: Red Óptica Pasiva (PONs)

Fuente: <https://gris.tech.blog/2017/12/18/introduccion-a-la-red-optica-pasiva-pon/> (2019)

2.2.4.1 Beneficios de las redes PON

Estas redes brindan servicios de voz, video y datos de alta velocidad, alto ancho de banda y seguros a través de una red de fibra combinada. Los principales beneficios de PON son:

- Menores costos operativos de red.
- Eliminación de conmutadores Ethernet en la red.
- Eliminación de costos recurrentes asociados con un entramado de conmutadores Ethernet en la red.
- Menores costos de instalación, para una red nueva o mejorada (mínimo 200 Usuarios).
- Menores costos de energía de red.
- Menos infraestructura de red
- Grandes haces de cables de cobre son reemplazados por un cable de fibra óptica de Modo único.
- PON proporciona una mayor distancia entre el centro de datos y el escritorio (> 20 kilómetros).
- El mantenimiento de la red es más fácil y menos costoso.
- La fibra es más segura que el cobre.

2.2.4.2 Arquitectura de las redes PON

Las redes PON adoptan una arquitectura de punto a multipunto (P2MP) que emplea splitters ópticos para dividir la señal descendente de un OLT único en varias rutas descendentes hasta los usuarios finales, de modo que estos mismos splitters combinan las diversas rutas ascendentes desde los usuarios finales de nuevo hasta el OLT.

La arquitectura de punto a multipunto se eligió como la arquitectura de red PON más viable para las redes de acceso óptico por sus ventajas inherentes de compartir la fibra óptica y de bajo consumo eléctrico. Esta arquitectura se normalizó en 1998 por medio de la especificación G.983.1 de ATM-PON.

Hoy en día, la norma G.984 del ITU-T para redes G-PON ha sustituido a la norma ATM, ya que el modo de transferencia asíncrona (ATM) ya no se utiliza.

Una red PON parte del terminal de línea óptica (OLT) en la ubicación origen del proveedor de servicios, que normalmente se conoce como la oficina central o

local y, en otras ocasiones, como cabecera. Desde aquí, el cable alimentador de fibra óptica (o fibra alimentadora) se enruta a un splitter pasivo, junto con la fibra de respaldo si se utiliza. Las fibras de distribución se conectan del splitter a un terminal de acometida, que se puede encontrar en un distribuidor en la vía pública o en un alojamiento resistente instalado en una fosa, un poste o incluso en una ubicación adyacente a los edificios. Las fibras de acometida proporcionan una conexión final individual del puerto del terminal de acometida a un ONT o una ONU del usuario final. En algunos casos, se emplea más de un splitter en serie, lo que se conoce como arquitectura de splitters en cascada.

Las señales que transmite la fibra alimentadora pueden dividirse para prestar servicio a hasta 128 usuarios con una ONU o un ONT que convierta las señales y proporcione a los usuarios acceso a Internet. El número de vías en las que se divide la señal del OLT descendente antes de llegar al usuario final se conoce como relación de segmentación o de splitter (por ejemplo, 1:32 o 1:64).

En configuraciones más complejas donde el vídeo de radiofrecuencia se difunde en paralelo al servicio de datos de la red PON o coexisten servicios de redes PON en la misma red PON, los combinadores pasivos (multiplexores) se emplean en la oficina central o local para fusionar la longitud de onda de superposición de vídeo y las longitudes de onda del servicio de red PON adicionales en la fibra alimentadora saliente del OLT.

La arquitectura punto a punto, se presenta en la figura 9, posee un costo muy elevado ya que son enlaces dedicados. No se trata de sistemas muy utilizados en arquitectura de fibra hasta el hogar. Este tipo de arquitecturas tienen un enlace directo desde el OLT y los ONT mediante fibra óptica. Este enlace suele utilizar un sistema bidireccional. Utiliza distintas longitudes de ondas para cada servicio que se quiera dar (voz, datos, IPTV). Así, las redes P2P ofrecen una capacidad de transmisión prácticamente ilimitada e independiente para cada usuario, consistiendo en una solución sencilla, fiable y robusta. Por el contrario, como punto negativo,

habría que destacar el elevado costo de su despliegue, ya que estas redes requieren grandes inversiones en fibra óptica, en manipulación y en empalmes (ver figura 10 y 11).

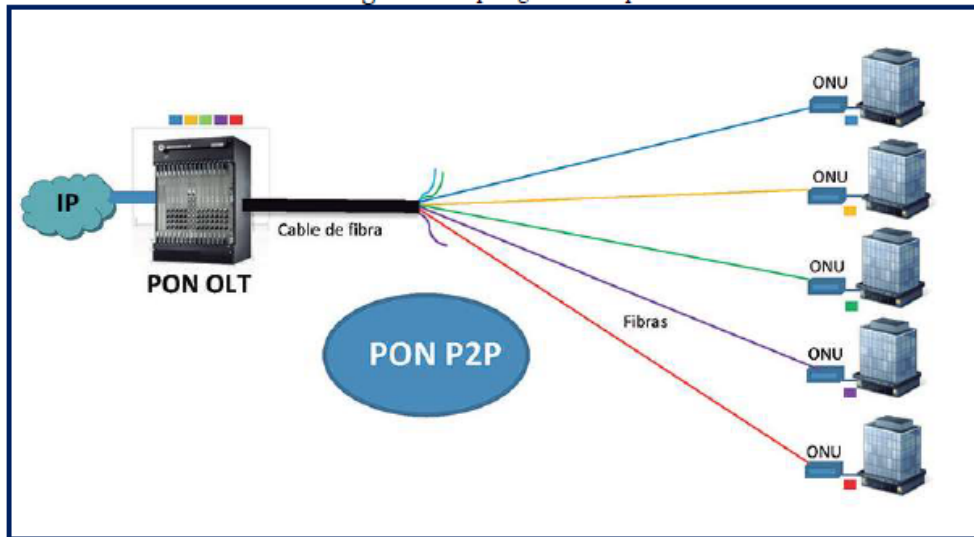


Figura 9: Topología PON (P2P)

Fuente: https://www.redeweb.com/ficheros/articulos/unitronics_1959070987.pdf (2019)

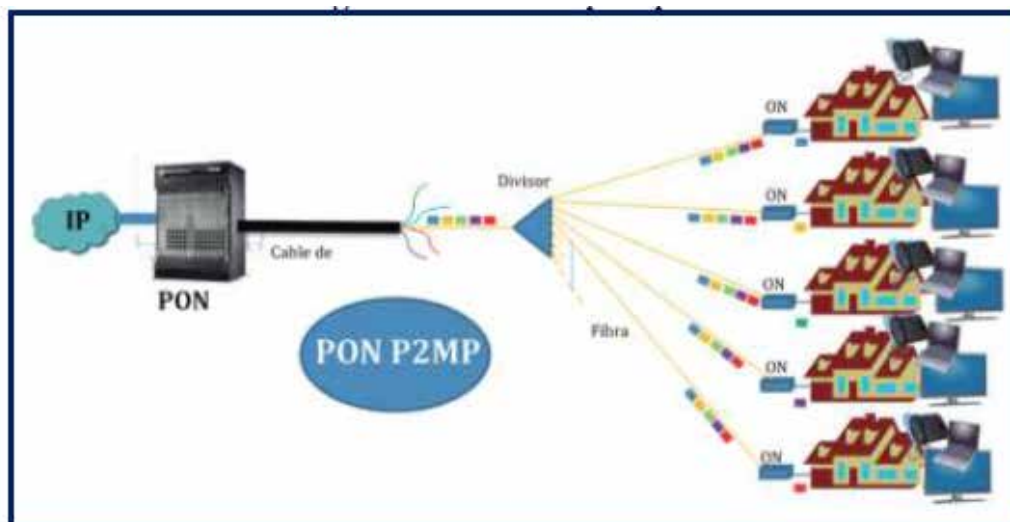


Figura 10: Topología PON (P2MP)

Fuente: https://www.redeweb.com/ficheros/articulos/unitronics_1959070987.pdf (2019)

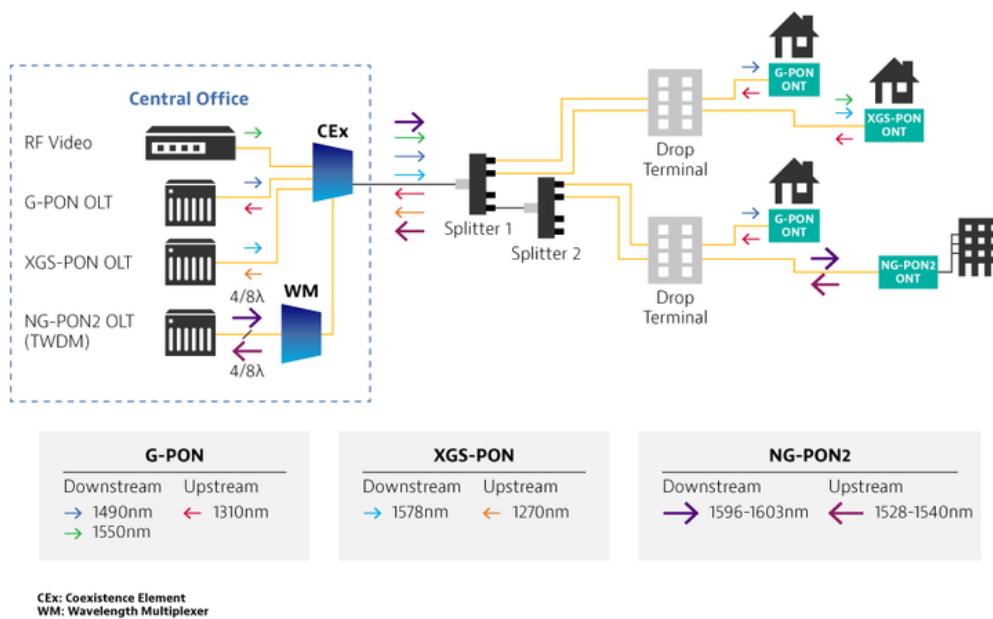


Figura 11: Arquitectura de red PON

Fuente: <https://www.viavisolutions.com/es-es/red-optica-pasiva-pon> (2019)

2.2.4.3 Tipos de servicios de las redes PON

Desde su introducción en la década de los 90, la tecnología PON ha continuado evolucionando y se han ido formando diversas series de topologías de redes PON. Los estándares de las redes ópticas pasivas originales, APON y BPON, han ido dejando paso progresivamente a las ventajas de rendimiento general y ancho de banda de las versiones nuevas (ver figura 12).

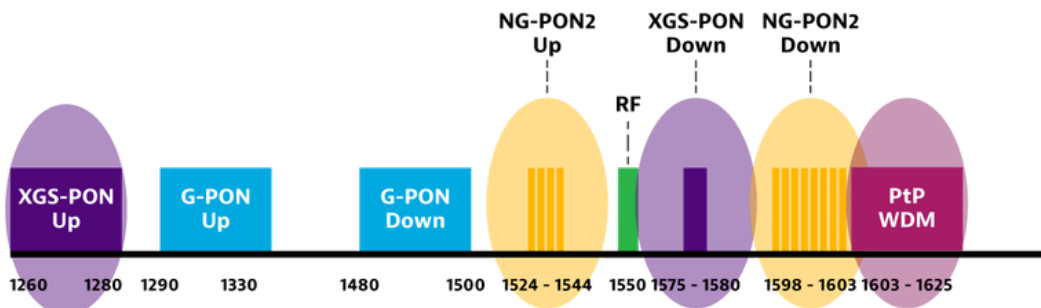


Figura 12: Tipos de servicios de las redes PON

Fuente: <https://www.viavisolutions.com/es-es/red-optica-pasiva-pon> (2019)

Redes G-PON: Las redes PON con capacidad Gigabit, o G-PON, desarrolladas por el ITU-T utilizan protocolos basados en IP y son conocidas por su extraordinaria flexibilidad con respecto a los tipos de tráfico, incluidas las aplicaciones Triple-Play para voz, Internet y televisión. El método de encapsulación de redes G-PON genérico es capaz de empaquetar tipos de datos IP, Ethernet y VoIP, entre muchos otros.

La red G-PON se considera hoy en día el estándar de facto de red PON, con redes que abarcan distancias de entre 20 y 40 km, en función de la relación de segmentación que se adopte, con fibra monomodo. La longitud de onda descendente se establece en 1490 nm con una longitud de onda ascendente de 1310 nm, con una velocidad de bajada de 2,4 Gbps y una velocidad de subida de 1,2 Gbps.

Redes E-PON: Otro estándar de redes ópticas pasivas del IEEE es la red PON Ethernet, o E-PON, que se ha desarrollado para ofrecer una compatibilidad sin fisuras con los dispositivos Ethernet. Las redes E-PON, que se basan en el estándar IEEE 802.3, no requieren encapsulación adicional alguna ni protocolos de conversión para conectarse a las redes basadas en Ethernet. Esto es aplicable tanto a la dirección de transferencia de datos ascendente como a la descendente.

Las redes E-PON convencionales pueden admitir velocidades simétricas de hasta 1,25 Gbps de subida y bajada. De forma muy similar a las redes G-PON, las redes E-PON proporcionan una cobertura de entre 20 y 40 km, también en función de la relación de segmentación, y emplean longitudes de onda similares (ascendente de 1310 nm y descendente de 1490 nm), por lo que estas redes E-PON y G-PON no pueden implementarse en la misma red PON.

Redes 10G-E-PON y E-PON: El estándar 10G-E-PON más avanzado incrementa las velocidades a unos valores ascendente y descendente simétricos de 10 Gbps. Además, funciona a diferentes longitudes de onda con respecto a las redes E-PON, con una longitud de onda descendente de 1577 nm y una longitud de onda ascendente de 1270 nm. Esto permite que se utilice la misma red PON tanto para redes E-PON como para redes 10G-E-PON a la vez a modo de mecanismo para

permitir una actualización del servicio perfecta e incrementos de capacidad en la red PON existente.

Redes XG(S)PON: La versión 10G de la red G-PON se conoce como XG-PON. Este nuevo protocolo admite velocidades de bajada de 10 Gbps y velocidades de subida de 2,5 Gbps. Si bien las convenciones de formato de datos y fibra física son idénticas a las de las redes G-PON originales, las longitudes de onda sí presentan cambios, de forma similar a las redes 10G-E-PON, con 1577 nm en el caso de la longitud de onda descendente y 1270 nm en el caso de la longitud de onda ascendente. De nuevo, este ajuste permite utilizar la misma red PON para las redes G-PON y XG-PON a la vez. La versión mejorada de la red XG-PON es la red XGS-PON, que emplea las mismas longitudes de onda que la red XG-PON y proporciona 10 Gbps de carácter simétrico tanto para la subida como para la bajada.

Redes NG-PON2: Por encima del estándar XG(S), está la red NG-PON2, que utiliza la multiplexación por longitud de onda con diversas longitudes de onda 10G, tanto para la subida como para la bajada, a fin de proporcionar un servicio simétrico de 40 Gbps. Nuevamente, las redes NG-PON2 emplean longitudes de onda distintas a las de las redes G-PON y XG/XGS-PON para permitir la coexistencia de los servicios de las tres en la misma red PON.

Dado que la demanda de velocidad sigue aumentando a cada año que pasa, las redes XG-PON, XGS-PON y NG-PON2 proporcionarán una ruta de actualización que debería resultar positiva especialmente en configuraciones de clientes empresariales y multiempresa de gran envergadura y como parte de las redes 5G inalámbricas.

2.2.4.4 Aplicaciones de las redes PON

A veces, se hace referencia a las redes PON como el “último tramo” entre el proveedor y el usuario, o la fibra hasta X (FTTX), donde la “X” significa el hogar (FTTH), el edificio (FTTB), las instalaciones (FTTP) u otra ubicación, en función de

dónde tenga la terminación la fibra óptica. Hasta ahora, la fibra hasta el hogar (FTTH) ha sido la principal aplicación de las redes PON.

La infraestructura de cableado reducida (sin elementos activos) y los atributos de transmisión de medios flexible de las redes ópticas pasivas las han convertido en la solución perfecta para las aplicaciones domésticas de vídeo, voz e Internet. A medida que la tecnología PON ha continuado mejorando, también se han ampliado las posibles aplicaciones.

La puesta en marcha de la tecnología 5G continúa y las redes PON han encontrado una nueva aplicación con el fronthaul 5G. El fronthaul es la conexión entre el controlador de banda base y el cabezal de radio remoto en la estación base.

Debido a la demanda de ancho de banda y latencia que impone la tecnología 5G, el uso de las redes PON para completar las conexiones de fronthaul puede reducir la cantidad de fibra y mejorar el nivel de eficiencia sin poner en riesgo el rendimiento. De forma muy similar a la que la señal de origen se divide entre los usuarios en el caso de las redes FTTH, la señal de las unidades de banda base pueden distribuirse a un conjunto de cabezales de radio remotos.

Entre las demás aplicaciones que se adaptan a las redes ópticas pasivas, se incluyen los campus universitarios y los entornos empresariales. En cuanto a las aplicaciones en campus, las redes PON ofrecen claras ventajas en lo que respecta a la velocidad, el consumo de energía, la fiabilidad y las distancias de acceso, pero sobre todo en relación con los costes asociados a la creación y la implementación, y el funcionamiento continuo.

Las redes PON permiten la integración de funciones para campus, como la gestión del edificio, la seguridad y el aparcamiento con equipos específicos reducidos, el cableado y los sistemas de gestión. De forma similar, los complejos de medianas y grandes empresas pueden beneficiarse de ventajas inmediatas a partir de la implementación de las redes PON, con unos costes de instalación y mantenimiento reducidos que se notan en el balance final.

2.2.5 Red GPON

Red GPON aquella Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit o (Gigabit capable Passive Optical Network) es una tecnología de acceso de telecomunicaciones que utiliza fibra óptica para llegar hasta el suscriptor. Es una red de fibra totalmente pasiva, no existen repetidores dentro de la red y tampoco fuentes de poder intermedios, solo splitters, acopladores y atenuadores. Toda la información es transmitida bidireccionalmente sobre una sola fibra conocida como PON.

2.2.5.1 Características de una Red GPON

La tecnología GPON, ofrece las siguientes características:

- Gran ancho de banda sin precedentes. La tasa GPON es tan alta como 2.5 Gbps, proporcionando ancho de banda suficiente para satisfacer la creciente demanda de redes de alto ancho de banda en el futuro.
- Abundancia de protocolos y servicios preparados para la seguridad de datos para la cual el método de encapsulación que emplea GPON es GEM (GPON Encapsulation Model), que permite soportar cualquier tipo de servicio Ethernet, TDM, ATM, etc.
- Soporte TDM. El negocio TDM se puede apoyar directamente por la longitud de marco de marco de TC de Gpon de 125

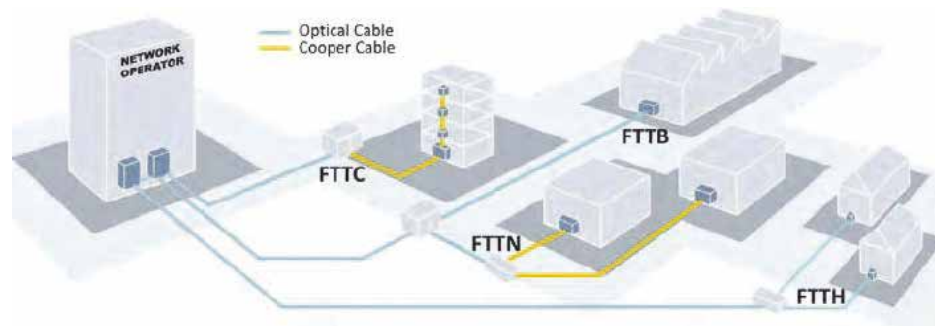


Figura 13: Clasificación GPON

Fuente: https://www.researchgate.net/figure/FTTx-Deployment-Signals-over-copper-are-significantly-degraded-over-long-distances_fig1_267859405 (2019)

FTTx agrupa a los siguientes términos:

FTTP (Fiber To The Premises): Topología conocida como fibra hasta los locales. Es una forma de entrega de comunicaciones en la que la fibra óptica va desde la oficina central hasta el final a los locales ocupados por el suscriptor. FTTP se puede clasificar según el lugar donde termina la FO en: FTTH y FTTB.

FTTH Fiber to The Home: Cada abonado está conectado por una fibra dedicada a un puerto en el POP, o a un divisor Óptico Pasivo, utilizando una fibra compartida mediante tecnología Ethernet (EPON) o Giga Ethernet GPON en caso de topología punto a multipunto.

FTTB (Fiber To The Building): Cada caja de terminación óptica en el edificio (a menudo ubicada en los sótanos, está conectado por una fibra dedicada a un puerto en el equipo en el POP, o a un puerto óptico de los splitters que utilizan la fibra alimentadora que es compartida en el POP. Las conexiones entre los abonados y el sótano del Edificio no son de fibra, pero pueden ser de cobre y suponen algún tipo de transporte Ethernet adecuado al medio disponible en el cableado vertical. En algunos casos, los abonados están conectados individualmente al POP, pero lo hacen sobre una cadena o estructura de anillo para utilizar las fibras existentes desplegadas en topologías particulares.

FTTC (Fiber to the Curb): Cada multiplexor de acceso de DSL (DSLAM), encontrado a menudo en un armario ubicado en la calle , está conectado al POP a través de una sola fibra o un par de fibras, llevando el tráfico agregado del barrio a través de una conexión Gigabit Ethernet o 10 Gigabit Ethernet. La conmutación interna del Gabinete de calle no es óptica, pero puede ser basada en cobre VDSL2. Esta arquitectura se denomina “Active Ethernet” ya que requiere elementos de red activos en el campo.

FTTN: Fibra hasta el nodo, tiene desplegada fibra óptica desde la central hasta un nodo del vecindario, el nodo es un cuarto de telecomunicaciones donde existen equipos que convierten las señales ópticas provenientes desde la central a señales eléctricas, que a través del medio de transmisión de cables de cobre dan cobertura a un barrio o distrito. Los cables de cobre son par trenzado, que están desplegados a una distancia típicamente de 1Km desde el nodo hasta los usuarios finales. Fibra hasta el nodo permite la entrega de servicios de banda ancha, tales como Internet y protocolos de comunicaciones de alta velocidad como el acceso a banda ancha por cable coaxial (DOCSIS) o alguna forma de xDSL que normalmente se utiliza entre el nodo y los clientes. Las tarifas de datos varían según el protocolo exacto utilizado y de acuerdo a qué tan cerca del cliente está el nodo. FTTN a menudo utiliza la infraestructura de par trenzado o cables coaxiales existentes para proporcionar un servicio de última milla. Por esta razón, la fibra hasta el nodo es menos costosa de implementar. Sin embargo, a largo plazo, su potencial de ancho de banda es limitado en relación con las implementaciones que aporta la fibra a los abonados.

2.2.5.3 Elementos de una red GPON

Esquema de una red GPON está compuesto por tres partes fundamentales: la OLT, ODN y ONT. La OLT está ubicada en el nodo del proveedor de servicios y contiene todos los equipos activos. La ODN (Optical Distribution Network) es la red óptica pasiva de distribución que abarca a la red feeder, a la red distribución y a la red de dispersión, en donde su elemento más importante es el splitter encargado de dividir las señales a las respectivas ONTs de los usuarios. La NAP (Network Access

Point), comúnmente llamada caja óptica de distribución es el equipo terminal que conecta la red de distribución con la red de dispersión. Finalmente, en el domicilio del cliente está ubicada la ONT que es el equipo terminal de la red GPON, la cual recibe las señales ópticas y las transforma a señales eléctricas.(ver figura 14)

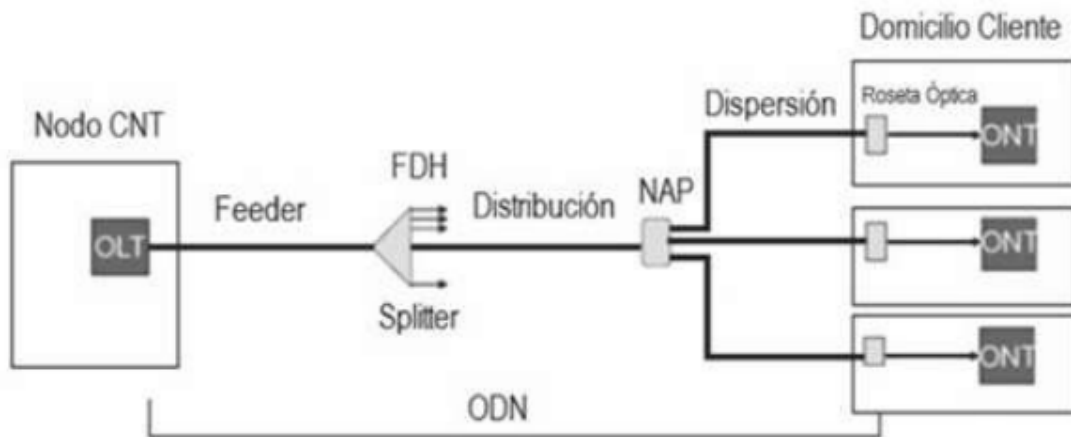


Figura 14: Esquema de una red GPON

Fuente: https://www.redeweb.com/ficheros/articulos/unitronics_1959070987.pdf (2019)

2.2.3 Definición de términos

ODF (Distribuidor de Fibra Óptica): facilita la centralización, interconexión y derivaciones de cables de F.O. en un rack

ONT (Terminal Óptico de Red): En el equipo terminal instalado en el lado cliente, por lo tanto, es el dispositivo que permite la navegación a internet, llamadas de voz y la conexión de los decodificadores para el servicio de televisión.

SFP (small form-factor pluggable): Un SFP por definición es un transceptor insertable en caliente que se emplea para servir de interface entre un equipo de comunicaciones (switch, router o OLT, entre otros) y un enlace por fibra óptica.

Triple play: se define como el empaquetamiento de servicios y contenidos audiovisuales (voz, banda ancha y televisión).

ISP (Proveedor de servicios de Internet): es la empresa que brinda conexión a Internet a sus clientes.

NAP (Punto de acceso a la red): Es el elemento que hace la derivación de cada hilo de fibra empleado para la instalación de cada hogar o empresa que adquiere un servicio.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de Investigación

Esta investigación se encuentra bajo el enfoque de proyecto especial, en este caso, puesto que se demuestra la necesidad de proponer soluciones prácticas a los problemas presentes por la falta de una red óptima que brinde comunicación en la zona Guataparo Country y Terrazas de Guataparo.

En este sentido, la UPEL (2003) define el proyecto factible como “un estudio que consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales” (p.16). La propuesta que lo define puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos, que sólo tienen sentido en el ámbito de sus necesidades.

Proyecto especial o según el autor Arias (2012); proyecto especial “son estudios elaborados con enfoque innovadores, tecnología de avanzada o soluciones teóricas. Ejemplos: Elaboración de obras de literatura, libros, avances científicos, creaciones mecánicas, eléctricas, computarizadas y tecnológicas en general, formulación y/o reformulación de enfoques y/o paradigmas”. (p. 88).

De la definición anterior se deduce que, un proyecto especial consiste en un conjunto de actividades vinculadas entre sí, cuya ejecución permitirá el logro de objetivos basados en la tecnología, es decir, como la presente investigación cuya finalidad radica en el diseño de una propuesta de acción dirigida a resolver un problema previamente detectado en la zona. Situación a la que se dará respuesta desarrollando un proyecto de una red FTTX con tecnología GPON en la zona ya anteriormente mencionada.

3.2 Diseño de la Investigación

El siguiente trabajo implica una investigación de campo, Según Arias (2012), define: “La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de todos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variables alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes”. Claro está, en una investigación de campo también se emplea datos secundarios, sobre todo los provenientes de fuentes bibliográficas, a partir de los cuales se elabora el marco teórico. No obstante, son los datos primarios obtenidos a través del diseño de campo, lo esenciales para el logro de los objetivos y la solución del problema planteado.

Bajo estos parámetros, el diseño de esta investigación es de campo, ya que se recogerán datos directamente del sitio a trabajar, observando de manera directa los requerimientos o demandas de conexión en la zona Terrazas de Guataparo y Guataparo Country.

3.3 Nivel de la Investigación

Así mismo, de acuerdo a su nivel, este trabajo de grado es descriptivo, según Arias (2012), define: “la investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere” (p.24).

Basado en lo anterior, este estudio se considera descriptivo ya que en este trabajo se detallan los requerimientos y elementos necesarios para el proceso de crear una red FTTX con tecnología GPON en la zona de Terrazas de Guataparo y Guataparo Country.

3.4 Población y Muestra

3.4.1 Población

Según Arias, F. (2006, pág. 81), “La población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características

comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio”.

En otra instancia, Méndez, C. (2008), alude que “la población se refiere al conjunto para el cual serán validadas las conclusiones que se obtengan a los elementos o unidades (personas, instituciones o cosas), involucradas en la investigación” (p.49). En este sentido, en la presente investigación la población está delimitada por los habitantes de la zona de Guataparo, Municipio Valencia, Estado Carabobo que requieren de un servicio de internet óptimo.

3.4.2 Muestra

Según Arias, F. (2006, pág. 82), La muestra “es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”. Sin embargo, para este estudio se seguirá un procedimiento de muestreo censal pues la investigadora seleccionará el 100% de la población al considerarla un número manejable de sujetos. En este sentido Ramírez (2004) afirma “la muestra censal es aquella donde todas las unidades de investigación son consideradas como muestra” (p.45).

En correspondencia con este concepto, la muestra fue seleccionada de manera censal y reúne en su estructura el proyecto que se estudiará para la implementación del diseño de una red FTTX, para brindar acceso a internet de las urbanizaciones de Terrazas de Guataparo y Guataparo Country, en el Municipio Valencia, Estado Carabobo.

3.5 Técnicas e Instrumentos de investigación

Es el medio por el cual el investigador facilita la recolección de datos, valiéndose del mismo para obtener la información necesaria para el desarrollo de la investigación. Según Arias, F. (2012, pág. 67), “Se entenderá por técnica de investigación, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información.”. Las técnicas de recolección de datos utilizadas en la presente investigación serán la observación directa y revisión de datos.

3.5.1 Técnicas empleadas

3.5.1.1 Observación directa

La observación directa es el proceso en el cual el investigador recolecta datos directamente desde el medio ambiente del fenómeno a estudiar, por otro lado Hurtado (2010) la define como: "... un proceso de atención, recopilación, selección y registro de información para el cual el investigador se apoya en sus sentidos" (p.459).

Acorde a la definición anterior la observación directa fue empleada en la visualización de la infraestructura disponible y estableciendo las necesidades de cada urbanismo; donde la investigadora logra observar de forma directa las deficiencias dentro del área objeto de estudio.

3.5.1.2. Revisión Documental

Según el manual para la elaboración de Trabajo de Grado de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL, 2011), "consiste en la etapa del modelo científico a través de la cual, el investigador reúne los antecedentes teóricos y las investigaciones anteriores existentes sobre el tema dado" (p.123). Dentro de esta perspectiva, dicha técnica se aplica por medio de la lectura general de documentos de interés para el estudio en materia de telecomunicaciones, para identificar las variables o parámetros de la red de telecomunicaciones necesarias para el sistema a proponer en las urbanizaciones Guataparo Country y Terrazas de Guataparo en el Municipio Valencia - Edo. Carabobo

3.5.1.3. Encuesta

La encuesta es un procedimiento que permite explorar cuestiones que hacen a la subjetividad y al mismo tiempo permiten obtener esa información de un número considerable de personas. Al respecto, Hurtado (2010), describe a la encuesta como "la búsqueda sistemática de información en la que el investigador pregunta a los investigados sobre los datos que desea obtener, y posteriormente reúne estos datos individuales para obtener durante la evaluación datos agregados" (p.13). Dicha encuesta fue aplicada con la finalidad de conocer las necesidades que abordan la comunidad en

materia de los sistemas de telecomunicaciones y la calidad de los servicios prestados en las urbanizaciones Guataparo Country y Terrazas de Guataparo del municipio Valencia Edo Carabobo. (Ver Anexo A).

3.5.3. Instrumentos de revisión de datos

3.5.3.1. Instrumento de registro

Permite poseer un soporte de la información en periodos de tiempo relativamente largos de modo que el investigador pueda recuperar la información cuando lo necesite. Cabe destacar que el uso de este instrumento responde a lo planteado por Arias, F. (2012, pág. 68), quien define que: “Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información.”

3.5.3.2. Instrumento de observación técnicamente asistida

Principalmente se contara con el empleo de algún dispositivo de medición de variables físicas de interés presentes en la realización de todas las experiencias que tenga el investigador con el fenómeno a estudiar.

3.6 Fases de la Investigación

Las fases metodológicas están destinadas a determinar los pasos y el procedimiento exacto que debe seguir la investigación de este trabajo de grado desde el principio hasta la realización del proyecto, estas son:

Fase I: “Diagnostico la situación actual de la red de telecomunicaciones en las urbanizaciones Guataparo country y Terrazas de Guataparo en el Municipio Valencia - Edo. Carabobo”

La investigación se inicia con la obtención de la información, conformada por los datos esenciales e importantes que son necesarios para llevar a cabo el estudio referente a los requerimientos o necesidades que presenta los habitantes de la zona, para ello se debe:

- Hacer un estudio de la infraestructura disponible.
- Identificar y establecer las necesidades de cada urbanismo.

- Realizar relevamiento en la zona para determinar la cantidad de residencias a abordar.

Fase II: “Identificación de las variables o parámetros de la red de telecomunicaciones en las urbanizaciones Guataparo country y Terrazas de Guataparo en el Municipio Valencia - Edo. Carabobo.”

Para poder identificar las variables o parámetros de la red telecomunicaciones a establecer se debe llevar a cabo las siguientes actividades:

- Se debe replantear la zona a diseñar.
- Seleccionar el material utilizar.
- Realizar el tendido de fibra.

Fase III: “Diseño de la red de telecomunicaciones FTTx con tecnología GPON en las urbanizaciones Guataparo Country y Terrazas de Guataparo en el Municipio Valencia - Edo. Carabobo”

Para llevar a cabo esta fase se hará uso del programa edición AutoCAD, con lo que se lograra establecer la cantidad de mangas de distribución y acceso que permitirán interconectar el tendido de fibra para poder brindar servicio de internet a los habitantes de la zona. Se tendrá la ubicación del Cuarto de distribución de la red haciendo uso de la tecnología GPON a través del dispositivo OLT.

Fase IV: “Evaluación del costo para la implementación de la red FTTx con tecnología GPON en las urbanizaciones Guataparo Country y Terrazas de Guataparo en el Municipio Valencia - Edo. Carabobo.”

El estudio de la factibilidad se basa en la evaluación de los recursos disponibles y en el arreglo lógico de los procesos que permitan la transformación de una situación actual en una mejor situación en el futuro. En esta fase de la investigación, se desarrollará el análisis detallado para comprobar si es viable el proyecto, tomando en cuenta el enfoque técnico, operativo, económico, ambiental y social.

Fase V: “Implementación de la red FTTX con tecnología GPON en las urbanizaciones Guataparo Country y Terrazas de Guataparo en el Municipio Valencia - Edo. Carabobo.

Implementar el diseño realizando los empalmes de las mangas de distribución y acceso, como también se distribuirán cajas NAP por residencia. Para luego realizar pruebas de potencia que permitirán determinar el acceso óptimo al servicio de internet que se quiere brindar por parte de la empresa CONEXTELECOM, C.A. a los habitantes de las urbanizaciones Guataparo Country y Terrazas de Guataparo en el Municipio Valencia - Edo. Carabobo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En lo que respecta a la presentación de los resultados, Arias, F. (2012), afirma que “se entenderá por resultados el procedimiento o forma particular de obtener datos o información pertinente para un estudio. Por lo tanto, define de qué manera se va a recopilar los datos para la investigación” (p.67). En tal sentido, en este capítulo se presentan los resultados obtenidos a través de las fases mencionadas en el anterior capítulo, describiendo las actividades expuestas anteriormente, para dar a conocer las labores realizadas durante el período. Mientras que la metodología fue desarrollada a partir de cinco fases que a continuación serán descritas y que consisten en la organización, desarrollo y el diseño de la red mediante los procesos respectivos que permitan la posterior ejecución de la propuesta.

De este modo, a continuación se describen cada una de las fases y los resultados obtenidos luego del desarrollo de las mismas:

4.1. Fase I: Diagnóstico de la situación actual de la red de telecomunicaciones en las urbanizaciones Guataparo country y Terrazas de Guataparo en el Municipio Valencia - Edo. Carabobo.

En esta fase se conocerá la situación actual de la red de telecomunicaciones en las urbanizaciones Guataparo country y Terrazas de Guataparo en el Municipio Valencia - Edo. Carabobo, para lo cual se utiliza la implementación de herramientas de recolección de datos como lo son la observación directa y la revisión de documentos pertinentes. Para la ejecución de la observación directa de forma no estructurada, se utilizarán cuadernos de notas y dispositivos digitales para almacenar la información, al mismo tiempo también se utilizará una cámara fotográfica para captar el proceso visualmente. Con la obtención de la información, conformada por los datos esenciales e importantes que son necesarios para llevar a cabo el estudio

referente a los requerimientos o necesidades que presenta los habitantes de la zona, para ello se debe:

- Hacer un estudio de la infraestructura disponible.
- Identificar y establecer las necesidades de cada urbanismo.
- Realizar relevamiento en la zona para determinar la cantidad de residencias a abordar.

No obstante, se realizó la visita a las urbanizaciones Guataparo country y Terrazas de Guataparo en el Municipio Valencia - Edo. Carabobo, con la finalidad de observar las condiciones actuales de los componentes involucrados; y poner en base a la información obtenida diseñar un sistema de comunicación FTTx, con la finalidad de lograr optimizar los servicios que ofrece la empresa y así brindarles a los posibles clientes mejoras tecnológicas que les garanticen estabilidad en las demandas de comunicación que se requieren en la zona. En las figuras del 15 al 17 se muestra la delimitación de las zonas a hacer el replanteo del estudio.



Figura 15. Terrazas de Guataparo.
Fuente: Google Maps (2020).

este proyecto. Estas zonas se encuentran en total abandono, desde los puntos de vistas de los servicios que brindaba la empresa nacional CANTV, puesto que existe un gran deterioro en el cableado y armarios, como se ilustra en la Figura 18. Es importante resaltar que desde hace años no se efectúa el mantenimiento debido para su funcionamiento, por ende el único acceso a internet son las redes inalámbricas, y las cuales no permiten una comunicación, así como también, una navegación de calidad para los usuarios que residen en esa colectividad.



Figura 18. Visualización del deterioro en el cableado.
Fuente: Piñango. J. (2020)



Figura 19. Visualización del deterioro en los armarios.
Fuente: Piñango. J. (2020)

Luego, de obtenida la evidencia del diagnóstico de la situación actual de la red de telecomunicaciones en las urbanizaciones Guataparo country y Terrazas de Guataparo en el Municipio Valencia - Edo. Carabobo, a través de la observación directa como herramienta de recolección de datos, posteriormente se empleó un censo y encuesta, en las urbanizaciones Guataparo Country y Terrazas de Guataparo, donde se tomó la muestra actual, con el objeto de obtener las posibles soluciones para restablecer los servicios que desea brindar la empresa ConexTelecom.

4.1.1 Encuesta y Censo

El siguiente cuestionario está elaborado con la finalidad de conocer las necesidades que abordan la comunidad en materia de los sistemas de telecomunicaciones y la calidad de los servicios prestados en las urbanizaciones Guataparo Country y Terrazas de Guataparo del municipio Valencia Edo Carabobo. (Ver Anexo A).

4.1.2 Resultados del censo de la zona Guataparo Country y Terrazas de Guataparo, ubicadas en Valencia Estado Carabobo.

Luego de la realizar el censo a los habitantes de la zona Guataparo Country y Terrazas de Guataparo ubicadas en Valencia Estado Carabobo, se obtuvieron los siguientes datos de las urbanizaciones: (Ver Tablas del 1 al 3)

	Edificios	Torres	Pisos	Apartamentos
1	Guataparo Lake	1	6	12
2	La Riviere	1	6	18
3	Atlantis	1	4	8
4	Xian	1	6	18
5	Casa Blanca	2	6	52
6	Amazonas	3	7	21
7	Mont Pellier	1	5	10
8	Green 17	2	7	34
9	Sibaris	1	7	10

Tabla 1. Terrazas de Guataparo.
Fuente: Piñango. J. (2020)

TH		
1	Mikonus	21
2	Villas del Country	20

Tabla 2. Total TH.
Fuente: Piñango. J. (2020)

Parcelas
13

Tabla 3. Parcelas.
Fuente: Piñango. J. (2020)

Con la información obtenida se establece que en las Terrazas de Guataparo, existe un total de nueve (9) edificios identificados en la tabla 1. Mientras que se establece 183 apartamentos, TH con 41 y trece (13) parcelas. Por lo que se determina así 237 hogares en dicha zona.

Posteriormente, se efectuó el siguiente censo a los habitantes de la zona Guataparo Country ubicadas en Valencia Estado Carabobo, se obtuvieron los siguientes datos de las urbanizaciones: (Ver Tablas del 4 al 6)

	Edificios	Torres	Pisos	Apartamentos
1	La Defense	1	6	10
2	Green Park	1	6	18

Tabla 4. Guataparo Country.
Fuente: Piñango. J. (2020)

TH		
1	Villa Capri	25
2	Vista al lago	40
3	La Villas A	12
4	Las Villas B	13
5	Agaphatus	10
6	Conjunto 1	20
7	Conjunto 2	20
8	Conjunto 3	20
9	Conjunto 4	20
10	Conjunto 6	20
11	Conjunto 6A	20
12	Conjunto 8	20
13	Lomas del Norte	20

Tabla 5. Total de TH
Fuente: Piñango. J. (2020)

Casas
250

Tabla 6. Total de Casas
Fuente: Piñango. J. (2020)

Por consiguiente, con los datos obtenidos se establece que en Guataparo Country, existe un total de dos (2) edificios identificados en la tabla 4. Por otro lado, existen un total de 28 apartamentos, TH con 260 y doscientos cincuenta (250) casas. Por lo que se determina así 538 hogares en dicha zona. Lo que demuestra un total de 774 hogares y posibles usuarios en las zonas en estudio. Luego de la realizar la

encuesta a los habitantes de la zona Guataparo Country y Terrazas de Guataparo se obtuvieron los siguientes datos de las urbanizaciones:

Ítems	Preguntas	F	Sí		No		Total
			f	%	f	%	
1	¿Posee Servicio de Internet CANTV?	774	232	30	542	70	100%

Fuente: Piñango. J. (2020)

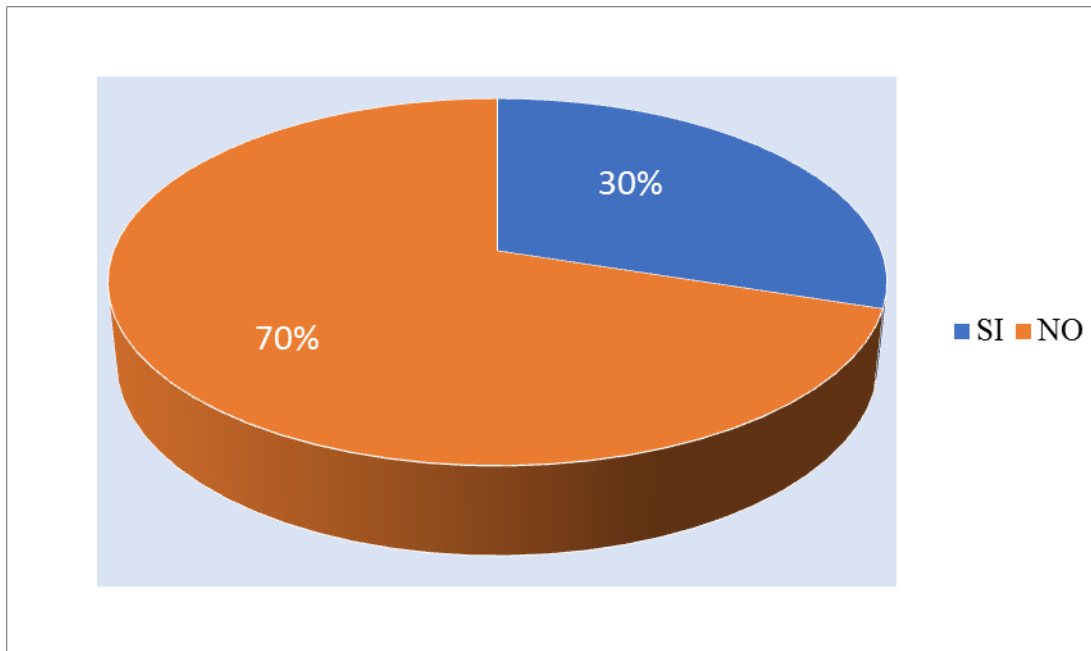


Gráfico 1. Servicio de Internet CANTV

Fuente: Piñango J. (2020)

Análisis: Tal y como se lee en el gráfico anterior, el (70%) simpatizó con la opción “No”, mientras que el (30%) se identificó con el “Sí”, por lo que cuentan con los servicios de línea CANTV. Sin embargo, los resultados dejan ver que la mayoría de los habitantes de las zonas Guataparo Country y Terrazas de Guataparo, ubicadas en

el Municipio Valencia, del Estado Carabobo, no poseen servicio internet a través de la línea operadora CANTV.

Ítems	Preguntas	F	Sí		No		Total
			f	%	f	%	
2	¿Sabe usted que es fibra óptica?	774	387	50	387	50	100%

Tabla 8 Fibra Óptica
Fuente: Piñango. J. (2020)

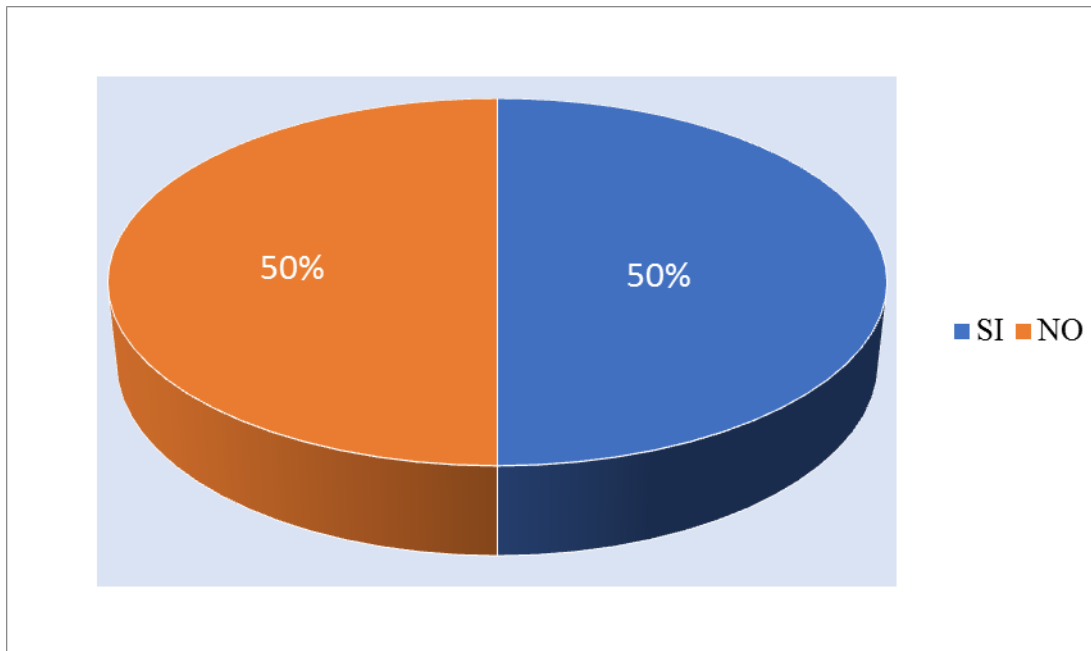


Gráfico 2. Fibra Óptica
Fuente: Piñango J. (2020)

Análisis: El cincuenta por ciento (50%) de los habitantes con residencia en las zonas objetos de estudio, es decir, Guataparo Country y Terrazas de Guataparo, manifestó tener conocimiento de lo que es una fibra óptica, y el otro cincuenta por ciento (50%) opina lo contrario, al manifestar que “No” pero sin embargo se puede establecer que

la población tiene muy poco conocimiento que es la fibra óptica y los servicios que se pueden brindar a través de él.

Ítems	Preguntas	F	CANTV		DIGITEL		MOVISTAR		OTROS		Total
			f	%	f	%	f	%	f	%	
3	¿Conoce el nombre del proveedor de servicio?	774	232	30	155	20	77	10	310	40	100%

Tabla 9. Proveedor del Servicio
Fuente: Piñango. J. (2020)

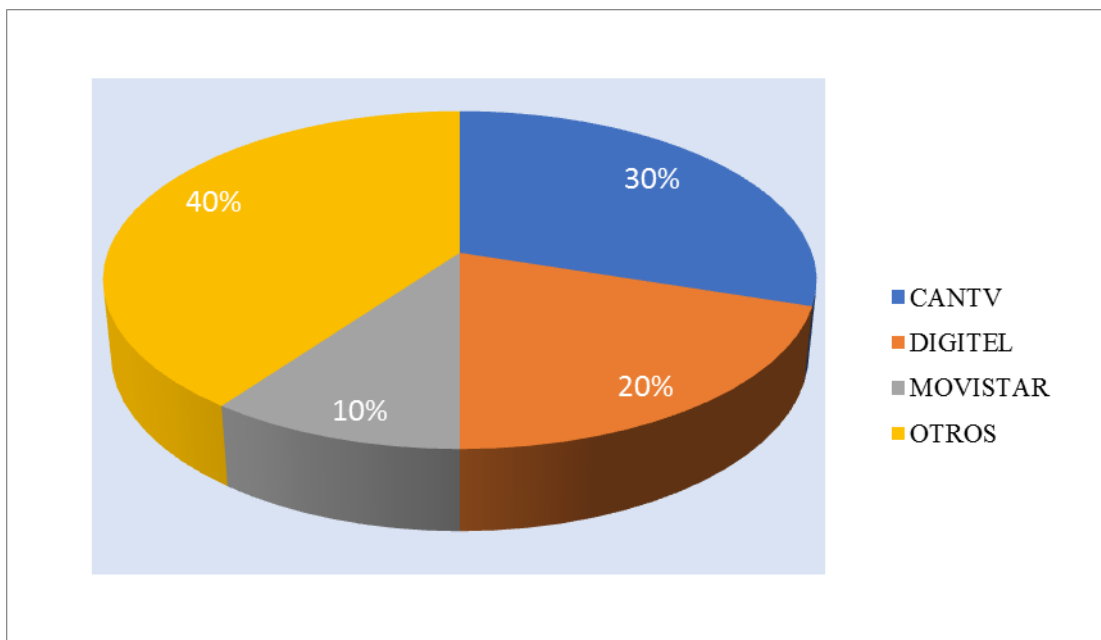


Gráfico 3. Proveedor del Servicio
Fuente: Piñango J. (2020)

Análisis: Un treinta por ciento (30%) de los encuestados consultados son usuarios de C.A.N.T.V, entre tanto que un veinte por ciento (20%) son de DIGITEL, y con otro diez por ciento (10%) pertenecen a MOVISTAR. Por último, un cuarenta por ciento (40%) del total de los hogares de la zona Guataparo Country y Terrazas de Guataparo, ubicados en el Municipio Valencia, Estado Carabobo, utilizan otro tipo

de servicios de telecomunicaciones inalámbricos.

Tabla 10 Calidad del servicio prestado

Ítems	Preguntas	F	BUENO		REGULAR		MALO		Total
			f	%	f	%	f	%	
4	¿Cómo considera que es la calidad del servicio prestado?	774	77	10	77	10	619	80	100%

Fuente: Piñango. J. (2020)

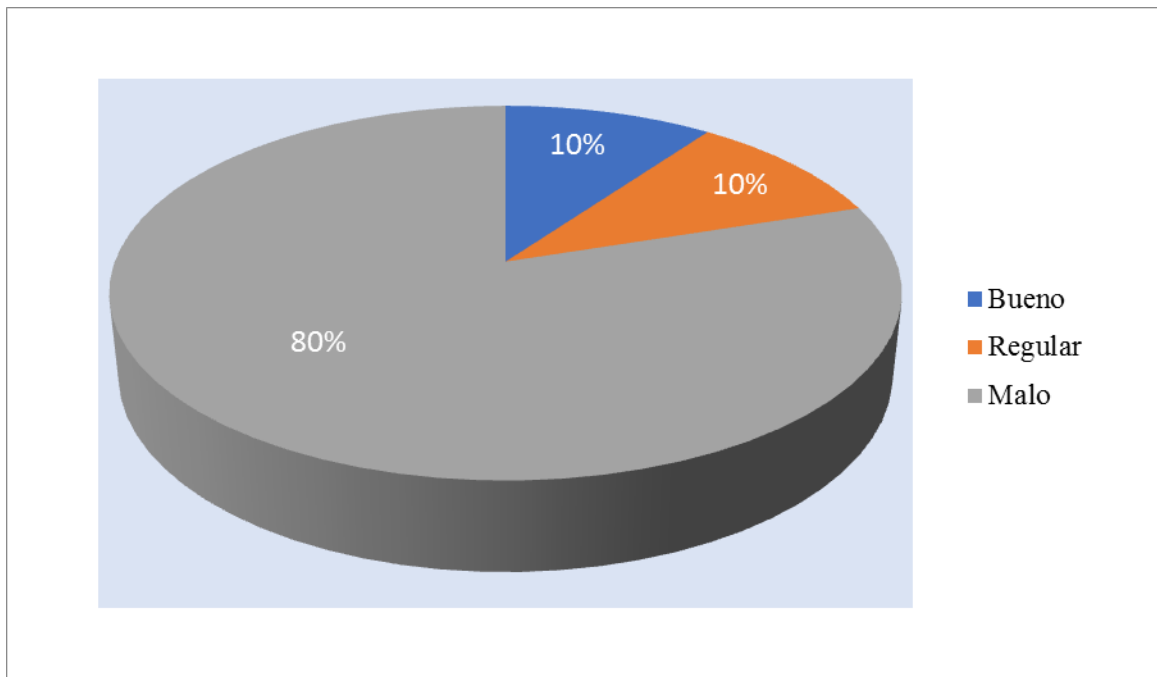


Gráfico 4 Calidad del servicio prestado

Fuente: Piñango. J. (2020)

Análisis: Al momento de preguntarles a los habitantes de las zonas objetos de estudios, sobre como considera que es la calidad del servicio prestado, se obtuvieron como resultados lo siguiente: un ochenta por ciento (80%) expresó que los servicios prestados de telecomunicaciones en Guataparo Country y Terrazas Guataparo son “Malo”, otro diez por ciento (10%) manifestó que es bueno y para finalizar, un diez

(10%) opinó que era regular. Los resultados en esta gráfica se pueden apreciar el déficit evidente en la calidad de los servicios de telecomunicaciones en la zona.

Luego de la realización de la encuesta se obtuvo un resultado negativo en cuanto al préstamo de servicio de la principal proveedora CANTV la cual arrojo que la mayoría de las personas no poseían internet a través de la línea de abonado ADSL, situación que conlleva al desmejoramiento de las comunicaciones en esta zona.

4.2 Fase II: Identificación de las variables o parámetros de la red de telecomunicaciones en las urbanizaciones Guataparo Country y Terrazas de Guataparo en el Municipio Valencia - Edo. Carabobo.

Para esta segunda fase se identificaron las variables o parámetros de la red de telecomunicaciones en las urbanizaciones Guataparo Country y Terrazas de Guataparo en el Municipio Valencia - Edo. Carabobo, por lo que se ejecutaron las siguientes etapas:

- Se debe replantear la zona a diseñar.
- Seleccionar el material utilizar.
- Realizar el tendido de fibra.

Entre orden de ideas, durante la ejecución de este proyecto se realizó las siguientes tareas:

- a. Solicitar los permisos correspondientes para la instalación.
- b. Tender el cable de fibra óptica a lo largo de la ruta elegida.
- c. Describir Ruta de Canalización.
- d. Cumplir con las normas vigentes de CANTV para tramitar las Vías Generales de Telecomunicaciones (VGT).

En las figuras 20 y 21 se ilustran el replanteo de la zona a diseñar en las urbanizaciones Guataparo Country y Terrazas de Guataparo en el Municipio Valencia - Edo. Carabobo.



Figura 20. Replanteo en AutoCAD de Guataparo
Fuente: Piñango. J. (2020)



Figura 21. Tendido de fibra en Guataparo
Fuente: Piñango. J. (2020)

En cuanto a la selección del material para la ejecución del proyecto, en donde se realizó un tendido en los exteriores de la zona caso en estudio, se utilizó los siguientes artículos que se presentan con sus respectivas especificaciones, características y dimensiones: (Ver Tablas 7, 8 y 9).

FIBRA	METRAJE	MARCA
48	7650	ADDS monomodo, modelo OFS (NZ) de Draka
24	5450	ADDS monomodo, modelo OFS (NZ) de Draka
8	1760	ADDS monomodo, modelo OFS (NZ) de Draka

Tabla 11. Descripción de los Materiales
Fuente: Piñango. J. (2020)

TIPO DE FIBRA A UTILIZAR	ADSS modelo OFS (NZ) de Draka de 48 hilos All Dielectric Self Supported (Cable Auto Soportado Completamente Dieléctrico). Se utiliza para tendidos aéreo.
Fibra Óptica Tipo ADDS	Es una estructura completamente no metálico en el que los elementos de soporte de carga de tracción son integrales en el diseño circular del cable, por lo general en forma de hilos trenzado. Las fibras se pueden envasar en una variedad de maneras, pero por lo general se colocan en tubos de polímero que están protegidos entonces dentro de la construcción total del cable.

Tabla 12. Tipo de Fibra Óptica a utilizar en el Proyecto
Fuente: Piñango. J. (2020)

Especificaciones	
Aplicaciones	Despliegue aéreo auto - soportado para líneas de transmisión eléctrica y comunicaciones, diseñado para longitudes de claro, condiciones de carga y ambiental; es específicas y compatibles con los herrajes.
Construcciones	Totalmente dieléctrico: Longitudes típicas de claro o vano máximo (dependiendo de las condiciones de carga y claro)
Cantidad de Fibras	Claro corto (hasta 1,700 pies / 510 m) y Claro largo (hasta 2,600' / 800 m)2 a 288 fibras en tubos holgados con código de color
Tipos de Fibras	Monomodo
Opciones	Forros sencillos o dobles / opción de forro exterior resistente a arcos, Anti-tracking. Accesorios de fijación a postes correspondientes: Remates preformados, herraje de suspensión.
Normas	IEEE 1222, ANSI/ICEA S-87-640, RUS 7 CFR-1755-900 (clasificado PE90), TelcordiaGR-20
Mano de Obra	Por último la realización del tendido, el cual realizaron los trabajadores de la empresa Conextelecom.

Tabla 13. Descripción de las especificaciones
Fuente: Piñango. J. (2020)

4.2.1 Normas y Seguridad Industrial

El trabajo se realizará, con las siguientes normas COVENIN:

- a. 3830:2003 Canalizaciones e instalaciones subterráneas de Fibra Óptica.
- b. 0734:1976 Código Nacional de Seguridad e Instalaciones de Suministros de Energía Eléctrica y de Comunicaciones.
- c. 0200:1999 Código Eléctrico Nacional.
- d. 2004:1998 Terminologías de las normas COVENIN – MINDUR de Edificaciones.
- e. ANSI/TIA 598-C: 2005 Código de colores de la Fibra Óptica.
- f. ANSI/EIA/TIA-455-8 Prueba de fibra óptica con OTDR.

Para este proyecto se trabajar con personal de la empresa Conextelecom C.A. especialista en el tema, con amplia experiencia en el sector, se designara personal Técnico de Telecomunicaciones, los cuales realizaran el tendido del cable en la canalización de CANTV.

4.2.2 Herramienta a utilizar:

- a. Cinta para el halado reusable (mecatillo).
- b. Eslabón giratorio (máximo de 2,22 cm de diámetro).
- c. Mariota de Fibra de 180 m para el halado de la fibra.
- d. Dispositivos de monitores de tensión, como dinamómetro y equipo de halado mecánico con capacidad de monitores.
- e. Lubricante apropiado.
- f. Carrete para cables que tenga un radio igual a 20 veces el diámetro del mismo.
- g. Trapos limpios.
- h. Equipos estándar para colocación de cable subterráneo
- i. Otras necesarias a fin de garantizar la continuidad de la jornada.
- j. Equipos de Seguridad Vial como Conos y señalizaciones.

Como resultado todo lo obtenido en esta segunda fase, se pudo definir, dimensionar y ubicar las canalizaciones, recintos y elementos complementarios que albergarán la infraestructura de telecomunicaciones (IT) para facilitar su despliegue, mantenimiento y reparación, contribuyendo de esta manera a posibilitar el que los usuarios finales accedan a los servicios de datos y a los futuros servicios de telecomunicaciones que se distribuirán en un futuro. Luego, del estudio general de las urbanizaciones Guataparo Country y Terrazas de Guataparo en el Municipio Valencia - Edo. Carabobo, para determinar la ubicación de los diferentes elementos de la infraestructura.



Figura 22. Proceso de tendido de fibra
Fuente: Piñango. J. (2020)



Figura 23. Labores de planta externa.
Fuente: Piñango. J. (2020)



Figura 24. Mediciones con odómetro.
Fuente: Piñango. J. (2020)



Figura 25. Uso de mariota para tendido de fibra
Fuente: Piñango. J. (2020)

4.3 Fase III: “Diseño de la red de telecomunicaciones FTTx con tecnología GPON en las urbanizaciones Guataparo Country y Terrazas de Guataparo en el Municipio Valencia - Edo. Carabobo”

En cuanto al diseño una vez analizada la información suministrada por los relevamientos y replanteos, se hace uso de Google Maps y Google Earth, con el objetivo de crear mapas de tendidos de fibra óptica, lo que permite y facilita un mejor manejo de la documentación del proyecto. Además de la localización de las residencias a las que se les prestara el servicio de FTTx..



Figura 27. Diseño en AutoCAD

Fuente: Piñango. J. (2020)

La topología (P2MP) incorpora en sus estándares a las redes ópticas pasivas Gigabit (GPON). Las características específicas de la capa de convergencia de transmisión (TC) se definen en la recomendación G.984.3 de ITU-T. La capa TC en un sistema GPON se compone de dos subcapas: una subcapa de entramado y otra subcapa de adaptación. La subcapa de entramado tiene tres funciones entre las que sobresalen el multiplexado y demultiplexado, la generación y decodificación de la cabecera y el enrutamiento interno de tramas. Por otro lado, la subcapa de adaptación debe proporcionar dos adaptadores, de acuerdo a las recomendaciones de la G.984.3, que son el adaptador a la interfaz GPON y el adaptador a la interfaz OMCI (Interfaz de gestión y control de la terminación óptica de la red). Las dos subcapas son las

responsables de los diversos servicios que pueden ofrecer las operadoras en un momento determinado.

A continuación, se explicará la estructura de la red FTTx, sus elementos y componentes de red, así como la función y ubicación dentro de la red de acceso. El conocimiento de la estructura de la red es esencial para cualquier técnico FTTx porque es en ella donde trabajará todos los días. Para que consiga trabajar de manera correcta, disminuyendo su tiempo de instalación y aumentando su productividad, es necesario conocer la localización y función de cada equipo. Básicamente se tiene la OLT en el cuarto de distribución de señal (HUB), la ONT en el domicilio del cliente y la red óptica. Sin embargo, tenemos otros dispositivos y componentes de red en la estructura que permiten que la información llegue correctamente hasta el cliente final.

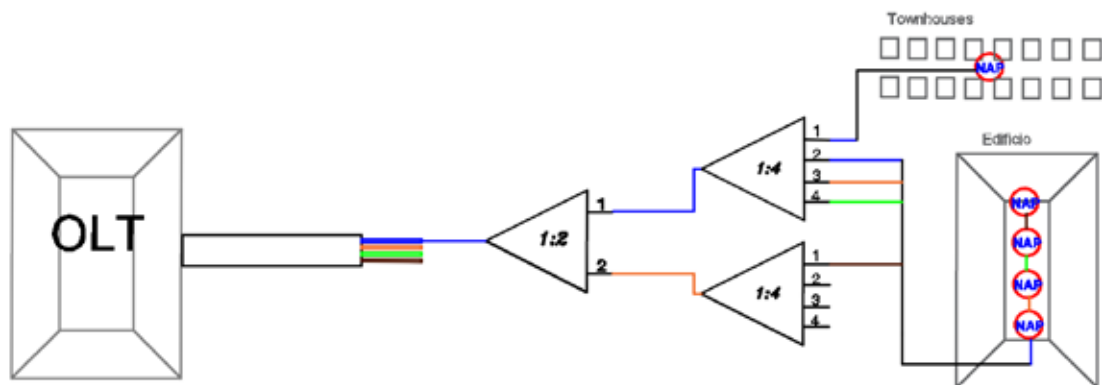


Figura 28. Estructura de la red FTTx

Fuente: Piñango, J. (2020)

En el cuarto de distribución de señal se tiene una serie de slots donde son insertadas las placas OLT. Cada placa OLT está formada por 16 puertos que van del cero al quince, cada uno con capacidad de Transmitir/Recibir información hacia y desde la red óptica. La OLT es importante porque es el responsable de realizar las

acciones necesarias para la identificación y liberación del servicio al cliente y centralizar todas las operaciones que ocurren en la red multipunto.

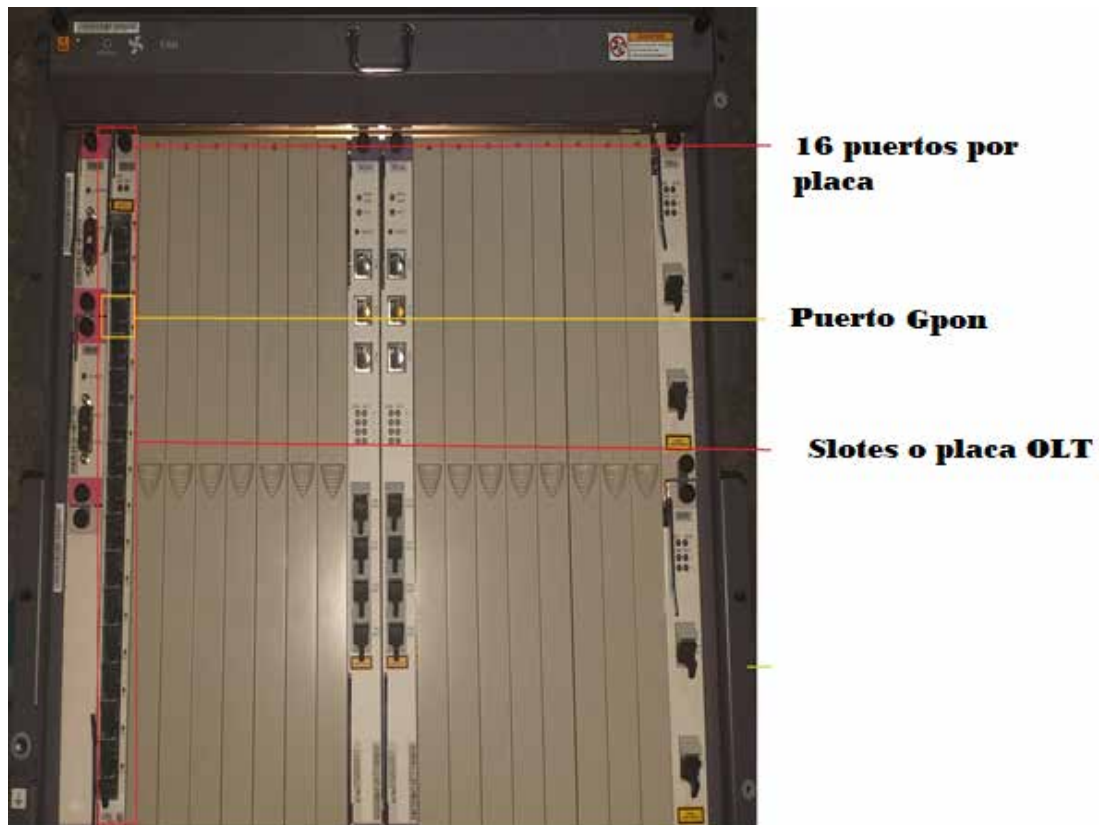


Figura 29. OLT
Fuente: Piñango. J. (2020)

Además de la OLT, tenemos el distribuidor de fibra óptica (ODF), cuya función es conectar a la OLT con los cables de la red óptica. El ODF concentra las diferentes fibras provenientes de los puertos de distintas OLTs para su salida a la red de feeder (red troncal), a través de un cable multifibra. Esto es posible usando una caja de empalmes ópticos (Manga de distribución) que protege los empalmes de fibra que van por los cables que transportan múltiples fibras en la red alimentadora. La caja de empalmes de cables de fibra óptica por fusión permite proteger los empalmes de cables, tanto en instalaciones de redes troncales de fibra como en redes de

distribución. Las mangas se pueden encontrar en tendidos subterráneos o en tendidos aéreos. En este caso, su función es conectar las fibras desde el ODF con el cable multifibra de la red externa (en este caso, con la red de feeder).



Figura 30. Diseño en AutoCAD de puertos en el ODF.
Fuente: Piñango. J. (2020)

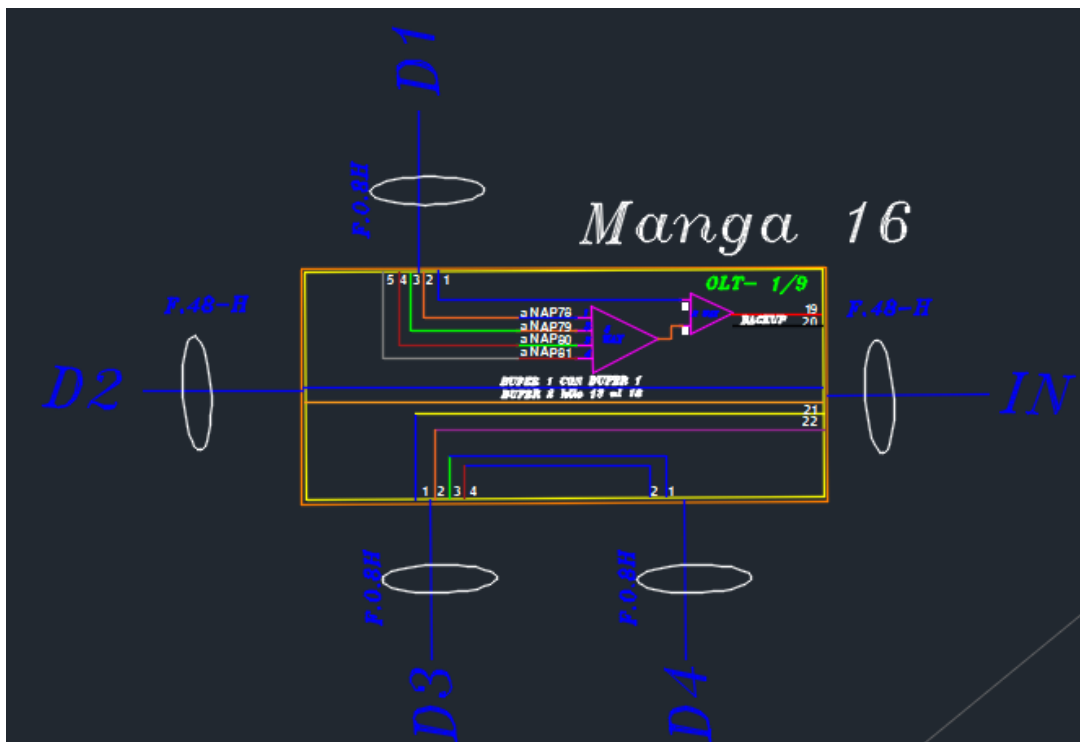


Figura 31. Diseño en AutoCAD de manga de distribución.
Fuente: Piñango. J. (2020)



Figura 32. Diseño en AutoCAD de manga de acceso.
Fuente: Piñango. J. (2020)

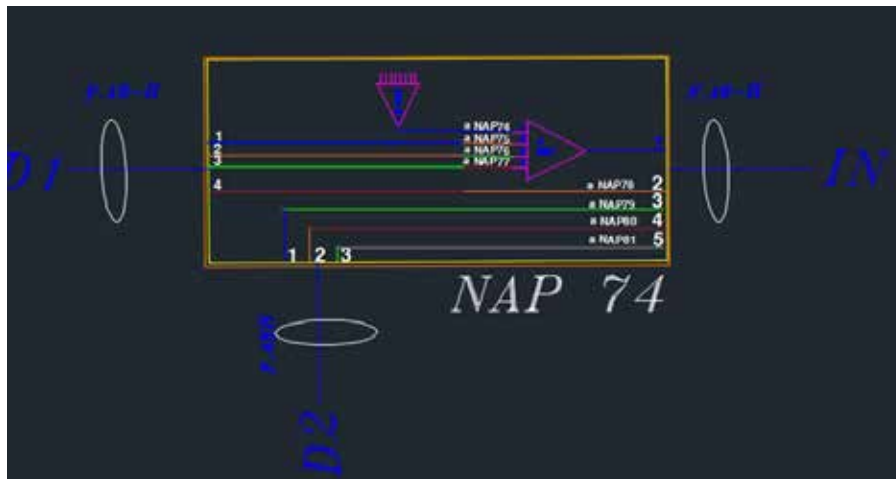


Figura 33. Diseño en AutoCAD de caja NAP mixta.
Fuente: Piñango. J. (2020)

Considerando que la red es un medio de transmisión, tenemos que compartir la señal que proviene de la OLT entre múltiples usuarios. Esto se logra mediante el uso de splitters. Un Splitter (divisor) es el dispositivo pasivo encargado de dividir y distribuir la señal de una fibra óptica entre todos los clientes pertenecientes a un mismo puerto de la OLT. En la red GPON tenemos 2 niveles de splitting o division: un splitter de 1er nivel (generalmente 1:2, es decir 2 divisiones de la señal) y un

splitter de 2º nivel (generalmente 1:4 divisiones de la señal). Un splitter hace la división de la señal que entra por su fibra de entrada de forma que en cada fibra de salida se distribuye un nivel de señal proporcional a la cantidad de divisiones. Por cada división que ocurre, la potencia de la señal a la salida cae o se atenúa en 3 dB.

Perdidas por división para un splitter	
1:2	3 dB
1:4	6 dB
1:8	9 dB
1:16	12 dB
1:32	15 dB
1:64	18 dB

Fuente: Piñango. J. (2020)

Por ejemplo: si desde la OLT llegamos con 5 dBm a la entrada del splitter de 1er nivel (1:2), en cada una de sus salidas tendremos 2 dBm aproximadamente. Hay que considerar que existen, adicionalmente, pérdidas por fusiones o conectores. Y si, luego de pasar por varios kilómetros de fibra, entramos con una potencia de 1 dBm a la entrada del splitter de 2do nivel (1:4), a la salida tendremos: -5 dBm en cada una de las salidas del splitter.

Existen splitters que se deben empalmar por fusión y splitters ya conectorizados. Su aplicación dependerá del proyecto de red. El splitter se considera un equipamiento pasivo porque no se alimenta eléctricamente. También se encuentran presentes las cajas de terminación óptica (mangas de acceso) para interconectar la red externa con la red interna (verticales o acometidas internas), a través de una fusión o conectorización.

Con un splitter 1er nivel de 1:2 y un 2do nivel de 1:4 tenemos servicio para 8 cajas NAP o puntos de acceso a la red. En la red de acometida encontramos las cajas NAP. Ésta puede ser externa, cuando la encontramos en un poste o en la fachada de una vivienda, o puede ser interna, cuando la encontramos en el interior de un edificio (en la sala de comunicaciones, pasillos, etc.). Dichas cajas NAP son un componente de red que interconecta la red externa (cable de acometida) y la red interna (basada en cable fibra droop o cable vertical). Es una caja de terminación preconectorizada (contiene en su interior un splitter de 1:8), que no requiere el proceso de fusión de parte del técnico instalador.

Finalmente, en la red interior tenemos el punto de terminación óptica o caja terminal, y la ONT que deben ser instalados en el domicilio del cliente.

Una vez ya establecido la topología y seleccionado los niveles de los splitters que se trabajara a nivel del diseño de mangas, se procedió a realizar la asignación de las cajas NAP. El proceso de asignación de las cajas NAP se trabajó al 50% de los usuarios con un respaldo que da opción a cubrir el 100%. En el diseño de las mangas se trabajó con una topología estandarizada por la empresa y en las ventanas de operación (1310nm y 1490nm).

En Residencias y TH las cajas NAP se colocan en calles estratégicas donde se puedan interconectar la mayor cantidad de usuarios.



Figura 34. Distribucion de cajas NAP a nivel de apartamentos.

Fuente: Piñango. J. (2020)



Figura 35. Distribucion de cajas NAP a nivel de casas.

Fuente: Piñango. J. (2020)

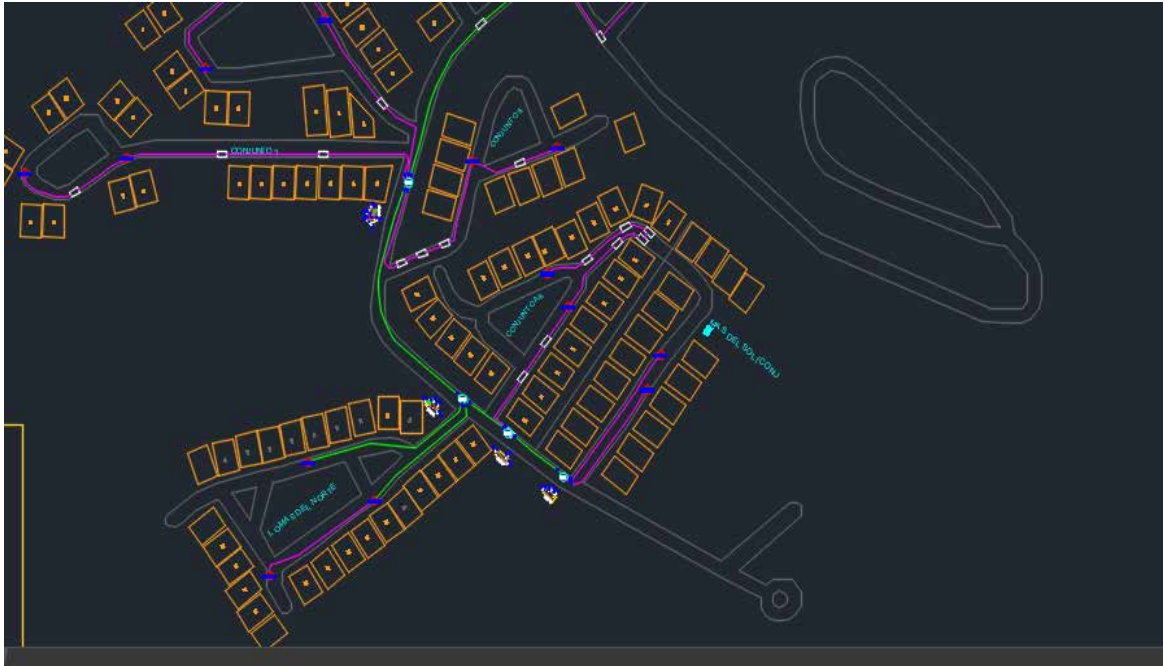


Figura 36. Distribución de cajas NAP a nivel de Tonwhouse.

Fuente: Piñango. J. (2020)

Esta fase no solo abarca el proceso de diseño, sino que también va de la mano de una documentación que es necesaria para identificar los hilos que alimentan cada puerto del ODF que se interconectan a los puertos de la OLT. En la siguiente tabla se ejemplifica la documentación de los puertos de la OLT, residencias y cajas NAP asignadas a dichos puertos. Así como también el bufer e hilo en el ODF.

REGISTRO DE OLT					
Guataparo					
PUERTO	CAJA NA	RESIDENCIA	MANG	ZONA	ODF
OLT 1/0	NAP 1	La Riviere	M 02	Terrazas De Guataparo	1/B1/H-1
	NAP 2	Guatparo Lake	M 02	Terrazas De Guataparo	
	NAP 3	Libre	M 02	Terrazas De Guataparo	
	NAP 4	Libre	M 02	Terrazas De Guataparo	
	NAP 5	Libre	M 02	Terrazas De Guataparo	
	NAP 6	Libre	M 02	Terrazas De Guataparo	
	NAP 7	Libre	M 02	Terrazas De Guataparo	
	NAP 8	Libre	M 02	Terrazas De Guataparo	
OLT 1/1	NAP 9	Casa Blanca	M 04	Terrazas De Guataparo	1/B1/H-3
	NAP 10	Casa Blanca	M 04	Terrazas De Guataparo	
	NAP 11	Xian	M 04	Terrazas De Guataparo	
	NAP 12	Xian	M 04	Terrazas De Guataparo	
	NAP 13	Miconus TH	M 03	Terrazas De Guataparo	
	NAP 14	Miconus TH	M 03	Terrazas De Guataparo	
	NAP 15	Atlantis	M 03	Terrazas De Guataparo	
	NAP 16	Atlantis	M 04	Terrazas De Guataparo	

Tabla 15. Registro de la OLT

Fuente: Piñango, J. (2020)

4.4 Fase IV: “Evaluación del costo para la implementación de la red FTTx con tecnología GPON en las urbanizaciones Guataparo Country y Terrazas de Guataparo en el Municipio Valencia - Edo. Carabobo.”

4.4.1 Factibilidad Económica.

Para este proyecto se estudió la implementación de una red de telecomunicaciones FTTX con tecnología GPON en las urbanizaciones Guataparo Country y Terrazas de Guataparo, la inversión estará respaldada por el presupuesto que tiene la compañía.

Con esta inversión la empresa tiene como objetivo adicional el mejoramiento de procesos internos con nuevas tecnologías que contribuyan a la prestación de un servicio de calidad a los clientes externos.

La empresa cuenta con un patrimonio que respalda las inversiones necesarias para llevar a cabo el proyecto. Este presupuesto forma parte de los fondos de la compañía para la operación de la red a nivel nacional. Se relaciona los costos de los elementos necesarios para la ejecución del proyecto.

Elementos	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Fibra de 48 hilos	Metros	7,650	\$ 2,30	\$17.595
Fibra de 24 hilos	Metros	5,450	\$ 2,20	\$11.990
Fibra droop 8 hilos	Metros	1,760	\$ 0.12	\$211,2
Fibra droop 4 hilos	Metros	6000	\$ 0.09	\$540
Mangas	Unidad	27	\$ 105	\$2.835
Cajas NAP	Unidad	121	\$ 100	\$12.100
Splitter 1*2	Unidad	26	\$ 20	\$520
Splitter 1*8	Unidad	13	\$ 30	\$390
ODF	Unidad	1	\$ 120	\$120
Laser de fibra FLV	Unidad	1	\$ 80	\$ 80
optical power meter	Unidad	1	\$ 80	\$ 80
OTDR	Unidad	1	\$ 1.000	\$ 1.000
Cortadoras de fibra	Unidad	2	\$ 2.500	\$ 5.000
Kit empalme de fibra	Unidad	2	\$ 1.500	\$ 3.000
Fusionadora Fibra óptica	Unidad	1	\$ 1.000	\$ 1.000
ONT	Unidad	130	\$ 10	\$ 1.300
Otros gastos			\$ 5.000	\$ 5.000
			TOTAL	\$16.614

Tabla 16. Presupuesto
Fuente: Piñango. J. (2020)

Otros gastos: patchcords(SC-SC , LC-SC), mangas termoretractiles, conectores mecánicos, teipe, caja de herramientas, tirrajes, unión SC – SC, cajas terminales,

Es imprescindible considerar procedimientos que prevengan el mal uso de los recursos, y así de esta manera mantener un equilibrio entre los ecosistemas y su contexto. De este modo, llevar a cabo de estudios de impacto ecológico y social.

4.4.2 Factibilidad Ambiental

El presente trabajo no tiene repercusiones directas o significativas para el medio ambiente o para los ecosistemas, debido al bajo o al nulo grado de contaminación que producen. Por lo que el trabajo de investigación cumple con todos los requisitos o parámetros necesarios que garanticen su factibilidad ambiental.

4.4.3 Factibilidad Social

La implementación de este proyecto genera la expectativa de brindar confianza y calidad en los servicios ofrecidos no solo en las urbanizaciones, sino también en toda la ciudad con el tiempo, al mejorar con tecnología de punta se estará dando a conocer por parte de la compañía, que se está trabajando para el cliente.

Existen distintos factores que permiten medir la viabilidad de un proyecto de este tipo, el número de beneficiarios directos, soluciones y sostenibilidad.

El número de beneficiarios directos: Con la implementación de este trabajo de investigación se verían beneficiados aproximadamente 774 usuarios, los cuales presentarían mejoras en el servicio de telecomunicaciones.

Soluciones: La compañía ofrece entre sus servicios la entrega de soluciones integrales de telecomunicaciones, tanto a nivel de hogares como en el sector corporativo; con la puesta en marcha de un proyecto basado en tecnología de punta como GPON.

Sostenibilidad: el material que se utilizara para realizar el tendido y la implementación de una red de telecomunicaciones, requieren de un mantenimiento exhaustivo.

4.5 Fase V: “Implementación de la red FTTX con tecnología GPON en las urbanizaciones Guataparo Country y Terrazas de Guataparo en el Municipio Valencia - Edo. Carabobo.

Al implementar el diseño del proyecto de FTTx se realizó el correspondiente procedimiento que consta de las siguientes actividades:

4.5.1 Tendido de fibra óptica

Se inicia con el tendido de fibra, en las principales avenidas, calles adyacentes y conjuntos de residencias en el sector. En la red de feeder (red alimentadora) se tiene grandes troncales de cable llevando distintas fibras hacia diferentes destinos. Estos cables van desde la OLT (Optical Line Terminal) en el HUB hacia la red por los conductos subterráneos de la red de acceso. Uno de los cables usados por la empresa CONEXTELECOM para el tendido de fibra, tanto en feeder como en la red de distribución, es el ADDS monomodo, modelo OFS (NZ) de Draka.



Figura 37. Implementacion de fibra troncal
Fuente: Piñango. J. (2020)

4.5.2 Mangas de distribucion y acceso

Las mangas principales o de distribución son aquellas que transmite la señal desde la OLT estas son necesarias para que las mangas de acceso puedan tener señal.



Figura 38. Manga con capacidad para fibra de 96 hilos
Fuente: Piñango. J. (2020)



Figura 39. Mangas de acceso o cajas NAP

Fuente: Piñango. J. (2020)



Figura 40. Empalme de manga de distribución

Fuente: Piñango. J. (2020)

Al igual que las mangas de distribución, las mangas de acceso cumplen una función importante dentro del proceso de empalmado, ya que estas son el punto de interconexión entre planta interna (verticales) y planta externa (troncales). Estas generalmente contienen en su interior splitter de primer nivel y segundo nivel.



Figura 41. Manga de acceso
Fuente: Piñango. J. (2020)

4.5.3 Fusión de fibra o empalmado

Al implementar redes ópticas se necesita realizar empalmes dentro de los estándares y procesos establecidos, ya que así garantiza la calidad y fiabilidad de la red. Una fusión mal realizada provocará pérdidas de potencia y, en el peor de los casos, la interrupción del servicio del cliente. Conocer cada uno de los pasos a seguir para realizar una buena fusión es importante porque permite al técnico ejecutar el proceso en forma rápida y fiable, resultando en un correcto trabajo. Se dispone de varias herramientas y accesorios que utilizados de forma correcta harán que el proceso de fusión este dentro de los patrones recomendados.

Herramientas para el proceso de fusión:



Figura 42. Alicata Pelador

Fuente: Piñango. J. (2020)



Figura 43. Cortador de fibra

Fuente: Piñango. J. (2020)



Figura 44. Máquina de Fusión

Fuente: Piñango. J. (2020)



Figura 45. Alcohol Isopropílico

Fuente: Piñango. J. (2020)

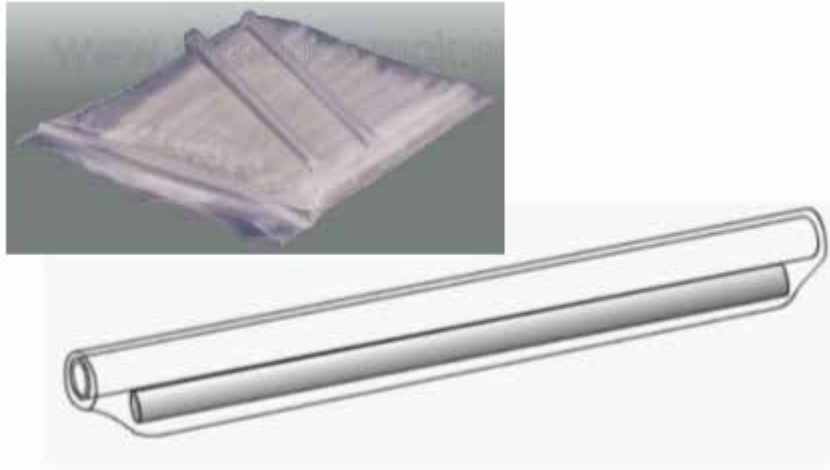


Figura 46. Manguita Termorretractil

Fuente: Piñango. J. (2020)

La fusión es un empalme que se realiza a través de la unión de los extremos de cada fibra, gracias a la utilización de un equipo, la fusionadora, y otras herramientas específicas que permiten que la fusión sea precisa. La fusión de la fibra permite que se garantice que la señal emitida desde la central de transmisión (OLT) llegue hasta el Cliente con menores pérdidas que otros tipos de empalme (empalmes mecánicos y empalmes por conectorización). Se considera una buena fusión cuando las pérdidas obtenidas son menores a 0,05 dB.

Tipo de empalme	Perdida
Mecanico	>1 dB
Conectorizado	0.3 dB – 0.5 dB
Fusion	0.01 dB – 0.05 dB

Tabla 17. Perdida por empalmes

Fuente: Piñango. J. (2020)

Para realizar la fusión se utiliza una máquina llamada fusionadora, que permite realizar el empalme. En el proceso pondremos la punta de cada fibra (debidamente cortada y “pelada”), próxima al centro de los electrodos. Después, cerraremos la tapa, la maquina alineará la fibra y nos mostrará la posición final y el ángulo de corte. Si todo esto es correcto, la máquina realizará la fusión, generando un arco voltaico entre los electrodos. De este modo, los extremos se calientan y se funden, formando una única fibra.

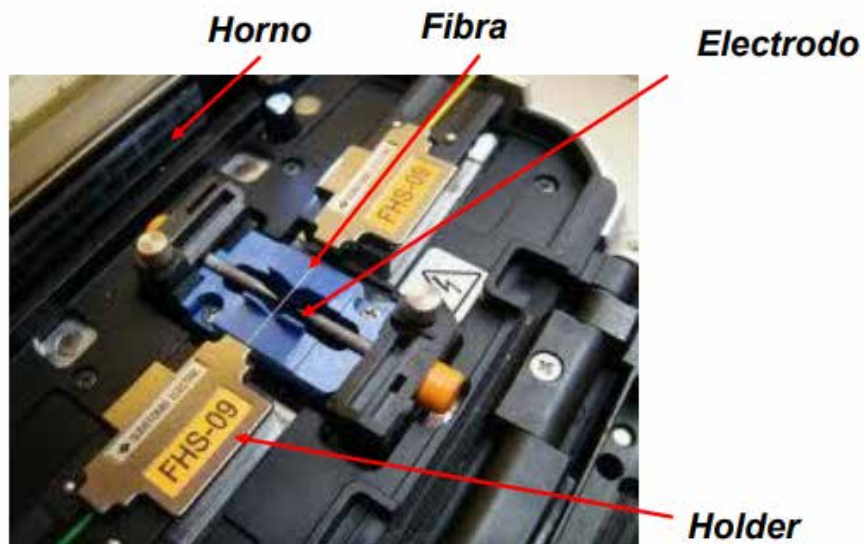


Figura 47. Partes de la fusionadora.
Fuente: Piñango. J. (2020)

4.5.4 OLT

Para conocer los requerimientos de la OLT se utilizó las mediciones del tráfico y las capacidades de cada enlace de la red de backbone fibra óptica. Se determina de igual forma la capacidad máxima según la recomendación G.987.1 del estándar GPON que menciona que cada tarjeta de la OLT puede alcanzar 10Gbps de bajada y 2,5 Gbps de subida, por lo tanto, como se determinó anteriormente se colocaron tres splitter llegando con un puerto de la OLT.

La OLT lleva a cabo cuatro funciones:

- 1) Identificación: A través del ID-ONT de la ONT.
- 2) Aprovisionamiento: La OLT comprueba los datos del ID-ONT para liberar o no los servicios al Cliente.
- 3) Transmisión: Descarga de información y servicios hacia la ONT. Ofrece un ancho de banda de 2,48 Gbps por puerta a ser compartidos por todos los usuarios conectados a la OLT (32/64/128 clientes).
- 4) Recepción: Un puerto de la OLT recibe la subida de información desde la ONT a un ancho de banda de 1,24 Gbps.

La OLT por lo general, posee capacidad para 16 placas OLT, además de placas de control, alimentación y placa interface con la red de transporte. Con 16 placas OLT, 16 puertos por placa y 128 usuarios por puerto se podría dar servicio a un máximo de hasta: $16 \times 16 \times 128 = 32768$ usuarios. Cada placa OLT posee 16 puertos (según modelo) que son independientes entre sí. Es decir, cada uno de los puertos puede dar cobertura a grupos de 64 o 128 clientes, según el diseño de la red. Eso significa que una placa de OLT puede dar cobertura entre 256 a 1024 clientes respectivamente.

Desde que el cliente está en el puerto correcto, independientemente en cuál de las 64/128 fibras esté, el servicio va a funcionar correctamente, cumpliendo todos los estándares de calidad. Sin embargo, en el proceso de instalación es necesario ubicar la fibra correcta que corresponde al cliente, de acuerdo a nuestra orden de servicio.

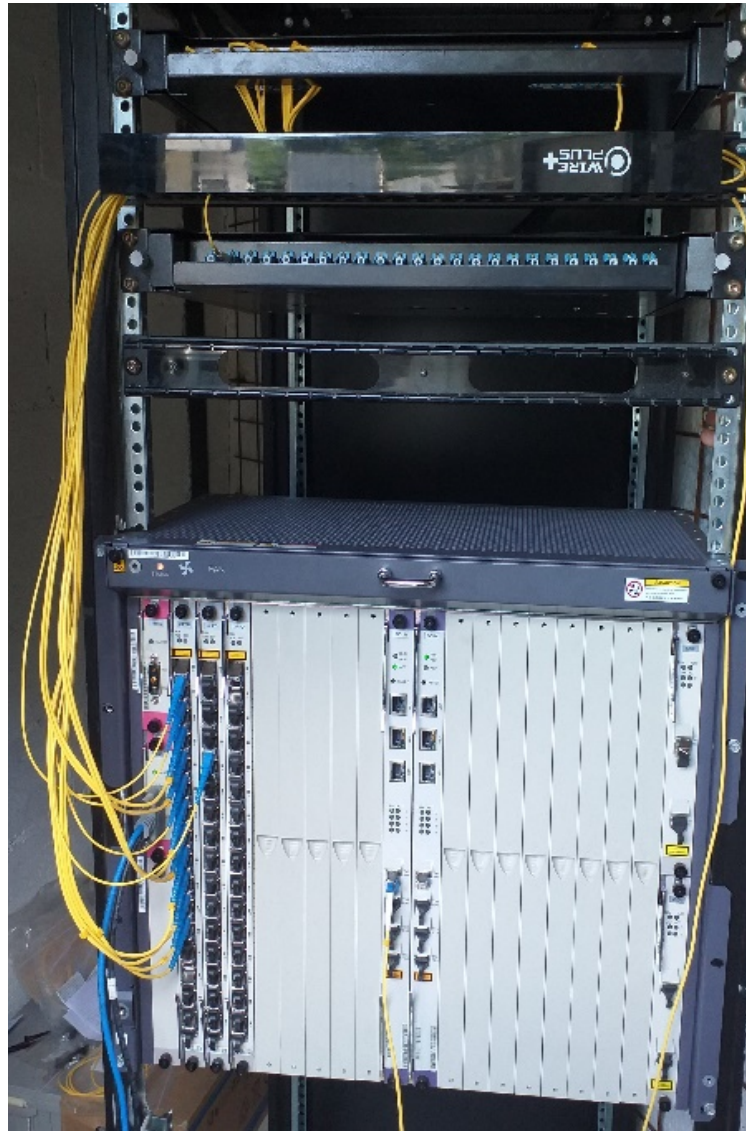


Figura 48. OLT en cuarto de distribución Guataparo.
Fuente: Piñango. J. (2020)

4.5.5 Verticales

Se le da por nombre verticales a la fibra que entra desde una manga de acceso a las cajas terminales denominadas NAP. En las siguientes imágenes se muestra el proceso del tendido de vertical en residencias Casablanca en Terrazas de Guataparo.



Figura 49. Acometida en Edif. Casablanca en Terrazas de Guataparo
Fuente: Piñango. J. (2020)

En esta residencia hay 26 apartamentos, 13 en cada torre, la acometida viene desde una sangría ubicada en un tanque en la esquina de residencias amazonas. Las siguientes imágenes demuestran el proceso de acometida.



Figura 50. Tanque que permite el acceso a residencias Casablanca.
Fuente: Piñango. J. (2020)

Del tanque pasa a una tanquilla tipo A que está ubicada justo frente a la entrada del estacionamiento.



Figura 51. Tanquilla de acceso tipo A
Fuente: Piñango. J. (2020)

De la tanquilla tipo A pasa hacia el estacionamiento ubicado en el sótano a una caja metálica pegada del techo. Al llegar a la segunda caja metálica la tubería se bifurca y sube una a la torre B y la otra sigue a la torre A. Se sugiere que para la derivación se pueda usar un splitter óptico 1x2.



Figura 52. Vertical en residencias Casablanca
Fuente: Piñango. J. (2020)

En la torre A al subir la acometida llega a un FXB ubicado en planta baja.



Figura 53. FXB
Fuente: Piñango. J. (2020)

Del FXB sube a los pisos mediante una columna hueca, la cual tiene acceso a través de unas ventanas dentro de unos cuartos ubicados en cada piso. Se uso la caja NAP pequeña debido al espacio, la misma fue colocada en el piso 3 de cada torre.



Figura 54. Instalacion de caja NAP
Fuente: Piñango. J. (2020)

Para el caso de acometidas dentro de conjuntos cerrados o Townhouse, en las siguientes imágenes se muestra el proceso que se llevo a cabo en TH Villas del Country. Villas Country tiene 20 TH donde se realizó el tendido y se colocaron las cajas NAP en lugares estratégicos.



Figura 55. Tendido de fibra dentro de TH Villas del Country.
Fuente: Piñango. J. (2020)



Figura 56. Asignación de cajas NAP en TH Villas del Country.
Fuente: Piñango. J. (2020)

4.5.6 Acometida

La acometida es una de las maneras de hacer llegar la fibra hasta las instalaciones del cliente. El término “acometida” proviene del acto de acometer o embestir, y aunque en la práctica no embestimos al cliente con nada, es un término “importado” por los técnicos instaladores de “cobre” (telefonía, ADSL), para indicar que están llegando a las instalaciones del cliente desde una línea principal, esta vez con el cable de fibra.

Por extensión, la red de acometida es el último tramo de la red FTTH. Esta red es mucho más conocida a nivel mundial como red de drop.

Uno de los cables de acometida más empleados es el cable SST de Corning. Los

cables de acometida SST son resistentes a rayos UV, bloquean el paso del agua hacia la fibra y tienen baja emisión de humos. Es apropiada para instalación exterior aérea, por conducto directo y en interior de edificios. Pasos para las acometidas:

Localizar la manga de acceso externa más próxima a la dirección del Cliente.

Identificar la fibra designada en la manga de distribución.

Empalmar la fibra droop.

Realizar el test de potencia óptica en la fibra designada, comprobando que el nivel de señal debe estar entre -18dBm y -23dBm.

En las siguientes imágenes se muestra el proceso de acometida en el apartamento de un cliente en residencias Casablanca en Terrazas de Guataparo.



Figura 57. Acometida en apartamento de cliente en residencia Casablanca
Fuente: Piñango. J. (2020)

4.5.7 Instalación final

Para realización de la acometida interna y el aprovisionamiento de la ONT se llevan acabo los siguientes pasos:

Se coloca la caja terminal y se hacen los empalmes mecánicos.



Figura 58. Caja terminal.
Fuente: Piñango. J. (2020)

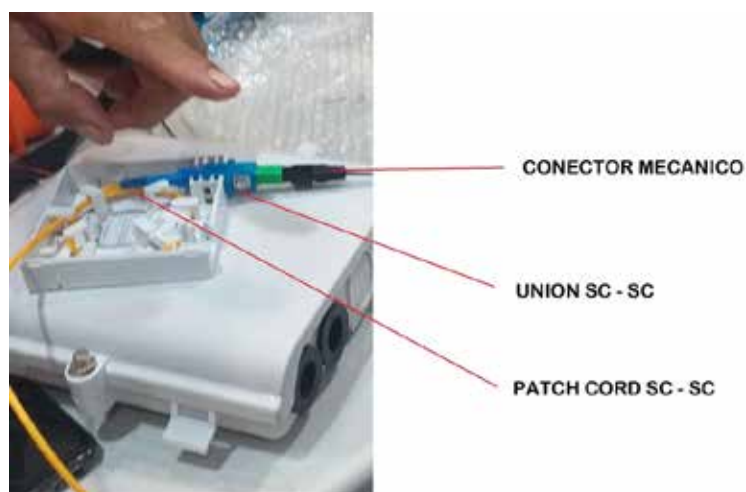


Figura 59. Caja terminal.
Fuente: Piñango. J. (2020)

Se midió la potencia en la caja NAP de la acometida interna de Casablanca.



Figura 60. Prueba de potencia en caja NAP.
Fuente: Piñango. J. (2020)

Se instala la ONT, que es un equipo de red que se instala en casa del cliente. El procedimiento a seguir es relativamente sencillo, pero importante. De su correcta instalación depende que el cliente pueda tener acceso a los servicios ofrecidos por la fibra, y al técnico le permitirá aumentar su productividad.

Se hace énfasis en el modelo, las características, la forma de conexión, la configuración y la solución de fallas habituales en la instalación de dos de los modelos de ONT más utilizados actualmente en FTTx: huawei HG8546M. Estas ONTs están diseñadas para su uso en entornos del hogar o de negocios, y permitirá al cliente disponer de servicios de banda ancha de voz, datos y vídeo de alta calidad.



Figura 61. ONT huawei HG8546M.
Fuente: Piñango. J. (2020)

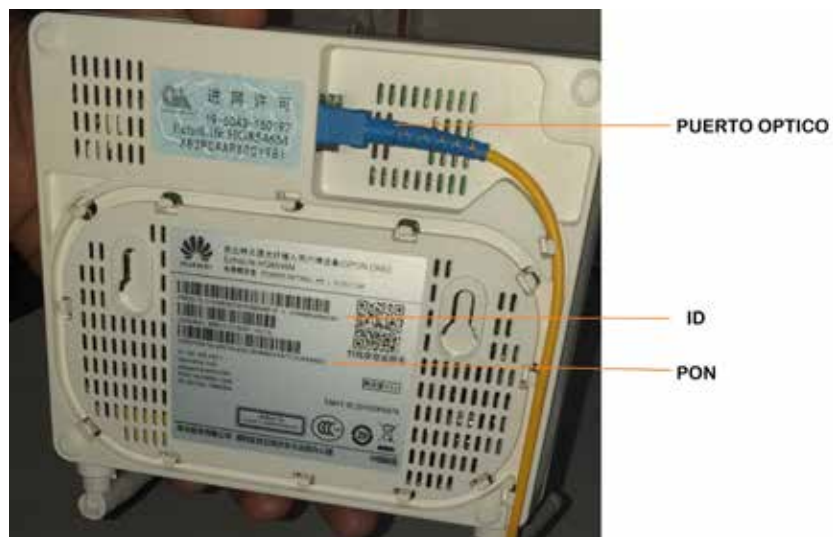


Figura 62. Descripción ONT
Fuente: Piñango. J. (2020)

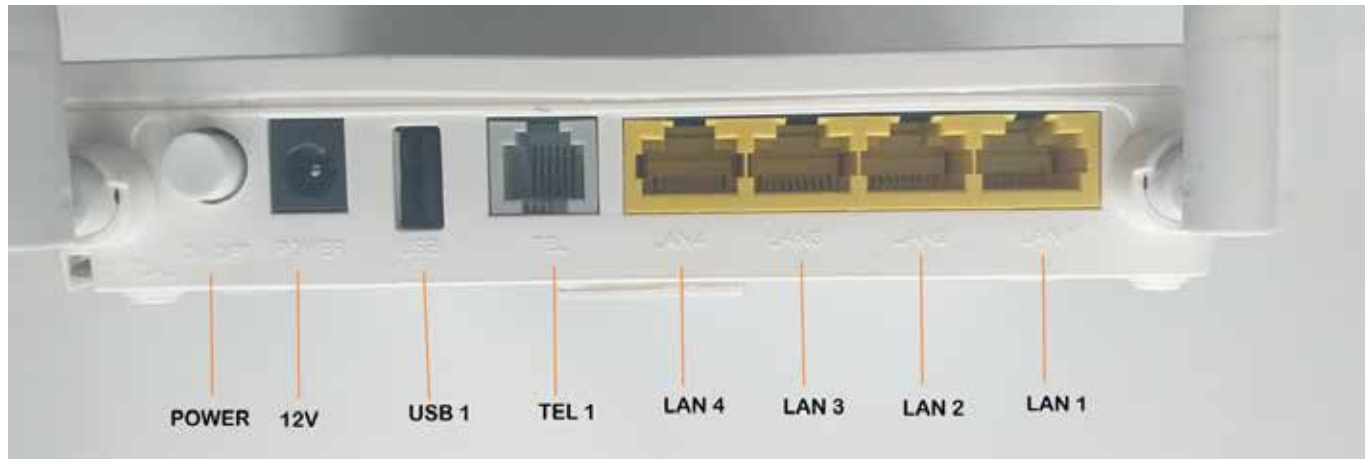


Figura 63. Puertos ONT.
Fuente: Piñango. J. (2020)

Es importante señalar que, la OLT identifica la ONT de un cliente a través del id-ONT. En él está incluido el registro de cliente, desde los datos personales hasta el tipo de servicio contratado.

Una vez hecha la instalación de la caja terminal y medida la potencia, que debe ser mayor o igual a -25dBm (por ej: -24dBm sería una instalación válida, pero -26dBm no), luego se procede a la configuración de la ONT. Para que la ONT se pueda sincronizar con la OLT hay que introducirle un número de serie. Este número viene asignado en la orden de servicio como Id-ONT.

Indicadores Leds: Indican el estado operativo en el que se encuentra el equipo, lo que le permitirá identificar el origen de posibles incidencias en el funcionamiento de dicho equipo y del servicio de fibra óptica contratado por el cliente.

Opción	Nombre	Estado	Descripción
POWER	Indicador de alimentación	Encendido	La ONT está conectado a la electricidad
		Apagado	La ONT no está conectada a la electricidad
PON	Indicador de conexión	Encendido titilante	no tiene conexión
		Encendido fijo	Tiene conexión
LOS	Indicador de señal recibida	Encendido Rojo	Perdida de Potencia
LAN 1,2,3 y 4	Indicador de las interfaces Ethernet	Encendido	El equipo está conectado correctamente a la red Ethernet
TEL	Indicador de la red de la interfaces telefonica	Encendido	En caso de tener disponible la funcionabilidad de la llamada de voz IP, este indicador luminoso indicara el estado de llamada activa
		Apagado	No existe llamada activa

Tabla 18. Indicadores Leds ONT

Fuente: Piñango. J. (2020)

El equipo huawei HG8546M es un terminal óptico diseñado para el uso en entornos del hogar o de negocio, que está basado en la tecnología GPON (Redes Ópticas Pasivas de Alta Capacidad), haciendo uso de una fibra óptica que proporciona canales de datos de alta velocidad.

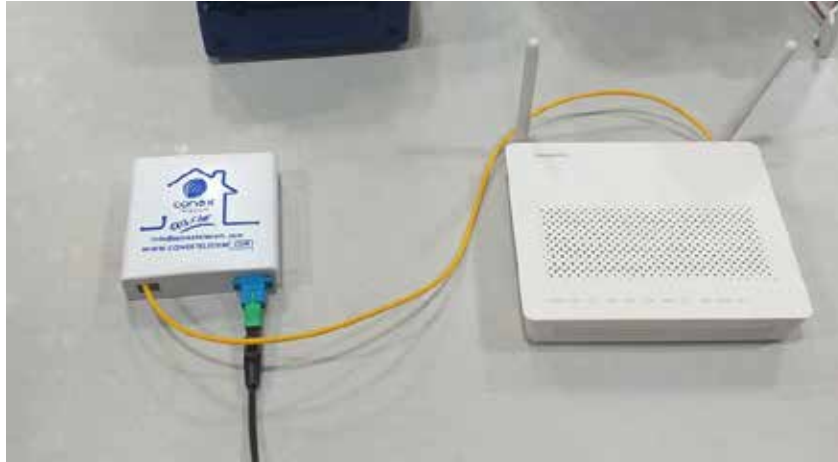


Figura 64. Caja terminal y ONT.

Fuente: Piñango. J. (2020)

Test Final de la Instalación: La Prueba Final es la herramienta imprescindible que te ayudará a comprobar y certificar el resultado de los trabajos realizados, dependiendo de los servicios contratados por el cliente. En dicho test se comprueba la Conectividad/Navegación , así como también los siguientes parámetros.

- Versión correcta del firmware del router.
- Parámetros.
- Sincronismo de la ONT.
- Valores ópticos.
- Prueba de velocidad.

CONCLUSIÓN

El estudio para la implementación de una red Gpon en el sector de Guataparo permitió hacer el análisis de los beneficios de la red de fibra sobre la red de cobre, así mismo mostrar las ventajas de usar una tecnología de punta como FTTx para ofrecer servicios de mayor calidad y estabilidad.

En definitiva, el diseño de una red FTTx GPON es totalmente escalable a diferencia de otros diseños basados en medios de transmisión como el inalámbrico y cobre, cuyas limitaciones se ven reflejadas en el ancho de banda y distancias de cobertura respectivamente; esta arquitectura está preparada para soportar un crecimiento de hasta 16.384 clientes aproximadamente de donde está el HUB 20km. Esta arquitectura de red puede soportar servicios como el tripleplay (datos, voz IP y IP TV) al soportar transmisión de gran ancho de banda de 2.5Gbps / 1.25Gbps.

De modo que, la infraestructura de red de fibra óptica basada en el estándar GPON viene siendo implementado por los operadores de telecomunicaciones debido a que los costos para la implementación son reducidos a diferencia de hace algunos años que se desplegaban redes de cobre, la fortaleza de las redes GPON radica en que no necesitan de alimentación eléctrica en todo el despliegue de la de la red de distribución para su funcionamiento, lo que disminuye la complejidad de su instalación y asimismo la inversión.

Justamente, contar con esta arquitectura de red hace que se reduzcan los gastos de mantenimiento y operación debido a que no hace uso de equipamiento activo que necesita estar energizado constantemente; lo cual reduce significativamente los costos por suministro eléctrico, así como del personal que este constantemente monitoreando dicho equipamiento. Por otra parte, la implementación

de soluciones tecnológicas de punta permite realizar un seguimiento preventivo de la redes.

En síntesis se ha cumplido con entera satisfacción los objetivos del presente trabajo de titulación, que se deriva en un documento que permite ampliar los conocimientos de las redes FTTx-GPON y que sirva como manual a los proyectistas de redes de accesos que deseen implementar redes de fibra óptica hasta el usuario final.

RECOMENDACIONES

Del estudio realizado referente a la implementación de una red de telecomunicaciones FTTx con tecnología Gpon en las urbanizaciones Guataparo Country y Terrazas de Guataparo en el municipio Valencia - edo. Carabobo se desglosa las siguientes recomendaciones:

El personal técnico para la instalación y administración de la red de fibra óptica GPON deberá cumplir mínimamente con un perfil específico que es de contar con conocimiento sólidos en el manejo y operación de este estándar lo asegura que a futuro no se presenten inconvenientes en su rendimiento y normal funcionamiento.

Para los futuros cálculos de presupuesto de pérdidas ópticas se deben de considerar los valores más altos posibles en referencia a la atenuación en la distancia de los enlaces, fusiones, conectorizaciones, y splitter a emplearse para contar con una conectividad fiable.

BIBLIOGRAFÍA

- Arias, Fidas (2012). **Proyecto de Investigación: Introducción a la Metodología**. Edición N° 6. Editorial Episteme.
- Arismendi, E. (2013). **Diseño de investigación de campo**, blog disponible en: http://planificaciondeproyectosemirarismendi.blogspot.com/2013/04/tipos-y-diseno-de-la-investigacion_21.html Consulta: Noviembre, 2019.
- Becerra, G. (2019) “**Sistema de Telecomunicaciones con tecnología Gpon para el restablecimiento del servicio de la zona industrial el recreo de flor amarillo del Municipio Valencia del Edo Carabobo.**” Tesis de Grado. Universidad José Antonio Páez. San Diego, Venezuela.
- Castro, M. (2019) “**Diseño de una red FTTH basado en el estándar GPON para la conexión de videocámaras para el distrito de San Martín de Porres**”, Tesis de grado. Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas de Lima, Perú. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10757/625704> Consulta: Noviembre, 2019.
- Dubs, R. (2004) **Metodología de la investigación**, publicación disponible en: <http://revistas.upel.edu.ve/index.php/entretemas/article/download/1032/363> Consulta: Noviembre, 2019.
- Forouzan, B. (2007). **Transmisión de datos y redes de comunicaciones**. España: Editorial McGraw-Hill. Consulta: Diciembre, 2019.
- Hernández R., Fernández C. y Baptista P. (2014) **Metodología de la Investigación**. Edición N° 6. Editorial McGraw
- Información referente a: **Red Óptica Pasiva**, web disponible en: <https://www.viavisolutions.com/es-es/red-optica-pasiva-pon> Consulta: Diciembre, 2019
- Mijares Héctor y García Luis (2007), **Normas para la elaboración y presentación de los anteproyectos, proyectos y trabajos de grado**. Universidad José Antonio Páez, San Diego, Edo. Carabobo.
- Rivera, L y Huertas O. (2017) “**Estudio para la implementación de red Gpon en el sector comercial de BARRANCABERMEJA**”, Tesis de grado. Universidad Politécnico Gran Colombiano de Bogotá, Colombia. Disponible

en: <http://alejandria.poligran.edu.co:80/handle/10823/929> Consulta:
Noviembre, 2019.

Rodríguez, A. (2012). Información referente a: **Fibra óptica, qué es y cómo funciona**, web disponible en: <https://www.fibraopticahoy.com/fibra-optica-que-es-y-como-funciona/> Consulta: Diciembre, 2019.

