



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN

Trabajo monográfico para optar al título de Ingeniero Electrónico

Tema:

Diseño de una Red de fibra óptica GPON para la migración de ADSL en el
Residencial Villa San Jerónimo, Masaya

Autores:

Br. Marvin Antonio Bejarano Aguilera	2014-0031U
Br. Ruth Marina García López	2014-0943U

Tutor:

Ing. Marlovio José Sevilla Hernández

Noviembre, 2023

Managua, Nicaragua

Dedicatoria

Dedico este triunfo a Dios y a mis padres Marvin de Jesús Bejarano Larios y Aura de Jesús Aguilera, porque con gran esfuerzo me dieron la oportunidad y el estudio para ser un profesional, para el logro de mis sueños y metas, este triunfo no es solo mío es de ellos por su amor, dedicación y su apoyo incondicional.

Marvin Bejarano

Dedico este logro a mi Dios, fuente inagotable de amor, a mis padres, por su inquebrantable confianza en mí y por ser mi ejemplo de tenacidad y perseverancia. A todos aquellos que de una u otra forma han contribuido a hacer posible este resultado, principalmente a quien me impulso a culminar esta etapa de profesionalización por su apoyo y confianza.

Ruth García

Agradecimiento

Agradecemos a Dios todo poderoso por darnos el conocimiento y sabiduría para culminar este plan de estudios con éxito, pues ha sido la luz en este proceso de formación.

A nuestros padres por ser los pilares fundamentales en cada proceso de nuestra vida, por ser nuestra guía, brindarnos su apoyo y confianza para lograr la culminación de una etapa de crecimiento profesional.

Nuestro más profundo agradecimiento al Ing. Marlovio José Sevilla Hernández por brindarnos su apoyo, el tiempo, la confianza y su valiosa retroalimentación y dedicación para finalizar este proyecto de tesis bajo su tutoría.

Resumen

El tema aborda, el diseño de una Red de fibra óptica GPON para la migración de ADSL en el Residencial Villa San Jerónimo, Masaya. En pro de solucionar las limitantes del acceso a internet en dicha zona, se presenta el diseño de la red utilizando la tecnología GPON para brindar una conexión estable y de alta velocidad a los habitantes.

Se realizó análisis de la red actual a través de encuesta a 103 usuarios del residencial y visita de campo para comprender las necesidades de los usuarios, se logró observar el descontento que existe con la conexión a internet actual, debido a la velocidad de carga y descarga de archivos y déficit en la conexión durante temporadas de lluvias, asimismo, el deterioro en las redes existentes.

De igual manera, con este diseño se plantea dar cobertura a 224 usuarios, además, tiene una distancia de 3,402 m de fibra óptica de 12 hilos, 80 postes existentes que llevan el transporte de alimentación a nuestra red GPON, y se agregaron 78 postes nuevos, para una totalidad de 158 postes para este diseño.

Por otra parte, se observa la viabilidad y rentabilidad del proyecto al realizarse los cálculos correspondientes y a través del flujo neto de efectivo, al ser el VAN mayor a cero, además se observa que, el rendimiento de la empresa es mayor que el mínimo fijado como aceptable, al ser la TIR (86.51%) mayor a la TMAR (17.88%).

Con base a los datos recopilados en las fases cualitativa y cuantitativa para diseñar la red de fibra óptica GPON, se logró adaptar el diseño de la red a las necesidades de los residentes para brindar mejor conectividad del servicio de internet, además, se destacan los beneficios y los desafíos de la migración de ADSL a la red de tecnología GPON.

Tabla de contenido

<i>Dedicatoria</i>	<i>i</i>
<i>Agradecimiento</i>	<i>ii</i>
<i>Resumen</i>	<i>iii</i>
1. <i>Introducción</i>	1
2. <i>Objetivos</i>	2
2.1. Objetivo General	2
2.2. Objetivos Específicos	2
3. <i>Justificación</i>	3
4. <i>Marco Teórico</i>	4
4.1. Fibra Óptica	4
4.2. GPON	7
4.3. Optical Line Termination (OLT)	7
4.4. Optical Network Terminal (ONT)	8
4.5. Red Feeder	8
4.6. Armario de GPON (FDH)	8
4.7. Splitter	9
4.8. Optical Distribution Network (ODN)	9
4.9. Caja de Distribución Óptica (FAT/NAP)	10
4.10. Red de Dispersión	10
4.11. Roseta Óptica	10
4.12. ADSL	10
4.13. Transmisión telefónica	11
4.14. Cable Multipar	11
4.15. Códigos de colores	12
4.16. VDSL	12
4.17. Caja terminal de red cobre	13
4.18. Gabinete o Concentrador	14
4.19. Red de armario	15
5. <i>Análisis y presentación de los resultados: Metodología y Resultados del Trabajo Monográfico</i>	16
5.1. Metodología aplicada	16

5.2.	Análisis del estado actual de la red de ADSL en el Residencial Villa San Jerónimo.....	18
5.3.	Proceso de encuesta.....	19
5.4.	Objetivos de la encuesta	20
5.5.	Resultados de la encuesta.....	21
5.6.	Visita de campo	26
6.	<i>Principios, tecnologías y estándares involucrados en las redes de fibra óptica GPON en relación a la red ADSL.</i>	33
6.1.	Arquitectura PON	33
6.2.	Ventajas de las Redes GPON	35
6.3.	Desventajas de la red GPON	36
7.	<i>Diseño de la red GPON</i>	37
7.1.	Levantamiento de la troncal	38
7.2.	Distribución de los distritos	41
7.3.	Splitter de primer nivel.....	43
7.4.	Splitter de segundo nivel	44
7.5.	Enlaces de la FAT/NAP	45
7.6.	Diseño final.....	49
8.	<i>Requerimientos para el diseño de la red GPON del Residencial Villa San Jerónimo.</i>	50
8.1.	Elementos de despliegue de la red GPON.....	50
9.	<i>Análisis de viabilidad</i>	63
10.	<i>Conclusiones</i>	73
11.	<i>Recomendaciones</i>	74
12.	<i>Bibliografía</i>	75
13.	<i>Anexos</i>	80

ÍNDICE DE FIGURA

<i>Figura No. 1 Fibra Óptica [1]</i>	4
<i>Figura No. 2 Tipos de fibra óptica, según mecanismo de propagación [27]</i>	4
<i>Figura No. 3 Fibra óptica, según modo de transmisión. [28]</i>	6
<i>Figura No. 4 OLT con 16 puertos [29]</i>	7
<i>Figura No. 5 ONT. [30]</i>	8
<i>Figura No. 6 Divisor Splitter Óptico [31]</i>	9
<i>Figura No. 7 ODN. [32]</i>	9
<i>Figura No. 8 Técnica de transmisión telefónica. [6]</i>	11
<i>Figura No. 9 Cable Multipar [7]</i>	11
<i>Figura No. 10 Código de colores de la fibra óptica. [33]</i>	12
<i>Figura No. 11 Topología de VDSL. [34]</i>	13
<i>Figura No. 12 Caja terminal multiservicio ctms 10 pares. [8]</i>	13
<i>Figura No. 13 Gabinete Huawei. [18]</i>	14
<i>Figura No. 14 Pregunta 1 encuesta</i>	21
<i>Figura No. 15 pregunta 2 encuesta</i>	21
<i>Figura No. 16 pregunta 3 encuesta</i>	22
<i>Figura No. 17 pregunta 4 encuesta</i>	22
<i>Figura No. 18 pregunta 5 encuesta</i>	23
<i>Figura No. 19 pregunta 6 encuesta</i>	23
<i>Figura No. 20 pregunta 7 encuesta</i>	24
<i>Figura No. 21 pregunta 8 encuesta</i>	24
<i>Figura No. 22 pregunta 9 encuesta</i>	25
<i>Figura No. 23 Repartición del tráfico web por dispositivo. [11]</i>	26
<i>Figura No. 24 CD-0010</i>	29
<i>Figura No. 25 CT 01</i>	29
<i>Figura No. 26 Par secundario del armario CD-0010</i>	30
<i>Figura No. 27 Conector Uy</i>	30
<i>Figura No. 28 Medición del hilo A al B</i>	30
<i>Figura No. 29 Medición en el hilo A y B con respecto a tierra</i>	31
<i>Figura No. 30 Verificación de inducción de corriente</i>	31

<i>Figura No. 31 Caja terminal.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura No. 32 Upstream y Downstream</i>	<i>32</i>
<i>Figura No. 33 Diagrama de fusiones.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura No. 34 Primer distrito VSBG04.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura No. 35 Segundo distrito VSBG03.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura No. 36 Tercer y cuarto distrito VSBG02 y 01</i>	<i>42</i>
<i>Figura No. 37 Esquema de Splitter de primer nivel</i>	<i>43</i>
<i>Figura No. 38 Splitter de segundo nivel</i>	<i>44</i>
<i>Figura No. 39 FAT de transiciones y final</i>	<i>44</i>
<i>Figura No. 40 FAT/NAP distrito VSBG04.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura No. 41 FAT/NAP distrito VSBG03.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura No. 42 FAT/NAP distrito VSBG02</i>	<i>48</i>
<i>Figura No. 43 FAT/NAP distrito VSBG01</i>	<i>49</i>
<i>Figura No. 44 Diseño de la red GPON propuesto</i>	<i>50</i>
<i>Figura No. 45 ONT Huawei EG8245W5-6T [18].....</i>	<i>51</i>
<i>Figura No. 46 Elementos de la ODN. [20].....</i>	<i>52</i>
<i>Figura No. 47 Conexión de red de interior por las fibras ópticas [18].....</i>	<i>53</i>
<i>Figura No. 48 Niveles de Spitter en redes GPON. [20]</i>	<i>56</i>
<i>Figura No. 49 Roseta Óptica Huawei ATB3101 [20]</i>	<i>57</i>
<i>Figura No. 50 OTT Player ZTE ZXV10 866v2 [21].....</i>	<i>58</i>
<i>Figura No. 51 Conector LC vs. SC vs MTP vs. ST vs. FC. [24].....</i>	<i>59</i>
<i>Figura No. 52 Panduit Conector Cat6 RJ-45 de 8 Posiciones, Transparente. [25]</i> <i>.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura No. 53 Herraje para instalación de fibra óptica aérea. [26]</i>	<i>61</i>
<i>Figura No. 54 Factura proforma de servicio de instalación planta externa.....</i>	<i>81</i>
<i>Figura No. 55 Cotización de materiales planta externa</i>	<i>81</i>
<i>Figura No. 56 Presupuesto de instalación para el abonado (cliente)</i>	<i>81</i>

ÍNDICE DE TABLA

<i>Tabla No. 1 Niveles de confianza para la muestra</i>	<i>19</i>
<i>Tabla No. 2 Velocidades de la red de cobre</i>	<i>27</i>
<i>Tabla No. 3 Distancia de la red de armario CD-0010 hacia 102 Cajas terminales</i>	<i>28</i>
<i>Tabla No. 4 Comparativo ADSL – GPON [12].....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla No. 5 Características físicas y mecánicas de postes estándar. [16].....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla No. 6 Cantidad de pérdida incurrida por el uso de varios divisores. [17].....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla No. 7 Presupuesto de materiales planta externa.....</i>	<i>63</i>
<i>Tabla No. 8 Presupuesto de mano de obra para planta externa.....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla No. 9 Presupuesto de instalación para abonado (cliente)</i>	<i>65</i>
<i>Tabla No. 10 Tabla de depreciación de equipos de comunicación</i>	<i>65</i>
<i>Tabla No. 11 Costos de ventas</i>	<i>66</i>
<i>Tabla No. 12 Precios de mercado de los servicios.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla No. 13 Ingresos por ventas</i>	<i>66</i>
<i>Tabla No. 14 Inflación anual de Nicaragua [27].....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla No. 15 Financiamiento del préstamo</i>	<i>68</i>
<i>Tabla No. 16 Flujo neto de efectivo con financiamiento</i>	<i>70</i>
<i>Tabla No. 17 Cálculo de la TMAR con financiamiento</i>	<i>71</i>
<i>Tabla No. 18 Cálculo de la TMAR considerando la inflación.....</i>	<i>72</i>

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
ADSS	All Dielectric self – Supported
CAPEX	Capital Expenditure
CT	Terminal Box
DB	Decibel
DTH	Direct-To-Home
FDH	Fiber Distribution Hub
FO	Fiber Optical
FTTA	Fiber To The Antenna
FTTB	Fiber To The Building
FTTC	Fiber To The Cabinet
FTTH	Fiber To The Home
FTTN	Fiber To The Node
GPON	Gigabit-capable Passive Optical Network
HFC	Hybrid Fiber Coaxial
NAP	Network Access Point
ODF	Optical Distribution Frame
ODN	Optical Distribution Network
OLT	Optical Line Terminal
ONT	Optical Network Terminal
OPEX	Operational expenditures
PLC	Planar-Light wave-Circuit
SC/APC	Square Connector/ Angled Physical Contact
VDSL	Very High bit-rate Digital Subscriber Line

1. Introducción

La evolución constante de las tecnologías de comunicación ha transformado la forma en que interactuamos y nos conectamos en el mundo digital. En este contexto, el diseño de una red GPON (Gigabit Passive Optical Network) se han convertido en un tema de creciente importancia. La tecnología GPON aprovecha las ventajas de la fibra óptica para ofrecer una solución eficiente y escalable en términos de ancho de banda y capacidad de transmisión de datos.

La gran demanda de los usuarios para tener una mejor experiencia en la conexión sin atenuaciones, hace que las empresas que prestan los servicios de internet estén ajustándose constantemente a las nuevas tecnologías; estableciendo redes de alta disponibilidad con más ancho de banda para poder brindar mayor cobertura a nivel nacional.

GPON destaca como una solución avanzada y altamente eficiente en comparación con las tecnologías tradicionales de conexión a Internet, como HFC (Hybrid Fiber-Coaxial) y ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line). Su alta velocidad, capacidad simétrica, infraestructura de fibra óptica pasiva y escalabilidad lo convierten en una elección atractiva para proveedores de servicios de Internet que desean ofrecer una experiencia de usuario superior y preparar sus redes para el futuro.

La presente propuesta del diseño de una red GPON, destaca sus beneficios y relevancia en el panorama actual de las comunicaciones, al ofrecer servicios de conectividad de alta velocidad y confiabilidad a los usuarios finales. Por lo cual, puede servir de material de aprendizaje para los estudiantes que deseen incursionar en esta rama de estudio.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Diseñar una red de fibra óptica GPON para migrar el servicio de ADSL en el Residencial Villa San Jerónimo, Masaya.

2.2. Objetivos Específicos

- Realizar un análisis del estado actual de la red de ADSL en el Residencial Villa San Jerónimo, evaluando la calidad de la conexión, la velocidad y las limitaciones técnicas existentes.
- Analizar los principios, tecnologías y estándares involucrados en las redes de fibra óptica GPON, con el fin de identificar las soluciones más adecuadas y eficientes para el residencial.
- Determinar los requerimientos y demandas específicas de conectividad de los residentes del Residencial Villa San Jerónimo, considerando el número de usuarios, las aplicaciones utilizadas y las expectativas de servicio.
- Proponer una red de fibra óptica GPON adaptada a las necesidades y características del Residencial Villa San Jerónimo, considerando aspectos técnicos, económicos y de viabilidad.

3. Justificación

Las demandas de la conectividad y la nitidez de un servicio de internet se están volviendo un requisito de prioridad para las empresas de telecomunicaciones, las cantidades de tráfico en la red y la alta demanda de los usuarios, surge la necesidad de generar soluciones más efectivas para satisfacer a los usuarios finales, este proyecto investigativo está orientado a este propósito.

La migración de una red ADSL a una red FTTH (Fiber-to-the-home) por la gran demanda de ancho de banda, no permite que la red actual donde está enfocado el proyecto soporte las velocidades que requieren los clientes ya que una red ADSL ofrece un ancho de banda en la cual, están varios factores que afectan a esta tecnología.

El servicio ADSL solo ofrece dos servicios (voz y dato), mientras que en FTTH hay servicio triple play (voz, datos e imagen); ya que se desglosa de una red GPON que brinda un servicio más estable y con menos atenuación.

Al diseñar una red GPON, se pretende mejorar la conectividad y comunicación interna entre los usuarios, la capacidad de transmitir voz, video y datos de alta velocidad en una sola infraestructura. Además, la mayor capacidad de ancho de banda permitirá el uso de aplicaciones y servicios en la nube, lo que mejorará la productividad y la eficiencia operativa en general.

El diseño de una red GPON brindará una infraestructura de comunicaciones altamente eficiente, rentable y escalable, esto permitirá satisfacer las crecientes demandas de ancho de banda, mejorar la productividad, fortalecer la seguridad de la información y estar preparados para futuras expansiones y desarrollos tecnológicos.

4. Marco Teórico

4.1. Fibra Óptica

La 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.

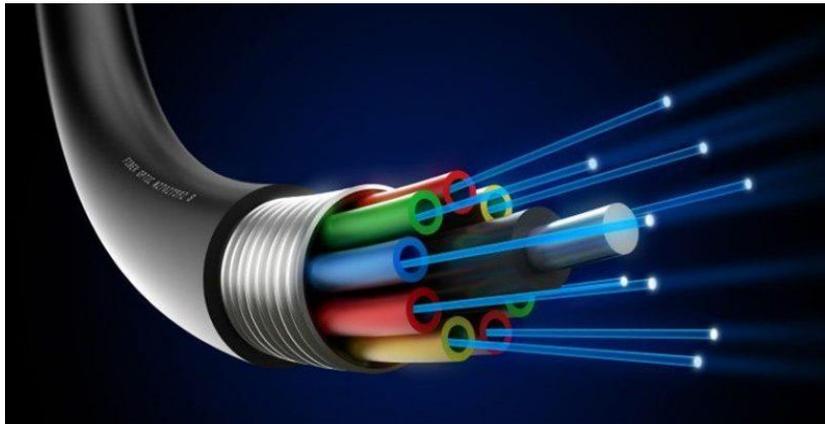


Figura No. 1 Fibra Óptica [1]

A través de la transmisión de estos impulsos de luz se puede enviar y recibir información a importantes velocidades a través de un tendido de cable, a salvo de interferencias electromagnéticas y con velocidades similares a las de la radio. Esto hace de la fibra óptica el medio de transmisión por cable más avanzado que existe.

Así, de acuerdo al mecanismo de propagación de la luz en su interior, la fibra óptica puede ser de dos tipos:



Figura No. 2 Tipos de fibra óptica, según mecanismo de propagación [27]

- **Fibra Monomodo.** Permite la propagación de un único modo de luz, a través de la reducción del diámetro del núcleo de fibra, permitiendo enviar información a largas distancias y a buena tasa de transferencia.
- **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. [1]

Tipos de Fibra Óptica según la terminación del cableado

- **FTTH.** (Fiber-to-the-home). Es la fibra óptica por excelencia y conecta la centralita del operador con nuestro hogar u oficina. Es la forma más directa, rápida (a veces por encima de la velocidad contratada), fiable y segura de conectarse a Internet. Pueden llegar a velocidades entre 300 Mbps y 1 Gbps. A esta fibra también se le conoce como Fibra compartida, y es la más común y más utilizada.
- **FTTN.** (Fiber-to-the-node), la conexión de cable de fibra óptica llega desde la central principal del operador hasta un nodo intermedio. Desde ese nodo intermedio se enlaza con el punto donde se ha contratado el servicio por medio de cobre o cable coaxial.
- **FTTA.** (Fiber-to-the-antenna), lleva la conexión de fibra óptica hasta las antenas de telefonía para dar alta velocidad. Cubre la necesidad de un mayor ancho de banda móvil para smartphones y tablets.
- **FTTB.** Fiber to the Building, la conexión por fibra óptica llega hasta el edificio y desde ahí se distribuye a través de cable de cobre o coaxial hasta cada casa o habitación, dependiendo del tipo de edificio (hospital, oficinas, urbanizaciones, etc.).

Existe una clara diferencia entre FTTH y el resto, ya que ésta lleva la red hasta el punto final dentro de nuestro hogar mientras que el resto utilizan terminaciones de Hybrid Fiber Coaxial (HFC) desde un punto (más o menos alejado del edificio) hasta el punto de conexión, usando por tanto señales eléctricas y siendo así, más susceptible a sufrir interferencias.

Tipos de Fibra Óptica según el modo de transmisión:

- **Simplex:** Compuesto por una fibra y un conector a cada extremo.
- **Dúplex:** Compuesto por 2 fibras y dos conectores en cada extremo. Cada fibra está marcada con "A" o "B" o utiliza cubiertas protectoras de colores diferentes para diferenciarse.

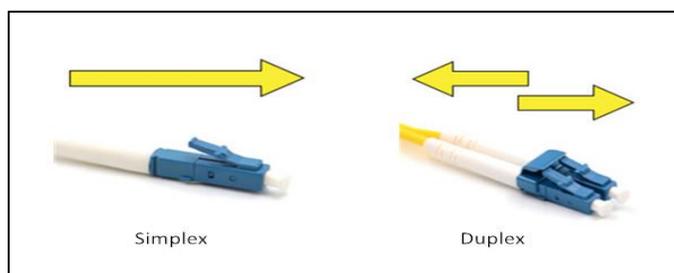


Figura No. 3 Fibra óptica, según modo de transmisión. [28]

Los tipos de enlaces más habituales en la Fibra Compartida son el FTTH y el HFC:

- **Enlace FTTH (FIBER TO THE HOME):** Este tipo de enlace permite la forma más directa, rápida, fiable y segura de conectarse a Internet, ya que conecta cada uno de los puntos o nodos entre la central del Proveedor o distribuidor de Internet con el domicilio u oficina. Este enlace permite una conexión directa al cliente o usuario. Con este tipo de conexiones se puede asegurar una buena velocidad de bajada, es decir de descarga, pero no de subida.
- **Enlace HFC (HYBRID FIBER COAXIAL):** Este tipo de enlace la conexión no es directa, sino que conecta a través de un nodo intermedio que llega a su destino (domicilio u oficina) mediante un cable coaxial.

Conectan los nodos de zona con la central, pero desde el nodo de zona parte un cable coaxial, combinando 2 tramos de conexión: óptica y coaxial. Este género de conexiones que se sirven de 2 cables acostumbra a ser más

asequibles, pero son más susceptibles de sufrir interferencias electromagnéticas. [2]

4.2. GPON

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

Esta tecnología de fibra óptica permite una mayor velocidad de transmisión y recepción de datos a través de una sola fibra, con una arquitectura de punto a multipunto, que permite fibra óptica al hogar (FTTH), o a un edificio (FTTB). Permite el acceso Triple Play (Video, Voz y Datos) surgió con la necesidad de potenciar las redes de cobre, que en un momento se llegó a creer que eran obsoletas. Ahora, cobre y fibra óptica de última tecnología, brindan soluciones adecuadas a cada necesidad. [3]

4.3. Optical Line Termination (OLT)

El equipo terminal óptico (OLT), es el equipo activo que conecta la red óptica de distribución (ODN) con los diferentes equipos del proveedor de servicios de telecomunicaciones. Generalmente la OLT está en el chasis o rack de telecomunicaciones, posee una tarjeta de ventiladores para enfriar al equipo activo OLT. De igual manera, posee tarjetas de gestión y control, tarjetas para tráfico de telefonía y tarjetas de servicios. Las tarjetas de servicios poseen puertos, donde cada puerto representa un hilo de fibra óptica del cable troncal o feeder.



Figura No. 4 OLT con 16 puertos [29]

4.4. Optical Network Terminal (ONT)

La terminal de red óptica (ONT) es un equipo activo y está ubicado en el domicilio del cliente, este equipo es el encargado de recibir la señal óptica transmitida y convertirla en señal eléctrica. Posee puertos para telefonía, televisión e internet, por lo tanto, es capaz de ofrecer el servicio triple play. A la ONT llegan todas las tramas de datos enviadas por la OLT, entonces filtra las tramas destinadas a la respectiva ONT mediante verificación de direcciones y las demás tramas que no le corresponden las descarta.



Figura No. 5 ONT. [30]

4.5. Red Feeder

La red feeder es la red troncal que conecta el distribuidor óptico ODF ubicado en el nodo central con el armario FDH. El cable óptico de la red feeder típicamente va canalizado por los ductos PVC hasta llegar a un armario donde se encuentran los splitters.

4.6. Armario de GPON (FDH)

El armario FDH (Fiber Distribution Hub), es fabricado típicamente de un material de aluminio para soportar condiciones climáticas extremas como agua, polvo y vandalismo, ya que se encuentra a la intemperie. El armario está ubicado en un determinado punto del enlace y es el encargado de conectar la red feeder con la red de distribución; en el armario se encuentran ubicados los splitters, existen armarios que pueden soportar hasta 576 puertos o usuarios.

4.7. Splitter

El splitter es un divisor óptico pasivo, generalmente se utilizan en redes de distribución, cuando un enlace punto no es suficiente para satisfacer la demanda de usuarios, también se les utiliza en redes FTTx y GPON. El splitter divide la señal exactamente igual a su señal original con la misma longitud de onda, pero con menor potencia. Existen splitters de hasta 1/128 salidas, dependiendo de la cantidad de salidas se pueden tener 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64 y 1/128 salidas.



Figura No. 6 Divisor Splitter Óptico [31]

4.8. Optical Distribution Network (ODN)

La red de distribución óptica es toda la red óptica pasiva en donde no existen equipos activos o equipos que necesiten energía eléctrica para su funcionamiento, la ODN está formada por la red feeder, la red de distribución y la red de dispersión. De igual manera, en esta red están ubicados los elementos como los armarios (FDH), donde se encuentran los splitters y las cajas de distribución óptica (NAP).

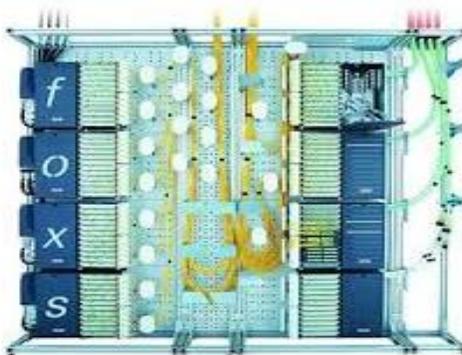


Figura No. 7 ODN. [32]

4.9. Caja de Distribución Óptica (FAT/NAP)

La caja de distribución óptica, también se la conoce con el nombre de NAP (Network Access Point) punto de acceso a la red o caja terminal. Es la encargada de conectar la red de distribución con las conexiones individuales de cada abonado. De igual manera, es un punto específico para realizar labores de operación y mantenimiento. En las NAP se encuentran los pigtails, que son los encargados de conectar los hilos del cable de distribución con los respectivos conectores de la NAP.

4.10. Red de Dispersión

La red de dispersión es el segmento de red que va desde las cajas de distribución NAP hasta la roseta óptica que está ubicada en el domicilio del cliente, el cable óptico usado en esta red se llama drop, solo posee dos hilos de fibra óptica, por lo tanto, es de fácil manipulación.

4.11. Roseta Óptica

La roseta Óptica es el punto terminal de una red de acceso GPON y conecta la red de dispersión con el equipo activo ONT (Optical Network Terminal) mediante el patchcord. En la roseta óptica se realizan mediciones o pruebas de las pérdidas en todo el enlace o sistema de comunicaciones. [4]

4.12. ADSL

son las siglas correspondientes a Asymmetric Digital Subscriber Line, cuya traducción al español podría equivaler a «Línea de Abonado Digital Asimétrica». ADSL es una tecnología de conexión a Internet, basada en la banda ancha y con 3 canales de comunicación:

- Canal de envío de los datos.
- Canal de recepción de los datos.

- Canal de servicio de telefonía.

El circuito de ADSL es único y también exclusivo para cada usuario, evitando así problemas relacionados como el cuello de botella por canal compartido. [5]

4.13. Transmisión telefónica

Una transmisión telefónica es una comunicación de voz entre un emisor y un receptor, cuyo mensaje original a través de ondas sonoras es convertido en señales eléctricas, tratadas convenientemente para poder ser transportadas por el medio de transmisión utilizado. El enlace se establecerá a través del medio de transmisión que, en su forma más elemental, estará constituido por un par cobre de conductores físico para poder establecer una comunicación bidireccional. [6]



Figura No. 8 Técnica de transmisión telefónica. [6]

4.14. Cable Multipar

El cable multipar, más conocido como manguera multipar es un conjunto de hilos de cobre de un diámetro entre 0,4 y 0,6 mm, agrupados por pares y trenzados. El aislante suele ser de PVC o polietileno, y su uso más extendido es en instalaciones de telefonía.



Figura No. 9 Cable Multipar [7]

La unidad básica habitual es de 25 pares y una manguera puede llevar varias unidades básicas. La ley ICT (Instalaciones Comunes de Telecomunicaciones) contempla cuatro tipos de mangueras: 25, 50, 75 y 100 pares para un cable de 100 pares tenemos una totalidad de 10 ct. [7]

4.15. Códigos de colores

El estándar ANSI/TIA-598-D, establece el orden y los colores de los hilos de fibra óptica que se usan tanto en tubo holgado como en tubo apretado. También hace referencia a los colores de la chaqueta del cable de fibra óptica, tanto para interior como para exterior. [8]

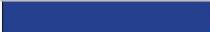
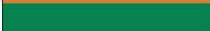
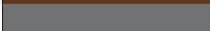
CÓDIGO DE COLOR DE LA FIBRA ÓPTICA PARA TUBO HOLGADO, TUBO ESTRECHO (TIA/EIA-598)		
Posición		Color
1		Azul
2		Anaranjado
3		Verde
4		Cafe
5		Plateado (Gris)
6		Blanco
7		Rojo
8		Negro
9		Amarillo
10		Violeta
11		Rosa
12		Aqua (Celestel)

Figura No. 10 Código de colores de la fibra óptica. [33]

4.16. VDSL

Son las siglas (Very High bit-rate Digital Subscriber Line), un tipo de conexión de alta tasa de transferencia. Es una evolución del ADSL cuya implantación en los hogares se vio desplazada por la llegada de la fibra óptica.

El VDSL es un tipo de acceso a Internet de banda ancha incluido en las denominadas tecnologías xDSL, que puede ser simétrica (misma velocidad de bajada que de subida de datos) o asimétrica. VDSL duplica al ADSL en velocidad y

llega a alcanzar los 52 Mbps de descarga y los 12 de subida frente a los 24 Mbps que puede conseguir como máximo la línea ADSL. [9]

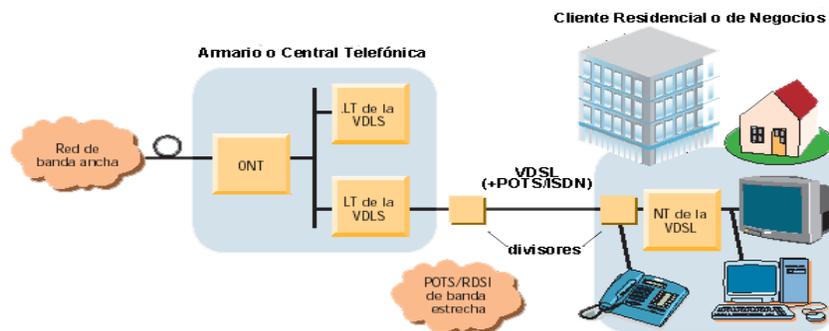


Figura No. 11 Topología de VDSL. [34]

4.17. Caja terminal de red cobre

Caja terminal para redes metálicas que permite instalar cables en paso y segregar hasta 10 pares para la conexión a demanda de acometidas individuales de clientes.

Envoltorio con tapa exterior abatible y tapa interna de separación del cable de alimentación con la zona de conexión de acometidas. Incorpora dos carriles metálicos DIN simétricos donde van instalados hasta un máximo de 10 módulos tipo VX de conexión IDC que permiten una sencilla y fiable conexión de las acometidas individuales, así como el corte o prueba del circuito sin necesidad de realizar desconexión física ni la utilización de herramientas especiales. [8]



Figura No. 12 Caja terminal multiservicio ctms 10 pares. [8]

4.18. Gabinete o Concentrador

Un gabinete es una entidad física que alberga uno o más equipos eléctricos (subracks). Los cuales, se pueden instalar y fijar varios tipos de equipos eléctricos, pasa a través de las columnas de acero en las cuatro esquinas del gabinete y tiene una gran capacidad de carga, se puede acomodar uno o más equipos eléctricos de una manera muy estándar y firme.



Figura No. 13 Gabinete Huawei. [18]

Los cables están enrutados, hay varias canaletas de cables, bastidores de cables, tableros de administración de cables y canales de cables dentro del gabinete, lo que facilita la administración de cableado de los dispositivos instalados dentro del gabinete.

El gabinete es un espacio relativamente cerrado. Una vez cerradas las puertas delantera y trasera, se pueden proteger los dispositivos internos. También puede bloquear la radiación electromagnética emitida por los aparatos eléctricos dentro del gabinete. [9]

4.19. Red de armario

Para los primeros despliegues de la red cobre se implementa una red de armario para la distribución de las cajas terminales, en este se tiene la red primaria y secundaria, la red secundaria es la que llega hasta la CT; la primaria son los pares que salen de la central telefónica, en el cual se hace el puente en la misma.

En este despliegue no se puede brindar velocidades altas por las distancias de las mismas, para reducir distancias se instalan equipos s100, los cuales trabajan con tecnología VDSL. El estado del cobre debe de estar en buen estado para poder brindar las velocidades de 20,30,40,50 Mbps. [4]

5. Análisis y presentación de los resultados: Metodología y Resultados del Trabajo Monográfico.

5.1. Metodología aplicada

Según Roberto Sampieri, la metodología más adecuada para abordar la investigación sobre "Diseño de una Red de fibra óptica GPON para la migración de ADSL en el Residencial Villa San Jerónimo, Masaya" y sus objetivos específicos es la metodología mixta. Esta metodología combina elementos de investigación cualitativa y cuantitativa, lo que permitirá obtener una comprensión profunda y completa del problema y generar datos numéricos para validar los hallazgos cualitativos.

Metodología Mixta:

Fase Cualitativa:

Realizar observaciones en el lugar para evaluar las limitaciones técnicas de la red de ADSL, la calidad de la conexión y otros aspectos relevantes.

Fase Cuantitativa:

Realizar encuestas a un grupo de residentes para recopilar datos numéricos sobre el rendimiento actual de la red ADSL y su satisfacción con el servicio.

Utilizar mediciones técnicas para obtener datos cuantitativos sobre la velocidad de conexión y la estabilidad de la red ADSL.

Análisis de Datos:

Integrar los datos cualitativos y cuantitativos para obtener una visión integral de la situación actual de la red ADSL y las necesidades de los usuarios.

Utilizar análisis estadísticos para resumir y validar los resultados cuantitativos de las encuestas.

Investigación Documental:

Realizar revisión de literatura, sobre tecnologías GPON, sus aplicaciones y ventajas en comparación con ADSL.

Investigar estándares de fibra óptica GPON y casos de estudio similares en otras comunidades residenciales.

Diseño de la Red GPON:

Utilizar los datos recopilados en las fases cualitativa y cuantitativa para diseñar una red de fibra óptica GPON personalizada que satisfaga las necesidades específicas de los residentes.

Realizar análisis de viabilidad técnica y económica del diseño propuesto.

La metodología mixta permitirá obtener datos cualitativos y cuantitativos que respalden el objetivo general y los objetivos específicos de la investigación. Al combinar diversas técnicas de investigación, se logrará una visión más profunda y completa de la migración de ADSL a GPON en el Residencial Villa San Jerónimo, asegurando que el diseño de la red GPON se adapte adecuadamente a las necesidades de los usuarios y mejore la conectividad y calidad del servicio de internet.

5.2. Análisis del estado actual de la red de ADSL en el Residencial Villa San Jerónimo

Se realizó un análisis del estado de la red actual en el Residencial Villa San Jerónimo, para obtener una visión detallada y precisa de su condición, rendimiento, capacidad y eficiencia. Este análisis es esencial para identificar fortalezas, debilidades, problemas potenciales y oportunidades de mejora en la infraestructura de red existente.

Este diseño se desplegará a una totalidad de 400 hogares ubicadas en la Residencial Villa San Jerónimo, para obtener este dato de los hogares actualmente, se estimó una tasa de crecimiento poblacional del 3.01%, a partir de los datos estadísticos del VIII censo de población y IV de vivienda, 2005. [10]

Un aspecto importante, es el crecimiento constante de la demanda de servicios en línea, como streaming de video en alta definición, juegos en línea y aplicaciones multimedia, trabajo remoto, educación en línea y servicios basados en la nube. Con base a lo anterior, la capacidad de ancho de banda proporcionada por ADSL puede resultar insuficiente para satisfacer las necesidades actuales de los usuarios.

Por otra parte, el crecimiento del comercio electrónico ha sido otro factor significativo en el incremento de la demanda de servicios en línea. Por lo que, ofrecen comodidad y variedad de opciones para los consumidores, lo que ha impulsado el crecimiento de plataformas de venta en línea y marketplaces.

La migración a GPON prepara la red para enfrentar futuras demandas de ancho de banda y servicios avanzados, como realidad virtual, video en ultra alta definición y aplicaciones emergentes que requerirán mayores tasas de transferencia de datos, esto brinda una ventaja competitiva a largo plazo.

Aunque la implementación inicial de una red GPON puede requerir una inversión, a largo plazo, la fibra óptica pasiva reduce los costos de mantenimiento y energía en comparación con la infraestructura activa requerida en ADSL. Además, la reducción de visitas técnicas para solucionar problemas en la fibra óptica, disminuyendo los gastos operativos.

5.3. Proceso de encuesta

Con el propósito de comprender las necesidades y expectativas de servicio de internet del Residencial Villa San Jerónimo, se realizó una encuesta a residentes de esta zona, tomando en consideración los negocios, Institutos técnicos y supermercados aledaños, la infraestructura actual y los servicios de internet disponibles en el área.

Para realizar esta encuesta se calculó el tamaño de la muestra para obtener resultados estadísticos sólidos, haciendo uso de la siguiente formula:

$$n = \frac{Z^2 N p q}{e^2 (N - 1) + z^2 p q}$$

En donde:

n= es el tamaño de la muestra a obtener

N= es el tamaño del universo

Z= es el valor obtenido mediante niveles de confianza, a como se observa en la tabla No. 1.

Tabla No. 1 Niveles de confianza para la muestra

Nivel de Confianza	Z
99.70%	3
99%	2.58
98%	2.33
96%	2.05
95%	1.96
90%	1.65
80%	1.28
50%	0.674

p= representa la proporción de población que poseen la característica de estudio; se suele suponer $p=q=0.5$

q= representa la proporción de población que no poseen esa característica de estudio; es decir, es $1-p$

e= representa el limite aceptable de error en la muestra

Teniendo los siguientes datos, se procedió a sustituir valores en la formula antes indicada,

N=400

Z=1.65

p=0.5

q=0.5

e=8%

$$n = \frac{(1.65^2)(400)(0.5)(0.5)}{8\%^2(400 - 1) + (1.65^2)(0.5)(0.5)} = 103$$

5.4. Objetivos de la encuesta

- Conocer la demanda del servicio de internet por parte de los residentes.
- Identificar qué tipo de tecnología poseen para conexión a internet.
- Conocer la velocidad de conexión y estabilidad de la red ADSL en el residencial.
- Obtener información sobre la experiencia actual con los servicios de Internet.
- Medir el nivel de interés por una red de mayor capacidad y velocidad de internet.
- Evaluar el interés de los residentes para pagar una tarifa mayor por un servicio de mejor calidad.
- Visualizar las necesidades de los usuarios en relación a los servicios en línea.

5.5. Resultados de la encuesta

Esta encuesta se aplicó a 103 habitantes del residencial del municipio de Masaya conforme tamaño de muestra antes indicada, se realizó visita a las casas y negocios de esta zona. En el análisis de los resultados, se obtuvo que el 90% de los residentes de esta zona cuentan con servicios de internet, mientras que el 10% no posee internet en su residencial.

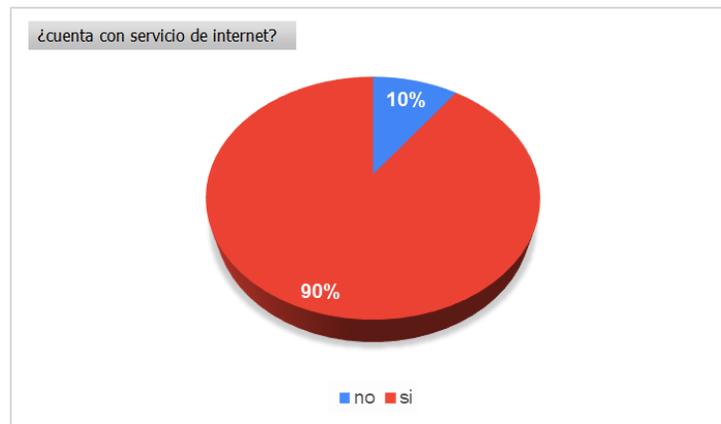


Figura No. 14 Pregunta 1 encuesta

El 94% de los encuestados manifestaron tener conexión a internet por ADSL, y tan solo el 6% vía HFC.



Figura No. 15 pregunta 2 encuesta

El 36% de los encuestados de los encuestados señalaron tener contratado un paquete de internet de 3 Mbps.

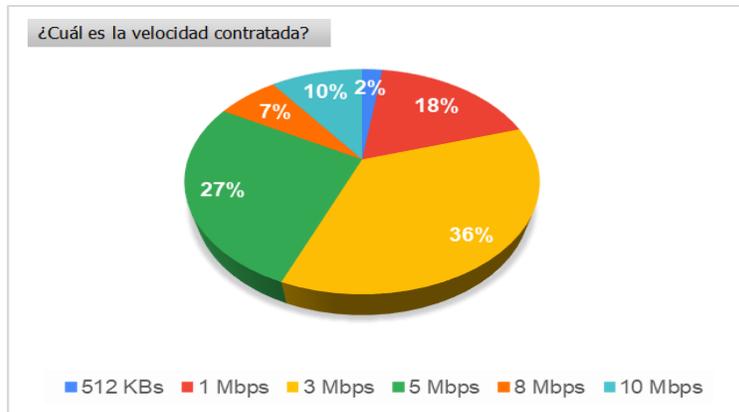


Figura No. 16 pregunta 3 encuesta

El 39% indican que su experiencia con el servicio actual es regular por la inestabilidad de la señal, el 22% señala que el servicio es malo, porque se reportan los problemas, pero no se le brindan soluciones óptimas.

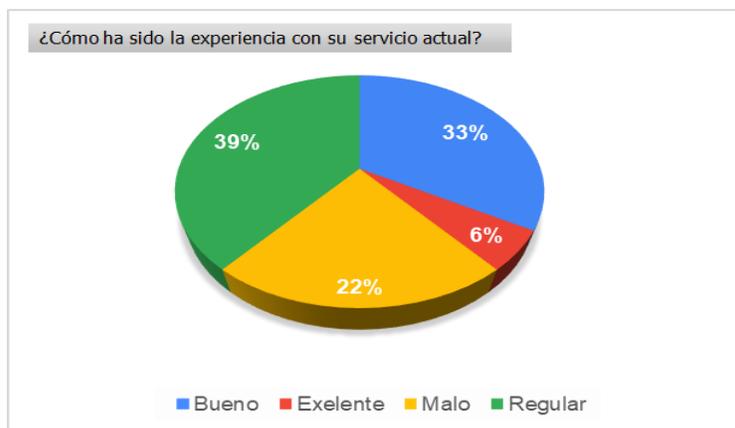


Figura No. 17 pregunta 4 encuesta

Los usuarios han señalado que la estabilidad de su conexión a internet es bastante inestable, lo que no les permite estar navegando de manera fluida, y esto persiste para temporada de invierno, dificultándole la conexión a internet.

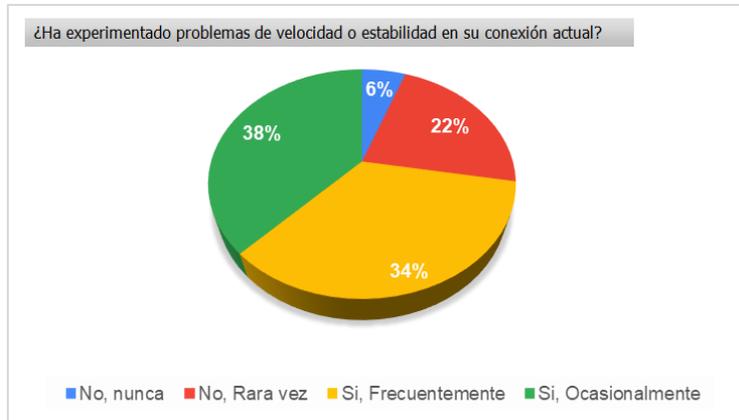


Figura No. 18 pregunta 5 encuesta

La mayoría de los usuarios utilizan a diario u ocasionalmente aplicaciones de streaming (YouTube, Netflix, Disney+, juegos, entre otras), por lo que sienten limitadas su conexión a internet.

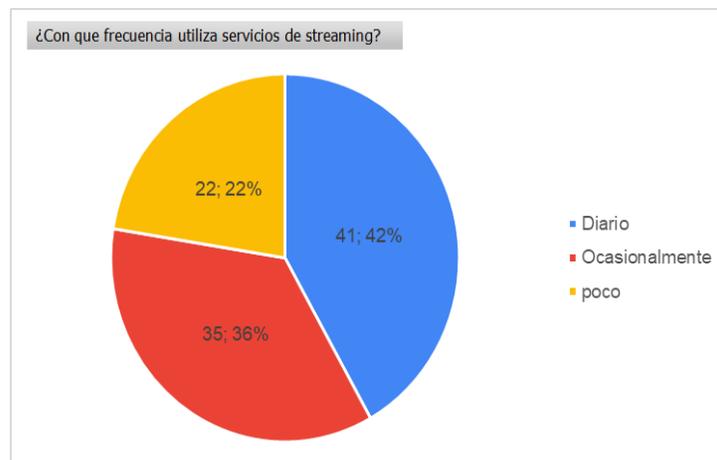


Figura No. 19 pregunta 6 encuesta

Los participantes se mostraron interesados en obtener una conexión con mayor velocidad, que les permita tener acceso a diversos sitios web y a la vez el uso de aplicaciones.



Figura No. 20 pregunta 7 encuesta

El 62% de los encuestados están dispuestos a pagar un poco más por un servicio de mejor calidad que le brinde mayor velocidad tanto para navegación como para descarga.

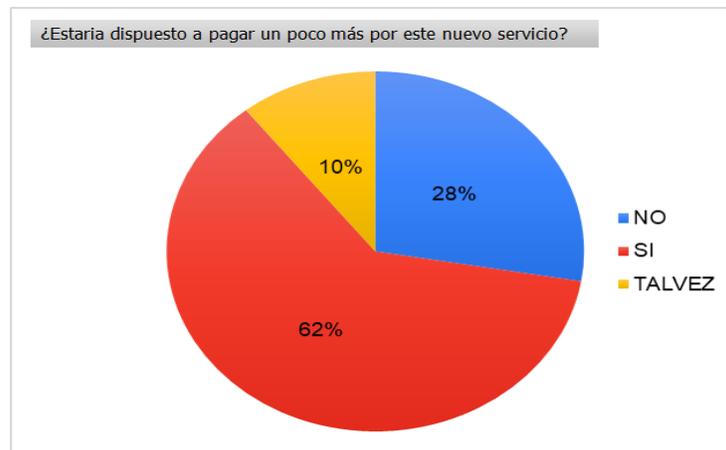


Figura No. 21 pregunta 8 encuesta

Para la mayoría de los usuarios (74%) la velocidad del internet es esencial, debido a sus trabajos (videoconferencia), los estudios de sus hijos, ya que reciben clases en línea o cualquier otra tarea, otros manifestaron que, es importante por los videos juegos en línea, ya que ese es su pasatiempo.

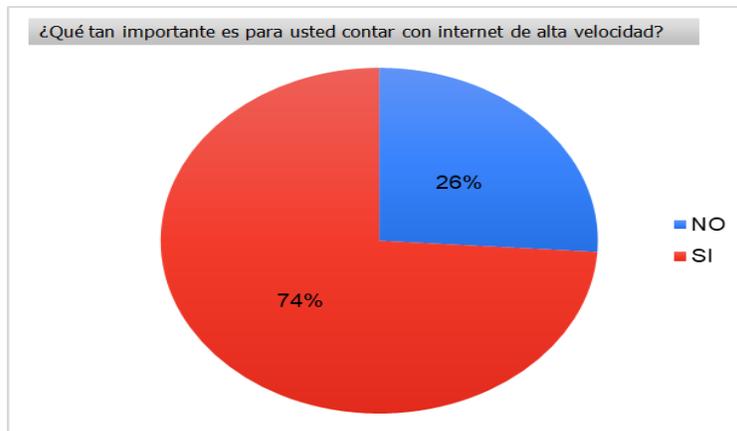


Figura No. 22 pregunta 9 encuesta

De manera general, se logró observar el descontento que existe con la conexión a internet actual, debido a la velocidad de carga y descarga de archivos, videojuegos y déficit en la conexión durante temporadas de lluvias, ante lo cual no obtienen respuesta a sus problemáticas planteadas.

A partir de los resultados obtenidos, surge la necesidad de realizar la propuesta de una red de fibra óptica GPON, que permita satisfacer las necesidades y limitaciones actuales de los usuarios del residencial, brindar conectividad de mejor calidad que la existente por cobre (ADSL).

Es loable mencionar que, de acuerdo al informe “Digital 2023 Nicaragua” muestra en sus datos que la población total de Nicaragua era de 7,00 millones de habitantes en enero 2023, de los cuales un 59,7% viven en zonas urbanas. El número de usuarios de internet era de 4,00 millones, lo que significa el 57.1% de la población a principios del 2023.

La población total ha crecido en el último año un 1,4%, mientras que las conexiones móviles han crecido un 3.8%. Por otro lado, los usuarios de internet han crecido un 1.4%.

Los teléfonos móviles reciben el 55.96% del flujo, con un crecimiento del 2%, sumando 111 BPS, mientras que las computadoras y laptops registran el 42.72%

del tráfico, perdiendo el 1.5% y restando 66 BPS. Mientras que las tablets registran el 1,28% perdiendo un 26.4% y restando 46 BPS. Por último, otros dispositivos registran el 0,04% del tráfico. [11]

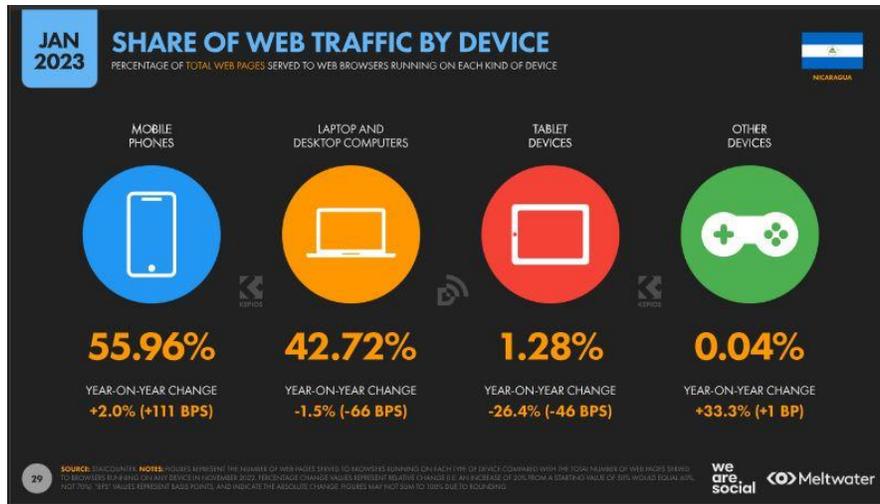


Figura No. 23 Repartición del tráfico web por dispositivo. [11]

5.6. Visita de campo

Se realizó observaciones en el lugar para conocer y evaluar las limitaciones técnicas de la red de ADSL, la calidad de la conexión y otros aspectos relevantes para poder realizar el diseño de la red GPON, para migrar del servicio de ADSL.

Es notoria, la obsolescencia de la infraestructura tecnológica actual, asimismo, la demanda de los usuarios para gestionar grandes cantidades de información. Se valoró las distancias y velocidades que se pueden brindar en la tecnología ADSL, teniendo el detalle de la distancia de la red de armario CD-010 hacia las 102 Cajas terminales, con sus respectivas velocidades, a como se observa en la Tabla No. 2.

Se observaron distancias demasiadas largas ya que, el tono (número telefónico) y DSLAM están ubicados en la central de Masaya (aproximadamente. 3 km), además, en el armario no se tiene ningún equipo de datos para acortar distancia y poder brindar mejores velocidades.

Por tal razón, la velocidad máxima que se brinda en el Residencial Villa San Jerónimo es de 4 Mbps a como se observa en la tabla No. 1, con dificultades por el mal estado del cobre en la zona.

A continuación, se muestra el detalle de las velocidades de la red de cobre:

Tabla No. 2 Velocidades de la red de cobre

1 Mbps				
DISTANCIA	ATENUACION_DS	ATENUACION_US	SNR_DS	SNR_UP
4,200 m	<=50 dB	<=35 dB	>=7 dB	>=5.5 dB
2 Mbps				
DISTANCIA_SUG	ATENUACION_DS	ATENUACION_US	SNR_DS	SNR_UP
3,500 m	<=50 dB	<=35 dB	>=7 dB	>=5.5 dB
3 Mbps				
DISTANCIA_SUG	ATENUACION_DS	ATENUACION_US	SNR_DS	SNR_UP
3,000 m	<=50 dB	<=35 dB	>=7 dB	>=5.5 dB
4 Mbps				
DISTANCIA_SUG	ATENUACION_DS	ATENUACION_US	SNR_DS	SNR_US
2,400 m	<=45 dB	<=30 dB	>=7 dB	>=5.5 dB
5 Mbps				
DISTANCIA_SUG	ATENUACION_DS	ATENUACION_US	SNR_DS	SNR_US
2,200 m	<=40 dB	<=28 dB	>=7 dB	>=5.5 dB
7 Mbps				
DISTANCIA_SUG	ATENUACION_DS	ATENUACION_US	SNR_DS	SNR_US
1700 m	<=35dB	<=28 dB	>=7 dB	>=5.5 dB
8 Mbps				
DISTANCIA_SUG	ATENUACION_DS	ATENUACION_US	SNR_DS	SNR_US
1600 m	<=35dB	<=28 dB	>=7 dB	>=5.5 dB
10 Mbps				
DISTANCIA_SUG	ATENUACION_DS	ATENUACION_US	SNR_DS	SNR_US
1,500 m	<=35dB	<=28 dB	>=7 dB	>=5.5 dB
15 Mbps / 5 Mbps				
DISTANCIA_SUG	ATENUACION_DS	ATENUACION_US	SNR_DS	SNR_US
800 m	<=30dB	<=30dB	>=15 dB	>=15 dB
20 Mbps / 7 Mbps				
DISTANCIA_SUG	ATENUACION_DS	ATENUACION_US	SNR_DS	SNR_US
800 m	<=30dB	<=20 dB	>=15 dB	>=15 dB
25 Mbps / 5 Mbps				
DISTANCIA_SUG	ATENUACION_DS	ATENUACION_US	SNR_DS	SNR_US
700 m	<=30dB	<=20 dB	>=15 dB	>=15 dB
30 Mbps / 10 Mbps				
DISTANCIA_SUG	ATENUACION_DS	ATENUACION_US	SNR_DS	SNR_US
700 m	<=30dB	<=20 dB	>=15 dB	>=15 dB
35 Mbps / 8 Mbps				
DISTANCIA_SUG	ATENUACION_DS	ATENUACION_US	SNR_DS	SNR_US
600 m	<=30dB	<=20 dB	>=15 dB	>=15 dB
40 Mbps / 10 Mbps				
DISTANCIA_SUG	ATENUACION_DS	ATENUACION_US	SNR_DS	SNR_US
500 m	<=20dB	<=15 dB	>=15 dB	>=15 dB
50 Mbps / 5 Mbps				
DISTANCIA_SUG	ATENUACION_DS	ATENUACION_US	SNR_DS	SNR_US
400 m	<=20dB	<=15 dB	>=15 dB	>=15 dB
50 Mbps / 10 Mbps				
DISTANCIA_SUG	ATENUACION_DS	ATENUACION_US	SNR_DS	SNR_US
400 m	<=20dB	<=15 dB	>=15 dB	>=15 dB

Tabla No. 3 Distancia de la red de armario CD-0010 hacia 102 Cajas terminales

DISTRIBUIDOR	CT	ARMARIO	DISTANCIA	VELOCIDAD	DISTRIBUIDOR	CT	ARMARIO	DISTANCIA	VELOCIDAD
CD 10_230	1	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	52	CDO10	2700 m	3 Mbps
CD 10_230	2	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	53	CDO10	2700 m	3 Mbps
CD 10_230	3	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	54	CDO10	2700 m	3 Mbps
CD 10_230	4	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	55	CDO10	2650 m	3 Mbps
CD 10_230	5	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	56	CDO10	2650 m	3 Mbps
CD 10_230	6	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	57	CDO10	2650 m	3 Mbps
CD 10_230	7	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	58	CDO10	2800 m	3 Mbps
CD 10_230	8	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	59	CDO10	3800 m	1 Mbps
CD 10_230	9	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	60	CDO10	3500 m	2 Mbps
CD 10_230	10	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	61	CDO10	3500 m	2 Mbps
CD 10_230	11	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	62	CDO10	3500 m	2 Mbps
CD 10_230	12	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	63	CDO10	3500 m	2 Mbps
CD 10_230	13	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	64	CDO10	3300 m	2 Mbps
CD 10_230	14	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	65	CDO10	3400 m	2 Mbps
CD 10_230	15	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	66	CDO10	3400 m	2 Mbps
CD 10_230	16	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	67	CDO10	3700 m	1 Mbps
CD 10_230	17	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	68	CDO10	3300 m	2 Mbps
CD 10_230	18	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	69	CDO10	3700 m	1 Mbps
CD 10_230	19	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	70	CDO10	3500 m	2 Mbps
CD 10_230	20	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	71	CDO10	3500 m	2 Mbps
CD 10_230	21	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	72	CDO10	3500 m	2 Mbps
CD 10_230	22	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	73	CDO10	3600 m	1 Mbps
CD 10_230	23	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	74	CDO10	3700 m	1 Mbps
CD 10_230	24	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	75	CDO10	3700 m	1 Mbps
CD 10_230	25	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	76	CDO10	3300 m	2 Mbps
CD 10_230	26	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	77	CDO10	3200 m	2 Mbps
CD 10_230	27	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	78	CDO10	3200 m	2 Mbps
CD 10_230	28	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	79	CDO10	3400 m	2 Mbps
CD 10_230	29	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	80	CDO10	3200 m	2 Mbps
CD 10_230	30	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	81	CDO10	2900 m	2 Mbps
CD 10_230	31	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	82	CDO10	3500 m	2 Mbps
CD 10_230	32	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	83	CDO10	3200 m	2 Mbps
CD 10_230	33	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	84	CDO10	3200 m	2 Mbps
CD 10_230	34	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	85	CDO10	3100 m	2 Mbps
CD 10_230	35	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	86	CDO10	3500 m	2 Mbps
CD 10_230	36	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	87	CDO10	3400 m	2 Mbps
CD 10_230	37	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	88	CDO10	3200 m	2 Mbps
CD 10_230	38	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	89	CDO10	3200 m	2 Mbps
CD 10_230	39	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	90	CDO10	3100 m	2 Mbps
CD 10_230	40	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	91	CDO10	3000 m	3 Mbps
CD 10_230	41	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	92	CDO10	2900 m	3 Mbps
CD 10_230	42	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	93	CDO10	2700 m	3 Mbps
CD 10_230	43	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	94	CDO10	2600 m	3 Mbps
CD 10_230	44	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	95	CDO10	2600 m	3 Mbps
CD 10_230	45	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	96	CDO10	2600 m	3 Mbps
CD 10_230	46	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	97	CDO10	2500 m	3 Mbps
CD 10_230	47	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	98	CDO10	2350 m	4 Mbps
CD 10_230	48	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	99	CDO10	2350 m	4 Mbps
CD 10_230	49	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	100	CDO10	2900 m	3 Mbps
CD 10_230	50	CDO10	2900 m	3 Mbps	CD 10_230	101	CDO10	2900 m	3 Mbps
CD 10_230	51	CDO10	2700 m	3 Mbps	CD 10_230	102	CDO10	2900 m	3 Mbps

De igual manera, se observaron algunos equipos en mal estado en la zona que son parte de la red actual, se procedió a localizar el equipo de cobertura en el distrito, en el cual se tiene el armario CD-0010. (ver figura No. 24)



Figura No. 24 CD-0010

Asimismo, se encontró la mufa y la Caja terminal 01 en mal estado, por lo que, los pares cobres están a la intemperie con posibles atenuaciones por los cambios meteorológicos, tal como se muestra en la figura No. 25.



Figura No. 25 CT 01

Se procedió con el análisis de la red de cobre, encontrándose los pares secundarios a certificar en malas condiciones del armario CD-0010, con la cantidad de 50 pares cobres; se canalizaron los valores técnicos para brindar las velocidades a los clientes. (ver figura No. 26)



Figura No. 26 Par secundario del armario CD-0010

Haciendo uso del dispositivo de medición, en donde se reflejan las distancias obtenidas. se encontró, la puesta a tierra y los conectores Uy, en malas condiciones, los cuales se encargan de hacer las conexiones y evitar oxidación de los conductores, estos están recubiertos de un gel dieléctrico que permite la transferencia de energía, se tiene la CT 102 con una distancia desde la central de 2900 m, del cual se analizó únicamente 500 m de par secundario. (ver figura No. 27)



Figura No. 27 Conector Uy

Se realizó medición del hilo A al hilo B, las cuales tienen una medición óptima, ya que se encuentra dentro del rango correcto. Por lo que, como mínimo se debe llegar a 700 M Ω , ya debajo de esos niveles se tendría cobre malo y con posibles rupturas por recalentamientos. (ver figura No. 28)



Figura No. 28 Medición del hilo A al B

Luego se analizó el hilo A y B con respecto a tierra, en el que se obtuvo 911 y 947 MΩ, se tiene una diferencia en el hilo A de 88 MΩ y en el hilo B una diferencia de 52 MΩ con respecto a la primera medición. (ver figura No. 29)



Figura No. 29 Medición en el hilo A y B con respecto a tierra

Este es un indicativo de la corrosión de tierra ya que, no tiene nada que recubra el conductor a nivel de cobre. El cobre no está mal, pero las distancias son la que afectan en esta zona, a como se observa en la tabla No. 1, ya que, cada una de las cajas no llegan a 10 Mbps.

En esta medición se observa la inducción de corriente alterna en los hilos y no se encontró corrientes parasitas que afecten a los pares secundarios. (ver figura No. 30)

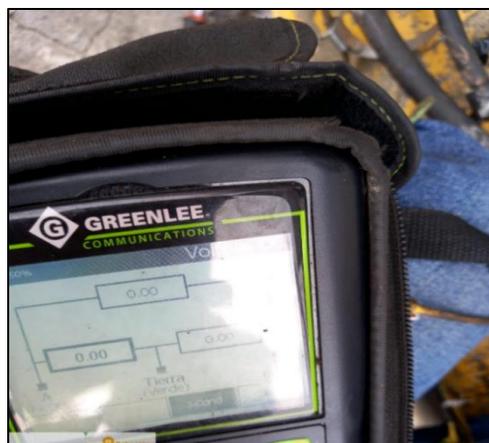


Figura No. 30 Verificación de inducción de corriente

En la caja terminal, es notoria la mala calidad de instalación realizada en esta tecnología del ISP, por lo que, las conexiones están a la intemperie, así como, el conductor, siendo este sensible a las temperaturas del ambiente por inducciones eléctricas, afectando de manera negativa principalmente en temporada de lluvia, ya que los ductos de los pozos en donde se encuentran las mufas de 1,000 y 600 pares se llenan de agua. (ver figura No. 31)



Figura No. 31 Caja terminal

Entre las mediciones técnicas realizadas, para obtener datos cuantitativos sobre la velocidad de conexión y la estabilidad de la red ADSL, se muestran los niveles de potencia en Upstream (subida) y Downstream (bajada), el abonado tiene contratado una cantidad de 5 Mbps, pero los niveles de potencia solo permiten 3.2 Mbps de Downstream. (ver figura No. 32)

Basic Info	Service Port Info	Runtime Info
Downstream Previous Attainable Rate(Kbps)	= 3283	
Downstream Max. Attainable Rate(kbit/s)	= 3283	
Downstream Previous SNR Margin(dB)	= 7.5	
Downstream SNR Margin(dB)	= 9.0	
Downstream Channel Power Atn.(dB)	= 48.0	
Downstream Output Power(dBm)	= 18.7	

Basic Info	Service Port Info	Runtime Info
Upstream Previous Attainable Rate(Kbps)	= 2243	
Upstream Max. Attainable Rate(kbit/s)	= 2247	
Upstream Previous SNR Margin(dB)	= 19.0	
Upstream SNR Margin(dB)	= 19.0	
Upstream Channel Power Atn.(dB)	= 32.2	
Upstream Output Power(dBm)	= 13.0	

Figura No. 32 Upstream y Downstream

Los niveles que se deben de tener para brindar las velocidades se observan en la tabla No. 1, sin embargo, no se cuenta con los niveles adecuados para la velocidad

del abonado, en el único que se cumple los niveles es en Downstream 7.5 dB, que de igual manera tiene una distancia de 2900 m que afecta en la experiencia del cliente.

6. Principios, tecnologías y estándares involucrados en las redes de fibra óptica GPON en relación a la red ADSL.

6.1. Arquitectura PON

PON significa Passive Optical Network o Red Óptica Pasiva se compone de tres partes principales: OLT, ODN y ONU/T. Por su evolución es importante destacar las siguientes tecnologías: APON, BPON, EPON, GEPON, GPON.

- **ATM – PON:** fue la primera red PON desarrollada por FSAN (Full Service Access Network). APON basa su transmisión del canal descendente en ráfagas de celdas ATM a una tasa máxima de 155 Mbps que se reparten para el número de ONUs conectadas, posteriormente se subió a 622Mbps.
- **Bpon:** Es una mejora de la tecnología APON, basado en el estándar ITU 983.1. Inicialmente también el ancho de banda era de 155 Mbps y posteriormente se mejoró a 622 Mbps. Se puede utilizar un hilo o dos hilos de fibra óptica para llegar al abonado. Además de ATM también soporta ethernet y VPN.
- **Epon:** La IEEE diseñó EPON para aprovechar las ventajas de la fibra óptica y aplicarlas sobre ethernet, con ellos se aprovechaba las ventajas del gran despliegue de ethernet, evitando las conversiones y reconversiones. Se trabaja directamente sobre las velocidades gigabit y se reducen significativamente los costos porque ya no se trabaja con celdas ATM y SDH.
- **Gepon (10G-epon):** Gigabit Ethernet PON es la evolución de EPON para obtener una velocidad superior en 10 veces a EPON. Se pretende obtener velocidades de 10Gbps.
- **GPON:** Gigabit-Capable PON es el estándar de mayor aceptación y despliegue en el mundo, por ser la que reúne las mejores características y

ha logrado el equilibrio necesario para ser accesible para la implementación a gran escala.

El estándar ITU – 984.x define las bases para GPON, las cuales se describen brevemente a continuación:

- **ITU – 984.1:** describe las características generales de un sistema PON: su arquitectura, velocidades binarias, alcance, retardo de transferencia de la señal, protección, velocidades independientes de protección y seguridad.
- **ITU – 984.2:** describe las especificaciones de los parámetros de la ODN, las especificaciones del puerto óptico de bajada de 2.488Gbps, de subida de 1.244Gbps y la estructura de localización en la capa física.
- **ITU – 984.3:** especifica la Capa de Convergencia de Transmisión (TC), expone los formatos de trama, método de control de acceso, método ranging, funcionalidad OAM, registro de la ONU, especificaciones de DBA, alarmas, rendimiento y seguridad.
- **ITU – 984.4:** especificación de la interfaz de control y gestión OMCI, dispositivo de la trama OMCI, principios de trabajo de la OMCI.
- **ITU – 984.5:** recomendación que sugiere el rango de bandas y longitudes de onda que se reservan para, en un futuro, implementar señales de nuevos servicios, utilizando WDM.
- **ITU – 984.6 e ITU – 984.7:** están reservadas para tecnologías GPON más avanzadas. [12]

GPON sustituye el diseño convencional de Ethernet de 3 niveles con una red óptica de 2 niveles al quitar los conmutadores Ethernet de acceso y distribución utilizando dispositivos ópticos pasivos. Antes de aparecer las redes GPON, lo normal era realizar una instalación para cada tipo de servicio: TV, mediante una instalación con cable coaxial, para Telefonía mediante pares telefónicos, internet mediante par telefónico y pares trenzados, etc. [13]

6.2. Ventajas de las Redes GPON

El estándar de comunicación que suponen las redes GPON, permite en gran medida simplificar y abaratar la infraestructura del sistema de telecomunicaciones. Esto es debido a que todos los elementos que componen la conexión entre el emisor (OLT) y el receptor (ONT) son pasivos, no necesitan de la alimentación de la red eléctrica para repartir la señal, ya que se realiza mediante divisores ópticos con una arquitectura punto a multipunto, permitiendo el acceso triple play (vídeo, voz y datos).

Cabe mencionar, algunas ventajas que presenta la red GPON en relación al ADSL:

- ✓ Permite conexiones de fibra de hasta 20 Km entre el OLT y el ONT. Esto es una gran ventaja ya que, las antiguas conexiones xDSL sólo alcanzaban como máximo los 5.5 Km y la velocidad de la conexión caía rápidamente al incrementar la distancia.
- ✓ Anchos de banda muy grandes, que permiten alcanzar hasta los 2.4 Gbps de bajada y 1.2 Gbps de subida, mientras que el ADSL puede enfrentar limitaciones en términos de la capacidad de mejora.
- ✓ También se pueden alcanzar los 2.4 Gbps simétricos, pero se utiliza el 2.4/1,2 Gbps.
- ✓ No necesita equipos intermedios activos entre el OLT y el ONT. Lo que simplifica mucho el despliegue de la fibra y permite tipologías de red mucho más sencillas y baratas.
- ✓ Gran reducción de costes para el operador, porque permite el envío de muchos servicios a la vez por una misma conexión de fibra.
- ✓ QoS (Quality of Service) para garantizar que cada usuario y cada servicio funcionen correctamente.
- ✓ Seguridad: la información en una red de fibra viaja cifrada mediante un encriptado AES (Advanced Encryption Standard).
- ✓ La operativa y el mantenimiento para las operadoras es también más sencillo, ya que GPON cuenta con gestión remota del equipo del usuario (ONT).

6.3. Desventajas de la red GPON

Realmente las ventajas son mayores que los inconvenientes, aunque también las tiene.

- ✓ Los instaladores deben tener cuidado con los empalmes mecánicos para no sufrir pérdidas y atenuaciones, por lo que necesitan personal especializado.
- ✓ Cuidado con los conectores sucios o dañados, porque pueden originar muchos problemas.
- ✓ Identificar y corregir la reflexión tanto en el canal descendente (Downstream desde el OLT al ONT del usuario) como en el ascendente (Upstream desde el ONT hasta la centralita con el OLT).
- ✓ No se puede colocar cualquier hardware. En las conexiones de fibra el ONT debe estar registrado en la OLT. [14]

Al permitir mayores velocidades de tráfico de datos, GPON ha abierto un mundo de posibles aplicaciones, entre ellas:

- ✓ VoIP: Líneas de teléfono por Internet, que sustituyan al cable de cobre
- ✓ IPTV: Televisión por Internet
- ✓ Juegos Online
- ✓ Domótica
- ✓ Video vigilancia
- ✓ Plataformas de streaming: Netflix, Disney+, HBO, entre otros. [15]

GPON generalmente, ofrece una experiencia de usuario más rápida, estable y versátil en comparación con el ADSL, especialmente en lo que respecta a la velocidad, la capacidad de usuarios y la calidad de la conexión, lo que significa que puede manejar más tráfico de datos y proporcionar al usuario soluciones más adecuadas y eficientes, para obtener una conexión a internet expedita y fluida.

Tabla No. 4 Comparativo ADSL – GPON [12]

Parámetro	ADSL	GPON
Distancia de cobertura	3 Km	20 Km
Ancho de banda Down/Up	5 Mbps/0.64 Mbps	2.488 Gbps/1.244 Gbps
Interferencia	Electromagnética	N/A
Servicio triple-play	No	Si
Peso de cable	Alto	Bajo
Volumen de cable	Alto	Bajo
Coexistencia con otras redes	No	Si
OPEX	Alto	Bajo
CAPEX	Bajo	Alto

7. Diseño de la red GPON

Tomando en consideración los datos obtenidos en la encuesta realizada a los usuarios del residencial Villa San Jerónimo para conocer su satisfacción, se determinó que, tienen la necesidad de contar con una velocidad de internet más rápida y con una tarifa accesible. Asimismo, se estudió lo referente con la tecnología GPON, se observa el predominio de la misma sobre la tecnología ADSL. Por lo anterior, se presentan los criterios para la realización del diseño de la red con base a las características geográficas del municipio.

En tecnología, migrar o actualizar significa cambio o remplazo de una infraestructura existente por otra nueva, de mejores prestaciones. Este proceso es de alto impacto para los usuarios, quienes generalmente solo tienen interés en el servicio que utilizan sin importar la plataforma tecnológica en la que se soportan los servicios.

Este desconocimiento y desinterés por parte del usuario traslada la mayor responsabilidad hacia el operador de telecomunicaciones. El objetivo del proceso de migración es realizar el cambio con éxito y que el proceso de migración sea

transparente al usuario; es decir el usuario solo debería experimentar una mejor calidad de servicios sin perder los servicios que ya tenía. [12]

7.1. Levantamiento de la troncal

Se realizó visita al lugar para el levantamiento de la troncal por donde pasará la fibra óptica (F.O) contando con postes de un ISP existente, teniendo un total de 80 postes en el sitio, los cuales reducirán la cantidad a utilizar en el diseño de la red GPON.

Luego, para el despliegue de la red troncal se incorporarán la cantidad de 16 postes nuevos, estos se ubicarán a 50 m, tomando en consideración el reglamento y normativas ITU-T G.984.X, además, se obtiene el dato de cinco reposiciones de acera que consiste en la reparación de concreto en un área cuadrada (1m por 1m), esto por la colocación de postes.

Se tendrá una cantidad de 3,402 m de fibra óptica de 12 ADSS para brindar cobertura a la troncal ya que, se tendría una distribución de 4 distritos ocupando la cantidad de 8 hilo de fibra, por lo que se utiliza 2 hilos por distrito en la misma troncal. De igual manera, se tendrán 3 reservas de 20 m por cada una, con una cantidad total de 60 m por las 3 reservas.

Por falta de equipo GPS, se procedió a tomar fotos de cada uno de los postes del ISP (Internet Service Provider) con sus respectivas coordenadas para poderlo montar al Google Earth, se agregaron de manera manual los 80 postes uno a uno, para localizar los postes existentes del ISP que posee la red de cobre.

Se nombró cada uno de ellos con la nomenclatura $P n/EX$ que se utiliza para los postes existentes, donde P refiere al poste, n es el número de poste en el kmz, EX significa existente y estos se representan en color blanco. Para los postes nuevos se utiliza la nomenclatura $P n/N$, donde N significa nuevo y los cuales están representados en color verde; una vez ya agregados, se procede a ver los cruces

de calles y los postes por tamaño ya que, se valora en los puntos importantes la ubicación de los postes 9/120 y 8/60.

Los postes se galvanizan en caliente según ASTM 123 y se fabrican con láminas de acero según ASTM A 570 G-36, además poseen:

Tolerancias: Longitud Secciones 0.25%

Longitud Total 0.50%

Dimensiones Transversales 5% (Exteriores)

Los postes de acero para telefonía, TV y transmisión de datos son secciones poligonales galvanizados por inmersión en caliente, se utilizan para el soporte de sistemas de cable de telefonía, televisión, fibra óptica, entre otros. Su uso se extiende a zonas urbanas y rurales, con o sin contaminación ambiental. El extremo superior del poste es sellado con tapadera del mismo material para evitar la filtración de agua.

En la siguiente tabla se presentan las características físicas y mecánicas de postes estándar, no obstante, los postes pueden diseñarse de la longitud y resistencia mecánica requerida por el cliente. [16]

Tabla No. 5 Características físicas y mecánicas de postes estándar. [16]

ESPECIFICACIONES								
ALTURA / CLASE (Mts / Kg)	7/90		8/90		8/120		9/120	
RESISTENCIA MECÁNICA	90		90		120		120	
CANTIDAD DE SECCIONES	Longitud (Metros)	Ensamble (Milímetros)	Longitud (Metros)	Ensamble (Milímetros)	Longitud (Metros)	Ensamble (Milímetros)	Longitud (Metros)	Ensamble (Milímetros)
1	2.570	0.350	3.05	0.35	3.05	0.5	3.33	0.5
2	2.570	0.350	3.05	0.35	3.05	0.5	3.33	0.5
3	2.570		3.05		3.05		3.33	
4								
EMPOTRAMIENTO (Mts)	1.28		1.37		1.37		1.50	
FACTOR DE SEGURIDAD	2		2		2		2	
PESO (kg)	46		63		72		100	

Se decide utilizar ADSS no recubierta, ya que no se tiene área boscosa, además los costos son menores. Una vez realizado el levantamiento se procedió a montar el diseño de la troncal incorporando las reservas, ubicación de postes, y cruces de calles en Google Earth (kmz).

A continuación, se muestra el diagrama de fusiones de la troncal en el cual se utiliza fibra óptica de 12 hilos, asignando 2 hilos por distrito; para el distrito VSBG04 (físicamente el primero) se tiene los dos primeros hilos el cual se representa con F1 y F2. Siguiendo el área de cobertura para el segundo distrito VSBG03 que se representa con F3 y F4, luego se conecta el distrito VSBG02 que se le asigna dos hilos nombrados F5 y F6 y como último distrito nombrado VSBG01 se le asigna los dos últimos hilos representados por F7 y F8, en conclusión, se cuenta con una totalidad de 8 fusiones ópticas al nivel de la troncal.

Este diagrama de fusiones, da la pauta para conocer el estado actual de la red en cuanto a su asignación física del medio de transmisión, asimismo visualizar los hilos asignados a utilizar.

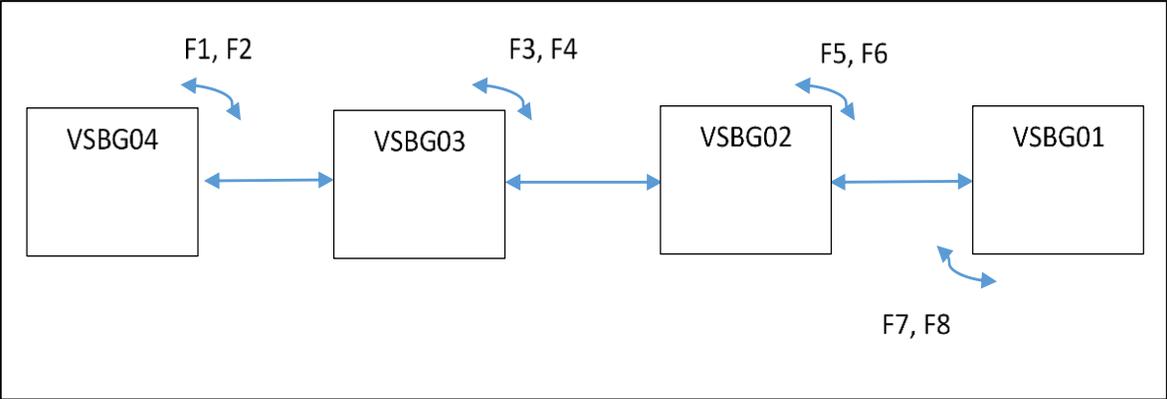


Figura No. 33 Diagrama de fusiones

7.2. Distribución de los distritos

Para este diseño se consideran 400 usuarios, por lo cual, se determina la cantidad de cajas terminales para el despliegue del diseño de la red de 28 FAT/NAP lo que equivale al 56% de la red (224 usuarios). Se procedió con la distribución de los distritos del diseño de la red GPON en el residencial.

La siguiente figura muestra el primer distrito, el cual está identificado como VSBG04 en las siguientes coordenadas $11^{\circ}58'52.00''N$ $86^{\circ}4'59.01''O$, representado con el color amarillo, este mismo es el que señala la cobertura de dicho distrito.

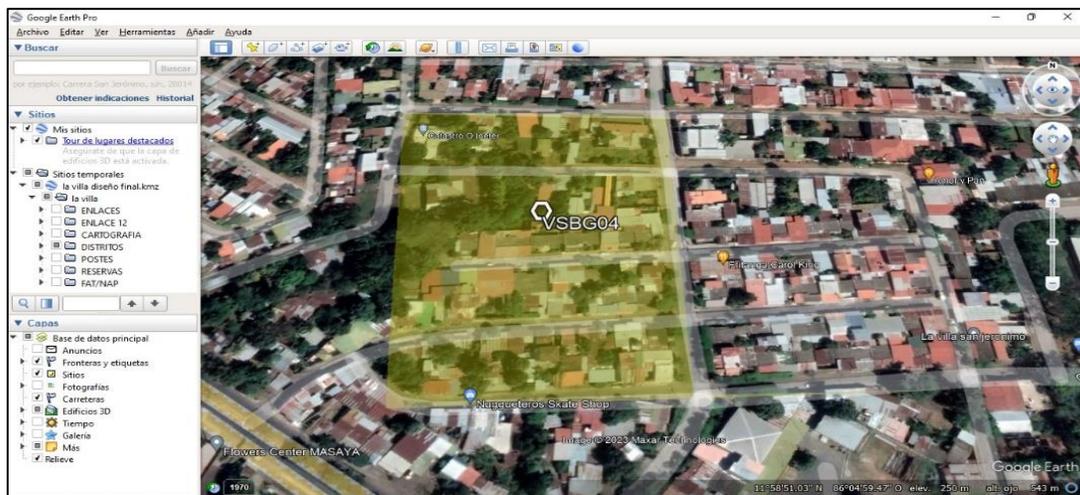


Figura No. 34 Primer distrito VSBG04

Cabe mencionar, que el distrito más cercano en la mayoría de los casos es la numeración más alta, para nombrarlos en Google Earth y así determinar su área de cobertura. Con base a lo anterior, se determinó el segundo distrito, el cual se nombró VSBG03 en la siguiente ubicación $11^{\circ}58'53.30''N$ $86^{\circ}4'53.46''O$, representado por el color rojo, en donde muestra el área de cobertura y sus límites.

El primer y segundo distrito representados por los colores amarillo y rojo respectivamente representan la plusvalía de nuestro diseño, son los puntos de donde se puede obtener la mayor ganancia en poco tiempo, ya que están compuestas de negocios, colegios y empresas en las cercanías.

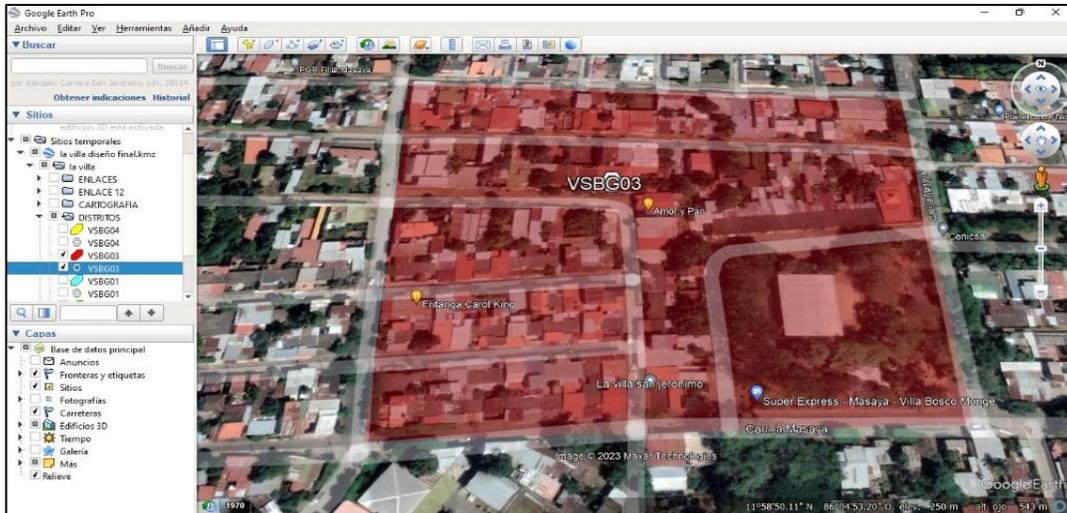


Figura No. 35 Segundo distrito VSBG03

Luego se muestran los otros dos distritos, para completar los cuatro distritos donde tendrá cobertura la red, estos corresponden a los splitter de primer nivel, los de segundo nivel son las FAT/NAP, que conectan los distritos con fibra óptica de 12 hilos, ADSS monomodo, utilizando dos hilos por distrito para una totalidad de 8 hilos ocupados. Los colores representan las fronteras de nuestra área de cobertura con menor plusvalía del proyecto.

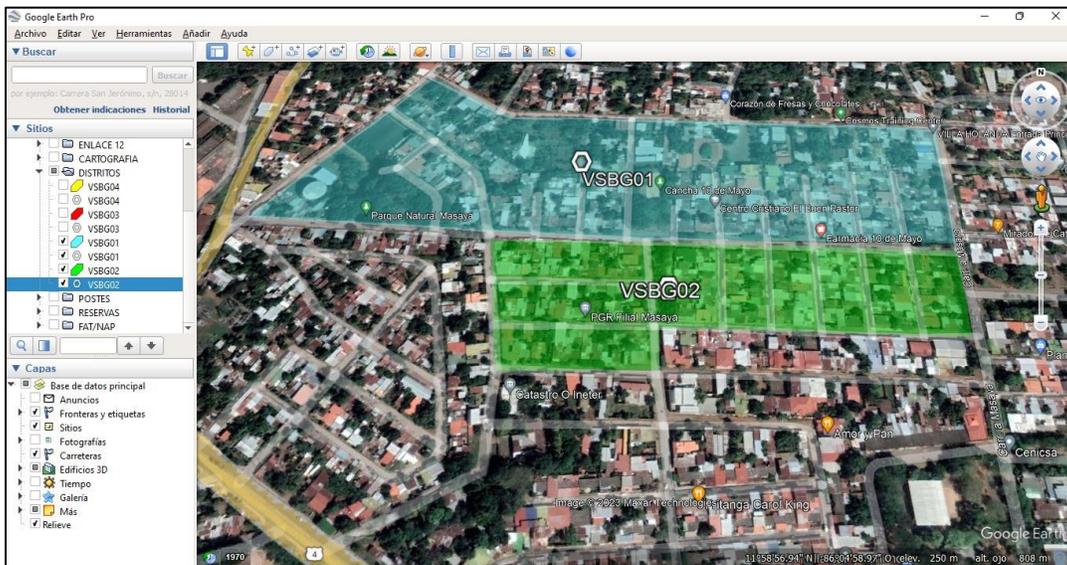


Figura No. 36 Tercer y cuarto distrito VSBG02 y 01

7.3. Splitter de primer nivel

En el siguiente esquema, se muestran los splitter de primer nivel y con ello la distribución de la fibra a utilizar, como punto de partida de la red se tiene la central que es BTS-MASAYA, la cual va a una mufa de distribución ubicada en la rotonda de San Jerónimo, la fibra de 12 hilos ADSS va desde la central hasta el punto de distribución de la red GPON, la cual se encuentra en las siguientes coordenadas 11°58'46.92"N 86°4'58.03"O, luego se van uniendo los distritos con fibra de 12 hilos.

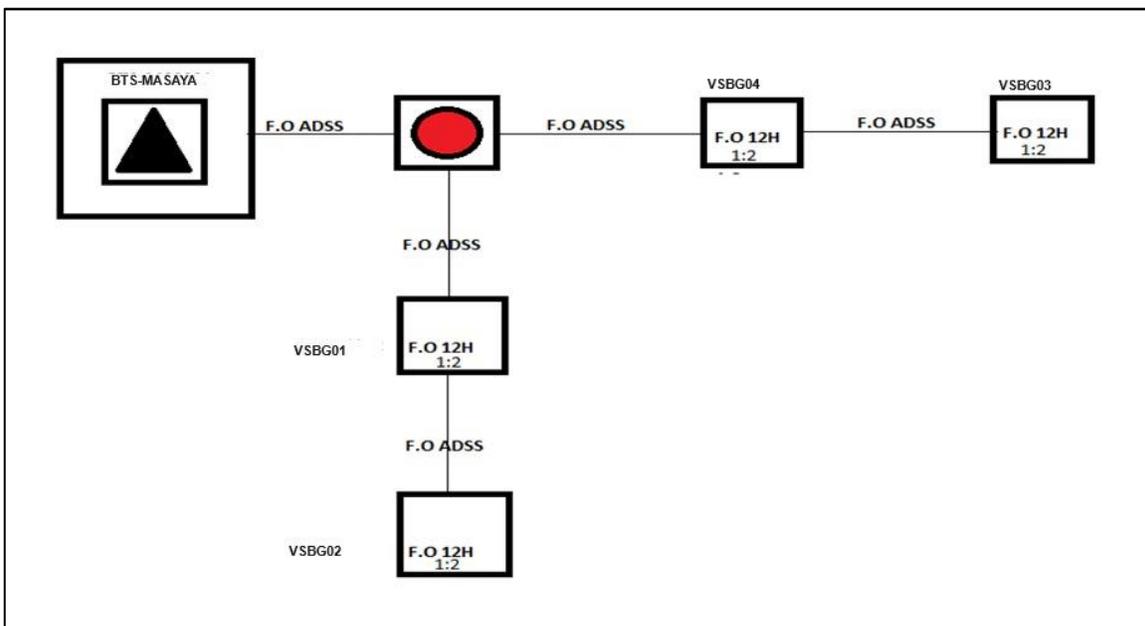


Figura No. 37 Esquema de Splitter de primer nivel

7.4. Splitter de segundo nivel

A continuación, se muestra el splitter de segundo nivel del distrito VSBG04, se tiene 5 FAT/NAP para una totalidad de 40 casas por distrito, la red es en cascada en el splitter de primer nivel que está en relación 1:2, con capacidad de 16 FAT/NAP o 4 cascadas.

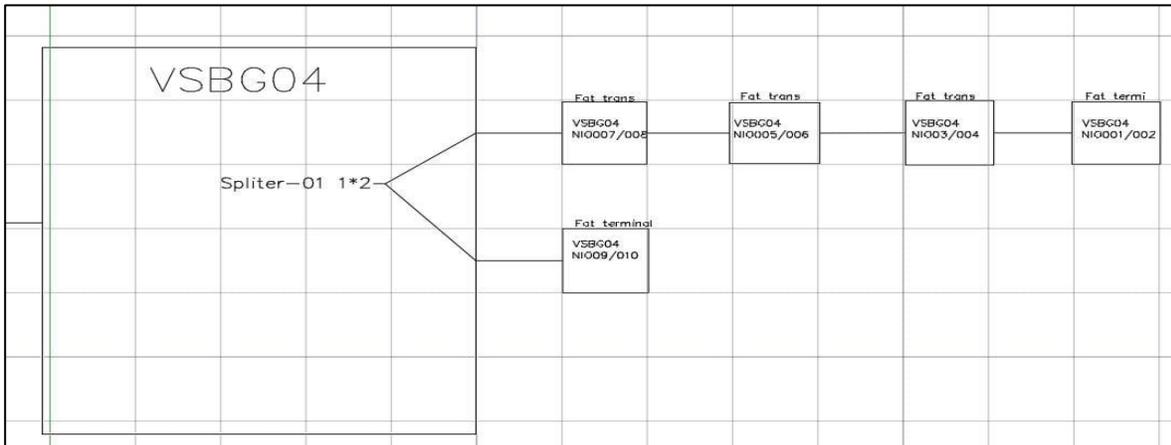


Figura No. 38 Splitter de segundo nivel

El splitter de segundo nivel se encuentra en razón 1:8, que equivale a 8 casas por FAT/NAP, se crea el enlace BTS-MASAYA hacia la mufa fosc 400 A, la cual está ubicada en la rotonda San Jerónimo; se hacen los enlaces desde la mufa hacia la troncal, que sirve de transporte con una fibra óptica de 12 hilos, a una distancia de 3,402 m, cada uno de los distritos están conectados con fibra de 12 hilos.

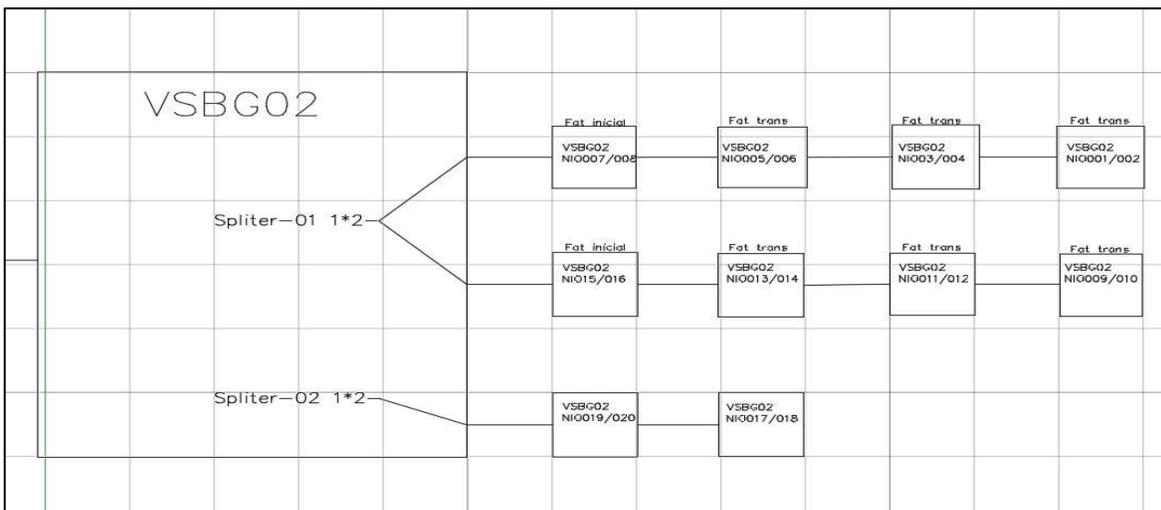


Figura No. 39 FAT de transiciones y final

Como parte de GPON, se debe tener en consideración la pérdida de potencia óptica, esta pérdida se puede introducir de diversas formas, como:

- Pérdida dentro de los divisores
- Pérdida por km de fibra (aproximadamente 0,35 dB por km para 1310, 1490 nm)
- Pérdida en empalmes (> 0,2 dB)
- Pérdida del conector (0,6 dB)
- Doblado de fibra

En la siguiente Tabla, se puede observar que cada vez que se divide la señal óptica a la mitad, se pierden 3 dB de potencia. [17]

Tabla No. 6 Cantidad de pérdida incurrida por el uso de varios divisores. [17]

Splitters Ópticos	Pérdida
Splitter 1 x 64	20.01
Splitter 1 x 32	17.4
Splitter 1 x 16	13.8
Splitter 1 x 8	10.5
Splitter 1 x 4	7

7.5. Enlaces de la FAT/NAP

En la siguiente figura, se tiene el distrito VSBG04 con las distribuciones de las FAT/NAP y sus enlaces de cable con conector mecánico en cascada, las cuales inician del H.BOX en el poste P 93/N ubicado en las siguientes coordenadas 11°58'48.79"N 86°4'56.78"O.

Este distrito tiene 4 FAT/NAP de transición y 1 FAT/NAP terminal con una relación de 1:8, 14 postes nuevos, la cantidad de 1 fibra preconecturizada de 100 m, 2 de

150 m y 2 de 200 m, los enlaces de las FAT/NAP están representadas con los colores rosados y verde, en el Hub box habilitamos dos splitter 1:2 que divide la señal a un 50%, el splitter permite dos cascadas de 4 FAT/NAP por salida, se deja el otro splitter a espera de cualquier ampliación del proyecto. La línea verde es la segunda cascada y el rosado es la primera cascada.

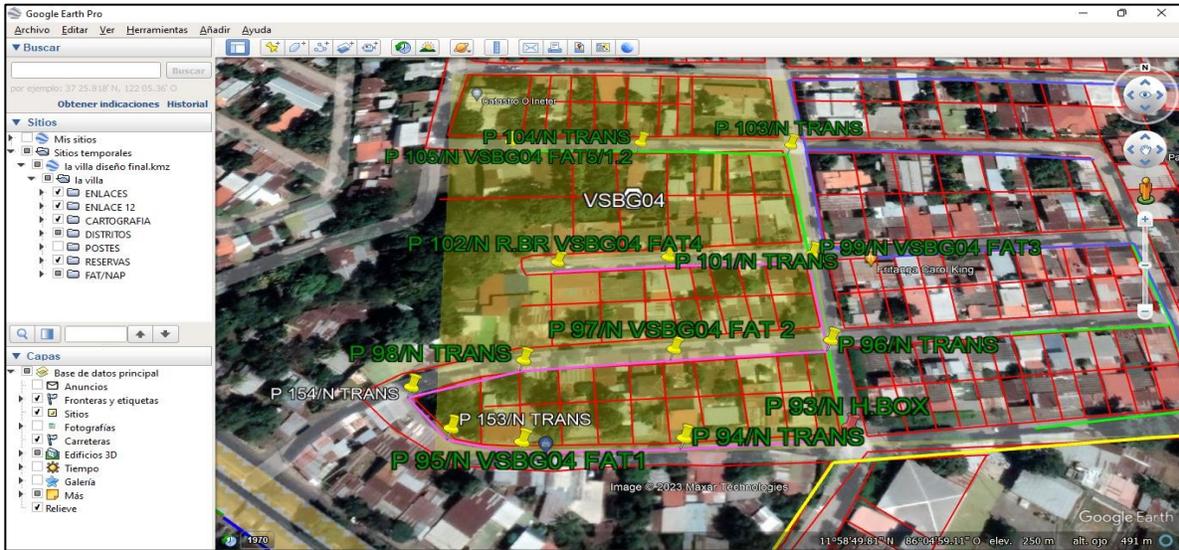


Figura No. 40 FAT/NAP distrito VSBG04

A continuación, se observa el segundo distrito, el cual es el VSBG03 este enlace inicia del siguiente H.BOX en el poste (P 106/N) que está en las siguientes coordenadas 11°58'49.13"N 86°4'53.17"O.

Este distrito cuenta con dos hilos de fibra cada uno con un splitter 1:2 para 4 cascadas, en el solo se habilitó un splitter con dos cascadas con 5 FAT/NAP de transición y 2 terminal para una totalidad de 7 FAT. Además, se muestran los enlaces de las FAT/NAP en color verde que representa la primera cascada con 3 FAT y la segunda cascada está representada con el color azul con 4 FAT, se utilizará 2 fibra preconecturizada de 100 m, 1 de 150 m, 2 de 200 m y 15 postes nuevos.

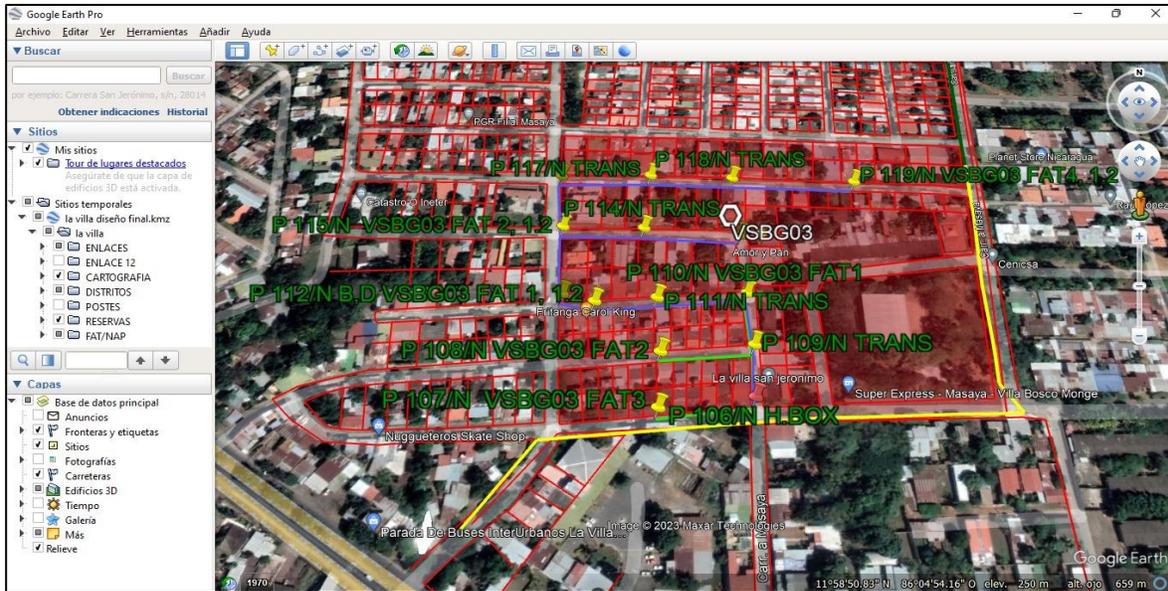


Figura No. 41 FAT/NAP distrito VSBG03

Luego, se muestra el tercer distrito nombrado VSBG02 el cual está en el centro de distribución del poste P 120/N del H.BOX, que se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas $11^{\circ}58'55.72''N$ $86^{\circ}4'48.61''O$, en él se habilitó dos hilos de fibra con dos splitter 1:2, se cuenta con tres cascadas, 7 FAT/NAP de transición y 3 terminales.

Además, se tienen los enlaces de las FAT/NAP preconecturizada con los siguientes metrajés 50 m=2, 100 m=4, 150 m=2, 300 m=1, 350 m=1 y 15 postes nuevos. Los enlaces de la FAT/NAP en color verde representan la primera cascada con 4 FAT/NAP, la segunda cascada en color azul con 4 FAT/NAP y la tercera cascada está representada con el color lila en la que se tiene 2 FAT/NAP.

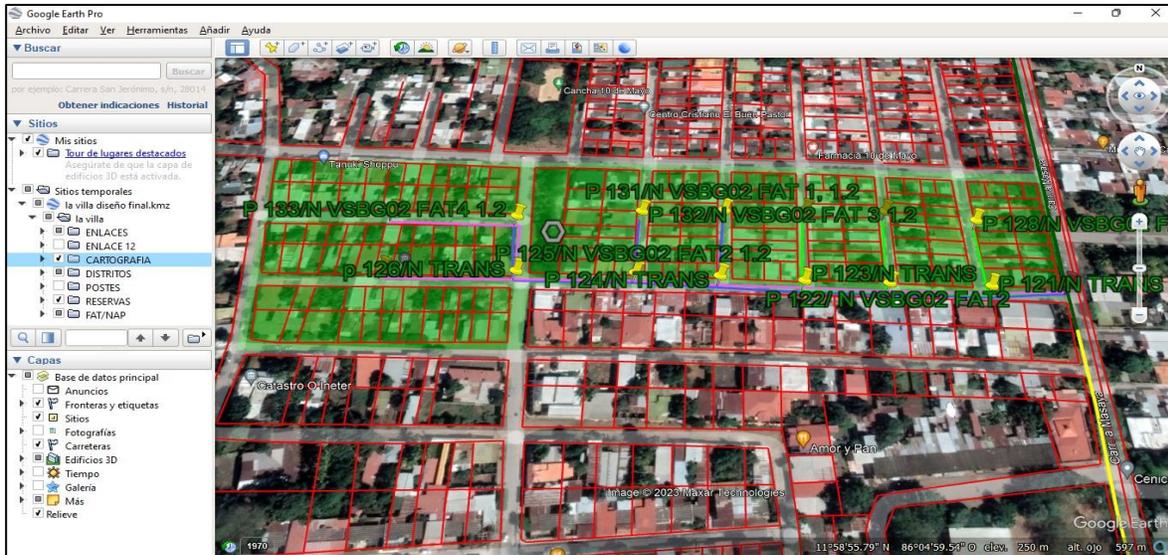


Figura No. 42 FAT/NAP distrito VSBG02

Posteriormente, se muestran los enlaces del distrito cuatro nombrado VSBG01 el cual, consta con un enlace de fibra de 12 hilos al distrito H.BOX ubicado en el poste (P 138/N) con coordenada $11^{\circ}58'58.89''N$ $86^{\circ}4'57.88''O$; en este distrito se habilitó 2 hilos como en los demás, con splitter 1:2 con dos cascadas y para una posible ampliación se deja el otro splitter.

Los enlaces están representados con color amarillo para la primera cascada con 5 FAT/NAP de transición y 2 terminal, para una totalidad de 7 FAT/NAP, 19 postes nuevos y 1 fibra preconecturizada de 100 m, 2 de 150 m, 2 de 200 m, 1 de 300 m y en el caso de los clientes, la distancia para hacer su instalación es de 150 m de acometidas, si se sobrepasa el metraje no se instala.

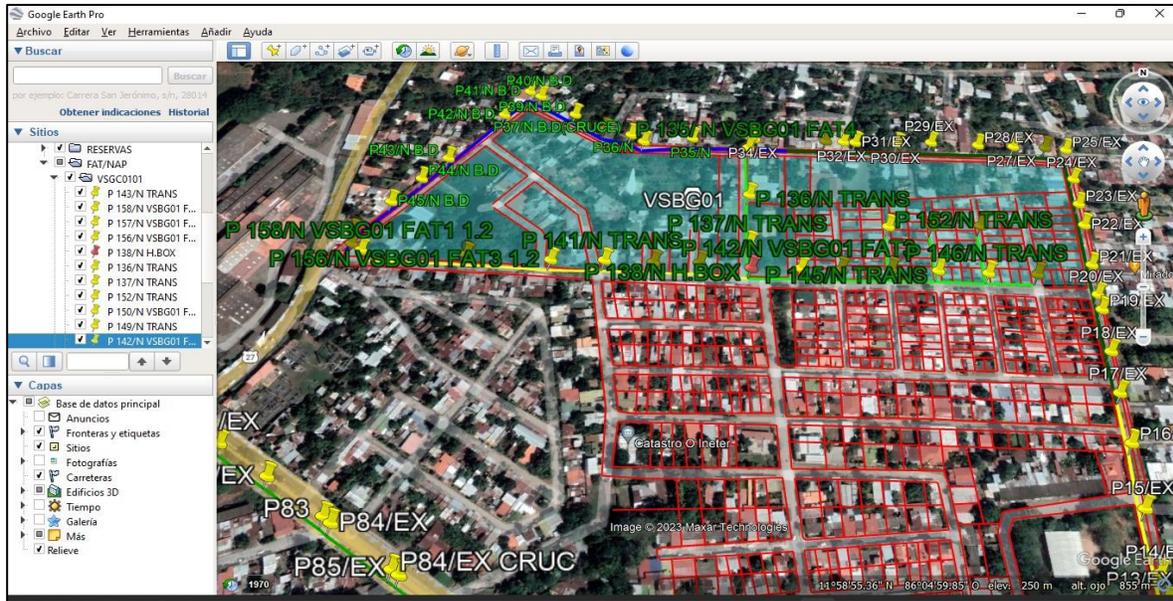


Figura No. 43 FAT/NAP distrito VSBG01

7.6. Diseño final

Finalmente, se muestra el diseño completo de la red GPON para un ISP existente, en él se observan los distritos, diseño de la troncal y de transporte, mufa fosc 400 A de fibra óptica de 12 hilos, ubicada en las siguientes coordenadas 11°59'15.82"N 86°5'45.70"O.

Este enlace tiene una distancia de 3,402 m, más 60 m de las reservas; por lo que, hay tres reservas cada una con 20 m, según la normativa ITU-T G.984.X; se tienen 80 postes existentes que llevan el transporte de alimentación a nuestra red GPON, y se agregaron 78 postes nuevos, para una totalidad de 158 postes para este diseño.

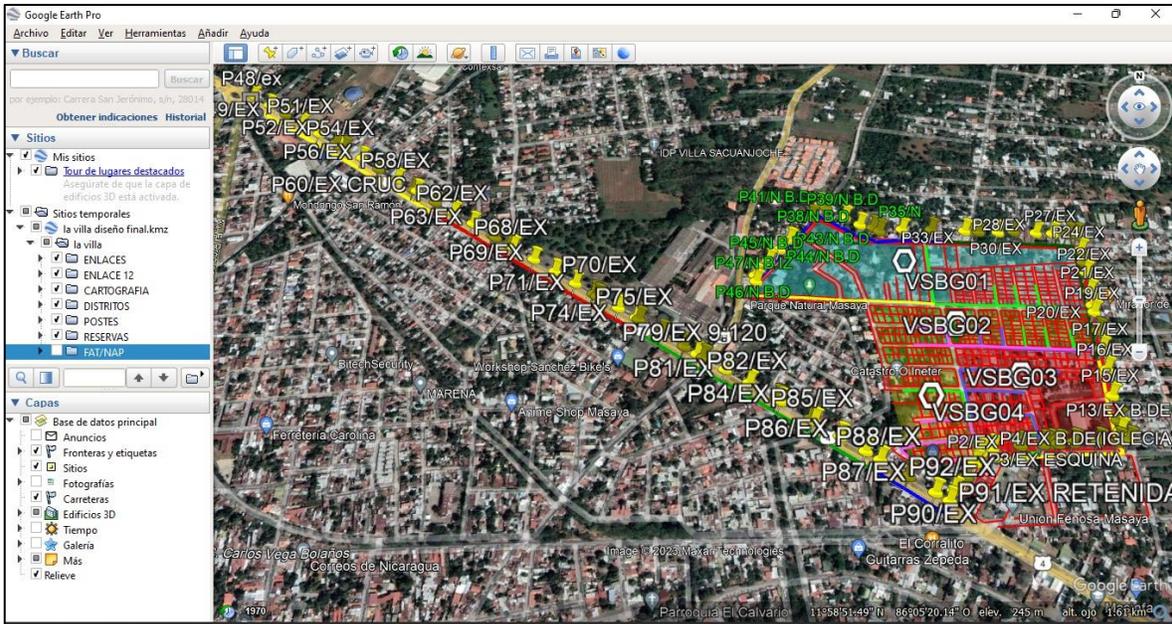


Figura No. 44 Diseño de la red GPON propuesta

8. Requerimientos para el diseño de la red GPON del Residencial Villa San Jerónimo.

Tomando en consideración el número de usuarios, las aplicaciones con mayor uso y las expectativas de servicio que necesitan los residentes del Residencial Villa San Jerónimo, Masaya. Se detallan los requerimientos necesarios para el despliegue de la red propuesta.

8.1. Elementos de despliegue de la red GPON

OLT (Optical Line Terminal):

Es el equipo que permitirá el acceso a los distintos servicios dentro y fuera de intranet, entre otras funciones manejará la autenticación de los usuarios, seguridad de la red y distribución de ancho de banda a la distintas ONT. Una de sus principales características es el manejo de la capacidad de conmutación y número de usuarios en correspondencia a la demanda actual y dimensionada a un crecimiento futuro.

ONT GPON Huawei EG8245W5-6T

Es una ONT de tipo router, una solución completa de acceso óptico de Huawei. Ello utiliza la tecnología GPON para implementar el acceso de banda ultra ancha para los usuarios.

Proporciona 4 puertos GE, 2 puertos POTS, 1 puerto USB y puerto WiFi 2.4G y 5G, dispone de 4 antenas externas de gran ganancia, 5 dBi, y es MIMO 4*4 en la banda de 5 G. El alto rendimiento de reenvío garantiza servicios de voz, datos y video HD para el usuario, y brinda a los clientes una solución ideal para un acceso óptico completo y la capacidad de soporte de servicio orientado al futuro. [18]



Figura No. 45 ONT Huawei EG8245W5-6T [18]

La ONT está diseñada para ambientes residenciales y puede procesar servicios como: acceso a internet, VOIP, IPTV, POTS.

ODN (Optical Distribution Network)

Constituye la parte pasiva de la red GPON, básicamente permite la interconexión entre la OLT y ONT. Del diseño adecuado de la ODN depende la sostenibilidad de la red frente a casos fortuitos que provoquen la interrupción de las rutas de transmisión, escalabilidad frente a la ampliación de red, y directamente determina el costo de despliegue de la red.

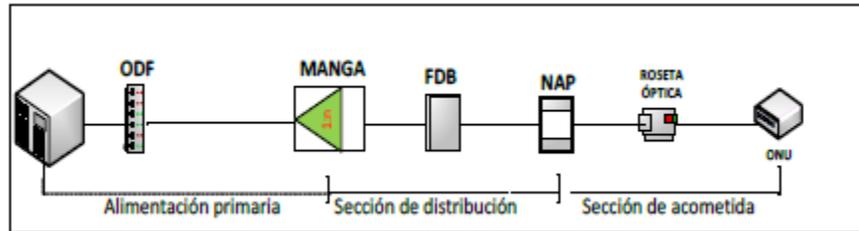


Figura No. 46 Elementos de la ODN. [20]

En una red de distribución pasiva, se diferencian tres secciones principales, determinadas por el tipo de cable de Fibra óptica a usar y los elementos pasivos que interconectan, la sección principal está constituida por el cable principal de fibra óptica que interconecta el ODF (Optical Distribution Frame) con el primer splitter instalado en una manga de empalme.

La sección de distribución está compuesta por el cable que une las salidas del primer nivel de splitter con el segundo nivel en caso de existir y con las cajas de distribución FDB (Fiber Distribution Building) que hacen el sangrado de la fibra hasta llegar a la caja óptica de distribución terminal NAP (Network Acces Point). Y finalmente la acometida corresponde a la infraestructura física para llegar a la ONU.

Por consiguiente, los elementos indispensables de la ODN que se utilizarán en el presente diseño, se detallan a continuación:

✓ Cables de Fibra Óptica

La fibra preconectorizada es un tipo de cable de fibra óptica que viene con conectores ya instalados en uno o ambos extremos durante el proceso de fabricación. Estos conectores pueden ser de diferentes tipos, como SC, LC, ST o MPO, según las necesidades de conexión específicas.

Al utilizar cables de fibra preconectorizados, se elimina la necesidad de realizar empalmes por fusión o conexiones directas en el sitio de instalación, lo que simplifica en gran medida el proceso de construcción y reduce el tiempo requerido para la puesta en marcha.

Uno de los principales beneficios de la fibra preconectorizada es su capacidad para reducir los costos y el tiempo de instalación. Al estar prefabricados en la fábrica, los cables de fibra preconectorizados permiten una producción en lotes, lo que conduce a una disminución significativa en los costos de fabricación de cables.

Además, al evitar la necesidad de realizar empalmes por fusión en el campo, se eliminan los gastos asociados con equipos de empalme y el tiempo requerido para llevar a cabo este proceso. Esto se traduce en una instalación más rápida y eficiente, lo que resulta en una reducción del tiempo de construcción del proyecto.

[18]

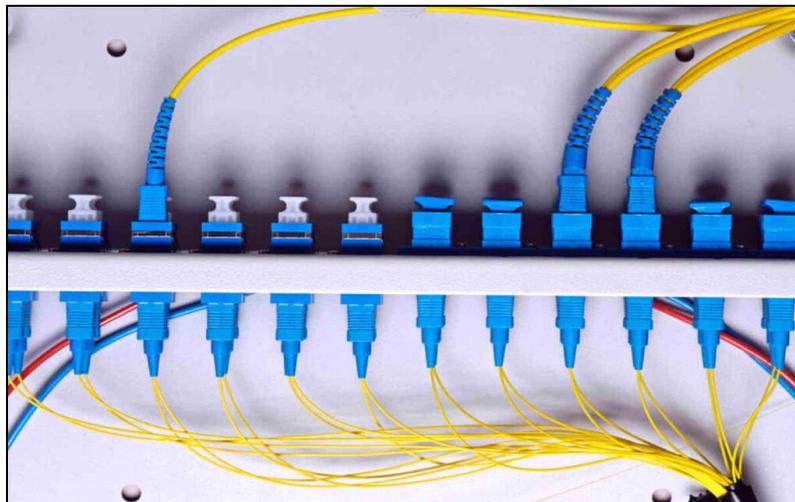


Figura No. 47 Conexión de red de interior por las fibras ópticas [18]

Se ha escogido trabajar con fibra preconectorizado ya que, al tener los conectores ya instalados, simplemente se requiere una conexión de extremo a extremo para completar la instalación. Por lo cual, se ahorra tiempo y esfuerzo en comparación con el proceso de empalme por fusión, que puede ser complicado y requiere habilidades especializadas.

✓ **ODF (Optical Distribution Frame)**

El distribuidor de fibras se localiza en un mismo cuarto de telecomunicaciones donde se encuentra la OLT, representa el punto de transición entra la planta interna y externa, permite el acceso para la prueba y supervisión de la fibra.

La selección del tipo de ODF se determina en base al número de puertos requeridos, el tipo de conectores y el tipo de fibra de los pigtails.

✓ **Mangas de Empalme.**

Usados principalmente para realizar la derivación y sangrado de los cables o cuando se desea pasar de un tipo de tendido a otro.

La selección de la manga de empalme se debe realizar tomando en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Capacidad para el manejo de múltiples cables en base al número de salidas y entradas disponibles.
- Soporte para la realización de empalmes mediante fusión o a través de acopladores, es decir usando bandejas preconectorizadas.
- Número de fusiones permitidas en base a la cantidad total de bandejas de empalme soportadas.

✓ **Cajas de Empalme**

Las FDB son cajas de empalme que posibilitan la distribución de cables de fibra que contienen gran número de fibras en su interior en cables que contienen un número menor de fibras, pueden conectar la red primaria con la sección de distribución, formar parte de la sección de distribución o a su vez permiten la interconexión con la sección de acometida.

✓ **NAP (Network Acces Point)**

Se usa principalmente en arquitecturas FTTH y FTTB, representan el último punto de interconexión a las instalaciones del cliente, a diferencia de la FDB es utilizado únicamente para conexión entre la sección de distribución y la acometida hacia al cliente.

✓ **Splitter**

Los splitter son un tipo de acoplador que en redes ópticas da la posibilidad de utilizar diferentes arquitecturas para compartición de señales ópticas y permite al proveedor de servicios configurar su red de la forma más efectiva posible.

Estos pueden ser Balanceados o simétricos, los cuales son divisores que tienen una entrada de potencia óptica y 2 o más salidas con potencias de la misma proporción, el splitter más básico puede tener 1 entrada y 2 salidas (1:2), por ser simétrico, cada salida representa un 50% de la potencia. Las normas para estos splitters tienen como estándar las siguientes configuraciones: 1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32 y 1:64.

La contra de este tipo de splitter es que, a mayor división óptica, mayor será la pérdida. De manera que, si un splitter de 1:2 representa en sí mismo una pérdida de 3 dB, esa pérdida va aumentando en proporción con el número de divisiones o salidas. (La pérdida nominal corresponde al resultado de la fórmula logarítmica de pérdidas de potencia).

Los splitter desbalanceados son divisores de potencia óptica que reciben un 100% de potencia y entregan diferente porcentaje de potencia en cada una de sus salidas, por su fabricación puede entregar una serie de combinaciones de porcentajes de salida como 10-90, 15-85, 20-80, 30-70, 40-60, 45-55, que siempre van a sumar el 100% en ambas salidas. [19]

La arquitectura de una red PON puede ser centralizado o en cascada:

Centralizada: Un único punto de localización de los splitters.

Cascada: Dos o más puntos de localización de los splitters en serie.

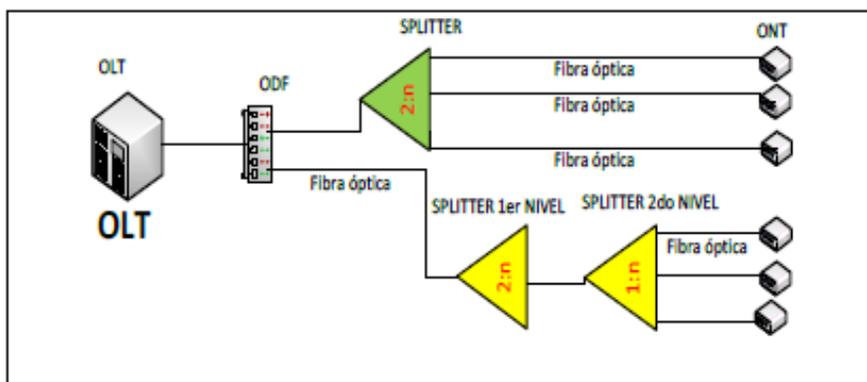


Figura No. 48 Niveles de Spitter en redes GPON. [20]

La configuración de divisores en cascada o distribuidos no suele tener divisores en la oficina central, sino que el puerto OLT está conectado/empalmado directamente a una fibra de planta exterior. el primer nivel de divisores (1:4 o 1:8) se instala en un recinto cercano a la oficina central mientras que el segundo nivel de divisores (1:8 o 1:16) se sitúa en las cajas terminales, cerca de las instalaciones del cliente.

En este diseño, la red es en cascada o desbalanceada (asimétrica), ya que se tiene un splitter PLC (Planar Lightware Circuits). Las FAT/NAP van conectadas una tras otra, con una fibra unifilar para conectar el splitter 1:2 de primer nivel con los de segundo nivel que son en relación 1:8.

✓ Roseta Óptica

Representa el elemento pasivo final de la ODN, básicamente está compuesta de dos acopladores que interconectan a la red de acometida y el patchcord de la ONT o MDU. La selección se debe basar en el tipo acopladores pre instalados, características de protección frente a agentes externos y atenuación provocada en el empalme de acuerdo al estándar. Las rosetas deben ser ubicadas en las paredes a una distancia de 30cm a 50 cm sobre el nivel del piso terminado. [20]

Se instalará rosetas ópticas de dos conectores con soporte para el fácil montaje en la pared, constan con una cubierta de protección que preserva a los conectores y pigtails de la posible manipulación de personas no calificadas. Además, posee dos capas para el área de bobinado de la fibra, apariencia estética, pigtails pre

conectado mediante conectores SC/APC y fibra G657A2, es decir fácil mantenimiento y rentabilidad.

De los modelos presentados por Huawei se ha elegido la serie ATB3101 con dimensiones 86x120x24mm, su diseño se muestra en la siguiente imagen.



Figura No. 49 Roseta Óptica Huawei ATB3101 [20]

OTT Player ZTE ZXV10 866v2

Es un set top box multimedia con Android TV que reproduce vídeo 4K a 60fpsn (fotogramas por segundo). Incorpora un procesador de cuatro núcleos y una GPU de cinco. Es compatible con otros dispositivos Android y con contenidos Dolby Vision. Puede enviar al televisor a través del HDMI, tiene 2 GB de RAM DDR4 y 8 GB de almacenamiento eMMC, admite procesamiento 4K HDR10+, HDR10, HLG HDR.

Como caja de streaming certificada, soporta todos los servicios de streaming disponibles (Netflix, YouTube TV, Prime Video, Disney+, HBO MAX, Apple TV+, etc.). Es ideal para operadores ISP que ofrecen TV IP (IPTV).

Además, cuenta con inteligencia artificial integrada para ofrecer una experiencia de usuario increíble, capaz de ofrecer las últimas funciones de vídeo inteligente, recomendaciones precisas, búsquedas y control por voz e incluso publicidad personalizada. [21]



Figura No. 50 OTT Player ZTE ZXV10 866v2 [21]

Cable UTP Categoría 6

El cable UTP categoría 6 es un tipo de cable de par trenzado cuya categoría es una de la clasificación de cableado UTP descritos en el estándar EIA/TIA 568B.

Puede transmitir datos a velocidades de hasta 1000 Mbps o 1 Gbps a frecuencias de hasta 200 MHz, marcando un hito en el mundo de telecomunicación al migrar de 100 Mbps (categoría 5e) a 1000 Mbps.

La longitud máxima permitida para un enlace de cable UTP categoría 6 es de 100 metros. Siendo el enlace permanente de 90 metros de cable sólido y 10 metros considerando los patchcord de conexión. [22]

Es importante mencionar, que la instalación es en exteriores por lo que se utilizará el cable UTP categoría 6 con chaqueta que soporte la temperatura del medio ambiente y/o rayos solares.

Cable Óptico

El cable óptico contiene filamentos de fibra óptica en el interior, las propiedades físicas de la transmisión de datos por medio de una onda de luz modulada (en lugar de la corriente eléctrica) significan que la transmisión no se ve afectada por ningún

factor externo por lo que en teoría este tipo de transferencia de información no tiene pérdidas. Actualmente, esta solución se utiliza con mayor frecuencia para transmitir una señal e imagen de audio digital, así como otros datos. [23]

Conector mecánico

El conector junta el extremo de un cable de fibra óptica para permitir una conexión y desconexión fácil. Su meta es acoplar mecánicamente los núcleos de las fibras para que la luz pueda pasar con las menores pérdidas posibles, la interfaz se completa cuando los dos conectores se presionan entre sí.

Un conector apropiado permite que no haya espacios con aire entre los dos puntos. Los conectores vienen en muchas formas y tamaño. Las características que los separan incluyen el tipo de acople (como de jale/empuje), las pérdidas por inserción, el tamaño de la férula y su aplicación en fibra monomodo o multimodo.

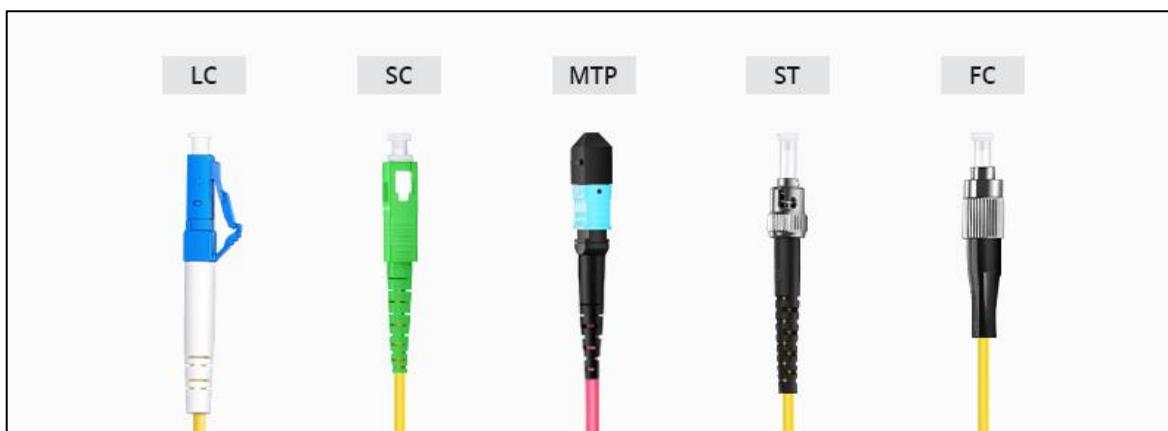


Figura No. 51 Conector LC vs. SC vs MTP vs. ST vs. FC. [24]

Las siglas SC, LC, FC y ST corresponden a los tipos de conector óptico más comunes en aplicaciones FTTH y en redes de datos. En cuanto a la nomenclatura PC/UPC/APC, son siglas que se refieren al tipo de pulido del terminal óptico (ferrule) que hace posible el paso de pulsos de luz láser entre dos fibras ópticas.

Pulido: Conectores de fibra óptica APC/PC/UPC

Según el tipo de pulido, los conectores de cable de fibra óptica pueden dividirse en tres tipos: Conectores PC, UPC y APC. El código de color proporciona un método conveniente para identificar estos tres tipos de conectores: El código de color del PC es negro, el del conector de fibra APC es verde y el del UPC es azul. La estructura y el rendimiento de los tres conectores de fibra óptica también varían, lo que se refleja en los valores de pérdida de inserción y pérdida de retorno. [24]

Para el diseño de la red propuesta, se utilizará los conectores ópticos SC/APC, porque logra un enlace óptico de mayor calidad, ya que consigue reducir las pérdidas de retorno hasta los -60 dB aumentando así el número de usuarios en fibras monomodo, además de menores costes de fabricación.

RJ45, Cat 6

El conector Cat6 RJ-45 de Panduit, es una pieza transparente que cuenta con ocho posiciones para su uso en redes de alta velocidad. Con un ancho de 11,7 mm y una profundidad de 40,6 mm, este conector se adapta fácilmente a cables Ethernet estándar y proporciona una conexión segura y confiable.

El diseño del conector permite la inserción rápida y sencilla del cable sin necesidad de herramientas especiales. Además, el material resistente utilizado en su fabricación garantiza durabilidad y protección contra daños externos.

En resumen, el Conector Cat6 RJ-45 de Panduit es una solución eficiente para las necesidades actuales en conectividad Ethernet gracias a sus características técnicas avanzadas que permiten establecer conexiones rápidas e ininterrumpidas entre dispositivos compatibles. [25]



Figura No. 52 Panduit Conector Cat6 RJ-45 de 8 Posiciones, Transparente. [25]

Herraje

Los despliegues de cable de fibra óptica aérea cuentan con 2 tipos de sujeción en el poste, una es la de remate y la otra es la de paso. En la parte de retención o remate se estira el cable de fibra y se sujeta en el poste con un remate preformado y éste a su vez se sujeta de un herraje tipo "D", donde el herraje se sujeta al poste junto con el fleje de acero inoxidable.

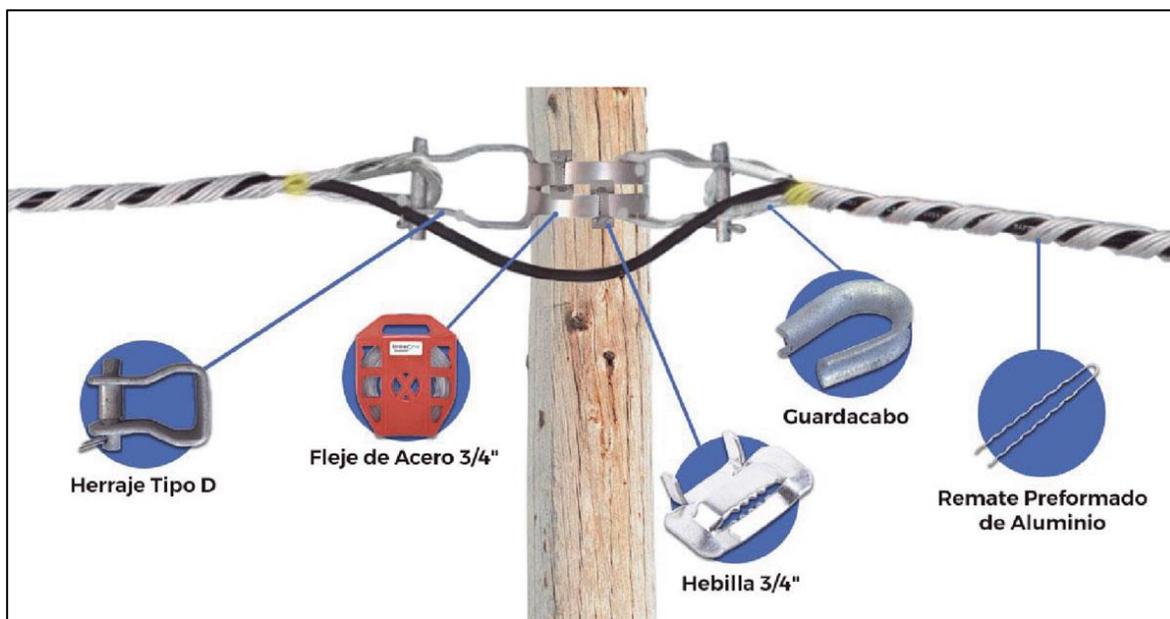


Figura No. 53 Herraje para instalación de fibra óptica aérea. [26]

Estos perforados son uno de los elementos más importantes de nuestra instalación, ya que están en contacto directo con nuestro cable de fibra óptica y hay que saber elegirlos de manera correcta, deben ser especiales para el tipo de fibra óptica que

estamos instalando para el diámetro correcto y el vano (distancia entre postes) al que sostendrá la fibra.

Los remates se recomienda instalarlos una sola vez y cerrarlos completamente, sólo cuando estemos seguros de que están en la posición correcta, además se deben instalar solamente con las manos (se recomienda el uso de guantes) y evitar el uso de cualquier otra herramienta como destornilladores para realizar palanca, ya que dañan el forro de la fibra y propician que en ambientes muy agresivos se siga dañando.

También se recomienda el uso de un dinamómetro, ya que al estirar la fibra debemos estar 100% seguros de que la fuerza con la que se tira no sobrepase la tensión máxima que soporta ese cable de fibra.

Respecto a los herrajes de paso como herrajes suspensión y de tipo “J”, debemos tomar en cuenta las mismas consideraciones que hicimos para los remates preformados (diámetro, tipo de fibra y vano); si bien, en estos herrajes de paso no están sujetos a tanta tensión como en los puntos de retención, además de que sí es importante hacer uso de los herrajes correctos.

Igualmente es de suma importancia respetar siempre el radio mínimo de curvatura para evitar dañar la fibra óptica, por lo que las raquetas que se utilicen para guardar el excedente de cable deben cumplir con el radio mínimo de curvatura para el tipo de fibra óptica que se esté instalando. [26]

9. Análisis de viabilidad

El presente análisis ha sido elaborado con el propósito de evaluar la viabilidad y la factibilidad del diseño de la red GPON propuesto, se ha considerado los factores económicos, técnicos y precisos de mercado.

Para el cálculo del presupuesto, se ha distribuido el detalle en tres partes a como es materiales de planta externa, mano de obra para la instalación de planta externa e instalación para el abonado (cliente).

Primeramente, se muestra el presupuesto detallado para los materiales que conformaran la planta externa.

Tabla No. 7 Presupuesto de materiales planta externa

Presupuesto de materiales Planta externa					
Ítem	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Costo total
1	Postes 8/60	unidad	78	\$90.00	\$7,020.00
2	Postes 9/120	unidad	1	\$120.00	\$120.00
3	Mufas fost 400	unidad	1	\$30.00	\$30.00
4	Crucetas reservas	unidad	7	\$30.00	\$210.00
5	ODF	unidad	1	\$88.00	\$88.00
6	Fibra óptica 12 hilos ADSS	mt	3,402	\$0.90	\$3,061.80
7	Cinta bandit 3/4"	mt/30	2	\$16.00	\$32.00
8	Hebilla para Cinta bandit 3/4"	unidad/100	3	\$17.00	\$51.00
9	Hub box	unidad	4	\$30.00	\$120.00
10	Fat de segundo nivel	unidad	28	\$15.00	\$420.00
11	splitter 1X2	unidad	8	\$35.00	\$280.00
12	Fibra preconecturizada 50	mt	2	\$65.15	\$130.31
13	Fibra preconecturizada 100	mt	8	\$93.28	\$746.24
14	Fibra preconecturizada 150	mt	8	\$121.85	\$974.78
15	Fibra preconecturizada 200	mt	6	\$150.45	\$902.68
16	Fibra preconecturizada 300	mt	2	\$204.83	\$409.66
17	Fibra preconecturizada 350	mt	1	\$232.97	\$232.97
	Total				\$14,829.44

Seguidamente, se realizó la tabla de los costos correspondiente a la mano de obra de la instalación que corresponde a la planta externa, lo que incluye instalación de los postes, fusiones, fibra óptica preconectorizada y aérea.

Tabla No. 8 Presupuesto de mano de obra para planta externa

Presupuesto mano de obra planta externa				
Ítem	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Costo total
1	Servicio de instalación Poste 8/60	78	\$14.00	\$1,092.00
2	Servicio de Instalación de Fibra óptica aérea 12h,24h,48h	3410	\$0.90	\$3,069.00
3	Servicio de instalación de Hub Box	4	\$20.00	\$80.00
4	Servicio Instalación ODF tipo Rack de 12 pos	1	\$15.00	\$15.00
5	Servicio instalación Mufa Fosc 400 ^a /8	1	\$9.00	\$9.00
6	Servicio Fusiones de Fibra óptica	20	\$6.00	\$120.00
7	Servicio Instalación FO Preconec 100m,120m,150m	18	\$50.00	\$900.00
8	Servicio Instalación FO Preconec 180m,200m	6	\$70.00	\$420.00
9	Servicio Instalación FO Preconec 300m,350m	3	\$180.00	\$540.00
	Total			\$6,245.00

Posteriormente, se refleja el presupuesto para abonado (cliente):

Tabla No. 9 Presupuesto de instalación para abonado (cliente)

Presupuesto de instalación para abonado (cliente)					
Ítem	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Costo total
1	CABLE UTP CATEGORIA 6 664466CM	Mt	2,000	\$0.46	\$920.89
2	CABLE OPTICO MOAVD 1 FIBR 500M 69110011A	Mt	6,000	\$0.26	\$1,554.36
3	HUAWEI ROSETA OPTICA ATB3101	Unidad	400	\$5.71	\$2,284.19
4	HUAWEI CONECTOR MECÁNICO FMC2104-SA	Unidad	448	\$2.50	\$1,121.35
5	HERRAJE TENCLAMP S DROP F8 ICT3103-A1	Unidad	448	\$0.43	\$193.89
6	RJ45, CAT 6 PANDUIT	Unidad	448	\$1.07	\$478.93
7	OTT PLAYER ZTE ZXV10 866v2	Unidad	224	\$54.06	\$12,109.28
8	ONT GPON HUAWEI HG8245W5-6T	Unidad	224	\$56.01	\$12,545.56
9	CONTROL UNIVERSAL ECOSS IPTV AN4804-OTT	Unidad	224	\$2.85	\$637.89
	Total				\$31,846.34

Conforme la Ley No. 822, Ley de Concertación Tributaria y sus reformas incorporadas, se calculó la depreciación del ONT y OTT player, el cual se deprecia a 5 años conforme lo estipula el art. 34 numeral 3 inciso d, literal ii del reglamento de la Ley, esto para ser reconocido como gasto deducible de acuerdo al art. 39 numeral 12.

Tabla No. 10 Tabla de depreciación de equipos de comunicación

Depreciación de equipo de comunicación (ONT GPON y-OTT PLAYER)				
Años	Descripción	Depreciación anual	Depreciación acumulada	Valor en libro
0	Precio de la adquisición			24,654.84
1		4,930.97	4,930.97	19,723.87
2		4,930.97	9,861.94	14,792.91
3		4,930.97	14,792.91	9,861.94
4		4,930.97	19,723.87	4,930.97
5		4,930.97	24,654.84	
	Total	24,654.84		

A continuación, se muestran los costos de ventas a lo que se va incurrir durante el proyecto:

Tabla No. 11 Costos de ventas

Costos de ventas		
Ítem	Descripción	Monto
1	Publicidad	\$1,330.16
2	Mantenimiento 5%	\$2,983.80
Total		\$4,313.96

Para conocer los ingresos por ventas, se revisó los precios de mercado de los servicios prestado por otros ISP, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla No. 12 Precios de mercado de los servicios

Claro Nicaragua		Tigo Nicaragua	
20 Mbps	28	20 Mbps	28
40 Mbps	32.99	40 Mbps	32.99
60 Mbps	36.99	60 Mbps	36.99
100 Mbps	39.99	100 Mbps	39.99
200 Mbps	47.99	200 Mbps	47.99

Del dato anterior, se tomó el servicio de los 40 Mbps para estimar los ingresos por ventas que se obtendrán, si el cliente contrata este servicio. Asimismo, se estima tener un alcance del 56% lo que equivale a que existe la posibilidad de que 224 personas contraten este servicio en el primer año.

Tabla No. 13 Ingresos por ventas

Ingresos por ventas								
	Ingreso por venta	Precio	Clientes	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
1	40 MBS	\$32.99	224	\$88,677.12	\$88,677.12	\$88,677.12	\$88,677.12	\$88,677.12
2	Instalación	\$15.00	224	\$3,360.00				
Total				\$92,037.12	\$88,677.12	\$88,677.12	\$88,677.12	\$88,677.12

Para estimar la inflación promedio, se tomó el índice de inflación brindado por el Banco Central de Nicaragua (BCN), durante los 5 años anteriores al periodo actual, siendo del 2018 al 2022, aplicando la fórmula del promedio se obtiene 5.88% de

inflación promedio para el año 2023, dato que se utilizará para el cálculo de la TMAR.

Tabla No. 14 Inflación anual de Nicaragua [27]

Cálculo de la Inflación	
AÑO	INFLACIÓN
2022	10.45%
2021	4.92%
2020	3.68%
2019	5.38%
2018	4.95%
Promedio de Inflación	5.88%

Para el proyecto se estima un costo total de \$ 57,234.74, el cual incluye costo de materiales planta externa, mano de obra de instalación de planta externa, instalación abonado y costos de ventas (publicidad y mantenimiento).

Para poder cubrir este proyecto, se considera contar con financiamiento con interés anual del 12% a un plazo de 5 años y con una cuota mensual de \$1,273.16, el cual se detalla a continuación:

Tabla No. 15 Financiamiento del préstamo

NÚMERO DE CUOTA	PRÉSTAMO	PRINCIPAL	INTERES	CUOTA TOTAL	SALDO
1	57,234.74	700.81	572.35	1,273.16	56,533.93
2	56,533.93	707.82	565.34	1,273.16	55,826.11
3	55,826.11	714.89	558.26	1,273.16	55,111.22
4	55,111.22	722.04	551.11	1,273.16	54,389.18
5	54,389.18	729.26	543.89	1,273.16	53,659.91
6	53,659.91	736.56	536.60	1,273.16	52,923.36
7	52,923.36	743.92	529.23	1,273.16	52,179.44
8	52,179.44	751.36	521.79	1,273.16	51,428.08
9	51,428.08	758.87	514.28	1,273.16	50,669.20
10	50,669.20	766.46	506.69	1,273.16	49,902.74
11	49,902.74	774.13	499.03	1,273.16	49,128.61
12	49,128.61	781.87	491.29	1,273.16	48,346.74
13	48,346.74	789.69	483.47	1,273.16	47,557.05
14	47,557.05	797.58	475.57	1,273.16	46,759.47
15	46,759.47	805.56	467.59	1,273.16	45,953.91
16	45,953.91	813.62	459.54	1,273.16	45,140.29
17	45,140.29	821.75	451.40	1,273.16	44,318.54
18	44,318.54	829.97	443.19	1,273.16	43,488.57
19	43,488.57	838.27	434.89	1,273.16	42,650.30
20	42,650.30	846.65	426.50	1,273.16	41,803.65
21	41,803.65	855.12	418.04	1,273.16	40,948.53
22	40,948.53	863.67	409.49	1,273.16	40,084.86
23	40,084.86	872.31	400.85	1,273.16	39,212.55
24	39,212.55	881.03	392.13	1,273.16	38,331.52
25	38,331.52	889.84	383.32	1,273.16	37,441.68
26	37,441.68	898.74	374.42	1,273.16	36,542.95
27	36,542.95	907.73	365.43	1,273.16	35,635.22
28	35,635.22	916.80	356.35	1,273.16	34,718.42
29	34,718.42	925.97	347.18	1,273.16	33,792.45
30	33,792.45	935.23	337.92	1,273.16	32,857.22
31	32,857.22	944.58	328.57	1,273.16	31,912.63
32	31,912.63	954.03	319.13	1,273.16	30,958.60
33	30,958.60	963.57	309.59	1,273.16	29,995.04
34	29,995.04	973.20	299.95	1,273.16	29,021.83
35	29,021.83	982.94	290.22	1,273.16	28,038.89
36	28,038.89	992.77	280.39	1,273.16	27,046.13
37	27,046.13	1,002.69	270.46	1,273.16	26,043.43
38	26,043.43	1,012.72	260.43	1,273.16	25,030.71
39	25,030.71	1,022.85	250.31	1,273.16	24,007.86
40	24,007.86	1,033.08	240.08	1,273.16	22,974.79
41	22,974.79	1,043.41	229.75	1,273.16	21,931.38
42	21,931.38	1,053.84	219.31	1,273.16	20,877.54
43	20,877.54	1,064.38	208.78	1,273.16	19,813.16
44	19,813.16	1,075.02	198.13	1,273.16	18,738.14
45	18,738.14	1,085.77	187.38	1,273.16	17,652.36
46	17,652.36	1,096.63	176.52	1,273.16	16,555.73
47	16,555.73	1,107.60	165.56	1,273.16	15,448.13
48	15,448.13	1,118.67	154.48	1,273.16	14,329.46
49	14,329.46	1,129.86	143.29	1,273.16	13,199.60
50	13,199.60	1,141.16	132.00	1,273.16	12,058.44
51	12,058.44	1,152.57	120.58	1,273.16	10,905.87
52	10,905.87	1,164.10	109.06	1,273.16	9,741.77
53	9,741.77	1,175.74	97.42	1,273.16	8,566.04
54	8,566.04	1,187.49	85.66	1,273.16	7,378.54
55	7,378.54	1,199.37	73.79	1,273.16	6,179.17
56	6,179.17	1,211.36	61.79	1,273.16	4,967.81
57	4,967.81	1,223.48	49.68	1,273.16	3,744.33
58	3,744.33	1,235.71	37.44	1,273.16	2,508.62
59	2,508.62	1,248.07	25.09	1,273.16	1,260.55
60	1,260.55	1,260.55	12.61	1,273.16	0.00

Con los datos anteriores, se elaboró un flujo neto de efectivo con financiamiento que permite evaluar la viabilidad y sustentabilidad del diseño total, por lo que, es indispensable proyectar los flujos de efectivo de los años futuros (5 años).

Haciendo uso de las fórmulas predeterminadas en Excel, se obtienen los siguientes resultados:

Se calculó el valor actual neto (VAN) es uno de los indicadores financieros para valorar y determinar la viabilidad y la rentabilidad de un proyecto de inversión, Si el VAN es mayor que 0 significa que la inversión generará beneficios, por lo que el proyecto en principio es viable. Si el VAN es menor que 0 ocurre lo contrario, el proyecto generará pérdidas, por lo que no es conveniente llevarlo a cabo. En este caso es positivo, lo que quiere decir que las ganancias se percibirán a un año de ejecutar el proyecto, con un beneficio monetario de \$515,468.22

El valor actual neto es el valor neto actualizado de una inversión, se toma la tasa de rendimiento de inversión de 12%, típica para el rubro de telecomunicaciones. para calcularlo, se suma el valor actual de todos los intervalos de tiempo del plazo de inversión (5 años) y se resta a continuación, el importe de la inversión.

=VNA (tasa (Suma valor de intervalos del plazo de inversión) + importe de la inversión)

=VNA (12% (\$30,256.05 + \$100,572.60 + \$173,048.45 + \$247,957.46 + \$325,608.22) + (-\$57,234.74))

=\$515,468.22

Tabla No. 16 Flujo neto de efectivo con financiamiento

FLUJO DE CAJA CON FINANCIAMIENTO						
CONCEPTOS	0	1	2	3	4	5
INGRESOS						
VENTAS POR SERVICIO		\$92,037.12	\$88,677.12	\$88,677.12	\$88,677.12	\$88,677.12
COSTO						
COSTOS DE INVERSIÓN		\$57,234.74	\$4,313.96	\$4,313.96	\$4,313.96	\$4,313.96
UTILIDAD BRUTA		\$34,802.38	\$84,363.16	\$84,363.16	\$84,363.16	\$84,363.16
GASTOS						
GASTOS DE OPERACIONES						
DEPRECIACION Y AMORTIZACION		\$4,930.97	\$4,930.97	\$4,930.97	\$4,930.97	\$4,930.97
GASTOS FINANCIEROS						
INTERESES FINANCIEROS		\$6,389.87	\$5,262.64	\$3,992.46	\$2,561.19	\$948.40
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		\$23,481.55	\$79,100.52	\$80,370.70	\$81,801.97	\$83,414.76
IMPUESTO SOBRE LA RENTA 30% (IR)		\$7,044.46	\$23,730.16	\$24,111.21	\$24,540.59	\$25,024.43
UTILIDAD DESPUES DEL IR		\$16,437.08	\$55,370.36	\$56,259.49	\$57,261.38	\$58,390.33
DEPRECIACION Y AMORTIZACION		\$4,930.97	\$4,930.97	\$4,930.97	\$4,930.97	\$4,930.97
AMORTIZACION DE AD						
VALOR DE RESCATE						
INVERSION EN CAPITAL DE TRABAJO						
ABONO A LA DEUDA		\$8,888.00	\$10,015.22	\$11,285.40	\$12,716.67	\$14,329.46
AMORTIZACION DEL PRESTAMO						
FINANCIAMIENTO	\$57,234.74					
FLUJO NETO DE EFECTIVO	-\$57,234.74	\$ 30,256.05	\$70,316.55	\$72,475.85	\$74,909.01	\$77,650.76
FLUJO NETO DE EFECTIVO - ACTUALIZADO ACUMULADO		\$30,256.05	\$100,572.60	\$173,048.45	\$247,957.46	\$325,608.22
PERIODO DE RECUPERACION	2					
VALOR ACTUAL NETO (VAN)	\$515,468.22					
TASA INTERNA DE RETORNO(TIR)	86.51%					
RELACION BENEFICIO COSTO	1					

Además, se calculó la Tasa Interna de Retorno (TIR) que sirve para estimar la rentabilidad de un proyecto. Asimismo, facilita la detección de riesgos y anticipa las posibles ganancias y pérdidas que pueden derivarse del mismo. Aplicando este indicador en el proyecto nos da una rentabilidad del **86.51%**, lo que significa que su rentabilidad es alta, esto conlleva que sea una buena decisión para el inversionista.

=TIR (inversión inicial; Suma valor de intervalos del plazo de inversión)

$$=TIR (\$57,234.74 + \$30,256.05 + \$70,316.55 + \$72,475.85 + \$74,909.01 + \$77,650.76)$$

=86.51%

A continuación, se muestra el cálculo de la TMAR (Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento), es la medida de rentabilidad mínima que exigen los inversores a un proyecto al que han destinado capital. Con ella se determina qué tan viable es la inversión a futuro.

Para estimarla se aplica la siguiente formula, este cumple con el propósito de estimar la rentabilidad de un negocio para los inversores.

TMAR = Índice inflacionario + Premio al riesgo

En el primer caso se considera el financiamiento que se tendrá con el préstamo para poder cubrir los costos del proyecto.

Tabla No. 17 Cálculo de la TMAR con financiamiento

Cálculo de la TMAR con financiamiento			
	Aportación %	TASA	TMAR CON FINANCIAMIENTO
INSTITUCIÓN FINANCIERA	100%	12%	12.00%
			12.00%

En el segundo caso, se considera la inflación tomando en cuenta el cálculo estimado en la tabla No. 14.

Tabla No. 18 Cálculo de la TMAR considerando la inflación

Cálculo de la TMAR considerando la inflación			
	INFLACION	TASA	TMAR
INSTITUCIÓN FINANCIERA	6%	12%	17.88%
			17.88%

Es necesario mencionar que, si la TIR es mayor o igual que la TMAR el proyecto se acepta, mientras que, si la TIR es menor que la TMAR el proyecto se rechaza, a mayor relación TIR, mayor prioridad. Por lo anterior, la inversión para el proyecto es rentable, es decir el rendimiento de la empresa es mayor que el mínimo fijado como aceptable, al ser la TIR (86.51%) mayor a la TMAR (17.88%).

10. Conclusiones

El arduo trabajo de diseñar paso a paso una red con tecnología GPON basada en estándares de certificación, nos permitió adaptar el diseño a las necesidades surgidas en el Residencial Villa San Jerónimo, para poder brindar un servicio con mayor velocidad y estabilidad a un costo accesible.

De igual manera, se logró plantear las ventajas y desventajas de utilizar la tecnología GPON, la importancia de adoptar un enfoque integral y proactivo para la modernización de las redes de telecomunicaciones, no solo para satisfacer las demandas actuales, sino también para estar preparados para las necesidades futuras en un entorno tecnológico en constante cambio, soluciones que se alineen con las demandas crecientes de ancho de banda y velocidad de transmisión de datos.

A manera general, la tecnología GPON ha demostrado su capacidad para brindar una conectividad más rápida y confiable, así como para soportar la creciente demanda de servicios de datos, voz y video. Además, se ha destacado su capacidad para reducir la complejidad operativa y mejorar la eficiencia del ancho de banda, lo que contribuye a una mayor satisfacción del cliente y a una mejora general de la experiencia del usuario.

Se cumplieron todos los objetivos planteados para la realización de este trabajo monográfico, al evaluar el desempeño del diseño en términos de calidad y estabilidad de la red, asimismo en la satisfacción de los usuarios, al ser el servicio brindado viable para los usuarios en términos económicos.

11. Recomendaciones

Una vez realizada la investigación y el diseño de la red GPON en el departamento de Masaya con ubicación en el Residencial Villa San Jerónimo, se hacen las siguientes recomendaciones:

1. Se recomienda incorporar rutas de protección y niveles de divisores de señal, con el propósito de asegurar la continuidad del servicio para los usuarios ante posibles percances en la ruta principal debido a eventos fortuitos.
2. Se sugiere realizar mantenimiento preventivo de las redes, para identificar y corregir posibles fallas, asegurando un rendimiento óptimo y calidad de la red.
3. Prever el crecimiento esperado de la red en función de la demanda proyectada de los servicios y la capacidad de usuarios, para determinar los posibles costos asociados con futuras expansiones.
4. Estar al tanto de las últimas tendencias y avances en tecnología de redes para poder implementar mejoras y actualizaciones que puedan beneficiar el rendimiento y la seguridad de la red.

Al abordar estas recomendaciones, se podrá tener una visión clara para la toma de decisiones y minimizar los posibles riesgos que se presenten al momento de la implementación.

12. Bibliografía

- [1] Etecé Editorial, «Fibra óptica,» 5 agosto 2021. [En línea]. Available: <https://concepto.de/fibra-optica/>. [Último acceso: 31 julio 2023].
- [2] Citelia, «Citelia.es,» [En línea]. Available: <https://citelia.es/blog/tipos-fibra-optica-internet/>. [Último acceso: 31 julio 2023].
- [3] «Iptel,» 2016. [En línea]. Available: [https://www.iptel.com.ar/que-es-gpon/#:~:text=La%20GPON%20\(Red%20%C3%93ptica%20Pasiva,se%20compone%20de%20fibra%20%C3%B3ptica.&text=Ahora%2C%20cobre%20y%20fibra%20%C3%B3ptica,soluciones%20adecuadas%20a%20cada%20necesidad..](https://www.iptel.com.ar/que-es-gpon/#:~:text=La%20GPON%20(Red%20%C3%93ptica%20Pasiva,se%20compone%20de%20fibra%20%C3%B3ptica.&text=Ahora%2C%20cobre%20y%20fibra%20%C3%B3ptica,soluciones%20adecuadas%20a%20cada%20necesidad..) [Último acceso: 30 julio 2023].
- [4] NeoBroadband, «NeoBroadband,» 12 julio 2021. [En línea]. Available: <https://neobroadband.net/elementos-de-la-red-gpon/>. [Último acceso: 31 julio 2023].
- [5] «Jvs-informatica,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.jvs-informatica.com/blog/glosario/adsl/>. [Último acceso: 15 junio 2023].
- [6] ikastaroak, s.f. [En línea]. Available: https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/IEA/ICTV/ICTV07/es_IEA_ICTV07_Contenidos/website_111_tipos_de_seales_utilizadas_en_la_transmision.html. [Último acceso: 30 julio 2023].
- [7] LeandroGG68, «elcajondeelectronico,» 27 febrero 2017. [En línea]. Available: <https://elcajondeelectronico.com/cable-multipar/>. [Último acceso: 15 junio 2023].
- [8] E. TELECOMUNICACIÓN, «ELECTROSON TELECOMUNICACIÓN,» sf. [En línea]. Available: <https://www.electrosontelego.com/producto/caja-terminal-multiservicio-10-pares/>. [Último acceso: 31 julio 2023].

- [9] A. Moreno, «HUAWEI,» 6 junio 2023. [En línea]. Available: <https://forum.huawei.com/enterprise/es/%25C2%25BFqu%25C3%25A9-es-el-gabinete/thread/667241400393154560-667212884440133632>. [Último acceso: 31 julio 2023].
- [10] INIDE, «VIII Censo de población y IV de vivienda,» 2005. [En línea]. Available: <https://www.inide.gob.ni/docu/censos2005/CifrasCompleto.pdf>.
- [11] We Are Social & Meltwater, «Digital 2023 Nicaragua,» Kepios Pte. Ltd., 13 febrero 2023. [En línea]. Available: <https://datareportal.com/reports/digital-2023-nicaragua>. [Último acceso: 31 agosto 2023].
- [12] I. B. T. Mejía, «Evaluación del proceso de migración de tecnología ADSL a fibra óptica bajo el estándar G.984.X Gpon. caso de estudio Macas, Morona Santiago,» enero 2019. [En línea]. Available: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/9443>. [Último acceso: 30 julio 2023].
- [13] Citelia, «Citelia.es,» sf. [En línea]. Available: <https://citelia.es/blog/gpon/>. [Último acceso: 10 agosto 2023].
- [14] M. Josan, «Naseros,» 13 marzo 2017. [En línea]. Available: <https://naseros.com/2017/03/13/como-funciona-una-conexion-de-fibra-gpon-y-ftth/>.
- [15] P. telecom, «Perfi telecom,» sf. [En línea]. Available: <https://perfi.tel/que-es-gpon/>. [Último acceso: 13 agosto 2023].
- [16] DISMATEL.NET, s.f. [En línea]. Available: <https://dismatel.net/es/producto/poste-metalico-para-telefonía-tv-y-transmision-de-datos/>.

- [17] CISCO, «Comprender la tecnología GPON,» 09 noviembre 2022. [En línea]. Available: <https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/switches/catalyst-pon-series/216230-understand-gpon-technology.html>.
- [18] ANVIMUR TELECOMUNICACIONES, s.f. [En línea]. Available: <https://www.anvimur.com/es/material-fibra-optica/1907-ont-huawei-eg8245w5-6t-4ge-2telf-1usb-wi-fi-245g-ac-5dbi.html>.
- [19] L. Mendez, «Todofibraoptica,» 24 septiembre 2021. [En línea]. Available: <https://todofibraoptica.com/redes-pon-de-telecomunicaciones-con-splitters-simetricos-y-desbalanceados/>.
- [20] L. E. L. Rueda, «Diseño de la Red de Acceso de la Universidad Nacional de Loja, basada en la tecnología Gpon (Gigabit Passive Optical Network),» Loja, Ecuador, 2015.
- [21] Cable Servicios S:A, «OTT PLAYER ZTE ZXV10 866v2,» s.f. [En línea]. Available: <https://cableservicios.com/zxv10-b866v2k-reproductor-multimedia-android-tv-con-video-4k-a-60fps-e-inteligencia-artificial>. [Último acceso: 10 septiembre 2023].
- [22] «casadelcable.com,» 8 marzo 2021. [En línea]. Available: <https://www.casadelcable.com/https-blog-casadelcable-com-blog-qu%C3%A9-es-el-cable-utp-categor%C3%ADa-6/>.
- [23] «Transfer Multisort Elektronik S.L.U.,» 12 agosto 2019. [En línea]. Available: <https://www.tme.eu/es/news/library-articles/page/21817/Cable-optico-todo-lo-que-deberias-saber/>.
- [24] PROMAX, 26 septiembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/>.

- [25] CyberPuerta, s.f. [En línea]. Available: <https://www.cyberpuerta.mx/Computo-Hardware/Cables/Accesorios-para-Cables/Conectores/Panduit-Conector-Cat6-RJ-45-de-8-Posiciones-Transparente-Paquete-de-100-Piezas.html>.
- [26] «SYSCOM Blog - Seguridad, Networking, Telecomunicaciones y Sistemas de Energía.,» 02 septiembre 2022. [En línea]. Available: <https://www.syscomblog.com/2022/09/solucion-de-herrajes-para-instalacion.html>.
- [27] Banco Central de Nicaragua, «Informe Anual,» 2018 al 2022. [En línea]. Available: https://www.bcn.gob.ni/publicaciones/informe_anual.
- [28] Rodriguez, Asis, «Fibraopticahoy,» 16 abril 2014. [En línea]. Available: <https://www.fibraopticahoy.com/que-cable-de-fibra-optica-es-el-optimo-para-mi-instalacion/>. [Último acceso: 31 julio 2023].
- [29] Worton, «community.fs,» 09 julio 2021. [En línea]. Available: <https://community.fs.com/es/blog/what-kind-of-fiber-patch-cord-should-i-choose.html>. [Último acceso: 31 julio 2023].
- [30] Syscom, «syscom.mx,» sf. [En línea]. Available: <https://www.syscom.mx/producto/V1600G-2B-V-SOL-204501.html>. [Último acceso: 31 julio 2023].
- [31] FiberSystems, «Terminal de Red Óptica,» s.f. [En línea]. Available: https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fes.made-in-china.com%2Ftag_search_product%2FOptic-Fiber-Modem_inseeun_1.html&psig=AOvVaw1YKmbSQOENmPcv0avhWNvX&ust=1686884843419000&source=images&cd=vfe&ved=0CBEQjRxqFwoTCMjvgYGmxP8CFQAAAAAdAAAAABAK. [Último acceso: 25 junio 2023].
- [32] SilexFiber, «SilexFiber,» sf. [En línea]. Available: <https://silexfiber.com/producto/divisor-splitter-optico-plc-planar-sc-apc/>. [Último acceso: 31 julio 2023].

- [33] Conelectronica.com, «Armarios de Distribución Óptica (ODF),» 27 noviembre 2013. [En línea]. Available: <https://www.conelectronica.com/fibra-optica/cajas-de-distribucion/armarios-de-distribucion-optica-odf>. [Último acceso: junio 2023].
- [34] G. d. L. Zúñiga, «Optronics,» 31 marzo 2021. [En línea]. Available: <https://optronics.com.mx/conectividad/views/blog/detalle/116-codigo-de-colores-fibra-optica>. [Último acceso: 31 julio 2023].
- [35] A. B. Ortiz, «Adslayuda,» sf. [En línea]. Available: <https://www.adslayuda.com/vdsl/>. [Último acceso: 31 julio 2023].

13. Anexos

Encuesta realizada a 103 habitantes del residencial Villa San Jerónimo:

Estimado usuario:

En el marco de nuestra iniciativa para mejorar los servicios de conectividad y ofrecer una experiencia de banda ancha de alta velocidad, estamos considerando la migración de la red ADSL a una red GPON. Su opinión es fundamental para asegurar que esta actualización cumpla con sus necesidades y expectativas. Le agradecemos que se tome unos minutos para responder a esta encuesta.

1. ¿cuenta con servicio de internet?

- Si
- No

2. ¿Qué tipo de tecnología posee para conexión a internet?

- ADSL
- HFC

3. ¿Cuál es la velocidad contratada?

- 512 kbps
- 1 Mbps
- 3 Mbps
- 5 Mbps
- 8 Mbps
- 10 Mbps

4. ¿Cómo ha sido la experiencia con su servicio actual?

- Malo
- Regular
- Bueno
- Excelente

5. ¿ha experimentado problemas de velocidad o estabilidad en su conexión actual?

- Si, Frecuentemente

- Si, Ocasionalmente
- No, Rara vez
- No, nunca

6. ¿con que frecuencia utiliza servicio de streaming?

- Diario
- Ocasionalmente
- Poco

7. ¿Estaría dispuesta a migrar a una nueva tecnología que le ofrezca una mejor experiencia en su navegación?

- No
- Si
- Talvez

8. ¿Estaría dispuesto a pagar un poco más por este nuevo servicio?

- No
- Si
- Talvez

9. ¿Qué tan importante es para usted contar con internet de alta velocidad?

- No
- Si

¡Gracias por su apoyo brindado!

FACTURA PRO FORMA
No. 00862



Fecha de emisión 13/10/2023

Datos del cliente

Nombre de la empresa y/o Remitente: Marvin Bejarano

Dirección

Datos del emisor

Nombre de la empresa:
 E&E Ingeniería

Dirección: Managua, Nicaragua, Villa Libertad, de la terminal ruta 112 75vrs al sur 1 cuadra al este.

CANTIDAD	DETALLES	PRECIO UNITARIO	TOTAL, DE LÍNEA
78	Servicio de Instalación Poste 8/60	\$14,00	\$1092,00
3410	Servicio de Instalación de Fibra óptica aérea 12h,24h,48h	\$0,90	\$3069,00
4	Servicio de Instalación de Hub Box	\$20,00	\$80,00
1	Servicio Instalación ODF tipo Rack de 12 pos	\$15,00	\$15,00
1	Servicio instalación Mufa Fosc 400 ^v /8	\$9,00.	\$9,00
20	Servicio Fusiones de Fibra óptica	\$6,00.	\$120,00
18	Servicio Instalación FO Preconec 100m,120m,150m	\$50,00.	\$900,00
6	Servicio Instalación FO Preconec 180m.,200m	\$70,00.	\$420,00
3	Servicio Instalación FO Preconec 300m,350m	\$180,00.	\$540,00
		Total	\$6,245,00
		TOTAL	\$6,245,00

Figura No. 54 Factura proforma de servicio de instalación planta externa

TelExport SA Tu Mejor Opcion en Insumos de Telecom Tel: +505 8435328 NIT: N/A		Cotización			
Cliente: Marvin Bejarano Nit: N/A Dirección: Del Parque 3 al sur, casa a11 Teléfono: 5880 9529 Ciudad: Nindiri, Masaya		Fecha: 18/11/2023 N° Cotización: 9735 Fecha Vencimiento: 28/11/2023 Impuesto:			
Item	Productos	Cant	Precio	Sub-Total	Valor Total
1	Poste Exagonal Metalico 8/60	78	90	\$ 7,020	\$ 7,020
2	Poste Exagonal Metalico 9/120	1	120	\$ 120	\$ 120
3	Mofa Fosc 400 A/8	1	30	\$ 30	\$ 30
4	Cruceta Galvan Tipo Cruz	7	30	\$ 210	\$ 210
5	ODF Pigt Canova 12 P	1	88	\$ 88	\$ 88
6	Cinta Bandit 3/4 Box30m	2	16	\$ 32	\$ 32
7	Hebillas Bandit 100und	3	17	\$ 51	\$ 51
8	Fibra Optica ADSS 12f 2k condumex	3402	0.9	\$ 3,062	\$ 3,062
9	Caja Empalme Main Gpon	4	30	\$ 120	\$ 120
10	Caja Multiplexora de Pase	28	15	\$ 420	\$ 420
11	Caja Multiplexora de Terminal	4	16	\$ 64	\$ 64
12	Fibra Preconectorizada conector Inter/889 50m	2	65.15	\$ 130	\$ 130
13	Fibra Preconectorizada conector Inter/889 100m	8	93	\$ 744	\$ 744
14	Fibra Preconectorizada conector Inter/889 150m	8	121.85	\$ 975	\$ 975
15	Fibra Preconectorizada conector Inter/889 200m	6	150	\$ 900	\$ 900
16	Fibra Preconectorizada conector Inter/889 300m	2	204.83	\$ 410	\$ 410
17	Fibra Preconectorizada conector Inter/889 350m	1	232	\$ 232	\$ 232
TÉRMINOS Y CONDICIONES 1. Al cliente se le cobrara después de aceptar la cotización 2. El pago será debitado antes de la entrega de bienes y servicios 3. Enviar la cotización firmada el email indicado anteriormente Firma: _____				Sub-Total \$ 14,608 IVA \$ 2,775 Total \$ 17,383	
Si usted tiene alguna pregunta sobre esta cotización, póngase en contacto con nosotros Cel: 58051511 - telexportsa@gmail.com Gracias Por Hacer Negocios Con Nosotros					

Figura No. 55 Cotización de materiales planta externa

Telecomunicaciones - Proforma

Telf.: 2520-3525

Correo electrónico:
ventas.cooperativas@telecomunicaciones.com

Factura para RED GPON - Residencial Villa San Jeronimo Teléfono: 58809529

N.º de proforma: 43689

Fecha de proforma: 4/10/2023

Condición de pago: Crédito 30 días

Item	Descripción	Cant.	Precio por unidad	Unidad de medida	Precio
1	CABLE UTP CATEGORIA 6 664466CM	2,000.00	C\$ 0.46	Mt	C\$ 920.89
2	CABLE OPTICO MOAVD 1 FIBR 500M 69110011A	6,000.00	C\$ 0.26	Mt	C\$ 1,554.36
3	HUAWEI ROSETA OPTICA ATB3101	400.00	C\$ 5.71	Unidad	C\$ 2,284.19
4	HUAWEI CONECTOR MECÁNICO FMC2104-SA	448.00	C\$ 2.50	Unidad	C\$ 1,121.35
5	HERRAJE TENCLAMP S DROP F8 ICT3103-A1	448.00	C\$ 0.43	Unidad	C\$ 193.89
6	RJ45, CAT 6 PANDUIT	448.00	C\$ 1.07	Unidad	C\$ 478.93
7	OTT PLAYER ZTE ZXV10 866v2	224.00	C\$ 54.06	Unidad	C\$ 12,109.28
8	ONT GPON HUAWEI HG8245W5-6T	224.00	C\$ 56.01	Unidad	C\$ 12,545.56
9	CONTROL UNIVERSAL ECOSS IPTV AN4804-OTT	224.00	C\$ 2.85	Unidad	C\$ 637.89
					C\$ -
					C\$ -
					C\$ -
Subtotal de la factura					C\$ 31,846.34
IVA 15%					C\$ 4,776.95
Proforma valida por 30 días.					
TOTAL					C\$ 36,623.30

Figura No. 56 Presupuesto de instalación para el abonado (cliente)