



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

**MENCIÓN REDES DE COMUNICACIONES**

**PROYECTO DE TESIS**

**TÍTULO DE LA DISERTACIÓN**

DISEÑO Y PROPUESTA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE  
INFRAESTRUCTURA DE BANDA ANCHA GPON DE LA EMPRESA  
SPEEDYCOM CIA. LTDA. PARA LA AMPLIACIÓN DE COBERTURA EN LA  
CIUDAD DE AMBATO.

**NOMBRE**

RUIZ NARVAEZ LUIS ALBERTO

**QUITO, 2022**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedico a mi esposa Daniela y a mi hijo Felipe quienes son mi ayuda incondicional, mi fortaleza, el motor por el cual decido superarme todos los días, con mucho amor para ustedes.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios dueño de mi todo quien me guía y me permite seguir adelante.

A mi familia quienes me motivan a seguir luchando cada día, forjando un futuro mejor para mi hijo.

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE.....	4
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
CAPITULO I.....	11
1. SUSTENTO TEÓRICO.....	11
1.1 ANTECEDENTES O MARCO REFERENCIAL.....	11
1.2 MARCO TEÓRICO.....	13
1.2.1 ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO.....	13
1.2.2 FUNDAMENTOS DE FIBRA ÓPTICA.....	13
1.2.3 FIBRA ÓPTICA.....	14
1.2.4 PÉRDIDA EN LOS CABLES DE FIBRA ÓPTICA.....	17
1.2.5 CLASES DE FIBRA ÓPTICA.....	19
1.2.6 TIPOS DE FIBRA ÓPTICA.....	25
1.2.7 SISTEMA DE COMUNICACIÓN.....	27
1.2.8 TECNOLOGÍA DE RED ACCESO FTTx.....	38
1.2.9 RED GPON.....	39
1.2.10 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE CÓDIGO ABIERTO (QGIS) .....	44
1.3 EMPRESA SPEEDYCOM CIA.LTDA.....	47
CAPITULO II.....	49
2. ZONAS RURALES SIN ACCESO AL SERVICIO DE INTERNET A TRAVÉS DE RED GPON Y TITULOS HABILITANTES.....	49
2.1. TITULOS HABILITANTES.....	52
2.1.1. ARCOTEL.....	52
2.1.2. SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES.....	52
2.1.3. OBLIGACIONES DE LOS PRESTADORES DE SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES.....	52
CAPITULO III.....	54
3. DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE RED DE BANDA ANCHA GPON (QGIS).....	54
3.1. DELIMITACIÓN DE SECTORES.....	54
3.1.1. ZONA 1.....	55
3.1.2. ZONA 2.....	56
3.1.3. ZONA 3.....	56
3.1.4. ZONA 4.....	57
3.1.5. ZONA 5.....	57

3.1.6. ZONA 6.....	58
3.1.7. ZONA 7.....	58
3.1.8. ZONA 8.....	59
3.1.9. ZONA 9.....	59
3.1.10. ZONA 10.....	60
3.1.11. ZONA 11.....	60
3.1.12. ZONA 12.....	61
3.1.13. ZONA 13.....	61
3.1.14. ZONA 14.....	62
3.1.15. ZONA 15.....	62
3.1.16. ZONA 16.....	63
3.1.17. ZONA 17.....	63
3.1.18. ZONA 18.....	64
3.1.19. ZONA 19.....	64
3.1.20. ZONA 20.....	65
3.1.21. ZONA 21.....	65
3.1.22. ZONA 22.....	66
3.1.23. ZONA 23.....	66
3.1.24. ZONA 24.....	67
3.1.25. ZONA 25.....	67
3.1.26. ZONA 26.....	68
CAPITULO IV.....	69
4. ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO.....	69
4.1. EQUIPOS.....	69
4.1.1. TARJETA 16 GPON C++ PARA OLT HUAWEI.....	69
4.1.2. ONT ECOLIFE EG8145V5.....	70
4.1.3. SPLITTER.....	73
4.1.4. MANGAS.....	73
4.1.5. ODF.....	74
4.2. DIMENCIONAMIENTO DE MATERIAL.....	74
4.2.1. SPLITTER Y ONT.....	74
4.2.2. FIBRA POR TRAYECTO.....	78
4.2.3. NAPS.....	80
4.2.4. MANGAS.....	92
4.3. PRESUPUESTO DE ÓPTICO.....	92
4.4. PRESUPUESTO DE MATERIALES.....	104
4.4.1. VALOR ACTUAL NETO VAN.....	107

CAPITULO V.....	109
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	109
5.1. RESULTADO.....	109
5.2. CONCLUSIONES.....	109
5.3. RECOMENDACIONES.....	110
6. BIBLIOGRAFÍA.....	111

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de aplicación de Fibra Óptica en enlaces Ethernet.....	21
Tabla 2. Aplicaciones de un LED en Ethernet.....	29
Tabla 3. Aplicaciones en redes Ethernet con transmisión serial.....	29
Tabla 4. Comparación receptores ópticos PIN y APD.....	30
Tabla 5. Tipos de Pulido.....	34
Tabla 6. Formatos QGIS.....	46
Tabla 7. Herramientas de QGIS.....	47
Tabla 8. Herramientas de edición QGIS.....	48
Tabla 9. Población de 5 y más años por uso de Internet en Tungurahua.....	51
Tabla 10. Especificaciones Técnicas.....	71
Tabla 11. Especificaciones de ONU EG8145V5.....	72
Tabla 12. Especificaciones.....	74
Tabla 13. Características.....	75
Tabla 14. Características ODF.....	75
Tabla 15. Dimensionamiento de equipos.....	76
Tabla 16. Número de ONUs.....	78
Tabla 17. Total de Splitters.....	78
Tabla 18. Fibra óptica por trayecto.....	78
Tabla 19. NAPS por zona.....	80
Tabla 20. Mangas por zona.....	92
Tabla 21. Presupuesto óptico por zona.....	92
Tabla 22. Cantidad de bobinas de fibras y costos.....	104
Tabla 23. Cantidad de materiales y costo.....	104
Tabla 24. Carta comercial.....	106
Tabla 25. Incremento anual de clientes al 15%.....	107
Tabla 26. Porcentaje de usuarios por plan acceso.....	107

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. División del Espectro Electromagnético.....	13
Figura 2. Esquema de una Fibra Óptica.....	14
Figura 3. Fibra Óptica.....	15
Figura 4. Estructura de un cable de Fibra Óptica.....	15
Figura 5. Dispersión Modal.....	18
Figura 6. Componentes de Dispersión Cromática para una fibra monomodo estándar G.652....	18
Figura 7. Dispersión Cromática del Material.....	19
Figura 8. Dispersión Cromática según la Longitud de Onda.....	19
Figura 9. Tipos de Fibra Óptica.....	20
Figura 10. Transmisión en una fibra de índice gradual, una fibra de índice escalonado y su estructura.....	22
Figura 11. Transmisión en una fibra monomodo y su estructura.....	23
Figura 12. Ensanchamiento de los pulsos de luz.....	24
Figura 13. Radio de curvatura.....	25
Figura 14. Estructura de la Fibra de Tubo Holgado.....	26
Figura 15. Cable Tight Buffer para interior/exterior.....	26
Figura 16. Cable Aéreo ADSS.....	26
Figura 17. Cables Planos.....	27
Figura 18. Cable OPGW.....	27
Figura 19. Cable figura 8.....	28
Figura 20. Encapsulamiento.....	29
Figura 21. Diodo Laser.....	29
Figura 22. Receptor óptico.....	30
<i>Figura 23. Estructura del detector PIN.....</i>	<i>31</i>
Figura 24. Polarización del diodo PIN.....	31
Figura 25. Estructura del detector APD.....	32
Figura 26. Polarización del receptor APD.....	32
Figura 27. Tipos de conectores.....	32
Figura 28. Conector FC.....	33
Figura 29. Conector ST.....	33
Figura 30. Conector LC.....	34

Figura 31. Conector SC.....	34
Figura 32. Pulidos del ferrule de fibra óptica: PC, UPC y APC.....	35
Figura 33. Interconexión de equipos pasivos y activos mediante patch cord.....	35
Figura 34. Pigtail.....	36
Figura 35. ODF para RACK y ODF para mural.....	36
Figura 36. Rack de piso.....	37
Figura 37. Manga mecánica lineal y Manga tipo domo.....	37
Figura 38. Herraje tipo A.....	38
Figura 39. Herraje tipo B.....	38
Figura 40. Redes de acceso FTTx.....	39
Figura 41. Downstream Data.....	40
Figura 42. Upstream Data.....	40
Figura 43. OLT HUAWEI.....	41
Figura 44. Funcionamiento Interno de la tarjeta.....	41
Figura 45. Armario de red GPON.....	42
Figura 46. Divisor Óptico.....	42
Figura 47. Esquema de una ODN.....	43
Figura 48. Caja de Distribución.....	43
Figura 49. Roseta óptica.....	44
Figura 50. ONT HUAWEI.....	44
Figura 51. QGIS Sistema de Información Geográfica.....	45
Figura 52. QGIS Sistema de Información Geográfica.....	45
Figura 53. Organigrama de la empresa SPEEDYCOM.....	49
Figura 54. Uso de internet.....	50
Figura 55. Porcentaje de personas que utilizan internet.....	50
Figura 56. Población de 5 y más años por uso de Internet en Tungurahua.....	52
Figura 57. Zona de la distribución de la red GPON.....	55
Figura 58. Zona 1 centro norte Cevallos (QGIS).....	56
Figura 59. Zona centro sur de Cevallos.....	57
Figura 60. Zona Cevallos Mirador.....	57
Figura 61. Zona Cevallos el Tambo.....	58
Figura 62. Zona el Tambo Andignato.....	58

Figura 63. Zona centro norte Quero.....	59
Figura 64. Zona centro Quero.....	59
Figura 65. Zona Centro Sur Quero.....	60
Figura 66. Zona Centro Pniguili el Rosal.....	60
Figura 67. Zona El Porvenir.....	61
Figura 68. Zona Sur de Mocha Yanayacu.....	61
Figura 69. Zona Centro de Mocha.....	62
Figura 70. Zona Centro de Mocha.....	62
Figura 71. Zona Sur de Mocha.....	63
Figura 72. Zona Santo Domingo de Cevallos.....	63
Figura 73. Zona Santa Rosa de Cevallos.....	64
Figura 74. Zona la Florida de Cevallos.....	64
Figura 75. Zona centro Montalvo.....	65
Figura 76. Zona Montalvo Alobamba.....	65
Figura 77. Zona Alobamba Centro.....	66
Figura 78. Zona Alobamba Tisaleo.....	66
Figura 79. Zona Sur Tisaleo.....	67
Figura 80. Zona Centro Norte Tisaleo.....	67
Figura 81. Zona Centro Tisaleo.....	68
Figura 82. Zona Manzana de Oro el Empalme.....	68
Figura 83. Zona el Empalme.....	69
Figura 84. Tarjeta 16 puertos SFP GPON.....	70
Figura 85. 4GE+1POST+2 WIFI Huawei GPON ONU EG8145V5.....	74
Figura 86. Splitter óptico.....	74
Figura 87. ODF.....	75

# CAPITULO I

## 1. SUSTENTO TEÓRICO

### 1.1 ANTECEDENTES O MARCO REFERENCIAL

Con la revisión de varios trabajos de investigación, relacionados con diseño de redes GPON, se procede a describir varias prácticas de mayor relevancia en los últimos tiempos tenemos que:

El acceso al Internet del hogar ha ido cambiando desde su primera aparición con el Dial-Up el cual se realizaba mediante telefonía fija, con velocidades bajas y con ruido en la línea, posteriormente, llegaron las conexiones dedicadas mejorando la capacidad con compartición 8:1, el cual se transmitía por medio de un cable coaxial guiado o par telefónico, hasta llegar conexiones de alta velocidad, mejorando las velocidades por medio de la fibra óptica llegando directamente al hogar (Aldaz, 2016). Es por eso que Aldaz (2016), realiza un diseño de dos pétalos en esa población, logrando llegar a más hogares, reduciendo costos y mejorando las velocidades, teniendo como recomendaciones realizar un presupuesto óptico con parámetros que estén en el rango óptimo para los receptores y las potencias de distribución.

Castro & Rolando (2019), menciona que el diseño de una red FTTH GPON, es totalmente escalable en comparación con los diseños de red inalámbricos y basados en cobre, los cuales tienen limitaciones en el ancho de banda y las distancias de cobertura, gracias a ello logró implementar una red de fibra óptica ideal para video vigilancia permitiéndole manejar velocidades grandes velocidades de subida y de bajada, otra de las ventajas de la infraestructura de red de fibra óptica basado en el estándar GPON, es los costos al momento de implementar la red GPON debido a que los equipos pasivos no necesitan energía para su funcionamiento, disminuyendo costos de mantenimiento y su tiempo de instalación.

Según Velasco (2018), en el que realizó un diseño FTTH permitiéndole llegar con fibra hasta el domicilio del usuario soportando un ancho de banda adecuado, el cual brinda un servicio adecuado para las aplicaciones servicios que requieran los mismos, además de tener una gran escalabilidad ya que si se desea aumentar el número de abonados solo se deben aumentar tarjetas de servicio GPON y utilizar hilos libres del cable feeder que sean necesarios o que se requieran a futuro para aumentar la zona de cobertura.

En la obra de Chayña (2017), se realizó un diseño de red basado en la tecnología FTTH debido a que es una buena opción gracias a que usa fibra óptica desde el nodo hasta el cliente y siendo una red pasiva sin necesidad de equipos eléctricos que puedan causar problema en el tiempo, además en el trabajo indicado se recomienda reunir gran cantidad de información sobre la tecnología que se va a implementar, y tener en consideración los estándares vigentes en su última versión, así como en versiones pasadas.

Así mismo, Heredia (2016), menciona que gracias al crecimiento tecnológico y al concepto de “ciudad inteligente”, se requiere de una tecnología robusta que permita la comunicación a grandes velocidades llegando a la conclusión que una de las soluciones es la infraestructura GPON la cuál soporta los cambios tecnológicos teniendo un buen funcionamiento, además tiene la ventaja de soportar mayor ancho de banda sin ver la necesidad de realizar cambios de en la red pasiva ya que únicamente se debe realizar actualización en los equipos activos.

En el mismo sentido, Chauca (2020) en su proyecto muestra el diseño para migrar a usuarios de una red ADSL a red FTTH, debido a la necesidad de incrementar la velocidad de navegación ya que tenían una tecnología obsoleta, teniendo como ventajas mayor velocidad en ancho de banda y mejora en la conectividad y el acceso a la red del Internet.

Tinoco (2011), menciona que en la actualidad se ve la necesidad que la tasa de datos sea mucho mayor, debido a que redes Legacy se ven saturadas y generan un cuello de botella, por otro lado las redes FTTH (Fibra hasta el hogar) no tienen ese limitante logran liberarse del problema en cuanto a la velocidad de transmisión llegando a anchos de banda teóricamente ilimitados. Las redes emplean elementos pasivos para su despliegue de red, y gracias a que no necesitan de electrónica compleja, no se ven afectados por daños o envejecimiento acelerado y no tienen la necesidad de equipos adicionales para mantener equipos a una temperatura adecuada para su funcionamiento lo que le permite a la red permanecer por más tiempo y disminuye el costo en mantenimiento.

En los trabajos recopilados se ve la importancia de proveer internet con fibra óptica a los hogares debido a las velocidades de navegación que se logran, es por ellos que se ve la importancia de diseñar una red GPON ya que existen sectores de la zona rural de

Ambato que no cuentan con proveedores de internet o que los proveedores no superan la velocidad de navegación de 10 megas y no logran cubrir zonas distantes de la urbe y brindar un mejor servicio.

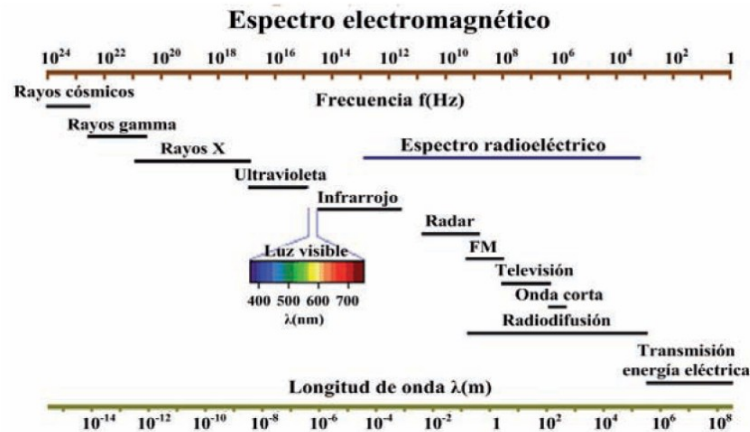
## 1.2 MARCO TEÓRICO

### 1.2.1 ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

Es un grupo de ondas electromagnéticas distribuidas energéticamente, lo que quiere decir que es el conjunto de todas las frecuencias posibles de las ondas electromagnéticas. (Huidobro & Ordóñez, 2014).

Cubren una gran variedad de frecuencias o de longitudes de onda, clasificándose por su principal fuente de producción o aplicación (Chuquitarco, 2009).

Los equipos ópticos y la fibra óptica trabajan dentro de la región del infrarrojo y de la luz visible, siendo identificadas a través en la longitud de onda desde los 400 a los 700 nm la cual es visible para el ojo humano, como se muestra en la figura 1 (Barrera, 2014).

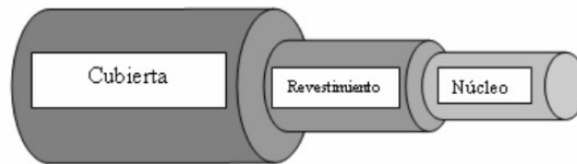


*Figura 1.* División del Espectro Electromagnético.  
Tomado de: (Huidobro & Ordóñez, 2014).

### 1.2.2 FUNDAMENTOS DE FIBRA ÓPTICA

La fibra óptica trabaja mediante las leyes de la reflexión y la refracción de la luz, lo que permite que el haz de luz rebote con la superficie de dos materiales de distintas frecuencias, parte de la luz reflejada permanece en el primer medio y la otra parte se refracta logrando pasar al segundo medio (Ruíz, 2013).

La fibra óptica está principalmente conformada por: el núcleo (core) y el revestimiento (cladding) y además estos están conformados por una cubierta o recubrimiento (coating) cuya función es proteger al núcleo y revestimiento. La construcción del núcleo y el revestimiento es desde las capas concéntricas del material transparente por la cual viaja la radiación electromagnética (Peña, 2008).



*Figura 2.* Esquema de una Fibra Óptica.  
Tomado de: (Peña, 2008).

La fibra óptica es diseñada de acuerdo con su funcionalidad, lo que hace variar su tamaño, uno de los principales usos de la fibra óptica es en las telecomunicaciones y para la iluminación. Las medidas del diámetro de la fibra óptica para las telecomunicaciones es de  $125\mu\text{m}$  y los  $500\mu\text{m}$ . Mientras que por otra parte las fibras empleadas para iluminación tienen un diámetro de hasta 6mm o más (Peña, 2008).

### 1.2.3 FIBRA ÓPTICA

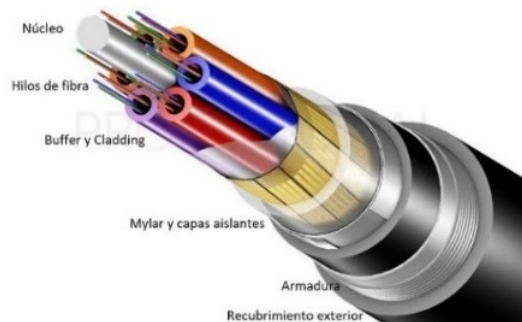
Una fibra flexible se obtiene mediante el proceso de extrudir el vidrio a altas temperaturas obteniendo un filamento delgado y hueco de dimensiones de unas cuantas micras de diámetro (Santamaría, 2015), el cual sirve de guía para una onda luminosa, para que la guía de onda luminosa sea uniforme se controla el proceso de elaboración permitiendo que el índice de refracción de su núcleo evite desviaciones (Barrera, 2014).

Existen 3 tipos de fibra de acuerdo a sus componentes (Tomasi, 2003):

1. Núcleo y forro de plástico
2. Núcleo de vidrio con forro de plástico (o llamados fibras PCS)
3. Núcleo de vidrio y forro de vidrio (o llamados SCS)

Las fibras de núcleo de plástico presentan ventaja por la flexibilidad y debido a que las capas de plástico son más robustas, su instalación es menos complicada y su resistencia mayor a los esfuerzos, tienen un costo más accesible y pesan 60% menos que las de cubierta de vidrio, una de sus limitaciones es que no propaga la luz con tanta eficiencia

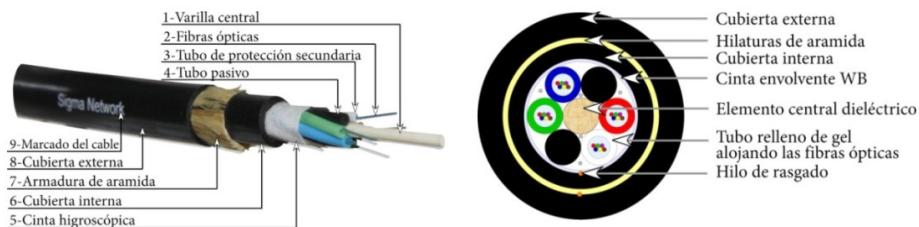
y su uso se limita a cortas distancias a diferencia de las de núcleo de vidrio que evitan atenuaciones a larga distancia (Tomasi, 2003).



**Figura 3.** Fibra Óptica.  
Tomado de: (Castillo, 2019).

### 1.2.3.1 ESTRUCTURA DE LA FIBRA ÓPTICA

Está conformado por un grupo de elementos con el fin de proteger las fibras ópticas que se encuentran en su interior. Las fibras ópticas individuales tienen propiedades ópticas y de transmisión las cuales no dependen de las distintas protecciones (SigmaNetwork, 2022).



**Figura 4.** Estructura de un cable de Fibra Óptica  
Tomado de: (SigmaNetwork, 2022).

#### 1.2.3.1.1 VARILLA CENTRAL

Está conformada con una varilla de fibra de vidrio compactada con resina. Permitiendo que la fibra sea resistente a la manipulación. Para evitar las compresión y descompresión del recubrimiento con los cambios de temperatura se tiene un coeficiente de dilatación muy bajo (SigmaNetwork, 2022).

#### **1.2.3.1.2 RECUBRIMIENTO SECUNDARIO (BUFFER)**

El Buffer genera una cubierta a las fibras, de esta forma divide a las fibras por código de colores permitiendo identificarlos a la hora de la instalación. Además evitan la penetración de agua por medio de un gel (SigmaNetwork, 2022).

#### **1.2.3.1.3 TUBO PASIVO**

Son tubos que tienen como objetivo dar la forma y brindar la protección. (SigmaNetwork, 2022).

#### **1.2.3.1.4 CINTA HIDROSCÓPICA**

Es una cinta que enrollar los tubos evitando la humedad en el cable (SigmaNetwork, 2022).

#### **1.2.3.1.5 CUBIERTA INTERNA**

Es un revestimiento plástico que reúne a todos los elementos de la fibra (SigmaNetwork, 2022).

#### **1.2.3.1.6 ARMADURA DE ARAMIDA**

El blindaje de aramida protege a la fibra del entorno donde va a estar expuesta durante su montaje (SigmaNetwork, 2022).

#### **1.2.3.1.7 CUBIERTA EXTERNA**

Este revestimiento se localiza en la parte externa de la fibra y va a estar expuesta mientras se realiza la instalación y toda su vida útil. Los cables de fibra óptica tienen dos tipos de cubierta(SigmaNetwork, 2022):

##### **A. POLIETILENO DE ALTA O BAJA DENSIDAD**

Es utilizado en exteriores, debido a que en su composición se añade un aditivo llamado “humo negro” el cual evita que la radiación le deteriore al cable ya que se encuentra a la intemperie y logra que la humedad ingrese de forma transversal gracias a su baja porosidad logrando presentar un bajo coeficiente de fricción facilitando que la fibra pueda ingresar por tubos de una forma más sencilla (SigmaNetwork, 2022).

## **B. TERMOPLÁSTICO IGNÍFUGO LSZH (LOW SMOKE ZERO HALOGEN)**

Es un plástico que no tiene cubierta de polietileno por lo que son más flexibles facilitando el trabajo en instalaciones de interiores, aunque también se puede usar en exteriores, posee también la ventaja de no propagar el fuego en caso de incendio (SigmaNetwork, 2022).

### **1.2.3.1.8 MARCA DEL CABLE**

Es una marca situada a un metro de distancia el cual muestra la información del tipo de cable, la longitud y el tipo de fibra (SigmaNetwork, 2022).

## **1.2.4 PÉRDIDA EN LOS CABLES DE FIBRA ÓPTICA**

Una de las características más importantes en la fibra óptica es la pérdida de potencia conocida como atenuación (SigmaNetwork, 2022).

### **1.2.4.1 ATENUACIÓN**

La atenuación se produce cuando el haz de luz que viaja por el cable se degrada, causando efectos no deseados, como reducción del ancho de banda del sistema, lentitud en la transmisión de la información, pérdida de eficiencia y que la capacidad general del sistema disminuya (Tomasi, 2003).

La fórmula normal para expresar dicha pérdida es (Tomasi, 2003):

$$A(dB) = 10 \log \frac{P_{sal}}{P_{ent}}$$

$$A(dB) = \text{reducción total de potencia (atenuación)}.$$

$$P_{sal} = \text{Potencia de salida del cable (watts)}.$$

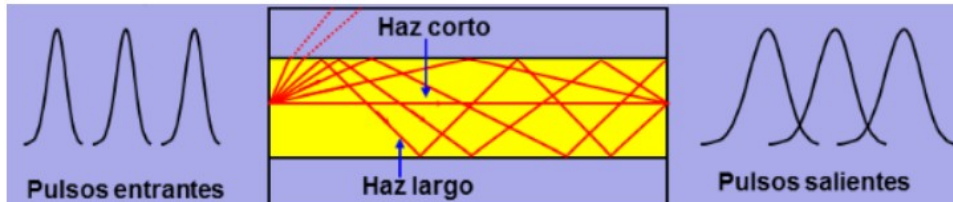
$$P_{ent} = \text{Potencia de entrada del cable (watts)}.$$

### **1.2.4.2 DISPERSIÓN**

La dispersión o “scattering”, es conocido como el ensanchamiento de una señal de entrada a medida que viaja por la fibra. Los mecanismos que producen la dispersión son varios y se correlacionan por medio de imperfecciones de la fibra o material conformado (España, 2005).

### 1.2.4.2.1 DISPERSIÓN MODAL

La dispersión modal se encuentra generalmente en fibras multimodo debido a que el área del núcleo es grande, lo que produce que el haz de luz tenga diferentes trayectorias y que el tiempo de propagación varíe en el tiempo (Tomasi, 2003).

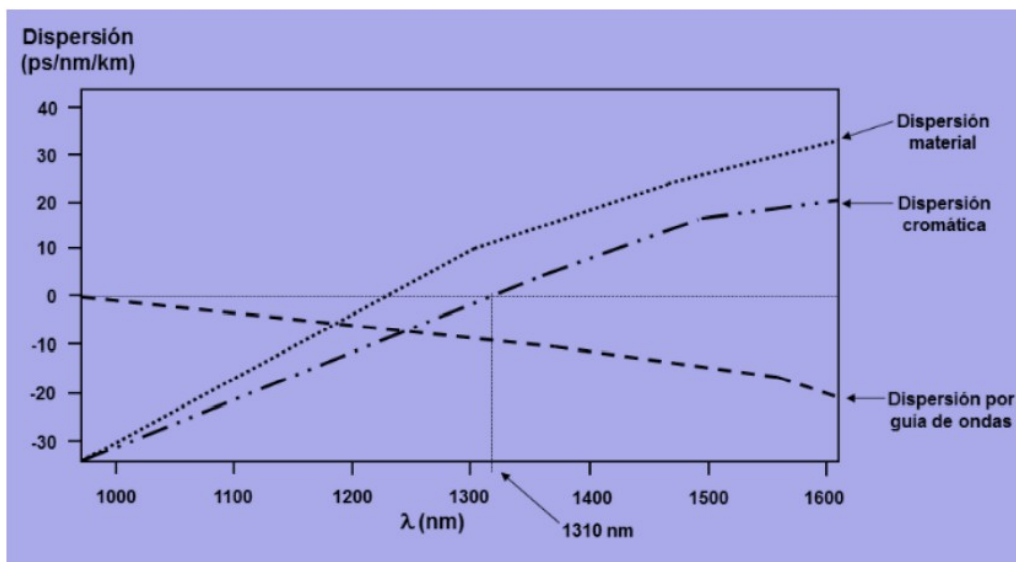


*Figura 5.* Dispersión Modal  
Tomado de: (Torrabadella, 2022).

### 1.2.4.2.2 DISPERSIÓN CROMÁTICA

La dispersión cromática es un efecto lineal no deseado, el cual puede determinar si un enlace puede o no funcionar sin errores por ISI, dicho efecto es más común en fibras monomodo las cuales son compensables e invariantes en el tiempo (Torrabadella, 2022).

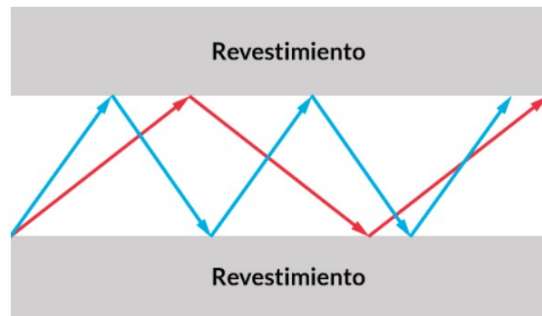
Una forma de eliminar la distorsión de una señal es empleando una fuente monocromática el cual es diodo láser de inyección (ILD) (Tomasi, 2003).



*Figura 6.* Componentes de Dispersión Cromática para una fibra monomodo estándar G.652  
Tomado de: (Torrabadella, 2022).

### 1.2.4.2.3 DISPERSIÓN CROMÁTICA DEL MATERIAL

El haz de luz choca y se reflejan con un mayor o menor ángulo a través de la fibra óptica gracias a que cada material tiene un índice de refracción y una longitud de onda a una determinada velocidad lo que hace que se refleje (Martinez, 2018).

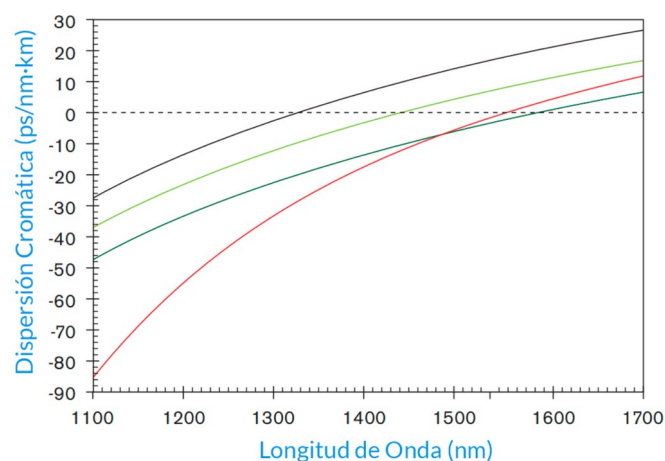


**Figura 7.** Dispersión Cromática del Material  
Tomado de: (Martinez, 2018).

La figura 7 muestra como es el funcionamiento de un diodo led dentro de la fibra óptica y como los haces de luz que se propagan por la misma varían en el tiempo dando como resultado una señal distorsionada (Tomasi, 2003).

Se puede calcular el coeficiente de dispersión mediante el índice de refracción del material y las longitudes de onda, siendo este valor, el que nos permite determinar que material posee una baja dispersión cromática (Martinez, 2018).

En la siguiente figura 8 se muestra la dispersión cromática según longitud de onda de varias fibras ópticas comerciales (Martinez, 2018):

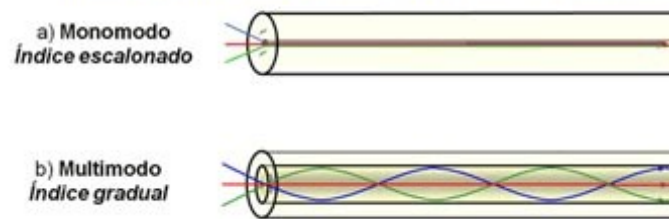


**Figura 8.** Dispersión Cromática según la Longitud de Onda  
Tomado de: (Martinez, 2018).

Mientras el coeficiente de dispersión sea más bajo, la fibra transmitirá el haz de luz de una mejor manera a una determinada longitud de onda (Martinez, 2018).

### 1.2.5 CLASES DE FIBRA ÓPTICA

Una forma de optimizar los materiales es variando las características de los mismos y de esta forma se puede obtener distintas Fibra Óptica (GRUPO COFITEL, 2022). Gracias a la variedad en el aspecto económico y en su utilización se puede realizar un uso eficiente de la misma para diferentes trabajos (OPENUP, 2017).



*Figura 9.* Tipos de Fibra Óptica  
Tomado de: (GRUPO COFITEL, 2022).

#### 1.2.5.1 POR MODO DE PROPAGACIÓN

##### 1.2.5.1.1 MONOMODO

Las fibras monomodo únicamente propagan un modo de luz, debido a que el diámetro del núcleo es de 8,3 a 10 micrones, permitiendo que la transmisión sea paralela al eje de la fibra (OPENUP, 2017), logrando que tenga mayor ancho de banda y un bajo nivel de atenuación, su uso es para largas distancias como en Redes WAN (GRUPO COFITEL, 2022).

Existen diferentes tipos de estándares utilizados como (GRUPO COFITEL, 2022):

- Los estándares G.652 (B y D) tienen características similares ya que son implementadas para transmisión de datos de mayor capacidad, el estándar G.652B se usa en sistemas SDH SMT-64 SMT-256 y el estándar G.652D permite que la información se transmita en un rango amplio de longitud de onda desde 1360nm a 1530nm lo que es implementado en sistemas de multiplexación WDM.
- El estándar G.655 está optimizada para la longitud de onda de 1550nm que se usan en aplicaciones de larga distancia y puede ser utilizada para multiplexación DWDM.

- El estándar G-656 se usa en aplicaciones de banda ancha con longitudes de onda entre 1460 nm y 1625 nm, es empleado comúnmente para multiplexación CWDM y DWDM.
- El estándar G.657 se aplican para redes FTTx (alta resistencia a la humedad y a las macrocurvaturas), permitiendo que la transmisión sea en longitudes de onda entre 1310nm, 1490nm y 1550 nm.

### 1.2.5.1.2 MULTIMODO

La fibra multimodo gracias a que el tamaño del núcleo es mayor al que del monomodo permite que varios haces de luz pueden circular a través de el por más de un modo o camino, logrando que no lleguen todos a la vez, teniendo como principal ventaja su forma de conectarse y su tolerancia a componentes de menor precisión (OPENUP, 2017).

Las fibras multimodo tienen 4 tipos (GRUPO COFITEL, 2022):

- OM1 usa fibras con núcleos de 62.5/125  $\mu\text{m}$ , tienen una capacidad de hasta 1 Gigabit Ethernet (1 Gbit/s), usan LED como emisores
- OM2 usa fibras con núcleos de 50/125  $\mu\text{m}$ , tienen una capacidad de hasta 1 Gigabit Ethernet (1 Gbit/s), usan LED como emisores
- OM3 usan fibras como las OM2 pero soportan velocidades de hasta 10 Gigabit Ethernet a distancias de 300 m debido a que emplean usan láser (VCSEL) como emisores.
- OM4 al igual que el OM3 tienen fibras con núcleo de 50/125  $\mu\text{m}$  pero logran soportar velocidades de hasta 100Gb Ethernet a una distancia de 100m, usando un láser (VCSEL) como emisores.

**Tabla 1.** Tabla de aplicación de Fibra Óptica en enlaces Ethernet

Canal de fibra	Fast Ethernet 100 base T	Gigabit Ethernet		10 Gigabit Ethernet 10 G Base SR/SW
		1000 Base SX 850 nm.	1000 Base SX 1300 nm.	
OF 300	OM1	OM2	OM1/ OM2	OM3
OF 500	OM1	OM2	OM1/ OM2	OS1
OF 2000	OM1	-	Especial	OS1

Nota: Esta tabla muestra las aplicaciones de la fibra óptica multimodo en los diferentes enlaces Ethernet, Tomado de: (GRUPO COFITEL, 2022)

### 1.2.5.2 FIBRAS NORMALIZADAS UIT

Las fibras normalizadas por la UIT son elaboradas para normalizar estándares internacionales las cuales son impulsada principalmente por los miembros del sector privado, cuyo objetivo es satisfacer las necesidades comunes y facilitar el crecimiento y la innovación de la industria (UIT, 2022).

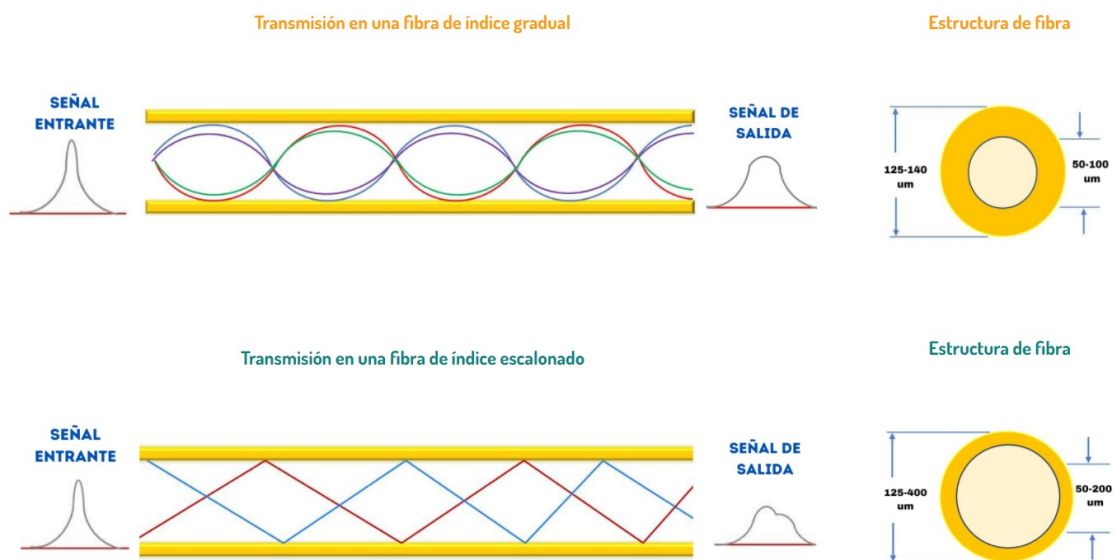
#### 1.2.5.2.1 ESTÁNDARES

##### Fibras ópticas Multimodo

Las fibras multimodo logran alcanzar velocidades de hasta 1Gbps a distancias de 550m y se logran acoplar con transeptores de 580nm y es usado con el estándar G.651.1.

##### Índice Gradual

Las fibras Multimodo de índice gradual, alcanzan mayores distancias de entre 10 a 20 Km con tasas de transmisión de 34 a 140 Mbps debido a que viajan en forma sinusoidal, (SISUTELCO, 2020).



*Figura 10.* Transmisión en una fibra de índice gradual, una fibra de índice escalonado y su estructura  
Tomado de: (SISUTELCO, 2020).

##### Fibras ópticas monomodo

Se construyen con distintas concentraciones de dopaje en el núcleo (filamento de vidrio) Y se recomiendan usar los estándares ITU-T G.652, G.653, G.654, G.655, G.656 y G, 657 (SISUTELCO, 2020).



**Figura 11.** Transmisión en una fibra monomodo y su estructura  
Tomado de: (SISUTELCO, 2020).

## Recomendación G.652

### Fibra Single mode estándar

La UIT-T G.652 recomienda el uso de fibras monomodo con longitudes de onda alrededor de 1300 nm debido a que su onda de dispersión es cero. Se encuentra optimizado para longitudes de onda de 1310 nm, pero también se puede usar con longitudes de onda de 1550 nm, la recomendación G652 se divide en:

- **G.652.A.** maneja velocidades en sistemas ethernet de 1Gb a distancias de 40 Km y en sistemas SDH STM-16.
- **G.652.B.** logra manejar mayor capacidad de transmisión necesarios para los sistemas SDH STM-64 STM-256.
- **G.652.C.** Es similar en algunos aspectos al estándar G.652.A pero con la diferencia de que transmite los datos en un rango de longitud de onda ideal para sistemas WDM que va desde 1360 a 1530nm.
- **G.652.D.** Es similar en algunos aspectos al estándar G.652.B pero con la diferencia de que transmite los datos en un rango de longitud de onda ideal para sistemas WDM que va desde 1360 a 1530nm.

## Recomendación G.653

Se recomienda el uso de fibra óptica monomodo con dispersión desplazada, la cual trabaja en una longitud de onda de dispersión cero nominal cercana a 1550 nm, además de que el coeficiente de dispersión que es aumentando. Adicional se puede trabajar en longitud de onda alrededor de 1310 nm (SISUTELCO, 2020).

## Recomendación G.654

### Fibra de corte desplazado (CSF) de muy baja pérdida

Se recomienda el uso de fibra óptica monomodo con una longitud de onda de dispersión cero cercana a 1300 nm, con pérdidas minimizadas, y un corte desplazado a una longitud de onda de 1550 nm. Comúnmente se usa en cables transoceánicos (SISUTELCO, 2020).

#### **Recomendación G.655**

Se recomienda el uso para fibras con longitudes de onda en una región entre 1530 nm y 1565 nm donde la dispersión reduce el crecimiento de efectos no lineales ayudando en sistemas densos de multiplexación por división de longitud de onda (DWDM) (SISUTELCO, 2020).

#### **Recomendación G.656**

Se recomienda el uso para fibras con longitudes de onda de 1460-1625 nm, donde la dispersión reduce el crecimiento de efectos no lineales ayudando a sistemas densos de multiplexación por división de longitud de onda (DWDM), reduciendo la mezcla de cuatro ondas y la modulación de fase cruzada logrando el desarrollo de fibra para transmisiones a largo alcance Este tipo de fibra fue desarrollado para transmisiones a largo alcance (CWDM, DWDM) (SISUTELCO, 2020).



*Figura 12.* Ensanchamiento de los pulsos de luz.  
Tomado de: (SISUTELCO, 2020).

#### **Recomendación G.657**

##### **Fibra óptica insensible a la flexión (BISMF)**

Existen dos fibras ópticas monomodo que tienen menor pérdida por flexión en comparación con el de las fibras UIT-T G.652, logrando derivarse en dos categorías G.657A y G657B, y cada una de ellas contienen dos subcategorías diferenciadas por macroflexión (SISUTELCO, 2020).



*Figura 13.* Radio de curvatura  
Tomado de: (SISUTELCO, 2020).

### **G.657.A**

Se caracterizan por que se encuentran en la longitud de onda de 1260 nm a 1625nm mas conocidas como las bandas S, C y L, de acuerdo con el estándar existen 2 tipos (SISUTELCO, 2020):

- **G.657.A1.** Tiene un radio de curvatura mínimo de 10mm.
- **G.657.A2.** Tiene un radio de curvatura mínima de 7.5mm.

### **G.657B**

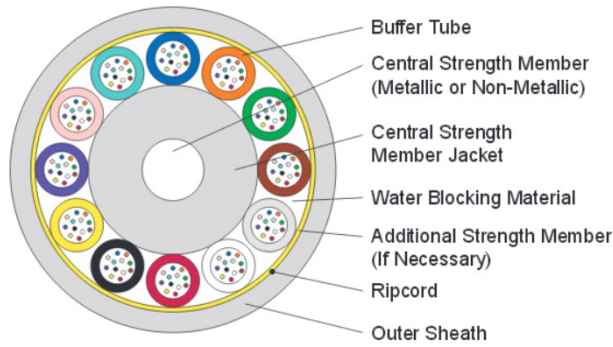
Están desarrolladas para reducir la pérdida por macrocurvatura, comúnmente se pueden utilizar con valores muy bajos de radio de curvatura, una de sus desventajas es que son para distancias de corto alcance menos de 1000m, existen 2 tipos (SISUTELCO, 2020):

- **G.657.B1.** Tiene un radio de curvatura mínima de 7.5mm.
- **G.657.B2.** Tiene un radio de curvatura mínima de 5mm.

## **1.2.6 TIPOS DE FIBRA ÓPTICA**

### **1.2.6.1 CABLE LOOSE TUBE**

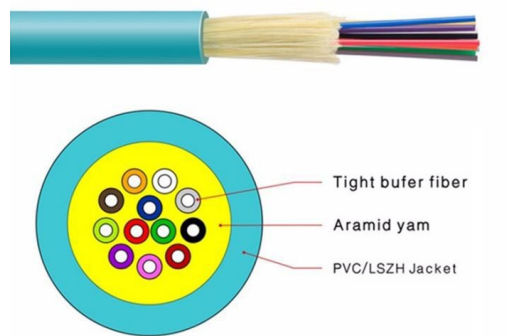
Son comúnmente usados para troncales en planta externa debido a su protección para las fibras en lo que se refiere a tensiones de tracción. Están compuestas por varias fibras a las cuales se encuentran dentro de un pequeño tubo de plástico, posterior se enrollan alrededor de un refuerzo central, rodeado por aramida (Fiberopticalshare, 2015).



**Figura 14.** Estructura de la Fibra de Tubo Holgado  
Tomado de: (Fiberopticalshare, 2015).

### 1.2.6.2 CABLE TIGHT BUFFER

Las fibras no cuentan con gel de protección y debido a eso son más flexibles y su manipulación es más fácil, su instalación es más rápida debido a que la fibra ingresan directamente en los conectores, además tienen un rango de temperatura que es de  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Rodríguez, 2014).



**Figura 15.** Cable Tight Buffer para interior/exterior  
Tomado de: (Rodríguez, 2014).

### 1.2.6.3 CABLE AEREO

#### 1.2.6.3.1 CABLES AEREOS ADSS

Sistema de cableado auto soportado dieléctrico ADSS, es una fibra de gran flexibilidad comúnmente usado en despliegue aéreos, y no tienen la necesidad del uso de ningún elemento de soporte (Trashorras , 2013).

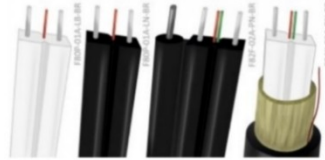


**Figura 16.** Cable Aéreo ADSS.

Tomado de: (Trashorras , 2013).

### 1.2.6.3.2 CABLE PLANO

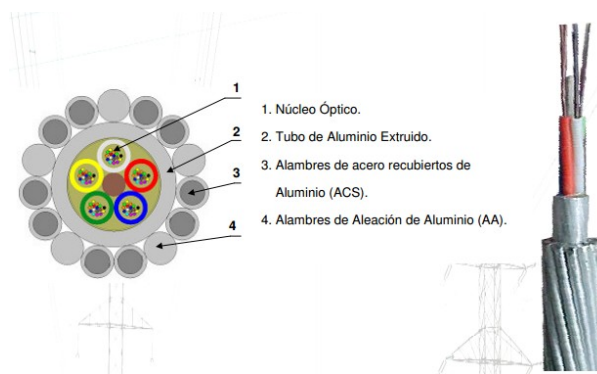
El cable plano de 1 o 2 fibras se utiliza para instalaciones de clientes finales las cuales pueden ser por medio de canalización y tendidos aéreos enfocados FTTx/FTTh (Keynet, 2017).



**Figura 17.** Cables Planos.  
Tomado de: (Keynet, 2017).

### 1.2.6.3.3 CABLE OPGW

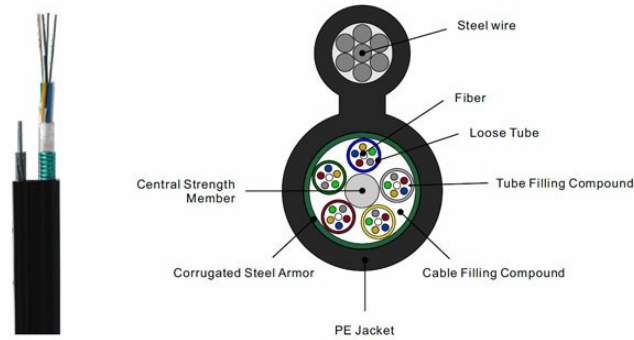
Se usa para tendido de fibra en construcción de líneas de transmisión y distribución de energía de alta tensión (Furukawatam, 2022), combinan dos funciones una que es de comunicación y otra que es de conexión a tierra, se caracteriza porque se encuentra trenzado por dos o tres capas de alambre de acero revestidos de aluminio (ACS) o a su vez puede estar constituido por una mezcla de alambres ACS y alambres de alineación de aluminio (Fibercable, 2022).



**Figura 18.** Cable OPGW  
Tomado de: (SectorElectricidad, 2015).

### 1.2.6.3.4 CABLE FIGURA 8

El cable figura 8 es un dieléctrico autosoportado el cual se construye alrededor de un elemento de resistencia central donde las fibras se encuentran en tubos sueltos, están diseñados para tendidos entre postes o para lugares muralizados, usando puntos de de anclaje (GLFiberCalbe, 2022).



**Figura 19.** Cable figura 8.  
Tomado de: (Zion, 2022).

## 1.2.7 SISTEMA DE COMUNICACIÓN

### 1.2.7.1 FUENTES DE LUZ

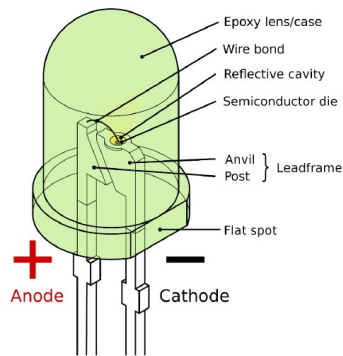
Se basan en estructuras de dispositivos semiconductores con uniones P-N, tales como LED o LÁSER, las cuales emiten luz en determinadas longitudes de onda acorde a las ventanas de operación de la fibra. Teniendo como principales características (Arévalo, 2021):

- Potencia óptica.
- Espectro de radiación.
- Fiabilidad en altas temperaturas.
- Tiempo de respuesta.
- Vida útil.

#### 1.2.7.1.1 EMISOR LED

El diodo emisor de luz (LED) se emplea comúnmente en las comunicaciones por fibra óptica, se usan (Arévalo, 2021):

- En fibras de núcleo de vidrio multimodo a longitudes de onda típicas de 850nm o 1300 nm, comúnmente usado para redes LAN o enlaces cortos con una velocidad de 1 Gb/s.
- Para fibras de núcleo de plástico en espacio libre se emplean las longitudes típicas de 200nm a 1100 nm.



**Figura 20.** Encapsulamiento  
Tomado de: (Arévalo, 2021).

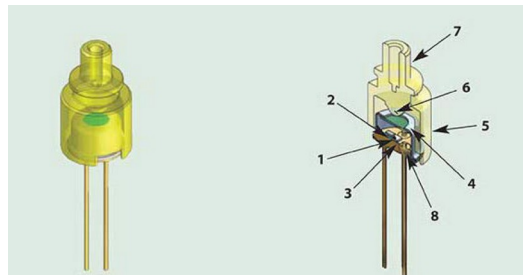
**Tabla 2.** Aplicaciones de un LED en Ethernet

RED	VELOCIDAD	$\lambda$ Y TIPOS DE FIBRAS
<b>10 BASE-FL</b>	10 Mb/s	850 nm, fibra óptica multimodo (MMF)
<b>100 BASE-FX</b>	100 Mb/s	1350 nm, fibra óptica multimodo (MMF)
<b>10/100 BASE-SX</b>	10/100 Mb/s	850 nm, fibra óptica multimodo (MMF)

Nota: Esta tabla muestra la velocidad de transmisión según la longitud de onda y los tipos de fibra óptica mediante un diodo led: (Arévalo, 2021).

### 1.2.7.1.2 EMISOR LASER

Se caracteriza por realizar el cambio de estado activo a pasivo de un electrón permitiendo la emisión de un nuevo fotón con una misma frecuencia y fase, generando una luz más coherente y sincronizada (Arévalo, 2021).



**Figura 21.** Diodo Laser  
Tomado de: (Arévalo, 2021).

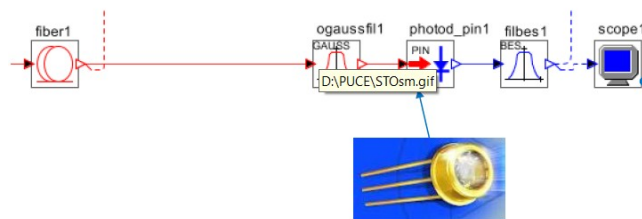
**Tabla 3.** Aplicaciones en redes Ethernet con transmisión serial

RED	VELOCIDAD	$\lambda$ , LASER, FIBRA
<b>100 BASE-LX</b>	100 Mb/s	1300 nm, FP, SMF
<b>1000 BASE-SX</b>	1 Gb/s	850 nm, VCSEL, MMF
<b>1000 BASE-LX</b>	1 Gb/s	1300 nm, FP, SMFo MMF
<b>10GBASE-S</b>	10 Gb/s	850 nm, VCSEL, MMF
<b>10GBASE-L</b>	10 Gb/s	1300 nm, DFB, SMF

Nota: Esta tabla muestra la velocidad de transmisión según la longitud de onda y los tipos de fibra óptica mediante un láser: (Arévalo, 2021).

### 1.2.7.2 DETECTOR DE LUZ

El detector óptico tiene la función de detectar los pulsos luminosos emitidos por el transmisor a través de la fibra óptica y de ahí realizar la conversión a señal eléctrica la cual contiene la información enviada desde el origen, cuando esto ocurre, retorna a la forma de 1 y 0, permitiendo que cualquier dispositivo receptor pueda entender el mensaje enviado (Arévalo, 2021).



**Figura 22.** Receptor óptico.  
Tomado de: (Arévalo, 2021).

Las características principales a ser tomadas en cuenta para determinar un receptor ideal son (Arévalo, 2021):

- Deben tener una alta sensibilidad alta a la frecuencia de operación.
- Respuesta rápida
- Deben tener un área pequeña logrando obtener poca capacitancia, pero suficiente para acoplar la fibra.
- Ruido interno mínimo.
- Alta confiabilidad

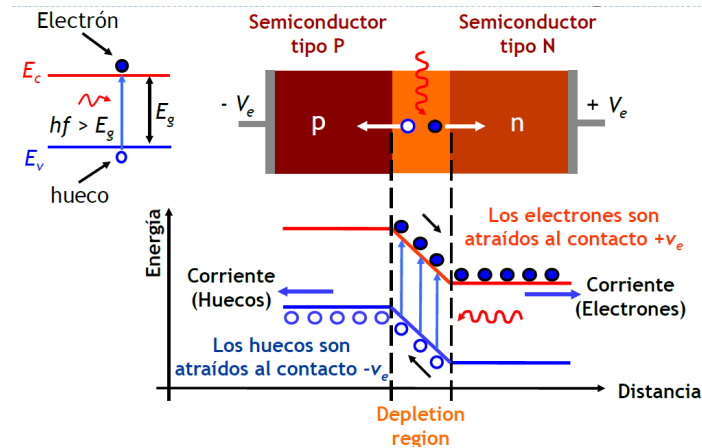
**Tabla 4.** Comparación receptores ópticos PIN y APD.

CARACTERÍSTICA	PIN	APD
<b>Materiales de construcción</b>	Silicio, Germanio, InGaAs, InP	Silicio, Germanio, InGaAs, InP
<b>Ancho de banda</b>	DC a 40+ GHz	DC a 40+ GHz
<b>Longitud de onda</b>	600 a 1800 nm	600 a 1800 nm
<b>Responsividad</b>	0.25a 1A/W	0.5a 100A/W
<b>Circuitos de soporte requeridos</b>	Ninguno	Estabilización de temperatura
<b>Costo</b>	Usualmente menos costoso que un APD	Típicamente más costoso que un PIN
<b>Tiempo de vida</b>	Mayor que el de un APD	Menor que el de un PIN

Nota: Esta tabla muestra la comparativa entre los receptores ópticos PIN y APD: (Arévalo, 2021).

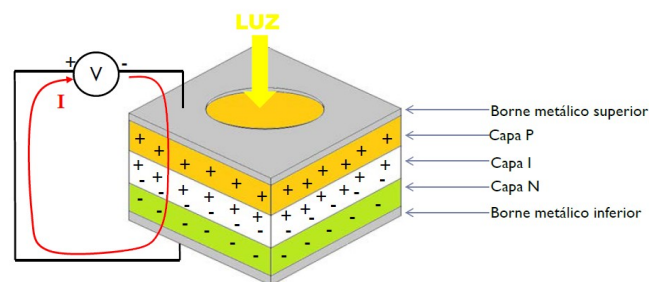
### 1.2.7.2.1 DETECTOR PIN

Se utiliza mayormente en los sistemas de comunicaciones, debido a su tiempo de vida ya que es mucho mayor que los APD. Su estructura física se conforma por una capa intrínseca en su mayor parte de material semiconductor puro el cual se encuentra en la mitad de dos capas tipo n y tipo p (Arévalo, 2021).



**Figura 23. Estructura del detector PIN.**  
Tomado de: (Arévalo, 2021).

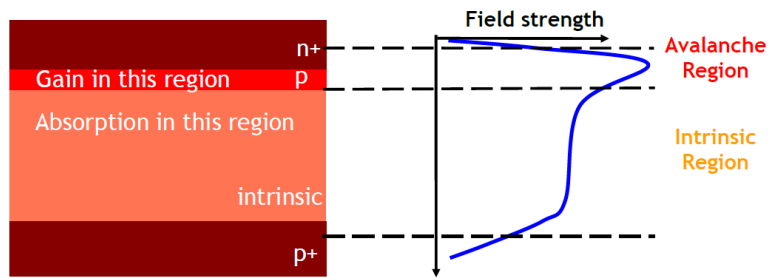
Su forma de polarización es inversa con respecto al voltaje logrando así aumentar la región de reducción de energía “depletionregion”, disminuyendo de esta forma la capacitancia teniendo una mejoría en la sensibilidad y la respuesta de frecuencia (Arévalo, 2021).



**Figura 24. Polarización del diodo PIN.**  
Tomado de: (Arévalo, 2021).

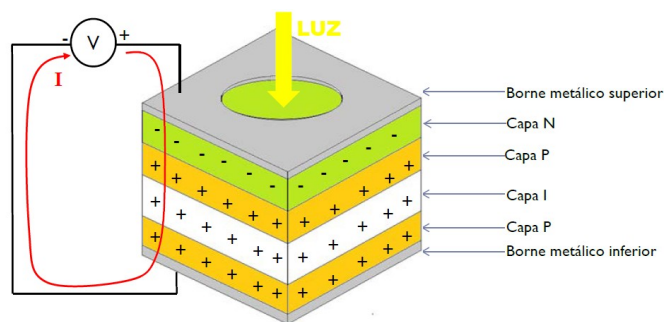
### 1.2.7.2.2 DETECTOR APD

El detector APD tiene una mayor sensibilidad que el diodo PIN debido a que su estructura es N-P-I-P lo que aumenta el campo eléctrico interno, acumulando de esta forma mayor energía cinética dando como resultado una ganancia de corriente, pero sus principales desventajas se ven en los tiempos de respuesta que son más largos, su vida útil es más corta y es más propenso al cambio de temperatura (Arévalo, 2021).



**Figura 25.** Estructura del detector APD.  
Tomado de: (Arévalo, 2021).

El efecto avalancha es provocado debido a que el voltaje de polarización inversa es aplicado a los dispositivos durante la operación APD (Arévalo, 2021).



**Figura 26.** Polarización del receptor APD.  
Tomado de: (Arévalo, 2021).

### 1.2.7.3 CONECTORES

Son elementos que se emplean para conectar la fibra del exterior con los equipos de transmisión instalados en el nodo. Para terminaciones FC o ST se ocupan materiales metálicos y para terminaciones SC y LC se ocupan materiales plásticos, además se recomienda que las terminaciones del emisor como del receptor deben ser del mismo tipo de pulido sea este PC, UPC ó APC, garantizando la calidad de la transmisión (CNT, 2012).



**Figura 27.** Tipos de conectores  
Tomado de: (CNT, 2012)

### 1.2.7.3.1 CONECTOR FC

Fueron creados por Nippon Telephone and Telegraph siendo el primer conector óptico con ferrule cerámico (PROMAX, 2019), lo que permitió que fuera uno de los conectores monomodo más usados durante muchos años y su uso va en dirección a los conectores SC y LC (Silex Fiber, 2022).

Es un conector roscado lo cual ayuda que se fije de una mejor manera y evite las vibraciones, siendo de uso en aplicaciones que requieren una mayor precisión como los OTDR debido a que sus pérdidas alcanzan los 0,3dB y es muy popular en CATV (PROMAX, 2019).



**Figura 28.** Conector FC.  
Tomado de: (FOCC, 2019)

### 1.2.7.3.2 CONECTOR ST

Los conectores ST o de Punta Recta (Straight Tip) fueron desarrollados para redes corporativas y su mayor uso fue en el ámbito militar, fueron elaborados en EEUU por AT&T, tienen una forma similar que el conector FC, pero su ajuste se asemeja al de un conector BNC (montura en bayoneta). Gracias a que su pérdida es de 0,25 dB se utiliza en fibras multimodo (PROMAX, 2019).



**Figura 29.** Conector ST.  
Tomado de: (PROMAX, 2019)

### 1.2.7.3.3 CONECTOR LC

Fue desarrollado por Lucent en 1997 Technology de ahí su nombre Lucent Connector o conector LC, el cual se asemeja al conector RJ45 debido a su ajuste de tipo push and pull, siendo más seguro y compacto que el SC, de esta forma permite que el rack admita

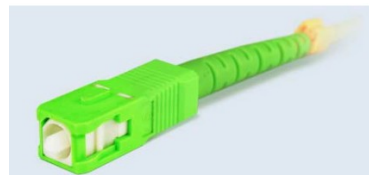
un mayor número de conectores. Gracias a que su pérdida es de 0,10 dB se usan en fibras monomodo y multimodo (PROMAX, 2019).



**Figura 30.** Conector LC.  
Tomado de: (PROMAX, 2019)

#### 1.2.7.3.4 CONECTOR SC

El conector SC (Suscriptor Connector) se desarrolló por Nipón Telegraph and Telephone, los cuales se caracterizan por el ajuste rápido a presión y por su forma compacta y cuadrada se logra colocar mayor número de conectores en el rack, se utiliza en redes FTTH y gracias a su costo de fabricación y su pérdida de 0,25 dB lo ha convertido en el más popular. Además, se usan en fibras monomodo y multimodo (PROMAX, 2019).



**Figura 31.** Conector SC.  
Tomado de: (PROMAX, 2019)

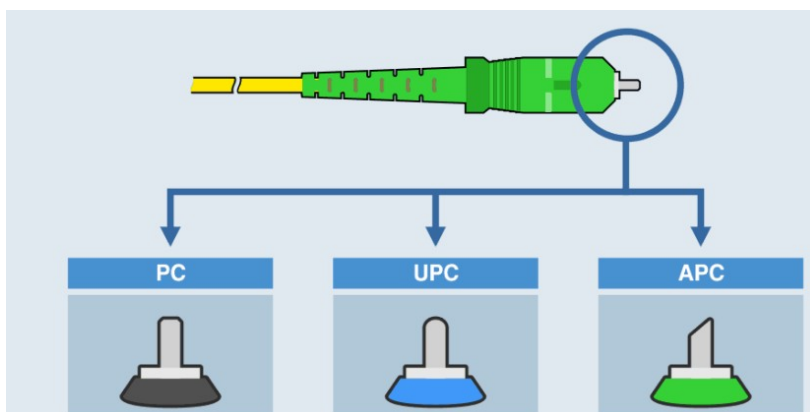
#### 1.2.7.3.5 TIPOS DE PULIDO

El pulido es la forma de terminación que tiene la punta del conector siendo una forma de unir un equipo receptor con un emisor, existen tres tipos de pulidos:

**Tabla 5.** Tipos de Pulido.

PC (Contacto Físico)	UPC (Ultra Contacto)	APC (Contacto Físico en Ángulo)
El ferrule está biselado y rematado en una superficie plana.	El bisel tiene una curva más pronunciada.	El ferrule termina en una superficie plana y a su vez inclinada 8 grados.
Logra unas pérdidas de retorno entre los -30 dB y los -40 dB.	Logran reducir las pérdidas de retorno a un margen entre los -40 y los -55.	Consigue reducir las pérdidas de retorno hasta los -60 dB.
Solución cada vez más en desuso.	Es utilizarlo en líneas muertas para que lleven a cabo pruebas.	Aumenta el número de usuarios en fibras monomodo.

Nota: Esta tabla muestra la comparativa entre los diferentes pulidos de conectores SC con sus características más relevantes: (PROMAX, 2019).



**Figura 32.** Pulidos del ferrule de fibra óptica: PC, UPC y APC.  
Tomado de: (PROMAX, 2019)

#### 1.2.7.4 PATCHCORD

El patchcord se emplea en interiores para conectar equipos activos, equipos activos a equipos pasivos como el ODF o interconectar dos equipos pasivos cuya longitud más común va desde 1m a 30m, el patchcord puede venir de una sola fibra o con 2 fibras. (PRAXTEL, 2022).



**Figura 33.** Interconexión de equipos pasivos y activos mediante patch cord.  
Tomado de: (PRAXTEL, 2022)

#### 1.2.7.5 PIGTAIL

Un pigtail se caracteriza por ser una fibra pequeña la cual en el un extremo tiene un conector se une con los distribuidores ópticos y equipos y el otro extremo sirve para ser fusionada a la fibra principal del cable, comúnmente su uso va desde distribuidores de fibra, cajas terminales y cierres de empalme (ICOptiks, 2022).



**Figura 34.** Pigtail.  
Tomado de: (DELTAeu, 2022).

### 1.2.7.6 ODF

Es un elemento pasivo de la red que se usa en el Nodo que une la parte pasiva de la red con la parte activa y pueden ser para interiores o exteriores, se caracteriza por tener una capacidad de puertos desde 6 hasta 144, dependiendo del diseño de red y su aplicación. Se recomienda tener etiquetas para identificar los empalmes las cuales deben ser de un material de larga duración (CNT, 2012).



**Figura 35.** ODF para RACK y ODF para mural  
Tomado de: (CNT, 2012)

### 1.2.7.7 RACK

Es un elemento pasivo de la red el cual consta de una base y estructura metálica en forma de gabinete, donde se alojan todos los equipos a emplearse para la red GPON pueden ser equipos pasivos y activos, como por ejemplo servidores, switches, routers profesionales, servidores NAS, DAS, sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI) (REDESZONE, 2021).



**Figura 36.** Rack de piso.  
Tomado de: (REDESZONE, 2021).

### 1.2.7.8 MANGAS

Son elementos pasivos que tienen el fin de dar continuidad al enlace de fibra ya sea por terminación de carrete de fibra o por derivaciones, sus dimensiones varían según el diseño del enlace pudiendo alojar de 12 hasta 144 hilos, los mismos que van estar

alojados en bandejas los cuales van a respetar el radio de curvatura evitando atenuaciones. Ya que su uso es para exteriores el material con el que se encuentran fabricados son resistentes a la tensión y tienen características IP68 permitiendo tener un cierre hermético evitando que la humedad ingrese en su interior además puede ser instalada en subsuelo, soportes aéreos y aplicaciones de pedestal (CNT, 2012).



*Figura 37.* Manga mecánica lineal y Manga tipo domo.  
Tomado de: (CNT, 2012).

### **1.2.7.9 HERRAJES**

#### **1.2.7.9.1 TIPO A**

Se utiliza para dar inicio o fin a un enlace, además en los cambios de dirección, después de dos herrajes tipo B consecutivos y para distancias que superan los 90m (CNT, 2012).

Debe estar constituido de lo siguiente (CNT, 2012):

- Herraje terminal para poste con su sujeción.
- Varillas de extensión lo que le da la forma de A.



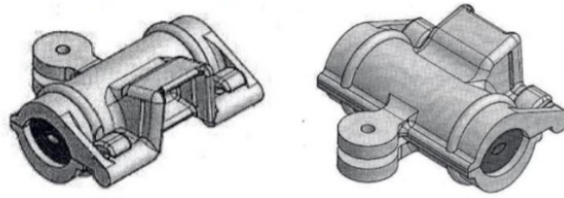
*Figura 38.* Herraje tipo A  
Tomado de: (CNT, 2012)

#### **1.2.7.9.2 TIPO B**

Es un herraje de paso que se usa para distancias menores a 90m y en tramos rectos (CNT, 2012).

Debe estar constituido por lo siguiente (CNT, 2012):

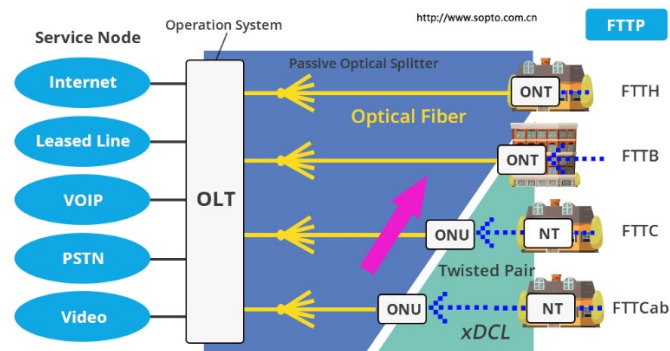
- Herraje de soporte con su material de sujeción al poste.
- Soporte para la fibra de forma cilíndrica y en su interior debe tener material antideslizante con lo que evita que la fibra resbale.



**Figura 39.** Herraje tipo B  
Tomado de: (CNT, 2012)

### 1.2.8 TECNOLOGÍA DE RED ACCESO FTTx

Se considera tecnología de red de acceso FTTx a toda red de nueva generación cuya red es cableada en su totalidad o de forma parcial con elementos ópticos permitiendo dar el acceso a redes de banda ancha, de esta forma las redes de fibra óptica permiten a los usuarios finales tener una mejor experiencia en la navegación a altas velocidades (Camargo Ávila & Caro Bastidas, 2013).



**Figura 40.** Redes de acceso FTTx  
Tomado de: (SOPTO, 2022)

Las redes FTTx se divide en 4 segmentos los cuales son de la fibra hasta el gabinete (FTTCab), fibra hasta la acera (FTTC), fibra hasta el edificio (FTTB) y Fiber hasta la casa (FTTH) (SOPTO, 2022).

FTTC se ocupa para brindar el servicio a zonas residenciales donde el dispositivo ONU se coloca en el NODO más cercano al usuario final y de ahí se transmite por cable coaxial o par trenzado el servicio de Internet (Camargo Ávila & Caro Bastidas, 2013).

FTTB la fibra llega hasta un sótano del edificio y se conecta a la ONU, para posterior seguir con cable de cobre para llegar hasta el usuario final y la tasa de transmisión puede llegar hasta 100 Mbps (SOPTO, 2022).

FTTH es cuando la fibra llega desde el nodo principal hacia el escritorio del cliente dentro de los 100 metros, lo que garantiza el servicio de banda ancha en el hogar, permitiendo brindar servicios como Triple Play, telefonía, compras en el hogar y clases en el hogar (SOPTO, 2022).

## 1.2.9 RED GPON

### 1.2.9.1 DEFINICIÓN

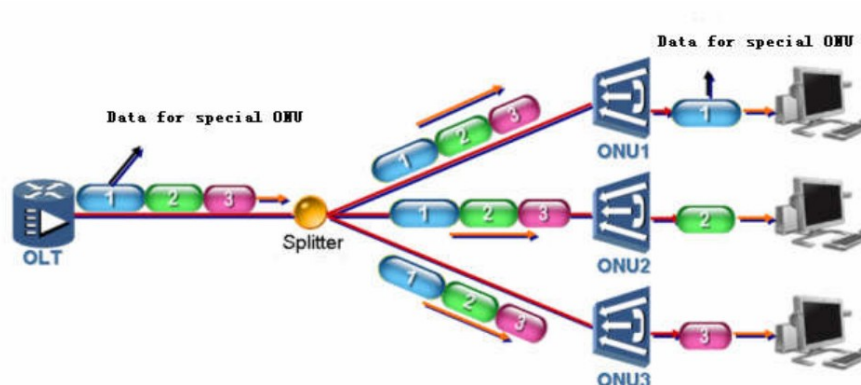
La tecnología GPON fue desarrollada en la década de los 90 con la unión de las redes PON y las redes AON, permitiendo el acceso mediante una red de fibra óptica con elementos pasivos de esta forma se reduce el costo de equipos (Barrera, 2014).

### 1.2.9.2 CABECERA (HEADEND)

Es en donde se encuentra la red pública de telefonía conmutada y los servicios de Internet, las cuales se unen por medio de interfaces ópticas en el punto de terminación de línea óptica (OLT) (Ciencia Y Tecnología, 2021).

### 1.2.9.3 DOWNSTREAM

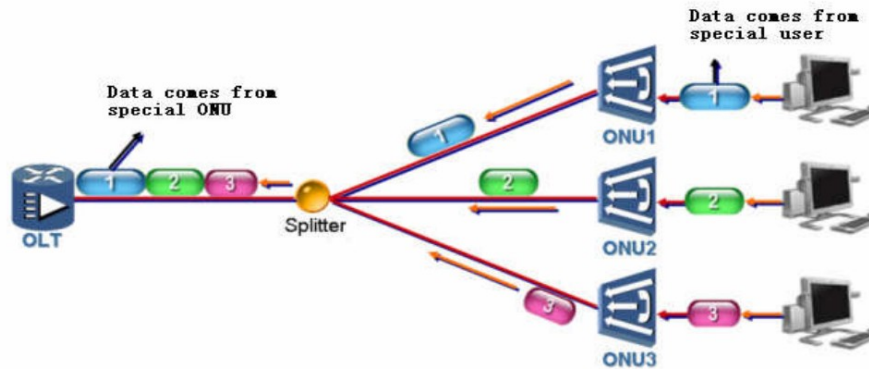
El tráfico de downstream es el que fluye desde la OLT hacia la ONT de manera de broadcast las cuales operan en la longitud de onda de 1490nm soportando velocidades de 2.488 Gbps (Velasco, 2018).



*Figura 41.* Downstream Data.  
Tomado de: (JM TELECOMS, 2022).

### 1.2.9.4 UPSTREAM

El tráfico de upstream es el que fluye desde la ONT hacia la OLT de manera de broadcast las cuales operan en la longitud de onda de 1310nm soportando velocidades de 1.244 Gbps, una forma de evitar que los datos colisionen al ingresar al splitter es el uso de TDMA (Tieme Division Multiple Access), logrando dar un intervalo de tiempo para que puedan ser transmitidos hacia la OLT (Velasco, 2018).



**Figura 42.** Upstream Data.  
Tomado de: (JM TELECOMS, 2022).

### 1.2.9.5 ESQUEMA DE LA RED GPON

En el esquema de red se detallan los equipos que van a llevar la conexión de Internet por medio de la fibra óptica y los equipos pasivos, para poder entender el mismo se debe conocer qué es cada equipo y para qué sirve, los cuales se van a detallar a continuación.

#### 1.2.9.5.1 OLT (TERMINAL DE LÍNEA ÓPTICA)

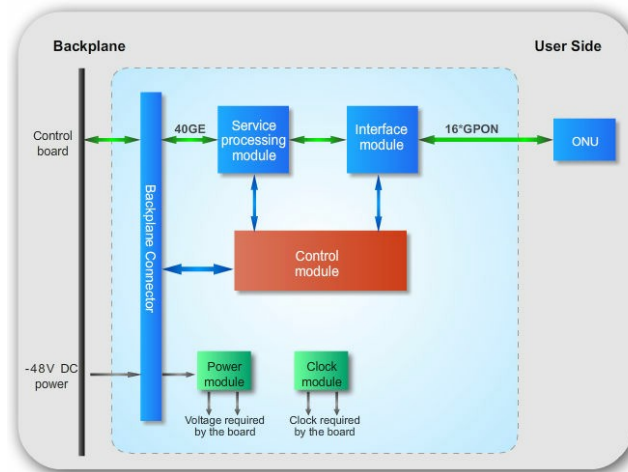
La OLT es un equipo que se encarga de enviar una señal hacia el cliente, el cual se conecta a un ODF y a un router por medio de cables de red convertirlo en una señal óptica (HUAWEI, 2021), una de sus funciones principales es el control de la información transmitida por medio de la Red de Distribución Óptica (ODN), teniendo como distancia máxima de transmisión es de 20 km, Otra característica es de enviar y recibir información (MEDIUM, 2018).



**Figura 43.** OLT HUAWEI  
Tomado de: (MEDIUM, 2018).

### 1.2.9.6 TARJETA GPON

Es una interfaz que contiene puertos ópticos los cuales funciona con el terminal de red óptica (ONT) el cual proporciona el servicio de acceso (Anvirum, 2021).



*Figura 44.* Funcionamiento Interno de la tarjeta  
Tomado de: (Anvirum, 2021).

#### 1.2.9.6.1 RED FEEDER

Es denominada como red troncal interconectadas con los ODF por medio de cables ópticos ubicados en el nodo de telecomunicaciones, con los armarios FDH (Fiber Distribution Hub) (Carrera, 2016).

#### 1.2.9.6.2 ARMARIO GPON

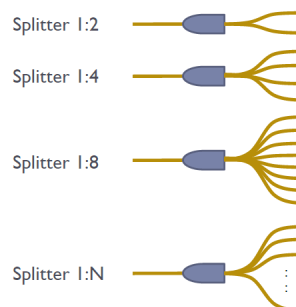
Conocido comúnmente en planta externa como gabinete el cual contiene la distribución de Fibra Óptica tiene una capacidad de 144 y 192 fibras, los que se pueden conectar por medio de fusiones a la distribución de cableado en fibra óptica en exteriores en despliegues de redes FTTH (Tensortec, 2022).



**Figura 45.** Armario de red GPON.  
Tomado de: (Alibaba, 2022).

### 1.2.9.6.3 SPLITTER

Son elementos por el cual se divide la potencia de la señal enviada desde la OLT hacia la ONT, los cuales tienen una entrada y N salidas, las cuales corresponden a un valor de potencia de dos ( $N=2^n$ ) logrando llegar hasta 256 (Arévalo, 2021):



**Figura 46.** Divisor Óptico  
Tomado de: (Arévalo, 2021).

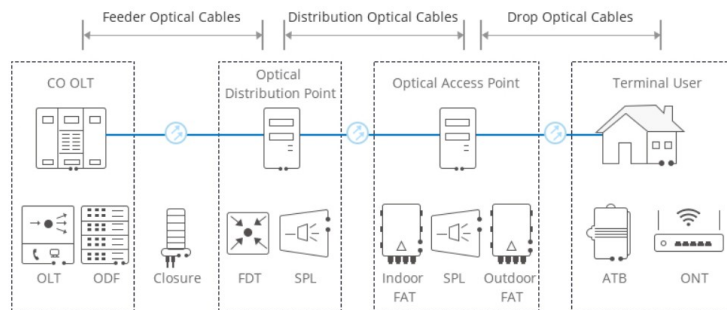
### 1.2.9.6.4 RED DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA (ODN)

Es el medio por el cual se conectan de forma física entre la OLT y la ONT, el rango de alcance es de 20 km, pero se puede extender hasta 40 o 60 km por medio de amplificadores (Forum Huawei, 2021).

El ODN se compone principalmente de elementos pasivos (Forum Huawei, 2021):

- Fibra de alimentación que va desde el ODF hasta la NAP.
- Punto de distribución óptica.
- Fibra de distribución se encarga de direccionar las fibras ópticas para las áreas hasta el punto de acceso óptico.

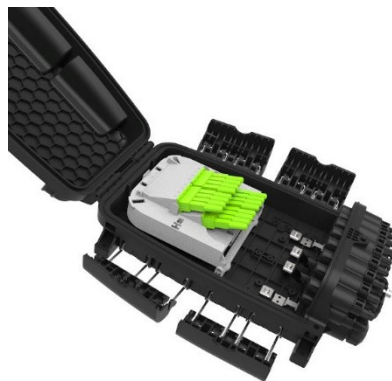
- Punto de acceso óptico.
- Divisor de fibra es el que conecta el punto de acceso óptico a los terminales, permitiendo que llegue la fibra hasta el hogar de los clientes.



**Figura 47.** Esquema de una ODN.  
Tomado de: (Forum Huawei, 2021).

### 1.2.9.6.5 CAJA DE DISTRIBUCIÓN

La caja de distribución óptica o NAP es un elemento en el cual se distribuye o deriva la fibra óptica para los usuarios, los cuales pueden ser externos o internos (FURUKAWA ELECTRIC, 2022).



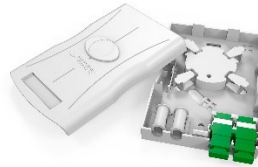
**Figura 48.** Caja de Distribución.  
Tomado de: (Conectrónica, 2022).

### 1.2.9.6.6 RED DE DISPERSIÓN

La red de dispersión comienza desde la Caja de distribución uniéndose con los clientes finales, los cuales pueden ser por medios aéreos o canalizados, logrando conectarse con la red interna del usuario (DFISTSUA, 2022).

### 1.2.9.6.7 ROSETA ÓPTICA

Es un elemento en el cual se une la fibra que llega desde la NAP hacia el cliente mediante una empalme de fusión y un terminal conectorizado (FURUKAWA FBS, 2022).



**Figura 49.** Roseta óptica.  
Tomado de: (FURUKAWA FBS, 2022).

### 1.2.9.6.8 TERMINAL DE RED ÓPTICA (ONT)

Es un equipo que une la parte pasiva de la red el cual recibe la señal óptica gracias al receptor óptico que a su vez también es transmisor y además transforma la señal óptica a una señal de datos (HUAWEI, 2021).

La ONT es capaz de recibir, transmitir y gestionar diferentes tipos de datos que envía el cliente y enviarlos hacia la OLT (MEDIUM, 2018).

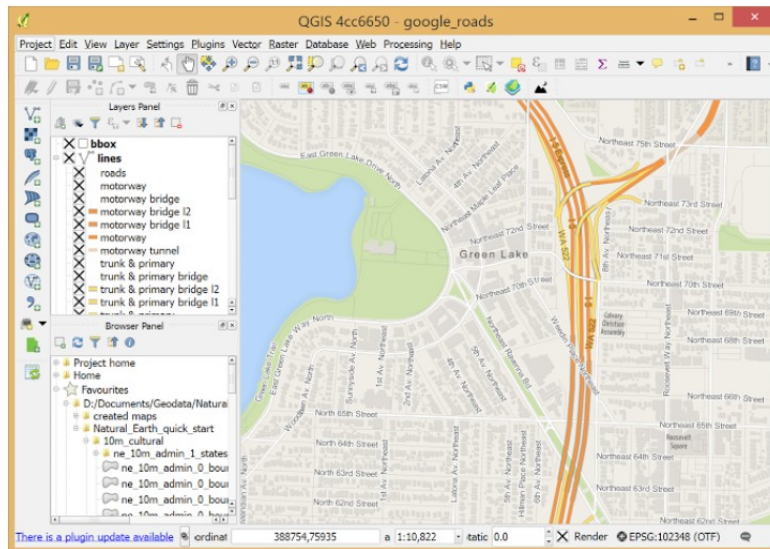


**Figura 50.** ONT HUAWEI  
Tomado de: (MEDIUM, 2018)

## 1.2.10 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE CÓDIGO ABIERTO (QGIS)

La planimetría de la red GPON se realizó en la aplicación QGIS, es una aplicación profesional que usa un sistema de información geográfica (SIG) desarrollada en software libre de código abierto, permitiendo realizar la edición de mapas imprimibles (QGIS, 2022).

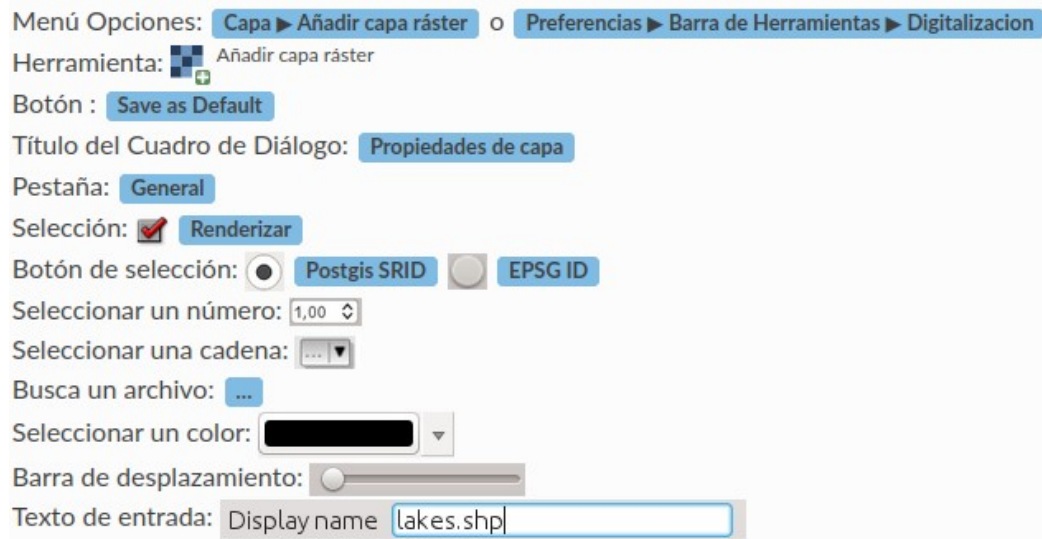
En la aplicación de QGIS se pueden crear diversas capas las cuales ayudan al diseñador a ordenar su diseño como se muestra en la figura 51.



*Figura 51. QGIS Sistema de Información Geográfica  
Tomado de: (QGIS, 2022)*

### 1.2.10.1 CONVENCIONES DE GUI

Es un estilo e cual permite al usuario tener de una forma visual los elementos por los cuales puede encontrar acciones que vienen en los manuales como por ejemplo (QGIS, 2022).



*Figura 52. QGIS Sistema de Información Geográfica  
Tomado de: (QGIS, 2022, p.3)*

### 1.2.10.2 CARACTERÍSTICAS

QGIS tiene gran cantidad de funciones las cuales se pueden añadir a través de complementos y funciones principales, además de tener una barra de localización lo que ayuda en la búsqueda de funciones, conjuntos de datos y más (QGIS, 2022).

### 1.2.10.2.1 VER DATOS

Esta opción ayuda al usuario a ver combinaciones de datos vectoriales y ráster tanto en 2D como en 3D, los formatos admitidos incluyen (QGIS, 2022):

*Tabla 6. Formatos QGIS.*

1	Las tablas y vistas utilizan formatos vectoriales compatibles con PostGIS,
2	SpatialLite y MS SQL Spatial, Oracle Spatial.
3	Formatos ráster e imágenes que son compatibles con la biblioteca de abstracción de datos geospaciales y como GeoTIFF, ERDAS IMG, ArcInfo ASCII GRID, JPEG, PNG.
4	Datos de malla las cuales admiten TIN y cuadrículas normales.
5	Azulejos vectoriales
6	Datos ráster y vectoriales de GRASS de las bases de datos de GRASS (ubicación/conjunto de mapas).
7	Los datos espaciales en línea se sirven como servicios web de OGC.
8	La infraestructura de autenticación de QGIS permite administrar certificados y claves para servicios web.
9	Hojas de cálculo (ODS / XLSX)
10	Se admiten datos temporales

Nota: Esta tabla muestra los formatos que admiten QGIS (QGIS, 2022, p.4).

### 1.2.10.2.2 EXPLORAR DATOS Y COMPONER MAPAS

Gracias a la GUI interactiva y amigable con el usuario se puede realizar diseño de mapas y explorar datos espaciales, por medio de las siguientes herramientas que incluyen en la GUI (QGIS, 2022):

*Tabla 7. Herramientas de QGIS.*

1	Navegador QGIS.
2	Reproyección sobre la marcha.
3	Administrador de base de datos.
4	Diseño de impresión.
5	Reporte.
6	Panel de descripción general.
7	Marcadores espaciales.
8	Herramientas de anotación.
9	Identificar/seleccionar características.
10	Editar/ver/buscar atributos.
11	Etiquetado de características definidas por datos.
12	Herramientas de simbología ráster y vectorial definidas por datos.
13	Composición del mapa Atlas con capas de retícula.
14	Flecha norte, barra de escala y etiqueta de derechos de autor para mapas.
15	Soporte para guardar y restaurar proyectos

Nota: Esta tabla muestra los las herramientas de QGIS (QGIS, 2022, p.4).

### 1.2.10.2.3 CREAR, EDITAR, ADMINISTRAR Y EXPORTAR DATOS

QGIS dentro de sus herramientas consta de opciones como crear, editar, administrar y exportar capas vectoriales y ráster en varios formatos. Además ofrece varias opciones para la edición como (QGIS, 2022):

**Tabla 8.** Herramientas de edición QGIS.

1	Herramientas de digitalización de vectores.
2	Opción para creación y edición de múltiples formatos de archivo y capas vectoriales.
3	Accesorio de georeferenciador para geocodificar imágenes.
4	Herramientas GPS que importan y exportan en formato GPX que son

	capaces de convertir otros formatos.
5	Tiene soporte de OpenStreetMap para visualización y edición datos.
6	Tiene la capacidad para crear tablas espaciales desde archivos con el complemento DB Manager.
7	Mejóro la capacidad de manejo en las tablas de bases de datos espaciales.
8	Administración de tablas de atributos vectoriales mediante herramientas.
9	Tienen una función que ayuda a guardar capturas de pantalla como imágenes georeferenciadas.
10	Consta de herramientas que realizan funciones similares que el CAD con capacidades mejoradas para exportar estilos y complementos

Nota: Esta tabla muestra los las herramientas de edición de QGIS (QGIS, 2022, p.4).

#### **1.2.10.2.4 ANALIZAR DATOS**

Por medio del análisis vectorial, análisis ráster, muestreo, geoprocésamiento, geometría y administración de bases de datos, se logra realizar trabajos adicionales ya que se ejecutan en segundo plano, además el modelador gráfico le permite combinar/encadenar funciones en un flujo de trabajo completo en un entorno gráfico intuitivo (QGIS, 2022).

#### **1.2.10.2.5 PUBLICAR MAPAS EN INTERNET**

QGIS permite exportar el diseño y publicarlo en Internet mediante un servidor web a través de los protocolos WMS, WCS y WFS (QGIS, 2022).

### **1.3 EMPRESA SPEEDYCOM CIA.LTDA.**

“Somos una empresa Ambateña con más de 15 años de experiencia, brindando servicios de internet y transmisión de datos de alta capacidad y velocidad, ofreciendo un servicio estable, seguro y rápido por medio de nuestra red de fibra óptica satisfaciendo así los requerimientos de la población de la zona centro del Ecuador y contamos con personal altamente capacitado.” (SPEEDYCOM, 2022).

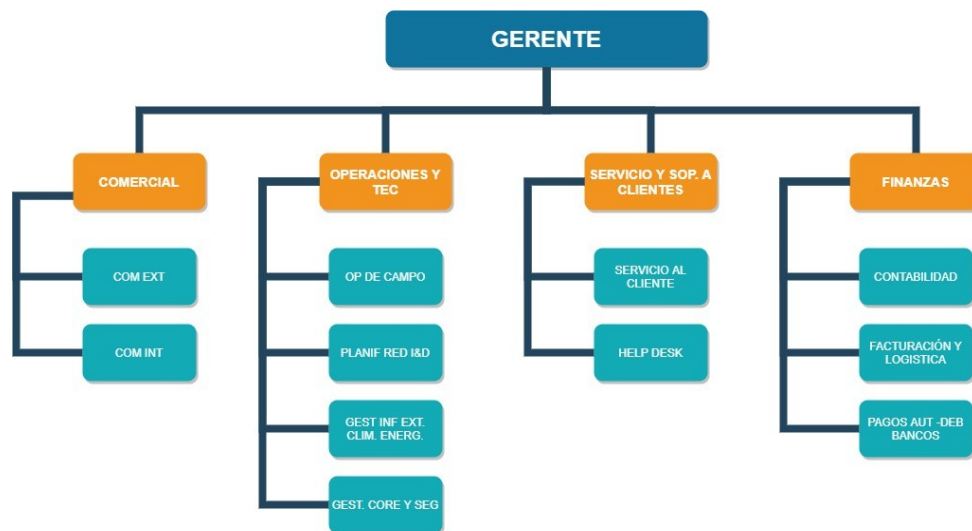
#### **Misión**

“Brindar soluciones integrales de telecomunicaciones con la más alta tecnología con talento humano apasionado por su trabajo enfocado a satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes” (SPEEDYCOM, 2022).

### Visión

“Ser una compañía de conocimiento y entretenimiento digital en la Zona Centro del Ecuador, gracias a nuestras soluciones innovadoras de productos y servicios, para así lograr ser reconocidos por nuestro servicio de calidad humana y profesional” (SPEEDYCOM, 2022).

### Organigrama estructural



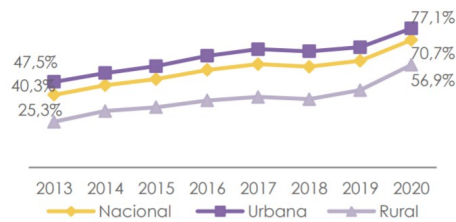
**Figura 53.** Organigrama de la empresa SPEEDYCOM  
Tomado de: (SPEEDYCOM, 2022).

## CAPITULO II

### 2. ZONAS RURALES SIN ACCESO AL SERVICIO DE INTERNET A TRAVÉS DE RED GPON Y TITULOS HABILITANTES.

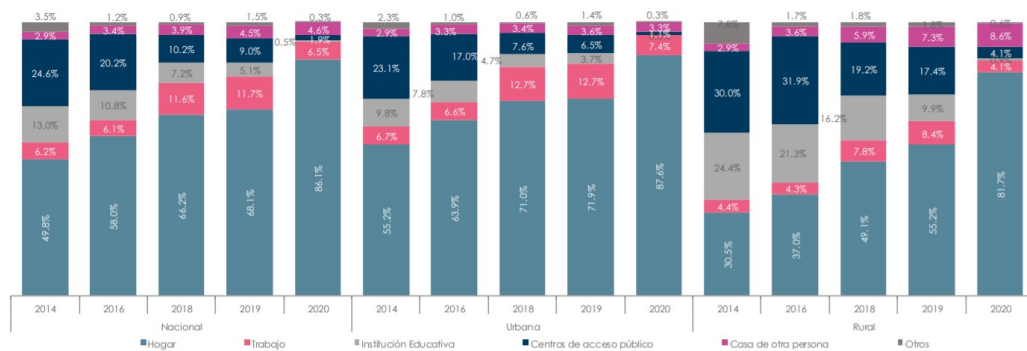
En Ecuador, según datos del Ministerio de Educación, el 70% de las unidades educativas públicas llegan a tener acceso a internet de banda ancha, en cambio las escuelas ubicadas en las áreas rurales no constan con el acceso a las tecnologías o redes de banda ancha lo que conlleva que el uso del internet es de mala calidad y pocos docentes logran acceder debido a que tienen el servicio en sus dispositivos móviles (El Universo, 2020).

Según el INEC el uso del Internet a través de dispositivos se ha incrementado desde el 2013 hasta el 2020. En el 2020, el uso de internet se ubicó: a nivel nacional en 70,7%; en el área urbana 77,1% y en el área rural 56,9% (INEC, 2021).



**Figura 54.** Uso de internet  
Tomado de: (INEC, 2021)

Los datos del INEC corroboran que existe un porcentaje de personas que usan internet a nivel nacional, el cual es del 86,1% realizándolo desde su hogar. Tanto para el área urbana como rural, por lo que se da a entender que el hogar es el lugar más frecuente en donde utilizan internet (INEC, 2021).



**Figura 55.** Porcentaje de personas que utilizan internet  
Tomado de: (INEC, 2021)

La ciudad de Ambato posee 29 cantones siendo 18 rurales (ECURED, 2021), de los cuales se centrará en 5 cantones. Según el último censo se identifica que solo el 26,3% de la población tungurahuesa posee un computador en sus domicilios, mientras que solo el 10% posee servicio de internet (INEC, 2021).

**Tabla 9.** Población de 5 y más años por uso de Internet en Tungurahua

Provincia	Nombre del Cantón	Nombre de la Parroquia	En los últimos seis meses ha utilizado Internet			
			Si	No	Se ignora	Total
<b>Tungurahua</b>	AMBATO		Si	No	Se ignora	<b>Total</b>
		MONTALVO	677	2.566	298	3.541
		<b>Total</b>	677	2.566	298	3.541
	CEVALLOS		Si	No	Se ignora	<b>Total</b>
		CEVALLOS	1.733	5.107	597	7.437
		<b>Total</b>	1.733	5.107	597	7.437
	MOCHA		Si	No	Se ignora	<b>Total</b>
		MOCHA	586	3.970	485	5.041
		PINGUILI	119	1.008	35	1.162
		<b>Total</b>	705	4.978	520	6.203
	QUERO		Si	No	Se ignora	<b>Total</b>
		QUERO	1.669	10.405	847	12.921
		RUMIPAMBA	246	2.048	380	2.674
		YANAYACU - MOCHAPATA	177	1.354	239	1.770
	<b>Total</b>	2.092	13.807	1.466	17.365	
	TISALEO		Si	No	Se ignora	<b>Total</b>
		QUINCHICOTO	224	986	19	1.229
		TISALEO	1.390	8.004	460	9.854
		<b>Total</b>	1.614	8.990	479	11.083
	<b>Tungurahua</b>		Si	No	Se ignora	<b>Total</b>
		CEVALLOS	1.733	5.107	597	7.437
		MOCHA	586	3.970	485	5.041
		MONTALVO	677	2.566	298	3.541
PINGUILI		119	1.008	35	1.162	
QUERO		1.669	10.405	847	12.921	
RUMIPAMBA		246	2.048	380	2.674	
TISALEO		1.390	8.004	460	9.854	
YANAYACU - MOCHAPATA		177	1.354	239	1.770	
<b>Total</b>	6.597	34.462	3.341	44.400		

Nota: Esta tabla muestra el número de familias con acceso a internet que en los últimos 6 meses han utilizado el internet, Tomado de: (INEC, 2010)

Como se observa en la tabla aún existe una gran necesidad en lo que es el uso del internet en las familias de zonas rurales, que por falta de acceso o desconocimiento no lograron acceder al mismo, en respuesta a la actual situación producto del virus SARS-CoV-2, la empresa SPEEDYCOM CIA. LTDA., como resultado de la búsqueda de los de los tungurahueses para mantenerse conectados en sus domicilios, se ha planteado el

proyecto de mejorar de la conectividad y el acceso a la red del Internet, lo que permitirá ampliar la cobertura del servicio y mejorar la calidad del mismo.

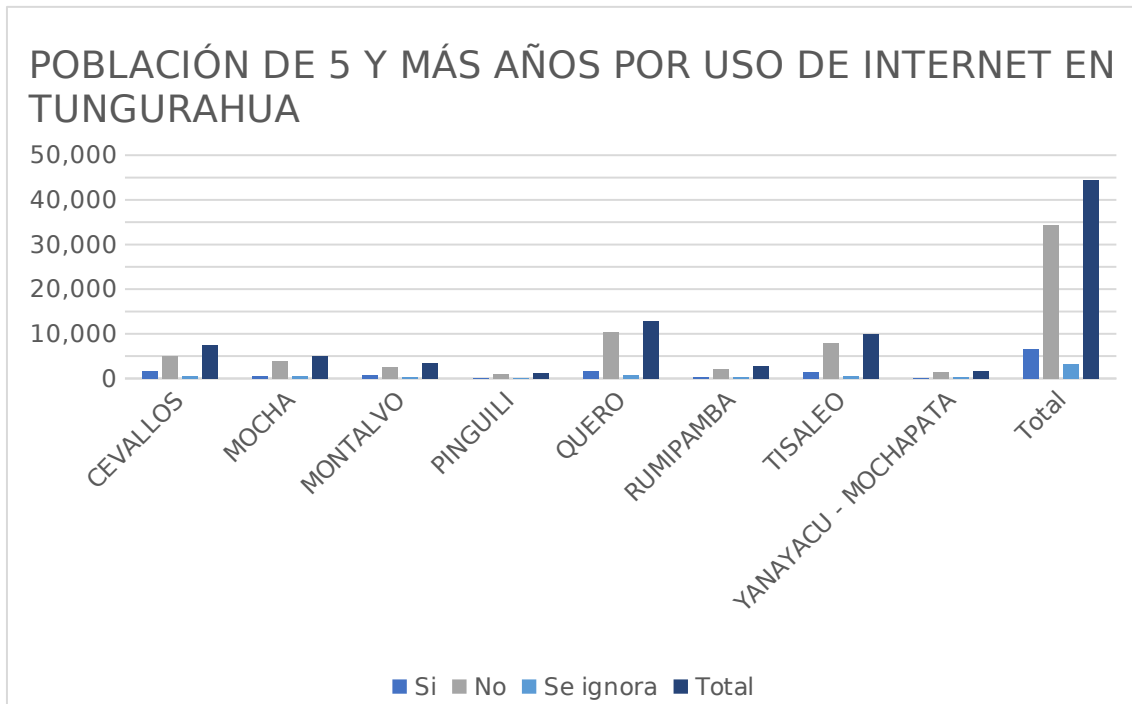


Figura 56. Población de 5 y más años por uso de Internet en Tungurahua

Como se observa en la Figura 56 existe una falta de permanencia con el servicio de Internet por el escaso acceso económico en el cantón Quero, por lo que en Tungurahua, la Unidad Educativa Josefa Calixto desarrollo un proyecto nombrado Wikipedia sin internet, lo que permite que en las escasas computadoras existentes de la escuela, se pueda acceder a una plataforma de software libre Kiwix instaladas en las mismas, con el cual se obtiene la información de libros, geografía, matemáticas, entre otros, ofreciendo ayuda a personas de escasos recursos, además puede ser una herramienta útil para los docentes ya que permite mantener la información y realizar consultas sin el peligro de que la red se desconecte y se pierda todo el trabajo (El Universo, 2020).

Es por eso que el proyecto de diseño tendrá el área de influencia dentro de la provincia de Tungurahua en los cantones; Cevallos, Tisaleo, Quero, Montalvo y Mocha, se realizará una sectorización, considerando el índice socioeconómico de las familias ofreciendo planes accesibles y sostenibles para la empresa y el desarrollo de la red de fibra óptica, con la espera de alcance de al menos 3056 clientes.

## **2.1. TITULOS HABILITANTES.**

### **2.1.1. ARCOTEL.**

La entidad reguladora del Ecuador para las telecomunicaciones es la ARCOTEL, siendo las encargadas de normar, regular, controlar a prestadores de servicios y de garantizar que los suscriptores a los principales servicios de telecomunicaciones, reciban un servicio en las condiciones establecidas en sus contratos tanto en calidad como en precios (ARCOTEL, 2022).

Para el desarrollo proyecto se lo realiza teniendo en cuenta las recomendaciones de la ITU y la normativa de la CNT, siendo así que el diseño realizado consta con las regularizaciones vigentes y establecidas dentro de la norma.

### **2.1.2. SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES.**

Toda infraestructura necesaria para prestar los servicios de telecomunicaciones lo deben realizar los prestadores los cuales están habilitados para la instalación de redes, las cuales deben operar bajo el principio de regularidad, convergencia y neutralidad tecnológica (ARCOTEL, 2015).

### **2.1.3. OBLIGACIONES DE LOS PRESTADORES DE SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES.**

Según la ARCOTEL los deberes de los prestadores de servicios de telecomunicaciones son los siguientes:

Garantizar el acceso igualitario y no discriminatorio a cualquier persona que requiera sus servicios.

Prestar el servicio de forma obligatoria, general, uniforme, eficiente, continua, regular, accesible y responsable, cumpliendo las regulaciones que dicte la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones y lo establecido en los títulos habilitantes.

Cumplir y respetar esta Ley, sus reglamentos, los planes técnicos, normas técnicas y demás actos generales o particulares emitidos por la Agencia de Regulación y

Control de las Telecomunicaciones y el Ministerio rector de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, así como lo dispuesto en los títulos habilitantes.

Respetar los derechos de los usuarios establecidos en esta Ley y en el ordenamiento jurídico vigente.

Cumplir con las regulaciones tarifarias.

Proporcionar en forma clara, precisa, cierta, completa y oportuna toda la información requerida por la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones o el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, en el ámbito de sus competencias, en los formatos, plazos y condiciones establecidos por dichas autoridades.

Prestar las facilidades requeridas para el ejercicio de la labor de control.

Garantizar a sus abonados, clientes y usuarios la conservación de su número de conformidad con los lineamientos, términos, condiciones y plazos que a tal efecto establezca la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones.

(ARCOTEL, 2015, p56-58)

## CAPITULO III

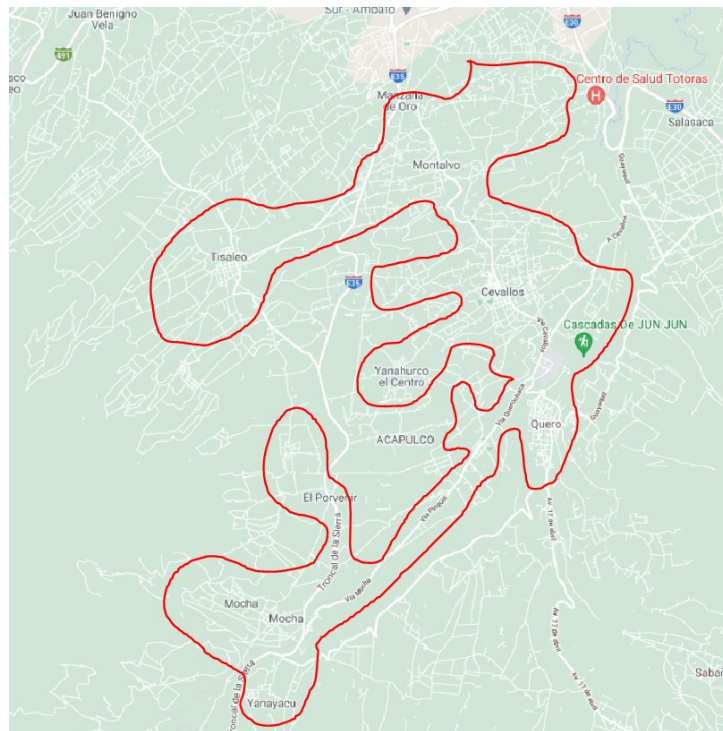
### 3. DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE RED DE BANDA ANCHA GPON (QGIS)

Para el diseño se realiza la configuración de red tipo árbol, debido a que se pretende utilizar 2 niveles de splitter recomendado en la Normativa de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT), así obteniendo una menor atenuación en la señal, misma que será validada en las pruebas de potencia utilizando un medidor de potencia PON.

A continuación, se va a realizar el diseño de la red además se expondrá la distribución de la fibra en las diferentes zonas, los planos del diseño se lo realizaron en el programa QGIS.

#### 3.1. DELIMITACIÓN DE SECTORES

Para la delimitación observada en la Figura 57, se han establecido 26 zonas principales designando un hilo puro de fibra por cada zona, dividiéndose en 8 subsectores obteniendo al primer nivel de splitter el cual es de 1X8, posterior se aplica el segundo nivel de splitter para los usuarios en cada subsector usando un splitter de 1X16 logrando alojar a 128 clientes por sector.



*Figura 57.* Zona de la distribución de la red GPON.



### 3.1.2.ZONA 2

Se tiene la ruta principal la cual se ubica en la calle Corina Sánchez y 13 de Mayo hacia el norte y 13 de Mayo y Oriente hacia el este, se dirige por dicha ruta ya que existe postes de hormigón y es una vía la cual no se es necesario realizar ingresos a pozos de telecomunicaciones, en donde se va a colocar 1 splitters de 1:8 y 8 splitters de 1:16, mini postes para las cajas de piso, con lo que se cubriría el centro sur de Cevallos.

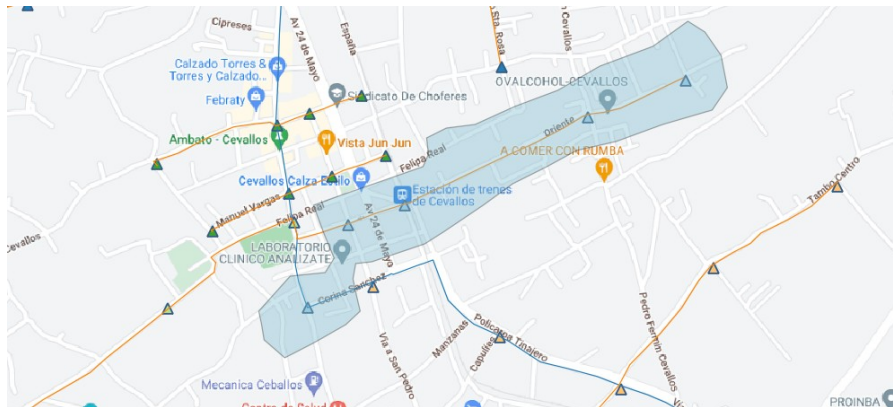


Figura 59. Zona centro sur de Cevallos

### 3.1.3.ZONA 3

Se tiene la ruta principal la cual se ubica en la calle 13 de Mayo hacia el norte y 13 de Mayo y A El Mirador hacia el oeste, se selecciona esa ruta debido a que se tiene postes de hormigón ya cambiados y con herrajes nuevos, donde se van a colocar 1 splitters de 1:8 y 6 splitters de 1:16, con lo que se cubriría el Cuatro Esquinas y Yanahurco.

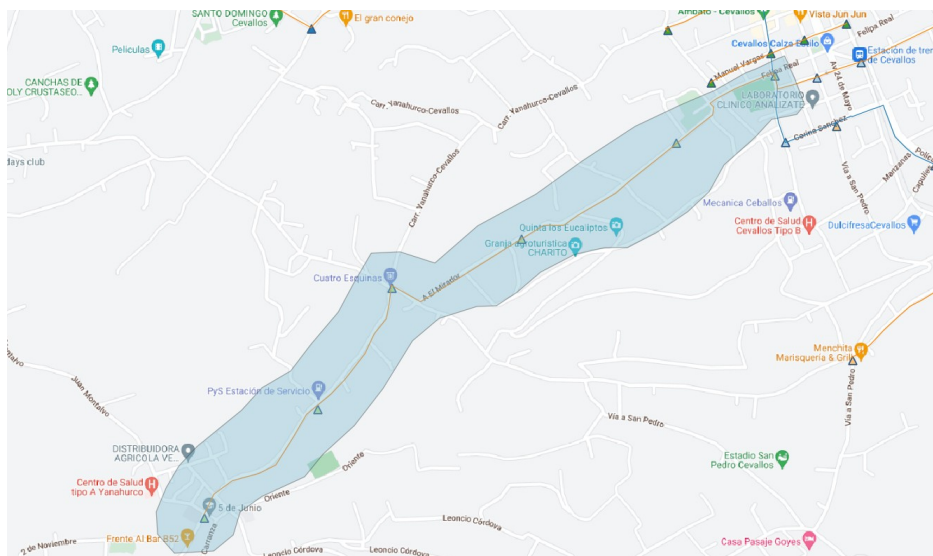


Figura 60. Zona Cevallos Mirador

### 3.1.4.ZONA 4

Se tiene la ruta principal la cual se ubica en la calle Policarpa Tinajero y Tambo Centro hacia el este y Policarpa Tinajero y Vía San Pedro hacia el oeste, de igual manera se selecciona esa ruta debido a la existencia de postes nuevos de hormigón donde es la vía principal hacia Quero, se va a ocupar 1 splitter de 1:8 y 7 splitters de 1:16, con lo que se cubriría el Tambo.



**Figura 61.** Zona Cevallos el Tambo.

### 3.1.5.ZONA 5

Se tiene la ruta principal la cual se ubica en la calle Policarpa Tinajero y entrada a Andignato, ocupando postiería de hormigón y llegando por la única vía hacia el centro de Andignato, el cual tiene 1 splitters de 1:8 y 7 splitters de 1:16, con lo que se cubriría Andignato centro.



**Figura 62.** Zona el Tambo Andignato

### 3.1.6. ZONA 6

Se tiene la ruta secundaria la cual se ubica en Querochaca y Quero norte, llegando por la postería ubicada en el lado derecho en sentido norte sur para posterior salir con un ramal secundario hacia Quero realizando un cruce hacia los postes del lado izquierdo, para lo cual se va a necesitar 1 splitter de 1:8 y 8 splitters de 1:16, con lo que se cubriría el centro norte de Quero.



**Figura 63.** Zona centro norte Quero

### 3.1.7. ZONA 7

Se tiene la ruta secundaria la cual se ubica Eloy Alfaro y García Moreno y García Moreno y Av. Juan Benigno Vela se ocupa postes de hormigón y se realiza los ingresos a los pozos de telecomunicaciones, se realiza por dicha zona ya que se tiene mayor afluencia de clientes y se cuenta con pozos nuevos, se va a ocupar 1 splitters de 1:8 y 7 splitters de 1:16, mini postes para las cajas de piso, con lo que se cubriría el Centro de Quero.



**Figura 64.** Zona centro Quero

### 3.1.8.ZONA 8

Se tiene la ruta secundaria la cual se ubica en la calle Eloy Alfaro y Juan León Mera y Juan León Mera y Bernardo Darquea, usando únicamente postes de hormigón y evitando ingresar a pozos, el cual tiene 1 splitters de 1:8 y 8 splitters de 1:16, con lo que se cubriría el Sur de Quero.

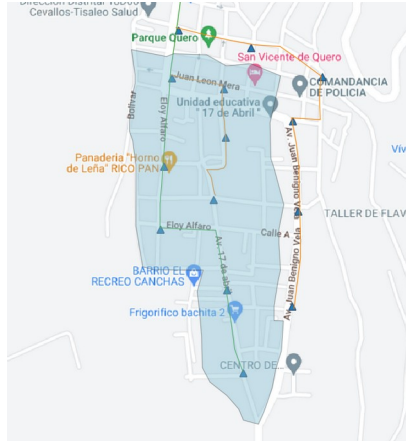


Figura 65. Zona Centro Sur Quero

### 3.1.9.ZONA 9

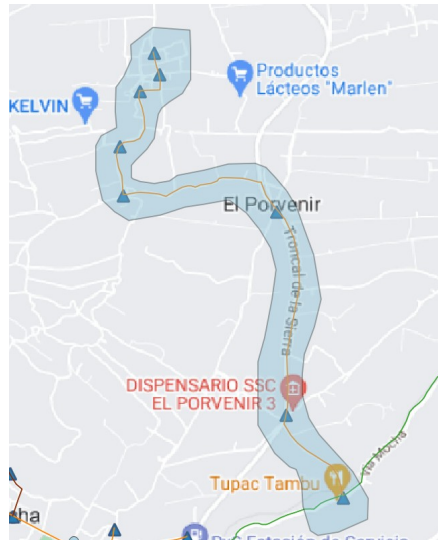
Se tiene la ruta principal la cual se ubica en Pinguili con dirección al Rosal y Centro de Pinguili, se realiza dicho recorrido ya que es la vía principal que conecta Cevallos con Pinguilí donde se cuenta con postiería nueva de hormigón, se realiza el ingreso de ramales secundarios al centro de Pinguilí y se coloca 1 splitter de 1:8 y 8 splitters de 1:16, con lo que se cubriría Pinguili.



Figura 66. Zona Centro Pinguili el Rosal.

### 3.1.10. ZONA 10

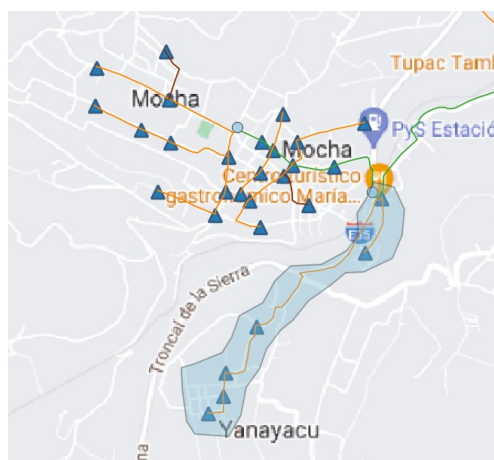
Se saca un ramal de la ruta que une Pinguilí con Mocha y se dirige por la vía Porvenir y Quinchicoto, se consta de postería nueva y antigua la cual se deja reservas en varios tramos para poder realizar el cambio a postería nueva en caso de ser necesario, para dar servicio a dicha zona se coloca 1 splitters de 1:8 y 8 splitters de 1:16.



**Figura 67.** Zona El Porvenir.

### 3.1.11. ZONA 11

Se tiene la ruta secundaria la cual se ubica en la vía Mocha Yanayacu donde se localiza una zona comercial de comida y clientes potenciales, se tiene postes nuevos, para cubrir dicha zona se coloca 1 splitters de 1:8 y 6 splitters de 1:16, con lo que se cubriría Mocha Yanayacu y se deja reservas para aumento de cajas a futuro.



**Figura 68.** Zona Sur de Mocha Yanayacu.

### 3.1.12. ZONA 12

Se tiene la ruta secundaria la cual se ubica en la calle 13 de Mayo y Juan Rendón en donde un tramo de la Juan Rendón en sentido sur hacia la Rumiñahui se realiza un ingreso a los pozos de telecomunicaciones debido a que en el centro de Mocha se encuentra soterrando, 13 de Mayo y Juan Montalvo y Juan Rendón y Juan Benigno Vela se lo realiza mediante postes de Hormigón debido a que no van a realizar soterramiento en ese sector, para lo cual se va a necesitar 1 splitter de 1:8 y 8 splitters de 1:16, mini postes para las cajas de piso, con lo que se cubriría el centro este de Mocha.



**Figura 69.** Zona Centro de Mocha.

### 3.1.13. ZONA 13

Se tiene la ruta principal la cual se ubica en la calle 13 de Mayo y Av. El Rey hasta la calle Camilo Ponce se va realiza el ingreso a pozos de telecomunicaciones, en la calle 13 de Mayo y Av. El Rey hacia Neptalí Sancho y 13 de Mayo y Juan H. Armendáriz se lo realiza por medio de postes de hormigón, el cual tiene 1 splitters de 1:8 y 8 splitters de 1:16, mini postes para NAPs de piso, con lo que se cubriría el centro oeste de Mocha.



**Figura 70.** Zona Centro de Mocha.

### 3.1.14. ZONA 14

Se tiene la ruta principal la cual se ubica en la calle 13 de Mayo y Av. El Rey y 13 de Mayo y Juan H. Armendáriz, se lo realiza mediante postes de hormigón y llegando a domicilios de clientes potenciales, el cual tiene 1 splitters de 1:8 y 8 splitters de 1:16, con lo que se cubriría el sur oeste de Mocha.



Figura 71. Zona Sur de Mocha.

### 3.1.15. ZONA 15

Se tiene la ruta principal la cual se ubica en la calle 24 de Mayo hacia Santo Domingo de Cevallos, se escoge dicha ruta debido a la existencia de postes nuevos de hormigón y la facilidad de llegar a clientes nuevos, el cual tiene 1 splitters de 1:8 y 6 splitters de 1:16, con lo que se cubriría el sur oeste de Cevallos.



Figura 72: Zona Santo Domingo de Cevallos.

### 3.1.16. ZONA 16

Se tiene la ruta principal la cual se ubica en la calle 24 de Mayo hacia La Florida de Cevallos y Santa Rosa de Cevallos, se va por dicha ruta debido a la existencia de postes nuevos y de igual manera se deja reservas para poder realizar cambios a los postes nuevos a futuro ya que aún se encuentran cambiando de postes, en dicha zona se va a ocupar 1 splitters de 1:8 y 6 splitters de 1:16.



**Figura 73.** Zona Santa Rosa de Cevallos.

### 3.1.17. ZONA 17

Se tiene la ruta principal la cual se ubica Vía a Montalvo hacia la Florida y Barrio Jesús del Gran Poder se cuenta con postes nuevos de hormigón y son vías de poca afluencia de vehículos, para cubrir el sector se cuenta con 1 splitter de 1:8 y 7 splitters de 1:16, con lo que se cubriría el sur este de Cevallos.



**Figura 74.** Zona la Florida de Cevallos.

### 3.1.18. ZONA 18

Se tiene la ruta principal la cual se ubica en la calle Via a Montalvo y 7 Tratados, se va por la ruta principal que une Cevallos y Montalvo evitando ocupar postería antigua, para lo cual se ocupa 1 splitters de 1:8 y 8 splitters de 1:16, con lo que se cubriría el centro de Montalvo.



**Figura 75.** Zona centro Montalvo.

### 3.1.19. ZONA 19

Se tiene la ruta secundaria la cual se ubica en la calle 7 Tratados y Camino el Rey, llegando por una vía no explotada por otras operadoras y con postes nuevos de hormigón lo que ayuda a unir lo que es Montalvo con Alobamba y llegar hasta Tisaleo, para cubrir la zona se ocupa 1 splitters de 1:8 y 8 splitters de 1:16.



**Figura 76.** Zona Montalvo Alobamba.

### 3.1.20. ZONA 20

Se tiene la ruta secundaria la cual se ubica en la Plaza de Alobamba hacia el norte y con ramificaciones hacia el sur, donde se realiza otra ramificación hacia la carretera Panamericana para llegar a una zona comercial, se coloca 1 splitter de 1:8 y 8 splitters de 1:16, con lo que se cubriría el centro de Alobamba.



Figura 77. Zona Alobamba Centro.

### 3.1.21. ZONA 21

Se tiene la ruta secundaria la cual se ubica al oeste de Alobamba con ramificaciones hacia el norte y sur para llegar a domicilios de clientes y con una extensión hacia la carretera Panamericana para llegar a una zona comercial, el cual tiene 1 splitters de 1:8 y 8 splitters de 1:16.

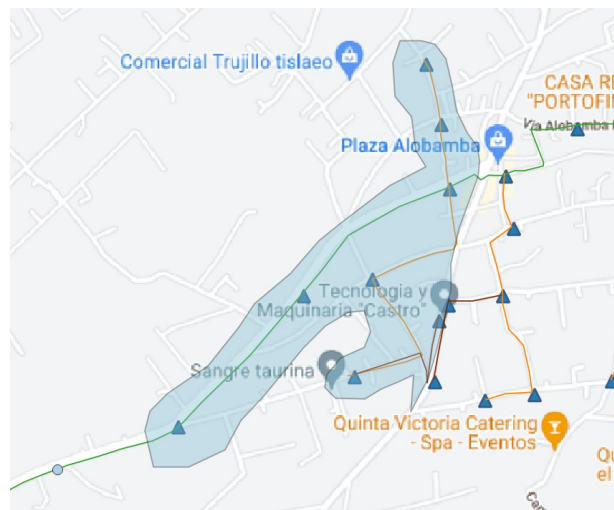


Figura 78. Zona Alobamba Tisaleo

### 3.1.22. ZONA 22

Se tiene la ruta secundaria la cual se ubica en la calle República y Antonio Clavijo y Antonio Clavijo y Real audiencia llegando mediante postes nuevos de hormigón, para cubrir la zona se ocupa 1 splitters de 1:8 y 8 splitters de 1:16, con lo que se cubriría sur oeste de Tisaleo.



Figura 79. Zona Sur Tisaleo.

### 3.1.23. ZONA 23

Se tiene la ruta secundaria la cual se ubica en la calle Antonio Clavijo se realiza el ingreso a los pozos de telecomunicaciones y Calles Centrales y Antonio Clavijo y Vicente Rocafuerte se lo realiza mediante postes de hormigón, se ocupa 1 splitters de 1:8 y 8 splitters de 1:16, mini postes para NAPs de piso, con lo que se cubriría centro norte de Tisaleo.

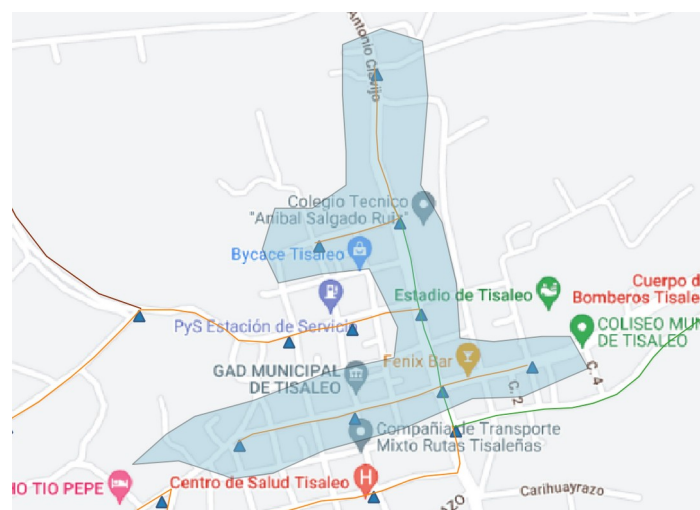


Figura 80. Zona Centro Norte Tisaleo.

### 3.1.24. ZONA 24

Se tiene la ruta secundaria la cual se ubica en la calle Antonio Clavijo y Vía al Calvario llegando por pozos de telecomunicaciones para posterior salir para los postes de hormigón y poder llegar al Calvario, donde se coloca 1 splitters de 1:8 y 6 splitters de 1:16, con lo que se cubriría noroeste de Tisaleo.



Figura 81. Zona Centro Tisaleo.

### 3.1.25. ZONA 25

Se tiene la ruta principal la cual se ubica en la Manzana de Oro y vía a Luz de América, se lo realiza mediante postes y debido a que es la vía principal que une a dicha zona, planifica para colocar 1 splitters de 1:8 y 8 splitters de 1:16, con lo que se cubriría la Manzana de Oro.

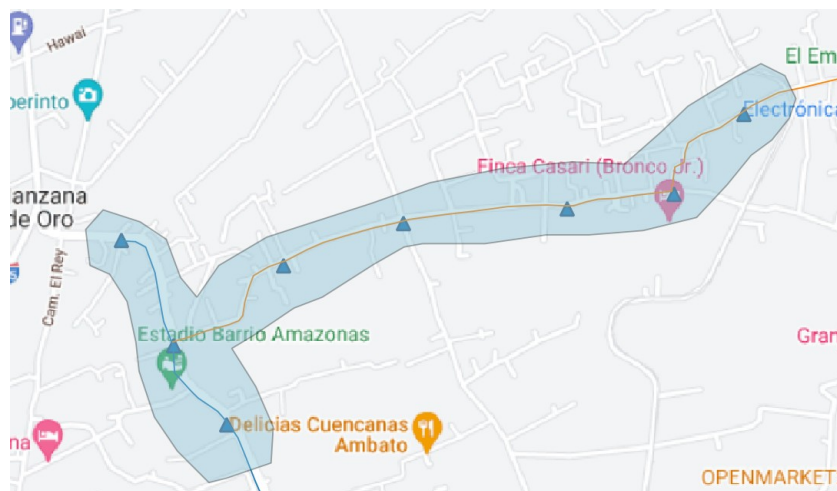


Figura 82. Zona Manzana de Oro el Empalme

### 3.1.26. ZONA 26

Se tiene la ruta principal la cual se ubica en la vía a Luz de América hacia El Empalme con proyección a cambio de postes antiguos, se deja reservas para cambio de postes, se planifica colocar 1 splitters de 1:8 y 8 splitters de 1:16.



*Figura 83.* Zona el Empalme

## CAPITULO IV

### 4. ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO

Dentro del presente estudio se requiere hacer un análisis económico a fin de determinar la viabilidad del proyecto, considerando el costo de materiales, de los servicios que se deben contratar a la empresa para el respectivo análisis de viabilidad.

#### 4.1. EQUIPOS

##### 4.1.1. TARJETA 16 GPON C++ PARA OLT HUAWEI

Para la tarjeta GPON se escogió la tarjetas OLT Huawei 16 puertos con SFP: C++, la cual consta con la aplicación Felix de Alea Soluciones, ayudando a la configuración de la cabecera de las ONTs por medio del protocolo TR-069, ayudando a tener una eficacia de los servicios y productos comerciales para tus clientes, las características principales son citado textualmente de (TELECOM, 2022):

Huawei 16-GPON Port Interface Card incluidos módulos C+ para chasis Huawei MA5603T, MA5600T y MA5608T.

Firmware de OLT disponibles 3 versiones: H802GPFD, H803GPFD y H805GPFD.

Split ratio soportado 1:128.

Velocidad de transmisión: 2.488Gbit/s, recepción: 1.244Gbit/s.

Interfaces tipo: SC/PC, SC/UPC.

Máximo alcance: 20KM.

Longitud de onda de transmisión: 1490nm.

Longitud de onda de recepción: 1310nm (TELECOM, 2022, p1).



*Figura 84.* Tarjeta 16 puertos SFP GPON  
Tomado de: (TELECOM, 2022).

**Tabla 10.** Especificaciones Técnicas

GPON port	16-GPON Port
<b>Especificación Módulo GPON SFP</b>	
	B+ Módulo : Una-fibra bi-direccional optical módulo, class B+
<b>Tipo</b>	C+ Módulo : Una-fibra bi-direccional optical módulo, class C+
	C++ Módulo : Una-fibra bi-direccional optical módulo, class C++
<b>Longitud de onda</b>	Tx: 1490 nm, Rx: 1310 nm
<b>Transmisión puerto</b>	Tx: 2.49 Gbit/s, Rx: 1.24 Gbit/s
<b>Máxima potencia óptica de salida</b>	B+ Módulo : 5.00 dBm
	C+ Módulo: 7.00 dBm
	C++ Módulo : 10.00 dBm
<b>Máxima sensibilidad recepción</b>	B+ Módulo : -28.00 dBm
	C+ Módulo : -32.00 dBm
	C++ Módulo : -35.00 dBm
<b>Tipo de conector óptico</b>	B+/C+: SC/PC
	C++: SC/UPC
<b>Alcance máximo</b>	20,00 Km
<b>Tipo de fibra óptica</b>	Fibra monomodo
<b>Dimensiones</b>	22.86 mm x 237.00 mm x 395.40 mm
<b>Temperatura de trabajo</b>	-25°C to +65°C
<b>Consumo energético medio</b>	H802GPFD : 45 W
	H803GPFD : 39 W
	H805GPFD : 26 W
<b>Consumo energético máximo</b>	H802GPFD : 73 W
	H803GPFD : 61 W
	H805GPFD : 50 W
<b>Funciones de mantenimiento</b>	Gestionado remotamente usando TR 069 por Felix

Nota: Esta tabla muestra las características a tomar en cuenta en lo que es la tarjeta GPON (TELECOM, 2022).

#### 4.1.2. ONT ECOLIFE EG8145V5

Para el equipo terminal del cliente se va ocupar el equipo EcoLife EG8145V5 el cual es un enrutador + ONU de Huawei, proporciona 4 puertos 1GE de adaptación automática y 2 puertos Wi-Fi, uno que trabaja en la banda de 2.4 GHz y el otro en la banda de 5 GHz. Además, cuenta con capacidades de reenvío de alto rendimiento para garantizar una excelente experiencia con VoIP, Internet y servicios de video HD (CODIPRO, 2022).

**Tabla 11.** Especificaciones de ONU EG8145V5.

GPON Port	Ethernet Port	POTS Port	USB
Class B+	Ethernet port-based VLAN tags and tag removal	Maximum REN: 4	USB2.0
Receiver sensitivity: -27 dBm	1:1 VLAN, N:1 VLAN, or VLAN transparent transmission	G.711A/μ, G.729a/b and G.722 encoding/decoding	FTP-based network storage
Overload optical power: -8 dBm	QinQ VLAN	T.30/T.38/G.711 fax mode	File/Print sharing based on SAMBA
Wavelengths: US 1310 nm, DS 1490 nm	Limit on the number of learned MAC addresses	DTMF	DLNA function
Wavelength blocking filter (WBF) of G.984.5	MAC address learning	Emergency calls (with the SIP protocol)	
Flexible mapping between GEM Port and TCONT	Auto-adaptive 10 Mbit/s, 100 Mbit/s or 1000 Mbit/s		
GPON: consistent with the SN or password authentication defined in G.984.3			
Bi-directional FEC			
SR-DBA and NSR-DBA			
Type B (single-homing & dual-homing)			
<b>WLAN</b>	<b>Smart interconnection</b>	<b>Smart service</b>	<b>Smart O&amp;M</b>
IEEE 802.11 b/g/n (2.4G)	Smart Wi-Fi coverage	Smart Wi-Fi sharing:	IPTV video quality diagnosis
IEEE 802.11 a/n/ac (5G)	SIP/H.248 auto-negotiation	Portal/802.1x authentication	Rogue ONT detection and isolation from the OLT

2 × 2 MIMO (2.4G&5G)	Any port any service	SoftGRE-based sharing	Call emulation, and circuit test and loop- line test
Antenna gain: 5 dBi	Parental control	Scheduled Wi-Fi shutdown	PPPoE/DHCP simulation testing
WMM/Multiple SSIDs/WPS	L2/L3(IPv4) forwarding: 1G uplink, 1.3G downlink		WLAN emulation
2.4G&5G concurrent			eMDI
Air interface rate:300 Mbit/s (2.4G); 867 Mbit/s(5G)			
<b>Layer 3 Features</b>	<b>Multicast</b>	<b>QoS</b>	<b>Security</b>
PPPoE/Static IP/DHCP	IGMP v2/v3 proxy/snooping	Ethernet port rate limitation	SPI firewall
NAT/NAPT	MLD v1/v2 snooping	802.1p priority	Filtering based on MAC/IP/URL addresses
Port forwarding		SP/WRR/SP+WRR	
ALG, UPnP		Broadcast packet rate limitation	
DDNS/DNS server/DNS client			
IPv6/IPv4 dual stack, and DS-Lite			
Static/Default routes			
Multiple services on one WAN port			
<b>Common O&amp;M</b>	<b>Power Saving</b>		
OMCI/Web UI/TR069	Indicator power saving		
Variable-length OMCI messages	COC V5		
Dual-system software backup			

and rollback

Nota: Esta tabla muestra las características técnicas de la ONU EG8145V5 (ROUTER-SWITCH, 2022).



**Figura 85.** 4GE+1POST+2 WIFI Huawei GPON ONU EG8145V5  
Tomado de: (HUAWEI, 2022).

### 4.1.3. SPLITTER

Para las derivaciones se va a ocupar el splitter FiberRack con las siguientes características; baja pérdida de inserción, buena capacidad de intercambio, gran durabilidad, tiene estabilidad a la temperatura, se basa en el estándar: IEC Grado B (ALIBABA, 2022).



**Figura 86.** Splitter óptico  
Tomado de: (ALIBABA, 2022).

**Tabla 12.** Especificaciones.

Especificaciones técnicas			
<b>Rendimiento óptico</b>		Rendimiento de la geometría de la cara final	
<b>Pulido</b>	UPC APC	Artículo	Virola de $\Phi 1.25/2.5$ mm
<b>Prueba de longitud de onda</b>	1310nm y 1550nm	Radio de curva	7 a 25 mm
<b>Pérdida de inserción</b>	$\leq 0.25$ dB	Desplazamiento de vértice	0 a 50 $\mu$ m
<b>Pérdida de retorno</b>	$\geq 50$ dB	Altura de fibra	-50 a 50nm

Nota: Esta tabla muestra las características del splitter a usar (ALIBABA, 2022)

#### 4.1.4.MANGAS

Se va a utilizar la Manga Tipo Domo con Válvula HSC-NBI, el cual nos va a ayudar a dar continuidad a la red, una de las ventajas es la alta resistencia a la intemperie proporcionando protección e impermeabilidad a las fusiones. Teniendo como característica principal que puede alojar desde 12 a 48 fusiones de fibra óptica (Claupet, 2022).

**Tabla 13.** Características.

<b>Peso</b>	2600g - 2900g
<b>Diámetro de cable</b>	Ø8mm - Ø16mm
<b>Capacidad</b>	12 a 48 hilos, fibra tipo ribbom

Nota: Esta tabla muestra las características de la manga a utilizar (Claupet, 2022).

#### 4.1.5. ODF

Se va a ocupar ODF FDELUXE, que consta de conexiones para las derivación del terminal de cable óptico, teniendo una estructura estándar de 19", su montaje se lo realiza en un rack y es adecuado para adaptadores FC, SC, ST, LC (Alibaba, 2022).



**Figura 87.** ODF.  
Tomado de: (Alibaba, 2022).

**Tabla 14.** Características ODF

<b>Especificación:</b>	
<b>Escribe</b>	<b>Dimensión (mm)</b>
<b>FC12/SC12/ST12/FC24/</b>	430/482 *250 *44,5 (con orejetas)
<b>FC48/SC48/ST48/2LC48</b>	430/482 *250*89 (con orejetas)
<b>FC96/SC96/ST96/2LC96</b>	430/482 *250*133,5 (con orejetas)

Nota: Esta tabla muestra las características del ODF a utilizar (Alibaba, 2022).

#### 4.2. DIMENCIONAMIENTO DE MATERIAL

#### 4.2.1.SPLITTER Y ONT

Una vez realizado el estudio de la zona y realizado el diseño se obtiene la lista de splitter y ONT a utilizar para el diseño los cuales se detallan en la siguiente tabla.

*Tabla 15.* Dimensionamiento de equipos

<b>Zona 1</b>		
<b>SPLITTER</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>ONUs por sub ramal</b>
<b>1:08</b>	1	
<b>1:16</b>	5	80
<b>Zona 2</b>		
<b>SPLITTER</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>ONUs por sub ramal</b>
<b>1:08</b>	1	
<b>1:16</b>	8	128
<b>Zona 3</b>		
<b>SPLITTER</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>ONUs por sub ramal</b>
<b>1:08</b>	<b>1</b>	
<b>1:16</b>	6	96
<b>Zona 4</b>		
<b>SPLITTER</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>ONUs por sub ramal</b>
<b>1:08</b>	1	
<b>1:16</b>	7	112
<b>Zona 5</b>		
<b>SPLITTER</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>ONUs por sub ramal</b>
<b>1:08</b>	1	
<b>1:16</b>	7	112
<b>Zona 6</b>		
<b>SPLITTER</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>ONUs por sub ramal</b>
<b>1:08</b>	1	
<b>1:16</b>	8	128
<b>Zona 7</b>		
<b>SPLITTER</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>ONUs por sub ramal</b>
<b>1:08</b>	1	
<b>1:16</b>	7	112
<b>Zona 8</b>		
<b>SPLITTER</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>ONUs por sub ramal</b>
<b>1:08</b>	1	
<b>1:16</b>	8	128
<b>Zona 9</b>		
<b>SPLITTER</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>ONUs por sub ramal</b>
<b>1:08</b>	1	
<b>1:16</b>	8	128
<b>Zona 10</b>		
<b>SPLITTER</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>ONUs por sub ramal</b>
<b>1:08</b>	1	
<b>1:16</b>	8	128
<b>Zona 11</b>		

<b>SPLITTER</b>	CANTIDAD	ONUs por sub ramal
<b>1:08</b>	1	
<b>1:16</b>	6	96
<b>Zona 12</b>		
<b>SPLITTER</b>	CANTIDAD	ONUs por sub ramal
<b>1:08</b>	1	
<b>1:16</b>	8	128
<b>Zona 13</b>		
<b>SPLITTER</b>	CANTIDAD	ONUs por sub ramal
<b>1:08</b>	1	
<b>1:16</b>	8	128
<b>Zona 14</b>		
<b>SPLITTER</b>	CANTIDAD	ONUs por sub ramal
<b>1:08</b>	1	
<b>1:16</b>	8	128
<b>Zona 15</b>		
<b>SPLITTER</b>	CANTIDAD	ONUs por sub ramal
<b>1:08</b>	1	
<b>1:16</b>	6	96
<b>Zona 16</b>		
<b>SPLITTER</b>	CANTIDAD	ONUs por sub ramal
<b>1:08</b>	1	
<b>1:16</b>	6	96
<b>Zona 17</b>		
<b>SPLITTER</b>	CANTIDAD	ONUs por sub ramal
<b>1:08</b>	1	
<b>1:16</b>	7	112
<b>Zona 18</b>		
<b>SPLITTER</b>	CANTIDAD	ONUs por sub ramal
<b>1:08</b>	1	
<b>1:16</b>	8	128
<b>Zona 19</b>		
<b>SPLITTER</b>	CANTIDAD	ONUs por sub ramal
<b>1:08</b>	1	
<b>1:16</b>	8	128
<b>Zona 20</b>		
<b>SPLITTER</b>	CANTIDAD	ONUs por sub ramal
<b>1:08</b>	1	
<b>1:16</b>	8	128
<b>Zona 21</b>		
<b>SPLITTER</b>	CANTIDAD	ONUs por sub ramal
<b>1:08</b>	1	
<b>1:16</b>	8	128
<b>Zona 22</b>		
<b>SPLITTER</b>	CANTIDAD	ONUs por sub ramal
<b>1:08</b>	1	
<b>1:16</b>	8	128
<b>Zona 23</b>		

SPLITTER	CANTIDAD	ONUs por sub ramal
<b>1:08</b>	1	
<b>1:16</b>	8	128
<b>Zona 24</b>		
SPLITTER	CANTIDAD	ONUs por sub ramal
<b>1:08</b>	1	
<b>1:16</b>	6	96
<b>Zona 25</b>		
SPLITTER	CANTIDAD	ONUs por sub ramal
<b>1:08</b>	1	
<b>1:16</b>	8	128
<b>Zona 26</b>		
SPLITTER	CANTIDAD	ONUs por sub ramal
<b>1:08</b>	1	
<b>1:16</b>	8	128

Nota: Esta tabla muestra la cantidad de Splitters a utilizarse por zona.

En la tabla 16 se tiene el número de ONUs y en la tabla 17 se tiene el número de splitter para el diseño de la Red GPON.

**Tabla 16.** Número de ONUs

<b>Total de ONU</b>	
---------------------	--

Nota: Esta tabla muestra la cantidad de ONUs.

**Tabla 17.** Total de Splitters.

SPLITTE R	# SPLITTER
<b>1X8</b>	26
<b>1X16</b>	191

Nota: Esta tabla muestra la cantidad de Splitters en todo el diseño.

#### 4.2.2. FIBRA POR TRAYECTO

Por medio del diseño de red se logra obtener la distancia y la fibra de cuantos hilos se debe ocupar para cumplir con el tendido del mismo el cual se detalla en la tabla 18, delimitado por trayectos número de hilos y la distancia.

**Tabla 18.** Fibra óptica por trayecto

TRAYECTO	HILOS	DISTANCIA (m)
<b>CEVALLOS-MONTLVO-MANZANA DE ORO</b>	24	5910
<b>MONTALVO-ALOBAMBA-TISALEO</b>	12	5930
<b>CEVALLOS-QUEROCHACA</b>	24	2490
<b>QUERO-PINGUILI-MOCHA</b>	12	9290
<b>CEVALLOS-YANAHURCO</b>	6	2950
<b>PINGUILI-SANTA MARIANITA</b>	6	5170

<b>QUERO-ANDIGNATO</b>	6	2740
<b>CEVALLOS-LAFLORIDA</b>	6	1310
<b>CEVALLOS-SANTODOMINGO</b>	6	2420
<b>MOCHA-YANAYACU</b>	6	2760
<b>TRAMO 1 MOCHA</b>	6	1240
<b>TRAMO 2 MOCHA</b>	2	570
<b>TRAMO 3 MOCHA</b>	6	1360
<b>TRAMO 4 MOCHA</b>	6	1010
<b>TRAMO 5 MOCHA</b>	6	810
<b>TRAMO 6 MOCHA</b>	6	1560
<b>TRAMO 1 QUERO</b>	6	1490
<b>TRAMO 2 QUERO</b>	6	1680
<b>TRAMO 3 QUERO</b>	6	760
<b>TRAMO 1 PINGUILI</b>	6	2350
<b>TRAMO 2 PINGUILI</b>	2	850
<b>TRAMO 1 CEVALLOS</b>	6	810
<b>TRAMO 2 CEVALLOS</b>	6	730
<b>TRAMO 3 CEVALLOS</b>	6	1430
<b>SANTA ROSA DE CEVALLOS</b>	6	1140
<b>CEVALLOS-LA FLORIDA-JESUS DEL GRAN PODER</b>	6	3580
<b>TRAMO 1 MONTALVO</b>	6	1790
<b>CAMINO REAL</b>	6	1870
<b>TRAMO 1 ALOBAMBA</b>	6	1190
<b>TRAMO 2 ALOBAMBA</b>	6	1760
<b>TRAMO 1 TISALEO</b>	6	2430
<b>TRAMO 2 TISALEO</b>	6	790
<b>TRAMO 3 TISALEO</b>	6	1390
<b>TRAMO 4 TISALEO</b>	6	680
<b>LUZ DE AMERICA</b>	6	3600
<b>QUEROCHACA-QUERO</b>	12	2910
<b>TRAMO 7 MOCHA</b>	2	490
<b>CEVALLOS-ANDIGNATO-2</b>	6	1890
<b>SANTA ROSA</b>	2	470
<b>TRAMO 3 ALOBAMBA</b>	2	660
<b>TRAMO 4 ALOBAMBA</b>	2	780
<b>TRAMO 1 LUZ DE AMERICA</b>	6	1460
<b>TRAMO 2 LUZ DE AMERICA</b>	2	1070
<b>TRAMO 5 TISALEO</b>	2	830

Nota: Esta tabla muestra la cantidad de fibra óptica y el número de hilos a utilizar en todo el despliegue de red.

### 4.2.3. NAPS

En la Tabla 19 se determina el número de NAPS a ocupar y su distribución de hilos por cada una de ellas lo cual ayudará a tener un registro de hilos ocupados para su mantenimiento o reparación.

**Tabla 19.** NAPS por zona

id	Zona	Hilo	Buffer	Tipo
1	CEVALLOS	NARANJA	CAFE	NAP-1X16
2	CEVALLOS-ANDIGNATO	24H (AZUL)/6H (AZUL)-CAFE(R)	AZUL/6H	NAP-1X16
3	CEVALLOS-ANDIGNATO	VERDE(R)	6H	NAP-1X16
4	CEVALLOS-ANDIGNATO	NARANJA (R)	6H	NAP-1X16
5	CEVALLOS-ANDIGNATO	((AZUL)/(1X8)-((R)(NARANJA-VERDE-CAFE))-((S)(AZUL-NARANJA-VERDE-CAFE))-1X16)	6H	NAP-1X8-1X16
6	CEVALLOS-ANDIGNATO	AZUL	6H	NAP-1X16
7	CEVALLOS-ANDIGNATO	NARANJA	6H	NAP-1X16
8	QUEROCHACA	((NARANJA-VERDE-CAFE)(QUERO))-((PLOMO)(PINGUILI))-((BLANCO)(EL PORVENIR))-((AZUL-NARANJA-VERDE-CAFE)(MOCHA))/1X16-CAFE(12H R))	((AZUL)/(AZUL)/(AZUL)/(NARANJA)/(CAFE)	NAP-1X16

9	QUERO	((AZUL)/(1X8)-(AZUL-NARANJA-VERDE))/(AZUL-NARANJA-VERDE)/1X16)	AZUL/6H(I)/6H(R)	NAP-1X8-1X16
10	QUERO	AZUL	6H	NAP-1X16
11	QUERO	NARANJA	6H	NAP-1X16
12	QUERO	VERDE	6H	NAP-1X16
13	QUERO	AZUL	6H	NAP-1X16
14	QUERO	NARANJA	6H	NAP-1X16
15	QUERO	VERDE	6H	NAP-1X16
16	QUERO	AZUL	AZUL	NAP-1X16
17	QUERO	((NARANJA)-(AZUL)(R)/(AZUL)-(CAFE(R))-(NARANJA(R)))	AZUL/6H	NAP-1X16
18	QUERO	CAFE (R)	6H	NAP-1X16
19	QUERO	((AZUL)/((1X8))-((NARANJA-VERDE-CAFE)(R)))/(AZUL-NARANJA-VERDE-CAFE)/1X16	6H	NAP-1X8-1X16
20	QUERO	AZUL	6H	NAP-1X16
21	QUERO	NARANJA	6H	NAP-1X16
22	QUERO	((VERDE)/((AZUL-NARANJA-VERDE)-(AZUL-NARANJA-VERDE-CAFE))	6H/CAFE	NAP-1X8-1X16
23	QUERO	AZUL	6H	NAP-1X16
24	QUERO	NARANJA	6H	NAP-1X16
25	QUERO	VERDE	6H	NAP-1X16
26	QUERO	AZUL	CAFE	NAP-1X16
27	QUERO	NARANJA	CAFE	NAP-1X16

28	QUERO	VERDE	CAFE	NAP-1X16
29	QUERO	VERDE	CAFE	NAP-1X16
30	PINGUILI	((AZUL)/AZUL/(AZUL-NARANJA-VERDE)/ (AZUL-NARANJA-VERDE)/1X16/	AZUL/CAFE/6H/6H	NAP-1X8-1X16
31	PINGUILI	AZUL	6H	NAP-1X16
32	QUERO	PINGUILI	6H	NAP-1X16
33	PINGUILI	VERDE	6H	NAP-1X16
34	PINGUILI	AZUL	CAFE	NAP-1X16
35	EL ROSAL	AZUL/NARANJA-AZUL	6H/6H-2H	NAP-1X16
36	EL ROSAL	VERDE	6H	NAP-1X16
37	EL ROSAL	AZUL	2H	NAP-1X16
38	VIA MOCHA- EL PORVENIR	NARANJA-AZUL/CAFE(R)	AZUL-6H/6H	NAP-1X16
39	EL PORVENIR	VERDE(R)	6H	NAP-1X16
40	EL PORVENIR	NARANJA(R)	6H	NAP-1X16
41	EL PORVENIR	AZUL/((NARANJA(R))- (VERDE(R))-(CAFE(R)))/ (AZUL-NARANJA-VERDE- CAFE)/1X16	6H	NAP-1X8-1X16
42	NAP-1X16	AZUL/(AZUL-NARANJA- VERDE-CAFE-PLOMO- BLANCO)	6H	MANGA-NAP- 1X16
43	EL PORVENIR	NARANJA	6H	NAP-1X16
44	EL PORVENIR	VERDE	6H	NAP-1X16

45	EL PORVENIR	CAFE	6H	NAP-1X16
46	MOCHA	VERDE-AZUL/VERDE(R)	AZUL-6H/6H	NAP-1X16
47	MOCHA	CAFE(R)	6H	NAP-1X16
48	MOCHA- YANAYACU	NARANJA(R)	6H	NAP-1X16
49	MOCHA- YANAYACU	AZUL/AZUL-NARANJA- VERDE-CAFE/ ((NARANJA-VERDE- CAFE)(R))/1X16	6H	NAP-1X8-1X16
50		MOCHA-YANAYACU	AZUL	NAP-1X16
51	MOCHA- YANAYACU	NARANJA	6H	NAP-1X16
52	MOCHA	CAFE/AZUL-NARANJA- VERDE-CAFE/AZUL- NARANJA/1X16/AZUL(R)	AZUL/6H/6H/CAFE	NAP-1X8-1X16
53	MOCHA	AZUL-NARANJA/AZUL	6H/2H	NAP-1X16
54	MOCHA	AZUL	2H	NAP-1X16
55	MOCHA	VERDE	6H	NAP-1X16
56	MOCHA	CAFE	6H	NAP-1X16
57	MOCHA	AZUL	6H	NAP-1X16
58	MOCHA	NARANJA	6H	NAP-1X16
59	MOCHA	AZUL	CAFE	NAP-1X16
60	MOCHA	AZUL/AZUL-NARANJA/ AZUL-NARANJA/AZUL- NARANJA-VERDE-CAFE/ 1X16	NARANJA/6H/6H/CAFE	NAP-1X8-1X16
61	MOCHA	AZUL	6H	NAP-1X16
62	MOCHA	NARANJA	6H	NAP-1X16
63	MOCHA	AZUL	6H	NAP-1X16
64	MOCHA	AZUL	CAFE	NAP-1X16

65	MOCHA	AZUL-NARANJA/AZUL	6H/2H	NAP-1X16
66	MOCHA	AZUL	2H	NAP-1X16
67	MOCHA	VERDE	6H	NAP-1X16
68	MOCHA	AZUL/AZUL-NARANJA- VERDE/AZUL-NARANJA- VERDE/1X16	6H	NAP-1X8-1X16
69	MOCHA	AZUL	6H	NAP-1X16
70	MOCHA	NARANJA	6H	NAP-1X16
71	MOCHA	VERDE	6H	NAP-1X16
72	MOCHA	AZUL	6H	NAP-1X16
73	MOCHA	NARANJA	6H	NAP-1X16
74	MOCHA	VERDE	6H	NAP-1X16
75	CEVALLOS- ANDIGNATO	PLOMO/AZUL- NARANJA/AZUL- NARANJA/AZUL- NARANJA/AZUL/1X16	NARANJA/6H/6H/CAFE/CAFE	NAP-1X8-1X16
76	CEVALLOS- SAN PEDRO	AZUL	6H	NAP-1X16
77	CEVALLOS- SANPEDRO	NARANJA	6H	NAP-1X16
78	CEVALLOS- ANDIGNATO	AZUL	6H	NAP-1X16
79	CEVALLOS- ANDIGNATO	NARANJA	6H	NAP-1X16
80	CEVALLOS	AZUL	CAFE	NAP-1X16
81	CEVALLOS- QUERO	AZUL	CAFE	NAP-1X16
82	CEVALLOS- YANAHURCO	AZUL-AZUL/NARANJA- AZUL/CAFE(R)->1X16	AZUL-6H/AZU-6HL/6H	NAP-1X16
83	CEVALLOS	AZUL	CAFE	NAP-1X16

<b>84</b>	CEVALLOS	VERDE	6H	NAP-1X16
<b>85</b>	CEVALLOS	NARANJA	6H	NAP-1X16
<b>86</b>	CEVALLOS	AZUL->1X8/((NARANJA-VERDE-CAFE)(R)/AZUL-NARANJA-VERDE-CAFE-1X16	6H	NAP-1X8-1X16
<b>87</b>	CEVALLOS	AZUL	6H	NAP-1X16
<b>88</b>	CEVALLOS-YANAHURCO	VERDE	6H	NAP-1X16
<b>89</b>	CEVALLOS-YANAHURCO	NARANJA	6H	NAP-1X16
<b>90</b>	CEVALLOS-YANAHURCO	AZUL/AZUL-NARANJA-VERDE-CAFE/(NARANJA-VERDE-CAFE)(R)/1X16	6H	NAP-1X8-1X16
<b>91</b>	YANAHURCO	AZUL	6H	NAP-1X16
<b>92</b>	YANAHURCO	NARANJA	6H	NAP-1X16
<b>93</b>	CEVALLOS	VERDE/AZUL-NARANJA/AZUL/AZUL-NARANJA-VERDE-CAFE-PLOMO/1X16	AZUL/6H/6H/CAFE	NAP-1X8-1X16
<b>94</b>	CEVALLOS	AZUL	6H	NAP-1X16
<b>95</b>	CEVALLOS	NARANJA	6H	NAP-1X16
<b>96</b>	CEVALLOS	AZUL	6H	NAP-1X16
<b>97</b>	CEVALLOS	AZUL/NARANJA-AZUL/VERDE-NARANJA/CAFE-AZUL	CAFE/CAFE-6H/CAFE-6H/CAFE-6H	NAP-1X16
<b>98</b>	CEVALLOS	AZUL	6H	NAP-1X16
<b>99</b>	CEVALLOS	NARANJA	6H	NAP-1X16
<b>100</b>	CEVALLOS	AZUL	6H	NAP-1X16
<b>101</b>	CEVALLOS-	CAFE/AZUL-NARANJA-	AZUL/6H/6H/PLOMO/AZUL-6H	NAP-1X8-1X16

	SANTA ROSA/CEVALLOS-SANTO DOMINGO	VERDE/AZUL-NARANJA-VERDE/1X16/PLOMO-AZUL		
<b>102</b>	SANTA ROSA	AZUL/VERDE	6H/2H	NAP-1X16
<b>103</b>	SANTA ROSA	NARANJA	6H	NAP-1X16
<b>104</b>	SANTA ROSA	AZUL	2H	NAP-1X16
<b>105</b>	CEVALLOS-LA FLORIDA	AZUL	6H	NAP-1X16
<b>106</b>	CEVALLOS-LA FLORIDA	NARANJA	6H	NAP-1X16
<b>107</b>	CEVALLOS-LA FLORIDA	VERDE	6H	NAP-1X16
<b>108</b>	CEVALLOS-SANTO DOMINGO	VERDE(R)	6H	NAP-1X16
<b>109</b>	CEVALLOS-SANTO DOMINGO	NARANJA(R)	6H	NAP-1X16
<b>110</b>	CEVALLOS-SANTO DOMINGO	AZUL/NARANJA(R)-VERDE(R)/AZUL-NARANJA-VERDE	6H	NAP-1X8-1X16
<b>111</b>	CEVALLOS-SANTO DOMINGO	AZUL	6H	NAP-1X16
<b>112</b>	CEVALLOS-SANTO DOMINGO	NARANJA	6H	NAP-1X16
<b>113</b>	CEVALLOS	VERDE	6H	NAP-1X16
<b>114</b>	CEVALLOS-LA FLORIDA-JESUS DEL	BLANCO-AZUL/CAFE-1X16	AZUL-6H/6H	NAP-1X16

	GRAN PODER			
115	LA FLORIDA-JESUS DEL GRAN PODER	VERDE	6H	NAP-1X16
116	LA FLORIDA-JESUS DEL GRAN PODER	NARANJA	6H	NAP-1X16
117	LA FLORIDA-JESUS DEL GRAN PODER	AZUL/(AZUL-NARANJA-VERDE)/((NARANJA-VERDE-CAFE)(R))/1X16	6H	NAP-1X8-1X16
118	LA FLORIDA-JESUS DEL GRAN PODER	AZUL	6H	NAP-1X16
119	LA FLORIDA-JESUS DEL GRAN PODER	NARANJA	6H	NAP-1X16
120	LA FLORIDA-JESUS DEL GRAN PODER	VERDE	6H	NAP-1X16
121	MONTALVO	(((AZUL-1X8)-((AZUL-NARANJA)(6H)-(AZUL-NARANJA-VERDE-CAFE)(6H))-1X16-AZUL)/((CAFE-PLOMO-BLANCO->AZUL-NARANJA-VERDE)(ALOBAMBA))/((AZUL-NARANJA-VERDE)->(CAFE-AZUL-NARANJA)(TISALEO))	(((AZUL-6H-6H-CAFE)/(NARANJA->AZUL)/(VERDE->AZUL-NARANJA-NARANJA))	NAP-1X8-1X16
122	MONTALVO	AZUL	6H	NAP-1X16
123	MONTALVO	NARANJA	6H	NAP-1X16
124	MONTALVO	VERDE	6H	NAP-1X16

125	MONTALVO	CAFE	6H	NAP-1X16
126	MONTALVO	AZUL	6H	NAP-1X16
127	MONTALVO	NARANJA	6H	NAP-1X16
128	MONTALVO	AZUL	CAFE	NAP-1X16
129	ALOBAMBA	((AZUL-1X8)-(1X16)- ((AZUL-NARANJA)(6H)- ((AZUL-NARANJA- VERDE-)(6H))-((AZUL- NARANJA)(R)))	((AZUL)-(6H)-(6H)-(CAFE))	NAP-1X8-1X16
130	MONTALVO- ALOBAMBA	AZUL	CAFE	NAP-1X16
131	MONTALVO- ALOBAMBA	NARANJA	CAFE	NAP-1X16
132	ALOBAMBA	AZUL	6H	NAP-1X16
133	ALOBAMBA	NARANJA	6H	NAP-1X16
134	ALOBAMBA	AZUL	6H	NAP-1X16
135	ALOBAMBA	NARANJA	6H	NAP-1X16
136	ALOBAMBA	VERDE	6H	NAP-1X16
137	ALOBAMBA	((NARANJA-1X8)-(1X16)- (AZUL-NARANJA-VERDE- CAFE-PLOMO-BLANCO)- ((AZUL)(R))	((AZUL)-(6H)-(CAFE))	NAP-1X8-1X16
138	ALOBAMBA	AZUL	CAFE	NAP-1X16
139	ALOBAMBA	AZUL	6H	NAP-1X16
140	ALOBAMBA	((NARANJA)/(PLOMO- BLANCO->AZUL- NARANJA))	6H/6H->2H	NAP-1X16
141	ALOBAMBA	VERDE	6H	NAP-1X16
142	ALOBAMBA	CAFE	6H	NAP-1X16
143	ALOBAMBA	AZUL	2H	NAP-1X16
144	ALOBAMBA	NARANJA	2H	NAP-1X16

145	ALOBAMBA	((VERDE-1X8)->(1X16)/ (AZUL-NARANJA)/(AZUL- NARANJA-VERDE)/ (AZUL-NARANJA))	((AZUL)->6H/6H/CAFE	NAP-1X8-1X16
146	ALOBAMBA	AZUL	6H	NAP-1X16
147	ALOBAMBA	NARANJA	6H	NAP-1X16
148	ALOBAMBA	AZUL	6H	NAP-1X16
149	ALOBAMBA	VERDE/NARANJA-AZUL	6H/6H-2H	NAP-1X16
150	ALOBAMBA	AZUL	2H	NAP-1X16
151	ALOBAMBA	AZUL	CAFE	NAP-1X16
152	ALOBAMBA	NARANJA	CAFE	NAP-1X16
153	TISALEO	((CAFE-AZUL)/ (NARANJA(R)->1X16)/ CAFE(R)->AZUL)	(AZUL-6H)/6H/6H-CAFE	NAP-1X16
154	TISALEO	AZUL	CAFE	NAP-1X16
155	TISALEO	NARANJA(R)	6H	NAP-1X16
156	TISALEO	((AZUL-1X8)/((NARANJA- VERDE-CAFE)(R))/(AZUL- NARANJA-VERDE- CAFE)/1X16	6H	NAP-1X8-1X16
157	TISALEO	AZUL	6H	NAP-1X16
158	TISALEO	NARANJA	6H	NAP-1X16
159	TISALEO	VERDE	6H	NAP-1X16
160	NAP-1X16	CAFE	6H	NAP-1X16
161	TISALEO	((AZUL-1X8)->((AZUL- NARANJA)-(AZUL)- (AZUL-NARANJA- VERDE)-1X16)	NARANJA/6H-6H-CAFE	NAP-1X8-1X16
162	TISALEO	AZUL	6H	NAP-1X16
163	TISALEO	NARANJA	6H	NAP-1X16
164	TISALEO	((AZUL->1X16)/	CAFE/CAFE->6H-6H	NAP-1X16

		(NARANJA-VERDE)->(AZUL-AZUL))		
165	TISALEO	AZUL	6H	NAP-1X16
166	TISALEO	AZUL	6H	NAP-1X16
167	TISALEO	AZUL	6H	NAP-1X16
168	TISALEO	((NARANJA->AZUL)/ (CAFE(R)))	NARANJA->6H/6H	NAP-1X16
169	TISALEO	((AZUL->1X8)/ ((NARANJA-VERDE- CAFE)(R))/AZUL- NARANJA-VERDE-CAFE/ 1X16/AZUL	6H/2H	NAP-1X8-1X16
170	TISALEO	NARANJA	6H	NAP-1X16
171	TISALEO	VERDE	6H	NAP-1X16
172	NAP-1X16	AZUL	6H	NAP-1X16
173	TISALEO	NARANJA	6H	NAP-1X16
174	MANZANA DE ORO-LUZ DE AMERICA	((NARANJA-VERDE)- >(AZUL-PLOMO)/ (CAFE(R)->1X16)/ (VERDE(R)->AZUL)/ (NARANJA(R)->AZUL))	NARANJA->6H/6H/6H->CAFE/6H- >CAFE	NAP-1X16
175	LUZ DE AMERICA	NARANJA	6H	NAP-1X16
176	LUZ DE AMERICA	AZUL	6H	NAP-1X16
177	LUZ DE AMERICA	((AZUL->1X8)/ ((NARANJA-VERDE- CAFE)(R))/(AZUL- NARANJA-VERDE-1X16))	6H	NAP-1X8-1X16
178	MANZANA DE ORO	AZUL	CAFE	NAP-1X16
179	MONTALVO	AZUL	CAFE	NAP-1X16

<b>180</b>	LUZ DE AMERICA	VERDE	6H	NAP-1X16
<b>181</b>	LUZ DE AMERICA	CAFE	6H	NAP-1X16
<b>182</b>	LUZ DE AMERICA	((PLOMO->1X8)/(AZUL-NARANJA)/(AZUL-NARANJA-VERDE-CAFE-PLOMO)/1X16)	6H	NAP-1X8-1X16
<b>183</b>	LUZ DE AMERICA	AZUL	6H	NAP-1X16
<b>184</b>	LUZ DE AMERICA	NARANJA	6H	NAP-1X16
<b>185</b>	LUZ DE AMERICA	NARANJA/(VERDE-CAFE->AZUL-NARANJA)	6H/6H->2H	NAP-1X16
<b>186</b>	LUZ DE AMERICA	AZUL	6H	NAP-1X16
<b>186</b>	LUZ DE AMERICA	PLOMO	6H	NAP-1X16
<b>188</b>	EL PORVENIR	AZUL	2H	NAP-1X16
<b>189</b>	EL PORVENIR	NARANJA	2H	NAP-1X16
<b>190</b>	TISALEO	AZUL	2H	NAP-1X16
<b>191</b>	QUERO	VERDE	6H	NAP-1X16

Nota: Esta tabla muestra la distribución de hilos de la red GPON.

#### 4.2.4.MANGAS

En la Tabla 20 se visualiza el número de mangas a ocupar y a que zonas van a corresponder de esta manera se tiene un registro para mantenimiento o corrección.

**Tabla 20.** Mangas por zona

id	TIPO	ZONA	FIBRA	BUFFER
1	DOMO	MOCHA	NARANJA- VERDE- CAFE/AZUL- NARANJA- VERDE	CAFE/6H
2	DOMO	MONTALVO	24H->24H	AZUL-NARANJA- VERDE-CAFE->AZUL- NARANJA-VERDE-CAFE
3	DOMO	ALOBAMBA- TISALEO	12H->12H	AZUL-NARANJA- VERDE-CAFE-AZUL- NARANJA-VERDE-CAFE
4	DOMO	QUEROCHACA -MOCHA	12H->12H	AZUL-NARANJA- VERDE-CAFE->AZUL- NARANJA-VERDE-CAFE
5	DOMO	MOCHA	12H->12H	AZUL-NARANJA- VERDE-CAFE->AZUL- NARANJA-VERDE-CAFE

Nota: Esta tabla muestra la cantidad de mangas a utilizarse y la distribución de hilos.

#### 4.3. PRESUPUESTO DE ÓPTICO

El presupuesto óptico permite determinar si el enlace es óptimo para su funcionamiento haciendo referencia a la cantidad de pérdida que un enlace de datos puede tolerar; estableciendo un valor máximo y mínimo de pérdida, para garantizar que el receptor tenga suficiente señal para funcionar correctamente.

El cuadro a continuación detalla el presupuesto óptico del proyecto

**Tabla 21.** Presupuesto óptico por zona.

CEVALLOS 1				
ELEMENTO	CANTIDAD	UNIDAD	ATENUACIÓN ÓPTICA (dB)	TOTAL ATT(dB)
<b>Conectores (mated) ITU671=0.5dB</b>	2	u	0,5	1
<b>Empalmes de fusión ITU751=0.1dB</b>	4	u	0,1	0,4
<b>Empalmes mecánicos ITU751=0.6dB</b>		u	0,6	0
<b>Splitters</b>	1X2	u	3,5	0
	1X4	u	7	0
	1X8	1	10,5	10,5
	1X16	1	14	14

	1X32		u	17,5	0
	1X64		u	21	0
<b>Longitud de Fibra (Km)/longitudes de onda</b>	1310n m		Km	0,35	0
	1490n m	1,375	Km	0,1	0,1375
	1550n m		Km	0,25	0
<b>TOTAL</b>					26,0375
<b>SFP tipo C++</b>					20,0375
<b>CEVALLOS 2</b>					
<b>ELEMENTO</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ATENUACIÓN ÓPTICA (dB)</b>	<b>TOTAL ATT(dB)</b>
<b>Conectores (mated) ITU671=0.5dB</b>		2	u	0,5	1
<b>Empalmes de fusión ITU751=0.1dB</b>		4	u	0,1	0,4
<b>Empalmes mecánicos ITU751=0.6dB</b>			u	0,6	0
<b>Splitters</b>	1X2		u	3,5	0
	1X4		u	7	0
	1X8	1	u	10,5	10,5
	1X16	1	u	14	14
	1X32		u	17,5	0
	1X64		u	21	0
<b>Longitud de Fibra (Km)/longitudes de onda</b>	1310n m		Km	0,35	0
	1490n m	0,516	Km	0,1	0,0516
	1550n m		Km	0,25	0
<b>TOTAL</b>					25,9516
<b>SFP tipo C++</b>					19,9516
<b>CEVALLOS - SAN PEDRO</b>					
<b>ELEMENTO</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ATENUACIÓN ÓPTICA (dB)</b>	<b>TOTAL ATT(dB)</b>
<b>Conectores (mated) ITU671=0.5dB</b>		2	u	0,5	1
<b>Empalmes de fusión ITU751=0.1dB</b>		4	u	0,1	0,4
<b>Empalmes mecánicos ITU751=0.6dB</b>			u	0,6	0
<b>Splitters</b>	1X2		u	3,5	0
	1X4		u	7	0
	1X8	1	u	10,5	10,5
	1X16	1	u	14	14
	1X32		u	17,5	0
	1X64		u	21	0
<b>Longitud de Fibra (Km)/longitudes de onda</b>	1310n m		Km	0,35	0
	1490n	0,842	Km	0,1	0,0842

	m				
	1550n m		Km	0,25	0
<b>TOTAL</b>					25,9842
<b>SFP tipo C++</b>					19,9842
<b>CEVALLOS - ANDIGNATO</b>					
<b>ELEMENTO</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ATENUACIÓN ÓPTICA (dB)</b>	<b>TOTAL ATT(dB)</b>
<b>Conectores (mated) ITU671=0.5dB</b>		2	u	0,5	1
<b>Empalmes de fusión ITU751=0.1dB</b>		4	u	0,1	0,4
<b>Empalmes mecánicos ITU751=0.6dB</b>			u	0,6	0
<b>Splitters</b>	1X2		u	3,5	0
	1X4		u	7	0
	1X8	1	u	10,5	10,5
	1X16	1	u	14	14
	1X32		u	17,5	0
	1X64		u	21	0
<b>Longitud de Fibra (Km)/longitudes de onda</b>	1310n m		Km	0,35	0
	1490n m	2,633	Km	0,1	0,2633
	1550n m		Km	0,25	0
<b>TOTAL</b>					26,1633
<b>SFP tipo C++</b>					20,1633
<b>CEVALLOS - QUERO 1</b>					
<b>ELEMENTO</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ATENUACIÓN ÓPTICA (dB)</b>	<b>TOTAL ATT(dB)</b>
<b>Conectores (mated) ITU671=0.5dB</b>		2	u	0,5	1
<b>Empalmes de fusión ITU751=0.1dB</b>		4	u	0,1	0,4
<b>Empalmes mecánicos ITU751=0.6dB</b>			u	0,6	0
<b>Splitters</b>	1X2		u	3,5	0
	1X4		u	7	0
	1X8	1	u	10,5	10,5
	1X16	1	u	14	14
	1X32		u	17,5	0
	1X64		u	21	0
<b>Longitud de Fibra (Km)/longitudes de onda</b>	1310n m		Km	0,35	0
	1490n m	3,295	Km	0,1	0,3295
	1550n m		Km	0,25	0
<b>TOTAL</b>					26,2295
<b>SFP tipo C++</b>					20,2295

<b>CEVALLOS - QUERO 2</b>					
<b>ELEMENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ATENUACIÓN ÓPTICA (dB)</b>	<b>TOTAL ATT(dB)</b>	
<b>Conectores (mated) ITU671=0.5dB</b>	2	u	0,5	1	
<b>Empalmes de fusión ITU751=0.1dB</b>	4	u	0,1	0,4	
<b>Empalmes mecánicos ITU751=0.6dB</b>		u	0,6	0	
<b>Splitters</b>	1X2		u	3,5	0
	1X4		u	7	0
	1X8	1	u	10,5	10,5
	1X16	1	u	14	14
	1X32		u	17,5	0
	1X64		u	21	0
<b>Longitud de Fibra (Km)/longitudes de onda</b>	1310n m		Km	0,35	0
	1490n m	3,805	Km	0,1	0,3805
	1550n m		Km	0,25	0
<b>TOTAL</b>				26,2805	
<b>SFP tipo C++</b>				20,2805	
<b>CEVALLOS - QUERO 3</b>					
<b>ELEMENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ATENUACIÓN ÓPTICA (dB)</b>	<b>TOTAL ATT(dB)</b>	
<b>Conectores (mated) ITU671=0.5dB</b>	2	u	0,5	1	
<b>Empalmes de fusión ITU751=0.1dB</b>	4	u	0,1	0,4	
<b>Empalmes mecánicos ITU751=0.6dB</b>		u	0,6	0	
<b>Splitters</b>	1X2		u	3,5	0
	1X4		u	7	0
	1X8	1	u	10,5	10,5
	1X16	1	u	14	14
	1X32		u	17,5	0
	1X64		u	21	0
<b>Longitud de Fibra (Km)/longitudes de onda</b>	1310n m		Km	0,35	0
	1490n m	4	Km	0,1	0,4
	1550n m		Km	0,25	0
<b>TOTAL</b>				26,3	
<b>SFP tipo C++</b>				20,3	
<b>CEVALLOS-PINGUILI</b>					
<b>ELEMENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ATENUACIÓN ÓPTICA (dB)</b>	<b>TOTAL ATT(dB)</b>	
<b>Conectores (mated) ITU671=0.5dB</b>	2	u	0,5	1	
<b>Empalmes de fusión</b>	4	u	0,1	0,4	

<b>ITU751=0.1dB</b>					
<b>Empalmes mecánicos ITU751=0.6dB</b>			u	0,6	0
<b>Splitters</b>	1X2		u	3,5	0
	1X4		u	7	0
	1X8	1	u	10,5	10,5
	1X16	1	u	14	14
	1X32		u	17,5	0
	1X64		u	21	0
<b>Longitud de Fibra (Km)/longitudes de onda</b>	1310n m		Km	0,35	0
	1490n m	4,322	Km	0,1	0,4322
	1550n m		Km	0,25	0
<b>TOTAL</b>					26,3322
<b>SFP tipo C++</b>					20,3322

**CEVALLOS-EL PORVENIR**

<b>ELEMENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ATENUACIÓN ÓPTICA (dB)</b>	<b>TOTAL ATT(dB)</b>	
<b>Conectores (mated) ITU671=0.5dB</b>	2	u	0,5	1	
<b>Empalmes de fusión ITU751=0.1dB</b>	5	u	0,1	0,5	
<b>Empalmes mecánicos ITU751=0.6dB</b>		u	0,6	0	
<b>Splitters</b>	1X2		u	3,5	0
	1X4		u	7	0
	1X8	1	u	10,5	10,5
	1X16	1	u	14	14
	1X32		u	17,5	0
	1X64		u	21	0
<b>Longitud de Fibra (Km)/longitudes de onda</b>	1310n m		Km	0,35	0
	1490n m	8,818	Km	0,1	0,8818
	1550n m		Km	0,25	0
<b>TOTAL</b>					26,8818
<b>SFP tipo C++</b>					20,8818

**CEVALLOS-MOCHA 1**

<b>ELEMENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ATENUACIÓN ÓPTICA (dB)</b>	<b>TOTAL ATT(dB)</b>	
<b>Conectores (mated) ITU671=0.5dB</b>	2	u	0,5	1	
<b>Empalmes de fusión ITU751=0.1dB</b>	5	u	0,1	0,5	
<b>Empalmes mecánicos ITU751=0.6dB</b>		u	0,6	0	
<b>Splitters</b>	1X2		u	3,5	0
	1X4		u	7	0

	1X8	1	u	10,5	10,5
	1X16	1	u	14	14
	1X32		u	17,5	0
	1X64		u	21	0
<b>Longitud de Fibra (Km)/longitudes de onda</b>	1310n m		Km	0,35	0
	1490n m	13,2	Km	0,1	1,32
	1550n m		Km	0,25	0
<b>TOTAL</b>					27,32
<b>SFP tipo C++</b>					21,32

#### CEVALLOS-MOCHA 2

<b>ELEMENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ATENUACIÓN ÓPTICA (dB)</b>	<b>TOTAL ATT(dB)</b>	
<b>Conectores (mated) ITU671=0.5dB</b>	2	u	0,5	1	
<b>Empalmes de fusión ITU751=0.1dB</b>	6	u	0,1	0,6	
<b>Empalmes mecánicos ITU751=0.6dB</b>		u	0,6	0	
<b>Splitters</b>	1X2		u	3,5	0
	1X4		u	7	0
	1X8	1	u	10,5	10,5
	1X16	1	u	14	14
	1X32		u	17,5	0
	1X64		u	21	0
<b>Longitud de Fibra (Km)/longitudes de onda</b>	1310n m		Km	0,35	0
	1490n m	12,23	Km	0,1	1,223
	1550n m		Km	0,25	0
<b>TOTAL</b>					27,323
<b>SFP tipo C++</b>					21,323

#### CEVALLOS-MOCHA 3

<b>ELEMENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ATENUACIÓN ÓPTICA (dB)</b>	<b>TOTAL ATT(dB)</b>	
<b>Conectores (mated) ITU671=0.5dB</b>	2	u	0,5	1	
<b>Empalmes de fusión ITU751=0.1dB</b>	7	u	0,1	0,7	
<b>Empalmes mecánicos ITU751=0.6dB</b>		u	0,6	0	
<b>Splitters</b>	1X2		u	3,5	0
	1X4		u	7	0
	1X8	1	u	10,5	10,5
	1X16	1	u	14	14
	1X32		u	17,5	0
	1X64		u	21	0
<b>Longitud de Fibra</b>	1310n		Km	0,35	0

<b>(Km)/longitudes de onda</b>	m				
	1490n m	12,403	Km	0,1	1,2403
	1550n m		Km	0,25	0
<b>TOTAL</b>					27,4403
<b>SFP tipo C++</b>					21,4403
<b>CEVALLOS-MOCHA 4</b>					
<b>ELEMENTO</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ATENUACIÓN ÓPTICA (dB)</b>	<b>TOTAL ATT(dB)</b>
<b>Conectores (mated) ITU671=0.5dB</b>		2	u	0,5	1
<b>Empalmes de fusión ITU751=0.1dB</b>		7	u	0,1	0,7
<b>Empalmes mecánicos ITU751=0.6dB</b>			u	0,6	0
<b>Splitters</b>	1X2		u	3,5	0
	1X4		u	7	0
	1X8	1	u	10,5	10,5
	1X16	1	u	14	14
	1X32		u	17,5	0
	1X64		u	21	0
<b>Longitud de Fibra (Km)/longitudes de onda</b>	1310n m		Km	0,35	0
	1490n m	12,908	Km	0,1	1,2908
	1550n m		Km	0,25	0
<b>TOTAL</b>					27,4908
<b>SFP tipo C++</b>					21,4908
<b>CEVALLOS-YANAHURCO</b>					
<b>ELEMENTO</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ATENUACIÓN ÓPTICA (dB)</b>	<b>TOTAL ATT(dB)</b>
<b>Conectores (mated) ITU671=0.5dB</b>		2	u	0,5	1
<b>Empalmes de fusión ITU751=0.1dB</b>		4	u	0,1	0,4
<b>Empalmes mecánicos ITU751=0.6dB</b>			u	0,6	0
<b>Splitters</b>	1X2		u	3,5	0
	1X4		u	7	0
	1X8	1	u	10,5	10,5
	1X16	1	u	14	14
	1X32		u	17,5	0
	1X64		u	21	0
<b>Longitud de Fibra (Km)/longitudes de onda</b>	1310n m		Km	0,35	0
	1490n m	2,098	Km	0,1	0,2098
	1550n m		Km	0,25	0
<b>TOTAL</b>					26,1098

<b>SFP tipo C++</b>					20,1098
<b>CEVALLOS-SANTO DOMINGO</b>					
<b>ELEMENTO</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ATENUACIÓN ÓPTICA (dB)</b>	<b>TOTAL ATT(dB)</b>
<b>Conectores (mated) ITU671=0.5dB</b>		2	u	0,5	1
<b>Empalmes de fusión ITU751=0.1dB</b>		4	u	0,1	0,4
<b>Empalmes mecánicos ITU751=0.6dB</b>			u	0,6	0
<b>Splitters</b>	1X2		u	3,5	0
	1X4		u	7	0
	1X8	1	u	10,5	10,5
	1X16	1	u	14	14
	1X32		u	17,5	0
	1X64		u	21	0
<b>Longitud de Fibra (Km)/longitudes de onda</b>	1310n m		Km	0,35	0
	1490n m	2,364	Km	0,1	0,2364
	1550n m		Km	0,25	0
<b>TOTAL</b>					26,1364
<b>SFP tipo C++</b>					20,1364
<b>CEVALLOS-LA FLORIDA-JESUS DEL GRAN PODER</b>					
<b>ELEMENTO</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ATENUACIÓN ÓPTICA (dB)</b>	<b>TOTAL ATT(dB)</b>
<b>Conectores (mated) ITU671=0.5dB</b>		2	u	0,5	1
<b>Empalmes de fusión ITU751=0.1dB</b>		4	u	0,1	0,4
<b>Empalmes mecánicos ITU751=0.6dB</b>			u	0,6	0
<b>Splitters</b>	1X2		u	3,5	0
	1X4		u	7	0
	1X8	1	u	10,5	10,5
	1X16	1	u	14	14
	1X32		u	17,5	0
	1X64		u	21	0
<b>Longitud de Fibra (Km)/longitudes de onda</b>	1310n m		Km	0,35	0
	1490n m	5,683	Km	0,1	0,5683
	1550n m		Km	0,25	0
<b>TOTAL</b>					26,4683
<b>SFP tipo C++</b>					20,4683
<b>ALOBAMBA 1</b>					
<b>ELEMENTO</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ATENUACIÓN ÓPTICA (dB)</b>	<b>TOTAL ATT(dB)</b>
<b>Conectores (mated)</b>		2	u	0,5	1

<b>ITU671=0.5dB</b>				
<b>Empalmes de fusión ITU751=0.1dB</b>	5	u	0,1	0,5
<b>Empalmes mecánicos ITU751=0.6dB</b>		u	0,6	0
<b>Splitters</b>	1X2		u	3,5
	1X4		u	7
	1X8	1	u	10,5
	1X16	1	u	14
	1X32		u	17,5
	1X64		u	21
<b>Longitud de Fibra (Km)/longitudes de onda</b>	1310n m		Km	0,35
	1490n m	5,45	Km	0,1
	1550n m		Km	0,25
<b>TOTAL</b>				26,545
<b>SFP tipo C++</b>				20,545
<b>ALOBAMBA 3</b>				
<b>ELEMENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ATENUACIÓN ÓPTICA (dB)</b>	<b>TOTAL ATT(dB)</b>
<b>Conectores (mated) ITU671=0.5dB</b>	2	u	0,5	1
<b>Empalmes de fusión ITU751=0.1dB</b>	5	u	0,1	0,5
<b>Empalmes mecánicos ITU751=0.6dB</b>		u	0,6	0
<b>Splitters</b>	1X2		u	3,5
	1X4		u	7
	1X8	1	u	10,5
	1X16	1	u	14
	1X32		u	17,5
	1X64		u	21
<b>Longitud de Fibra (Km)/longitudes de onda</b>	1310n m		Km	0,35
	1490n m	6,382	Km	0,1
	1550n m		Km	0,25
<b>TOTAL</b>				26,6382
<b>SFP tipo C++</b>				20,6382
<b>TISALEO 2</b>				
<b>ELEMENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ATENUACIÓN ÓPTICA (dB)</b>	<b>TOTAL ATT(dB)</b>
<b>Conectores (mated) ITU671=0.5dB</b>	2	u	0,5	1
<b>Empalmes de fusión ITU751=0.1dB</b>	6	u	0,1	0,6
<b>Empalmes mecánicos ITU751=0.6dB</b>		u	0,6	0
<b>Splitters</b>	1X2		u	3,5

	1X4		u	7	0
	1X8	1	u	10,5	10,5
	1X16	1	u	14	14
	1X32		u	17,5	0
	1X64		u	21	0
<b>Longitud de Fibra (Km)/longitudes de onda</b>	1310n m		Km	0,35	0
	1490n m	9,74	Km	0,1	0,974
	1550n m		Km	0,25	0
<b>TOTAL</b>					27,074
<b>SFP tipo C++</b>					21,074
<b>MANZANA DE ORO</b>					
<b>ELEMENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ATENUACIÓN ÓPTICA (dB)</b>	<b>TOTAL ATT(dB)</b>	
<b>Conectores (mated) ITU671=0.5dB</b>	2	u	0,5	1	
<b>Empalmes de fusión ITU751=0.1dB</b>	4	u	0,1	0,4	
<b>Empalmes mecánicos ITU751=0.6dB</b>		u	0,6	0	
<b>Splitters</b>	1X2		u	3,5	0
	1X4		u	7	0
	1X8	1	u	10,5	10,5
	1X16	1	u	14	14
	1X32		u	17,5	0
	1X64		u	21	0
<b>Longitud de Fibra (Km)/longitudes de onda</b>	1310n m		Km	0,35	0
	1490n m	5920	Km	0,1	0,592
	1550n m		Km	0,25	0
<b>TOTAL</b>					26,492
<b>SFP tipo C++</b>					20,492
<b>CEVALLOS-LA FLORIDA-SANTA ROSA</b>					
<b>ELEMENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ATENUACIÓN ÓPTICA (dB)</b>	<b>TOTAL ATT(dB)</b>	
<b>Conectores (mated) ITU671=0.5dB</b>	2	u	0,5	1	
<b>Empalmes de fusión ITU751=0.1dB</b>	4	u	0,1	0,4	
<b>Empalmes mecánicos ITU751=0.6dB</b>		u	0,6	0	
<b>Splitters</b>	1X2		u	3,5	0
	1X4		u	7	0
	1X8	1	u	10,5	10,5
	1X16	1	u	14	14
	1X32		u	17,5	0
	1X64		u	21	0

<b>Longitud de Fibra (Km)/longitudes de onda</b>	1310n m		Km	0,35	0
	1490n m	2,232	Km	0,1	0,2232
	1550n m		Km	0,25	0
<b>TOTAL</b>					26,1232
<b>SFP tipo C++</b>					20,1232
<b>CEVALLOS-MONTALVO</b>					
<b>ELEMENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ATENUACIÓN ÓPTICA (dB)</b>	<b>TOTAL ATT(dB)</b>	
<b>Conectores (mated) ITU671=0.5dB</b>	2	u	0,5	1	
<b>Empalmes de fusión ITU751=0.1dB</b>	5	u	0,1	0,5	
<b>Empalmes mecánicos ITU751=0.6dB</b>		u	0,6	0	
<b>Splitters</b>	1X2		u	3,5	0
	1X4		u	7	0
	1X8	1	u	10,5	10,5
	1X16	1	u	14	14
	1X32		u	17,5	0
	1X64		u	21	0
<b>Longitud de Fibra (Km)/longitudes de onda</b>	1310n m		Km	0,35	0
	1490n m	5,3	Km	0,1	0,53
	1550n m		Km	0,25	0
<b>TOTAL</b>					26,53
<b>SFP tipo C++</b>					20,53
<b>ALOBAMBA 2</b>					
<b>ELEMENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ATENUACIÓN ÓPTICA (dB)</b>	<b>TOTAL ATT(dB)</b>	
<b>Conectores (mated) ITU671=0.5dB</b>	2	u	0,5	1	
<b>Empalmes de fusión ITU751=0.1dB</b>	5	u	0,1	0,5	
<b>Empalmes mecánicos ITU751=0.6dB</b>		u	0,6	0	
<b>Splitters</b>	1X2		u	3,5	0
	1X4		u	7	0
	1X8	1	u	10,5	10,5
	1X16	1	u	14	14
	1X32		u	17,5	0
	1X64		u	21	0
<b>Longitud de Fibra (Km)/longitudes de onda</b>	1310n m		Km	0,35	0
	1490n m	6,171	Km	0,1	0,6171
	1550n m		Km	0,25	0

<b>TOTAL</b>				26,6171
<b>SFP tipo C++</b>				20,6171
<b>TISALEO 1</b>				
<b>ELEMENTO</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ATENUACIÓN ÓPTICA (dB)</b>
<b>Conectores (mated) ITU671=0.5dB</b>		2	u	0,5
<b>Empalmes de fusión ITU751=0.1dB</b>		6	u	0,1
<b>Empalmes mecánicos ITU751=0.6dB</b>			u	0,6
<b>Splitters</b>	1X2		u	3,5
	1X4		u	7
	1X8	1	u	10,5
	1X16	1	u	14
	1X32		u	17,5
	1X64		u	21
<b>Longitud de Fibra (Km)/longitudes de onda</b>	1310n m		Km	0,35
	1490n m	10,16	Km	0,1
	1550n m		Km	0,25
<b>TOTAL</b>				27,116
<b>SFP tipo C++</b>				21,116
<b>TISALEO 3</b>				
<b>ELEMENTO</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ATENUACIÓN ÓPTICA (dB)</b>
<b>Conectores (mated) ITU671=0.5dB</b>		2	u	0,5
<b>Empalmes de fusión ITU751=0.1dB</b>		6	u	0,1
<b>Empalmes mecánicos ITU751=0.6dB</b>			u	0,6
<b>Splitters</b>	1X2		u	3,5
	1X4		u	7
	1X8	1	u	10,5
	1X16	1	u	14
	1X32		u	17,5
	1X64		u	21
<b>Longitud de Fibra (Km)/longitudes de onda</b>	1310n m		Km	0,35
	1490n m	10,54	Km	0,1
	1550n m		Km	0,25
<b>TOTAL</b>				27,154
<b>SFP tipo C++</b>				21,154
<b>MANZANA DE ORO-EL PORVENIR</b>				
<b>ELEMENTO</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ATENUACIÓN ÓPTICA (dB)</b>

<b>Conectores (mated) ITU671=0.5dB</b>	2	u	0,5	1	
<b>Empalmes de fusión ITU751=0.1dB</b>	4	u	0,1	0,4	
<b>Empalmes mecánicos ITU751=0.6dB</b>		u	0,6	0	
<b>Splitters</b>	1X2		u	3,5	0
	1X4		u	7	0
	1X8	1	u	10,5	10,5
	1X16	1	u	14	14
	1X32		u	17,5	0
	1X64		u	21	0
<b>Longitud de Fibra (Km)/longitudes de onda</b>	1310n m		Km	0,35	0
	1490n m	8272	Km	0,1	0,8272
	1550n m		Km	0,25	0
<b>TOTAL</b>				26,7272	
<b>SFP tipo C++</b>				20,7272	

Nota: La tabla detalla el cálculo del presupuesto óptico tomando en cuenta la consideración de CNT que no debe ser mayor a 25 dBm.

#### 4.4. PRESUPUESTO DE MATERIALES

Para plantear la realización de este proyecto se han contemplado los siguientes materiales con el costo aproximado como se muestra en la tabla 22, se determina el número de bobinas y los hilos a utilizar en el enlace.

**Tabla 22.** Cantidad de bobinas de fibras y costos

FIBRAS	DISTANCIA(m)	# BOBINAS	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>24 HILOS (4Km)</b>	8400,00	2	\$54.326,25	\$108.652,50
<b>12 HILOS (4Km)</b>	18130,00	5	\$31.729,49	\$158.647,45
<b>6 HILOS (4Km)</b>	56150,00	14	\$27.504,70	\$385.065,80
<b>2 HILOS (2Km)</b>	5720,00	3	\$160,0	\$480,00
<b>TOTAL</b>				<b>\$652.845,75</b>

Nota: La tabla detalla la cantidad de bobinas a utilizarse dependiendo del número de hilos.

**Tabla 23.** Cantidad de materiales y costo

MATERIALES	# MATERIALES	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>POSTES</b>	2526	\$0,02	\$50,52
<b>TARJETA C++</b>	2	\$1.945,00	\$3.890,00
<b>ONT</b>	3056	\$17	\$61.120
<b>MANGAS</b>	5	\$85,00	\$425,00
<b>NAPS</b>	191	\$40,00	\$7.640,00
<b>SPLITTER 1X8</b>	26	\$15,00	\$390,00
<b>SPLITTER 1X16</b>	191	\$10,00	\$1.910,00

<b>ODF 48 PUERTOS PANEL</b>	1	\$115,00	\$115,00
<b>CINTA ERIBAND</b>	2526	\$35,00	\$88.410,00
<b>HERRAJES</b>	2526	\$8,50	\$21.471,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$185.424,52</b>

Nota: La tabla detalla el presupuesto económico del despliegue de red, de mi autoría.

En la tabla 23 se presenta el presupuesto económico en lo referente a equipos y arrendamiento de postes con un total de inversión de \$838.270,27.

Con lo que se ha realizado un estudio teniendo como resultado los planes a ofrecer dentro de la zona detallada en la tabla 24.

**Tabla 24.** Carta comercial

 <b>CARTA COMERCIAL</b> 2022				<u>FORMA DE PAGO</u>					
				<u>VISA MASTERCARD</u> <u>DINERS DISCOVERY</u>			<u>EFFECTIVO</u> <u>DEBITO BANCARIO</u>		
<u>TIPOS DE PLANES</u>	<u>NOMBRE DEL PLAN</u>	<u>VALOR MES SIN IVA</u>	<u>VALOR MES CON IVA</u>	<u>1 MES</u>	<u>1 MES PROPORCIONAL</u>	<u>1 MES</u>	<u>FEB PROPORCIONAL</u>	<u>MAR</u>	<u>ABR</u>
<b>SPEEDY HOME BÁSICOS</b>	ACCESO FOS 15M SPEEDY HOME	\$ 17,86	\$ 20,00	\$ -	\$ 10,00	\$10,00	\$ 10,00	\$10,00	10,00
	ACCESO FOS 20M SPEEDY HOME	\$ 20,00	\$ 22,40	\$ -	\$ 11,20	\$11,20	\$ 11,20	\$11,20	11,20
<b>SPEEDY HOME</b>	ACCESO FOS 25Mb SPEEDY HOME	\$ 22,32	\$ 25,00	\$ -	\$ 12,50	\$12,50	\$ 12,50	\$12,50	12,50
	ACCESO FOS 35Mb SPEEDY HOME	\$ 25,00	\$ 28,00	\$ -	\$ 14,00	\$14,00	\$ 14,00	\$14,00	14,00
	ACCESO FOS 50Mb SPEEDY HOME	\$ 26,79	\$ 30,00	\$ -	\$ 15,00	\$15,00	\$ 15,00	\$15,00	15,00
	ACCESO FOS 70M NAVIDAD.21	\$ 28,57	\$ 32,00	\$ -	\$ 16,00	\$16,00	\$ 16,00	\$16,00	16,00
	ACCESO FOS 100M NAVIDAD.21	\$ 33,04	\$ 37,00	\$ -	\$ 18,50	\$18,50	\$ 18,50	\$18,50	18,50
	ACCESO FOS 150M NAVIDAD.21	\$ 37,50	\$ 42,00	\$ -	\$ 21,00	\$21,00	\$ 21,00	\$21,00	21,00
<b>PLANES TERCERA EDAD</b>	ACCESO FOS 70M TERCERA EDAD	\$ 22,32	\$ 25,00	N/A			N/A		

En la tabla 25 se indica que con un crecimiento anual del 15% en 3 años se recuperaría la inversión y se comenzaría a tener ganancias.

**Tabla 25. Incremento anual de clientes al 15%.**

Crecimiento 15% anual	1 año	2 años	3 años	4 años	5 años	6 años	7 años
<b>Mensual</b>	\$11900.064	\$35700.192	\$71400.384	\$119000.64	\$178500.96	\$249901.344	\$322524.128
<b>Anual</b>	\$142800.768	\$428402.304	\$856804.608	\$1428007.68	\$2142011.52	\$2998816.128	\$3870289.536

En la tabla 26 se muestra el ingreso mensual aproximado al alcanzar el 100% de clientes.

**Tabla 26. Porcentaje de usuarios por plan acceso**

TIPOS DE PLANES	PORCENTAJE DE USUARIOS POR CADA PLAN ACCESO	NOMBRE DEL PLAN	USUARIOS	VALOR MES CON IVA
<b>SPEEDY HOME BÁSICOS</b>	20	ACCESO FOS 15M SPEEDY HOME	\$ 12.225,96	\$ 20,00
	15	ACCESO FOS 20M SPEEDY HOME	\$ 10.268,16	\$ 22,40
<b>SPEEDY HOME</b>	10	ACCESO FOS 25Mb SPEEDY HOME	\$ 7.640,00	\$ 25,00
	10	ACCESO FOS 35Mb SPEEDY HOME	\$ 8.556,80	\$ 28,00
	5	ACCESO FOS 50Mb SPEEDY HOME	\$ 4.584,73	\$ 30,00
	5	ACCESO FOS 70M NAVIDAD.21	\$ 4.889,36	\$ 32,00
	5	ACCESO FOS 100M NAVIDAD.21	\$ 5.654,33	\$ 37,00
	5	ACCESO FOS 150M NAVIDAD.21	\$ 6.417,60	\$ 42,00
<b>PLANES TERCERA EDAD</b>	25	ACCESO FOS 70M TERCERA EDAD	\$ 19.098,78	\$ 25,00
			TOTAL	\$ 79.335,72

#### 4.4.1. VALOR ACTUAL NETO VAN

Brinda un criterio válido de inversión, por medio del cálculo de todos los flujos de caja futuros, estableciendo la rentabilidad en un proyecto, teniendo en cuenta la inversión inicial y todos los gastos futuros (ECONOMIPEDIA, 2022).

En este caso se ha considerado una tasa de descuento 0%, dando un valor actual neto de \$79.335,72.

## **CAPITULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. RESULTADO**

Se ha diseñado un proyecto viable, capaz de satisfacer las necesidades de conectividad a internet de una zona rural con un claro crecimiento poblacional y tecnológico, además de una demanda cada vez mayor de un ancho de banda que satisfaga sus necesidades estudiantiles y laborales.

Se proyectó una red con capacidad para 3056 abonados, considerando la escasa competencia en el mercado, estimándose un ancho de banda total para la red de 1.5 Gbps; con atenuaciones que no sobrepasan lo permitido por CNT.

En el diseño se identifica que la distancia máxima entre el nodo y el punto de servicio más lejano es de 9.5 km por lo que se espera que la pérdida sea mínima, esto teniendo en cuenta que las distancias mayores a 20 km requieren de un amplificador para disminuir las atenuaciones.

Por medio del análisis económico se estima que con un crecimiento del 15% anual se recuperará la inversión del proyecto al tercer año, viendo ganancias a partir del cuarto año.

Al séptimo año con un crecimiento mantenido se llegará al 100% de clientes dando como resultado un ingreso mensual de \$322524.128 y anual de \$3870289.536 con la posibilidad de realizar otro despliegue de red.

#### **5.2. CONCLUSIONES**

Al finalizar con el “Diseño y propuesta de la Implementación de la Red de Infraestructura de Banda Ancha GPON de la Empresa SPEEDYCOM CIA. LTDA. para la Ampliación de Cobertura en la Ciudad de Ambato”, se concluye que:

- Para el diseño de este proyecto se consideró la zona rural de Tungurahua dividida en 26 zonas, empleando la planimetría aprobada por el municipio de Tungurahua y por la empresa eléctrica de Ambato, lo que permitió hacer referencia de la ubicación de los postes e identificando la mejor ruta del tendido de fibra.

- Una vez establecida la mejor ruta y determinado el equipamiento a utilizar, se estableció el presupuesto óptico, dando como resultado que las 26 zonas del proyecto se encuentran con una potencia dentro del rango de -21.49 dBm a -19.5 dBm, permitiendo brindar un servicio de calidad según las normas de CNT que recomienda una potencia mínima de -27 dBm.
- Se constituyó un proyecto flexible capaz de asumir incrementos en el requerimiento en la capacidad de la red adaptándose a modificaciones y cambios esperados en una red de esta escala.
- Analizando la conectividad de la zona rural, se identificó que todavía existen redes de tecnología antigua de telecomunicaciones, lo que ha impedido la provisión de internet de banda ancha tanto como para empresas como domicilios, problema que será solventado una vez ejecutado el proyecto.

### **5.3. RECOMENDACIONES**

- Realizar un buen análisis de dimensionamiento de la red para proyectar una correcta factibilidad del proyecto, además de seleccionar los equipos adecuados para que la red pueda trabajar en óptimas condiciones.
- Todo el personal técnico debe estar capacitado y conocer el diseño de la red logrando de esa forma disminuir el tiempo y costo de implementación.
- Poner en conocimientos de los interesados los conceptos de "Presupuesto Óptico y como ejecutarlo en el diseño de red, ya que de ello dependerá que la información llegue hacia el receptor con buena potencia, para lo cual se debe seguir la recomendación de la norma de CNT el cual menciona que se debe garantizar una mínima sensibilidad de recepción de -26 dBm.
- Tener el registro en una base de datos de la distribución de hilos de todas las zonas implementadas y de las ubicaciones tanto de las NAPs y Mangas, de esta forma se puede realizar cualquier mantenimiento a la red garantizando la disponibilidad y calidad del mismo.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Aldaz, C. (2016). Diseño de la Infraestructura FTTH GEPON para clientes masivos en la ciudad de Ambato. QUITO, PICHINCHA, ECUADOR: PUCE.
- Alibaba. (10 de Marzo de 2022). *Exterior Interior gpon fith box, gabinete de fibra óptica gpon*. Obtenido de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Outdoor-indoor-gpon-ftth-box-gpon-60695310710.html>
- Alibaba. (17 de Marzo de 2022). *GPZ/JJ-FC48 gran oferta 1U 2U 3U 4U 24 48 96 144 núcleos caja de terminales de fibra óptica montada en rack*. Obtenido de [https://www.alibaba.com/product-detail/Optic-Fiber-GPZ-JJ-FC48-Hot\\_1600260167587.html?spm=a2700.7735675.normal\\_offer.d\\_image.41a3185836Fjzj&s=p](https://www.alibaba.com/product-detail/Optic-Fiber-GPZ-JJ-FC48-Hot_1600260167587.html?spm=a2700.7735675.normal_offer.d_image.41a3185836Fjzj&s=p)
- ALIBABA. (17 de Marzo de 2022). *SC APC UPC 1 x 8 fibra óptica PLC Splitter SC Splitter Mini tubo tipo*. Obtenido de [https://www.alibaba.com/product-detail/Optic-Splitter-Optical-Splitter-SC-APC\\_1600089537742.html?spm=a2700.7735675.normal\\_offer.d\\_image.10175905yEwikY&s=p](https://www.alibaba.com/product-detail/Optic-Splitter-Optical-Splitter-SC-APC_1600089537742.html?spm=a2700.7735675.normal_offer.d_image.10175905yEwikY&s=p)
- Anvirum. (25 de Agosto de 2021). *Tarjeta 16 GPON C+ para OLT Huawei MA5800*. Obtenido de <https://www.anvimur.com/es/material-fibra-optica/1463-tarjeta-16-gpon-c-para-olt-huawei-ma5800.html>
- ARCOTEL. (18 de Febrero de 2015). *Lel Orgánica de Telecomunicacione*. Obtenido de <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/Ley-Org%C3%A1nica-de-Telecomunicaciones.pdf>
- ARCOTEL. (Diciembre de 2019). *ARCOTEL*. Obtenido de Boletín Estadístico: <https://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/01/boletin-febrero-2020-.pdf>
- ARCOTEL. (10 de Marzo de 2022). *ARCOTEL entregó 903 títulos habilitantes para servicios de telecomunicaciones en 2017*. Obtenido de <https://www.arcotel.gob.ec/arcotel-entregó-903-títulos-habilitantes-para-servicios-de-telecomunicaciones-en-2017/>
- Arévalo, G. (25 de Agosto de 2021). Diseño y Administración Redes de Fibra Óptica. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Bahillo, L. (15 de Mayo de 2020). *MARKETING ECOMERCE*. Obtenido de Historia de Internet: cómo nació y cuál fue su evolución: <https://marketing4ecommerce.net/historia-de-internet/>
- Barrera, R. (Febrero de 2014). Red de Fibra Óptica con Tecnología GPON para el mejoramiento de los servicios de Telecomunicaciones de la Empresa PUNTONET S.A en la Ciudad de Ambato. Ambato, Tungurahua, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Camargo Ávila, H., & Caro Bastidas, K. (12 de Julio de 2013). Redes de Acceso de Nueva Generación (NGAN). Cartagena.
- Carrera, A. (15 de Diciembre de 2016). “Diseño de una red de planta externa FTTH con tecnología GPON para la población de Barreiro Nuevo, de la ciudad de Babahoyo, Provincia de Los Ríos”. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Castañeda, P. (Marzo de 2018). Análisis y Simulación del Fenómeno de dispersión cromática en las fibras ópticas monomodo ITU-T G.652 E ITU-T G655. Quito, Pichincha, Ecuador: Universidad Politécnica Nacional.

- Castillo, J. (15 de Febrero de 2019). *Fibra óptica: qué es, para qué se usa y cómo funciona*. Obtenido de <https://www.profesionalreview.com/2019/02/15/fibra-optica-que-es/>
- Castro, M., & Rolando, C. (08 de Abril de 2019). *Diseño de una red FTTH basado en el estándar GPON para la conexión de videocámaras para el distrito de San Martín de Porres*. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Chauca, E. (2020). *Diseño de una Red FTTH con la tecnología GPON para la migración de una red ADSL para 500 usuarios*. Quito, Pichincha, Ecuador: Universidad de las Américas.
- Chayña, J. (2017). *Diseño de una red de Acceso FTTH utilizando el estándar GPON para la empresa Amitel S.A.C*. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano.
- Chuquitarco, V. (Enero de 2009). *Técnicas y Tecnologías CDMA Aplicadas en Fibra Ópticas*. Quito, Pichincha, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.
- Ciencia Y Tecnología. (25 de Agosto de 2021). *Diseño de las redes de fibra óptica*. Obtenido de <https://lafibraoptica.com/diseno-de-las-redes-de-fibra-optica/>
- Cintelcom. (2014). *Fibra Canalizada*. Obtenido de <https://www.cintelcom.com/fibracanalizada.html>
- Claupet. (17 de Marzo de 2022). *Manga Tipo Domo con Válvula HSC-NBI 144F*. Obtenido de <http://www.claupet.com/index.php/producto/item/manga-tipo-domo-con-valvula-hsc-nbi-144f>
- CNT. (20 de Febrero de 2012). *NORMAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE REDES DE TELECOMUNICACIONES CON FIBRA ÓPTICA*. Obtenido de <file:///C:/Users/ASUS%20GAMING/Downloads/7568450.pdf>
- CODIPRO. (18 de Febrero de 2022). *Huawei EchoLife EG8145V5, la opción perfecta para la banda ancha*. Obtenido de [https://www.codipro.com/module/ph\\_simpleblog/module-ph\\_simpleblog-single?sb\\_category=huawei&rewrite=huawei-echolife-eg8145v5-la-opcion-perfecta-para-la-banda-ancha](https://www.codipro.com/module/ph_simpleblog/module-ph_simpleblog-single?sb_category=huawei&rewrite=huawei-echolife-eg8145v5-la-opcion-perfecta-para-la-banda-ancha)
- Conectronica. (2010). *Características de las Fibras Ópticas*. Obtenido de <https://www.conectronica.com/fibra-optica/curso-fibra-optica/caracteristicas-de-las-fibras-opticas>
- Conectronica. (10 de Marzo de 2022). *Cajas de / para Distribución de fibra óptica*. Obtenido de <https://www.conectronica.com/fibra-optica/cajas-de-distribucion>
- Createc Soft. (2009). *Proyectos y diseño de fibra óptica*. Obtenido de <https://createcsoft.com/servicios/voz-y-datos-redes-ip/proyectos-y-diseno-de-fibra-optica>
- Criollo, L. (2015). *Diseño de una Red Convergente de Fibra Óptica para Interconectar los Campus de la Universidad de las Américas*. Quito, Pichincha, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Datta Business Innovation. (18 de Enero de 2020). *DATTA*. Obtenido de Datos curiosos sobre el consumo de los servicios digitales en Ecuador: <https://datta.com.ec/articulo/datos-curiosos-sobre-el-consumo-de-los-servicios-digitales-en-ecuador>
- Dávalos, N. (29 de Agosto de 2020). *Primicias*. Obtenido de Solo el 45,5% de hogares en Ecuador tiene acceso a Internet, según el INEC: <https://www.primicias.ec/noticias/tecnologia/ecuador-hogares-acceso-internet-inec/>

- Dávalos, N. (19 de Julio de 2020). *PRIMICIAS*. Obtenido de El Internet en Ecuador tiene alta penetración, pero baja velocidad:  
<https://www.primicias.ec/noticias/tecnologia/velocidad-internet-ecuador-debajo-promedio-global/>
- DELTAeu. (10 de Marzo de 2022). *Cable Flexible "Pigtail"*. Obtenido de  
[https://shopdelta.eu/cable-flexible-pigtail-monomodo-conector-scipc-pig-sc-ipc\\_16\\_p7777.html](https://shopdelta.eu/cable-flexible-pigtail-monomodo-conector-scipc-pig-sc-ipc_16_p7777.html)
- DFISTSUA. (13 de Marzo de 2022). *Reglamento RD 279/99 Anexo II*. Obtenido de  
<http://www.dfists.ua.es/es/asignaturas/proyectos/legict/ict2.htm#:~:text=2.3%20Red%20de%20dispersi%C3%B3n,con%20cada%20domicilio%20de%20usuario.>
- ECONOMIPEDIA. (28 de Enero de 2022). *Valor Actual Neto*. Obtenido de  
<https://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>
- ECURED. (11 de Junio de 2021). *Cantón Ambato Ecuador*. Obtenido de  
[https://www.ecured.cu/Cant%C3%B3n\\_Ambato\\_\(Ecuador\)](https://www.ecured.cu/Cant%C3%B3n_Ambato_(Ecuador))
- El Universo. (06 de Diciembre de 2020). *Una opción de aprender sin conexión de internet*. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/opinion/2020/12/06/nota/8073199/opcion-aprender-conexion-internet/>
- España, M. (2005). *Comunicaciones ópticas: conceptos esenciales y resolución de ejercicios*. Madrid, España: Diaz de Santos.
- Fibercable. (5 de Marzo de 2022). *El cable guardia OPGW (Optical Ground Wire) se utiliza en líneas de transmisión de energía para protección contra descargas atmosféricas y transmisión de datos, atendiendo a la demanda por comunicación de alta capacidad*. Obtenido de <https://www.gl-fibercable.com/Products-OPGW-Cable/169.html>
- Fiberopticalshare. (22 de Abril de 2015). *In-Depth Knowledge of Loose Tube Fiber Optic Cables*. Obtenido de <https://www.fiberopticalshare.com/in-depth-knowledge-of-loose-tube-fiber-optic-cables.html#:~:text=In%20loose%20tube%20cables%2C%20the%20coated%20fiber%20%E2%80%9Cfloats%E2%80%9D,contraction%20will%20not%20cause%20stress%20on%20the%20fiber.>
- FOCC. (19 de Julio de 2019). *16 tipos de conectores de fibra óptica para elegir de FOCC*. Obtenido de <http://www.fibresplitter.com/info/16-types-of-fiber-optic-connectors-to-choose-f-37141989.html>
- Forum Huawei. (30 de Diciembre de 2021). *¿Qué es una Red de Distribución Óptica (ODN)?* Obtenido de <https://forum.huawei.com/enterprise/es/%C2%BFqu%C3%A9-es-una-red-de-distribuci%C3%B3n-%C3%B3ptica-odn/thread/771769-100243>
- FURUKAWA ELECTRIC. (13 de Marzo de 2022). *CDOI - CAJA DE DISTRIBUCIÓN*. Obtenido de <https://www.furukawatam.com/es/catalogo-de-productos-detalles/cdoi---caja-de-distribucion-interna-optica>
- FURUKAWA FBS. (13 de Marzo de 2022). *ROSETA ÓPTICA*. Obtenido de  
[https://www.furukawatam.com/es/catalogo-de-productos-detalles/roseta-optica#:~:text=La%20Roseta%20%C3%93ptica%20act%C3%BAa%20como,una%20extensi%C3%B3n%20preconectorizada%20\(pigtail\).](https://www.furukawatam.com/es/catalogo-de-productos-detalles/roseta-optica#:~:text=La%20Roseta%20%C3%93ptica%20act%C3%BAa%20como,una%20extensi%C3%B3n%20preconectorizada%20(pigtail).)

- Furukawatam. (28 de Febrero de 2022). *CABLE OPGW LUX XS2.088.159 - 136mm<sup>2</sup>*.  
Obtenido de <https://www.furukawatam.com/es/catalogo-de-productos-detalles/cable-opgw-lux-xs2088159---136mm2>
- Galloway, L. (24 de JULIO de 2019). *BBC Travel*. Obtenido de Cuáles son los 5 países más "conectados" del mundo (y dónde tener acceso a internet es considerado un derecho básico): <https://www.bbc.com/mundo/vert-tra-49040357>
- GLFiberCalbe. (1 de Marzo de 2022). *GYTC8S Outdoor Figure 8 Fibe Optic Cable*. Obtenido de [https://gl-fibercable.com/Products-Figure-8-Fiber-Optic-Cable/154.html?gclid=EAIaIQobChMIwMOSmcC69gIV\\_2pvBB2n2ArGEAAYASAAEgIq5\\_D\\_BwE](https://gl-fibercable.com/Products-Figure-8-Fiber-Optic-Cable/154.html?gclid=EAIaIQobChMIwMOSmcC69gIV_2pvBB2n2ArGEAAYASAAEgIq5_D_BwE)
- GRUPO COFITEL. (24 de Febrero de 2022). *Diferentes tipos de fibra óptica*. Obtenido de <https://www.c3comunicaciones.es/diferentes-tipos-de-fibra-optica/>
- Heredia, V. (2016). *Diseño de una Red FTTH para la Utilización de Servicios de los Operadores de Telecomunicaciones en la Ciudad de Cuenca*. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca.
- HUAWEI. (24 de Marzo de 2021). *Aprendiendo los conceptos de OLT, ONU y ONT*. Obtenido de <https://forum.huawei.com/enterprise/es/aprendiendo-los-conceptos-de-olt-onu-y-ont/thread/540747-100275>
- HUAWEI. (17 de Marzo de 2022). *EchoLife EG8145V5*. Obtenido de <https://e.huawei.com/es/products/enterprise-transmission-access/access/onu/echolife-eg8145v5>
- Huidobro, J., & Ordóñez, J. (2014). *Comunicaciones por radio: tecnologías, redes y servicios de radiocomunicaciones: el espectro electromagnético*. RA-MA Editorial.
- ICOptiks. (2 de Marzo de 2022). *Jumpers y Pigtail*. Obtenido de <https://www.icoptiks.mx/ensambles/jumpers-y-pigtail/>
- INEC. (25 de DICIEMBRE de 2010). *Población de 5 y más años por uso de internet en los 6 últimos meses, según provincia, cantón y parroquia de empadronamiento*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/?s=uso+de+internet>
- INEC. (Diciembre de 2019). *Ecuador en Cifras*. Obtenido de Tecnologías de la Información y Comunicación:  
[https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Sociales/TIC/2019/201912\\_Principales\\_resultados\\_Multiproposito\\_TIC.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/2019/201912_Principales_resultados_Multiproposito_TIC.pdf)
- INEC. (15 de Julio de 2021). *Fascículo Provincia Tungurahua*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/tungurahua.pdf>
- INEC. (25 de Julio de 2021). *Indicadores de tecnología de la información y comunicación*. Obtenido de [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Sociales/TIC/2020/202012\\_Boletin\\_Multiproposito\\_Tics.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/2020/202012_Boletin_Multiproposito_Tics.pdf)
- INEC. (28 de Julio de 2021). *Tecnologías de la Información y Comunicación, 2020*. Obtenido de [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Sociales/TIC/2020/202012\\_Principales\\_resultados\\_Multiproposito\\_TIC.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/2020/202012_Principales_resultados_Multiproposito_TIC.pdf)
- JM TELECOMS. (12 de Marzo de 2022). *OBA000100 GPON Fundamentals*. Obtenido de [http://jm.telecoms.free.fr/QCM\\_Fibre/GPON-Fundamentals\\_Huawei.pdf](http://jm.telecoms.free.fr/QCM_Fibre/GPON-Fundamentals_Huawei.pdf)

- Keynet. (11 de Octubre de 2017). *Cables planos de fibra óptica*. Obtenido de <https://keynet-systems.com/cable-plano/>
- Llumiuinga, D., & Mullo, C. (Febrero de 2008). Análisis y Diseño del sistema redundante de fibra óptica Quito- Guayaquil para la Red de Telconet S.A. Quito, Pichincha, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.
- Martinez, J. (09 de Noviembre de 2018). *La Dispersión Cromática*. Obtenido de <https://www.prored.es/la-dispersion-cromatica/>
- MEDIUM. (23 de Octubre de 2018). *ANÁLISIS DE PON: Qué es OLT, ONU, ONT y ODN*. Obtenido de <https://xxxamin1314.medium.com/an%C3%A1lisis-de-pon-qu%C3%A9-es-olt-onu-ont-y-odn-8e78eb25e4bb>
- Méndez, A. (24 de Septiembre de 2013). *Fibra óptica - algunas leyes de la física*. Obtenido de <https://pt.slideshare.net/abemen/fibra-ptica-algunas/4>
- OPENUP. (20 de Junio de 2017). *Diferentes tipos de Fibra Óptica*. Obtenido de <https://www.openup.es/diferentes-tipos-fibra-optica/>
- Peña, A. (Enero de 2008). Nuevo modelo de fibras ópticas: guías de ondas planas en rotación. Granada, España: Universidad de Granada.
- PRAXTEL. (25 de Febrero de 2022). *Conozca mas acerca de los cordones de fibra optica (patchcords)*. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos-pdf/cordones-fibra-optica-patchcords/cordones-fibra-optica-patchcords.pdf>
- PROMAX. (26 de Septiembre de 2019). *Tipos de conectores ópticos más comunes*. Obtenido de <https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/#:~:text=Conector%20FC&text=Caracter%C3%ADsticas%3A%20Es%20un%20conector%20roscado,Caracter%C3%ADsticas%20%C3%B3pticas%3A%20Para%20fibras%20monomodo.>
- QGIS. (13 de Febrero de 2022). *Guía/Manual de usuario de escritorio de QGIS*. Obtenido de [https://docs.qgis.org/3.16/en/docs/user\\_manual/preamble/features.html](https://docs.qgis.org/3.16/en/docs/user_manual/preamble/features.html)
- QGIS. (13 de Febrero de 2022). *Manual de usuario de escritorio de QGIS*. Obtenido de [https://docs.qgis.org/3.16/en/docs/user\\_manual/preamble/conventions.html](https://docs.qgis.org/3.16/en/docs/user_manual/preamble/conventions.html)
- QGIS. (28 de Enero de 2022). *QGIS - El SIG Líder de Código Abierto para Escritorio*. Obtenido de <https://qgis.org/es/site/about/index.html>
- REDESZONE. (27 de Abril de 2021). *Aprende qué es un armario rack y qué modelos puedes comprar*. Obtenido de <https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-cable/que-es-armario-rack-modelos/>
- Rodriguez, A. (18 de Marzo de 2014). *Tipos de cables de fibra óptica*. Obtenido de [https://www.fibraopticahoy.com/tipos-de-cables-de-fibra-optica-2/#:~:text=Cable%20holgado%20\(Loose%20tube\),est%C3%A1n%20desprotegidos%20de%20elementos%20exteriores.](https://www.fibraopticahoy.com/tipos-de-cables-de-fibra-optica-2/#:~:text=Cable%20holgado%20(Loose%20tube),est%C3%A1n%20desprotegidos%20de%20elementos%20exteriores.)
- ROUTER-SWITCH. (16 de Febrero de 2022). *EG8145V5*. Obtenido de [https://www.router-switch.com/eg8145v5.html?gclid=EA1aIQobChMIIPjP8srH-AIVXyGtBh329g8nEAAYASAAEgLPYfd\\_BwE](https://www.router-switch.com/eg8145v5.html?gclid=EA1aIQobChMIIPjP8srH-AIVXyGtBh329g8nEAAYASAAEgLPYfd_BwE)

- Ruíz, E. (Mayo de 2013). *Fundamentos de las Fibras Ópticas*. Obtenido de Blog de Fibra Óptica y Redes del CIFP Tartanga: <http://fibraoptica.blog.tartanga.eus/fundamentos-de-las-fibras-opticas/>
- San Andres. (1 de Octubre de 2020). *SAN ANDRES*. Obtenido de Hogares con más acceso a internet: <https://san-andres.co/2020/10/01/hogares-con-mas-acceso-a-internet/>
- Santamaría, E. (Noviembre de 2015). Comparación entre el método tradicional de obtención de fase con el método de Takeda en la medición de la dispersión en fibras. Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- SectorElectricidad. (8 de Enero de 2015). *OPGW Tubo Central de Aluminio Extruido*. Obtenido de <https://www.sectorelectricidad.com/10979/opgw-tubo-central-de-aluminio-extruido/>
- SigmaNetwork. (28 de Enero de 2022). *Familias de cables de fibra óptica*. Obtenido de <https://sigmanetwork.es/familias-cables-fibra-optica>
- Silex Fiber. (25 de Febrero de 2022). *Conector fibra optica FC*. Obtenido de <https://silexfiber.com/producto/conector-fibra-optica-fc/>
- SISUTELCO. (31 de Agosto de 2020). *Estándares Fibras ópticas monomodo y multimodo*. Obtenido de <https://sisutelco.com/estandares-fibras-opticas/>
- SOPTO. (26 de Enero de 2022). *What is FTTx (Fiber to the X)*. Obtenido de [https://www.sopto.com.cn/sp\\_news/show-3502.html](https://www.sopto.com.cn/sp_news/show-3502.html)
- SPEEDYCOM. (25 de Enero de 2022). *SPEEDY Internet sin límites*. Obtenido de <https://speedy.com.ec/nosotros/>
- TELECOM. (17 de Marzo de 2022). *Tarjeta 16 puertos SFP GPON + 16 módulos SFP GPON C++*. Obtenido de <https://www.todotelecom.com/olt/6559-olt560016c-tarjeta-16-puertos-sfp-gpon--16-modulos-sfp-gpon-c-huawei.html>
- Tensortec. (12 de Marzo de 2022). *Armario De Distribución De FO Para Planta Externa FTTH*. Obtenido de <https://tensortec.com/products/caja/armario-de-distribucion-de-FO-para-planta-externa-FTTH-Ecuador-Peru.html>
- Tinoco, J. (2011). Estudio y Diseño de una Red de Fibra Óptica FTTH para brindar servicio de Voz, Video y Datos para la Urbanización los Olivos ubicada el sector Toctesol en la Parroquia Borrero de la Ciudad de Azogues. Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.
- Tomasi, W. (2003). *Sistemas de comunicaciones electrónicas*. 4, 10-11. España: Pearson Educación.
- Torrabadella, D. (1 de Marzo de 2022). *Efectos Físicos sobre el Medio de Transmisión*. Obtenido de <https://www.cepetel.org.ar/wp-content/uploads/2021/07/Mo%cc%81dulo-II-leccion-No3-CEPETEL.pdf>
- Trashorras, J. (2013). *Desarrollo de redes eléctricas y centros de transformación*. Madrid, España: Paraninfo.
- Turnero, P. (2020). *Transmisión por fibra óptica*. Obtenido de Monografías: <https://www.monografias.com/trabajos108/transmision-fibra-optica/transmision-fibra-optica2.shtml>

UIT. (1 de Marzo de 2022). *UIT-T: Elaboración de normas*. Obtenido de <https://www.itu.int/es/mediacentre/backgrounders/Pages/itu-t-setting-the-standard.aspx>

Velasco, B. (18 de Marzo de 2018). *Diseño y Simulación de una Red GPON para ofrecer el Servicio Triple Play en el Sector de San Antnio de Ibarra para la CNT-EP*. Quito, Pichincha, Ecuador.

Zion. (1 de Marzo de 2022). *Cables de fibra óptica para exteriores*. Obtenido de <https://es.zion-communication.com/Figura-8-Cables-de-fibra-%C3%B3ptica-autoportantes-para-exteriores-pl6807306.html>