



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA:

**DISEÑO DE UNA RED GPON PARA EL BARRIO “EL PARAÍSO DE
JIPIRO” DEL CANTÓN LOJA, PROVINCIA DE LOJA, USANDO UN
ARMARIO F01S300**

Autor

Ing. Ricardo David Agila García

**Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de
Magister en Telecomunicaciones**

TUTOR:

MSc. Manuel Romero Paz

Guayaquil, 2 de agosto de 2019



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por **Ricardo David Agila García** como requerimiento parcial para la obtención del Título de Magíster en Telecomunicaciones.

TUTOR

MSc. Manuel Romero Paz

DIRECTOR DEL PROGRAMA

MSc. Manuel Romero Paz

Guayaquil, 2 de agosto de 2019



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

YO, Ricardo David Agila García

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación “**Diseño de una Red GPON para el barrio “El Paraíso de Jipiro” del Cantón Loja, Provincia de Loja, usando un armario f01s300**”, previo a la obtención del Título de **Magíster en Telecomunicaciones**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, 2 de agosto de 2019

EL AUTOR

Ricardo David Agila García



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES

AUTORIZACIÓN

Yo, **Ricardo David Agila García**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación**, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **“Diseño de una Red GPON para el barrio “El Paraíso de Jipiro” del Cantón Loja, Provincia de Loja, usando un armario F01S300”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, 2 de agosto de 2019

EL AUTOR

Ricardo David Agila García

REPORTE URKUND

The screenshot displays the URKUND web interface. The main content area shows a document titled "TRABAJO TITULACION RICARDO AGILA final.docx" (D53784272) presented on 2019-06-12 22:55 (-05:00) by orlandophilco_7@hotmail.com. The message content indicates that 1% of the 25 pages contain text matching the source. The right sidebar lists sources and blocks, including "OLT: Terminal de Linea Óptica (optical line terminal) ubicado en la oficina central. ? ODN: Red de distribución óptica (optical distribution network)" with an 85% match. The main view shows a detailed block for "OLT: Terminal de Linea Óptica (optical line terminal) ubicado en la oficina central. ? ODN: Red de distribución óptica (optical distribution network)" with a match of 85%. The block content includes technical details about OLT equipment, citing sources like "Figura STYLEREF 1 \s 2.21. Arquitectura de red PON Fuente: CITATION Mar09 \l 3082 (Abreu, Castagna, Cristiani, & Zunino, 2009)" and "2.1.1. OLT Es el equipo final del proveedor de servicios de telecomunicaciones que tiene como funciones principales, introducir las señales ópticas a la ODN, y coordinar la multiplexación con los equipos clientes. La OLT, dependiendo de la configuración de sus tarjetas puede incrementar su cantidad de puertos de transmisión, donde cada puerto tiene la capacidad de transmitir 2.5 Gbps y enlazar hasta 128 clientes. En la elección de la OLT se debe tener en consideración la clase en la se va efectuar la transmisión a la ODN, la cual define los rangos de atenuación permitidos para el enlace, y se los presenta en la tabla 2.2 CITATION Ado14 \l 3082 (Yagüe, 2014)". It also includes a table for "Tabla STYLEREF 1 \s 2.32 Clases para la ODN" and a note about a -32 dB source.

Reporte Urkund del trabajo de titulación de Maestría de Telecomunicaciones, denominado: **“Diseño de una Red GPON para el barrio “El Paraíso de Jipiro” del Cantón Loja, Provincia de Loja, usando un armario F01S300”** del Ing. Ricardo Agila García el cual está al 1% de coincidencia.

DEDICATORIA

El presente logro académico se lo dedico inicialmente a mis padres Juan y Raquel, a mis hermanos Carlos, Mario, Johanna y Silvia, que me acompañan en mi diario vivir, y festejamos juntos cada logro personal y profesional, constituyéndose en mi guía y soporte.

Dedicado a mi esposa Nathy que me ha motivado e impulsado en el transcurso de mis estudios de postgrado, siendo un pilar fundamental para la consecución exitosa de este importante título académico.

Finalmente, se lo dedico de manera especial a mi hijo Aarón y a mis demás hijos que espero que vengan en años postreros, para que les sirva como un ejemplo de superación, y tengan como objetivo ser mejores que sus padres en todos los ámbitos.

AGRADECIMIENTO

Iniciar agradeciendo a nuestro Padre Celestial que está presente en mi día a día, ofreciéndome su guía para discernir de forma acertada en mi toma de decisiones, y dándome consuelo cuando me he equivocado.

Agradecer a la Universidad Católica Santiago de Guayaquil y a su sistema de posgrado por haberme aceptado para cursar la maestría en telecomunicaciones en tan importante institución de educación superior.

Un agradecimiento especial a la empresa Ingeniería Agila & Sánchez Cía. Ltda. y mi amigo y consejero Ing. Jimmy Sánchez por el esfuerzo económico y la confianza que han tenido en mi para otorgarme la beca estudiantil para cursar la Maestría en Telecomunicaciones.

Mi gratitud a MSc. Manuel Romero Paz, por otorgarme su tiempo para ser mi guía en el ámbito académico y tutor de mi proyecto de titulación, que me ha dejado importantes enseñanzas con valor científico.

Finalmente, agradecer a mis compañeros maestrantes con los que se realizó largas jornadas de estudio, incrementando el conocimiento académico y forjando verdaderas amistades.



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

MSc. Manuel Romero Paz

TUTOR

f. _____

MSc. Manuel Romero Paz

DIRECTOR DEL PROGRAMA

f. _____

MSc. Luis Córdova Rivadeneira

REVISOR

f. _____

MSc. Orlando Philco Asqui

REVISOR

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	II
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	III
AUTORIZACIÓN	IV
REPORTE URKUND.....	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE GENERAL	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT	XIV
CAPITULO 1. GENERALIDADES DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	1
1.3 JUSTIFICACIÓN	3
1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.4.1 Objeto	3
1.4.2 objetivo general.....	3
1.4.3 Objetivos Específicos	3
1.4.4 Hipótesis.....	4
1.5 METODOLOGÍA.....	4
CAPITULO 2. REDES GPON FTTH	5
2.1. ESTRUCTURAS DE REDES PON	6
2.1.1. OLT	6
2.1.2. ODN	7
2.2. TÉCNICAS DE TRANSPORTE PARA TECNOLOGÍA GPON.....	8
2.3. MODELOS DE REDES GPON.....	10
2.3.1. Modelo de Red GPON flexible	10
2.3.2. Modelo de Red GPON rígida.....	11
CAPITULO 3. DISEÑO DE LA RED GPON PARA EL BARRIO “EL PARAÍSO DE JIPIRO” USANDO UN ARMARIO F01S300.....	13
3.1. OLT PARA EXTERIORES F01S300	13
3.1.1. Estructura	15

3.1.2.	Configuración del armario	16
3.1.3.	Monitoreo principal.....	20
3.1.4.	Sistema de cables de distribución.....	22
3.2	RED FEEDER	23
3.2.1	Cable óptico (ITU – T G.652D).....	23
3.2.2.	Mangas de empalme red troncal	28
3.2.3.	Splitter.....	29
3.3	RED DE DISTRIBUCIÓN.....	31
3.3.1.	Cable óptico (ITU – T G.652D)	32
3.3.2.	Cajas ópticas de dispersión.....	33
3.3.3.	Splitter de distribución conectorizado relación 1:8.....	34
3.4	RED DE DISPERSIÓN	35
3.4.1.	Cable Drop aéreo (ITU – T – G.657.A2)	36
3.4.2.	Roseta óptica conectores SC/APC	38
3.5	ONT – TERMINALES DE FIBRA ÓPTICA	39
CAPITULO IV. RESULTADOS.....		43
4.1	CÁLCULO DE ATENUACIONES	43
4.2	PRESUPUESTO REFERENCIAL	47
CONCLUSIONES.....		48
RECOMENDACIONES.....		51
BIBLIOGRAFIA		52
GLOSARIO.....		54
ANEXOS		57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Velocidades de transmisión estándar 802.11.....	2
Tabla 2.1 Cuentas de internet fijo y móvil por cada 100 habitantes	5
Tabla 2.2 Clases para la ODN	7
Tabla 2.3 Perdidas recomendadas para splitter según recomendación de ITU - T	8
Tabla 3.1 Asignación de fibras del cable feeder a cada splitter	30
Tabla 3.2. Especificaciones del puerto GPON.....	41
Tabla 3.3. Especificaciones del puerto GE.....	41
Tabla 3.4. Especificaciones del puerto POST.....	41
Tabla 3.5. Especificaciones del puerto USB.....	42
Tabla 3.6. Especificaciones de la red inalámbrica.....	42
Tabla 4.1 Esquema de manga troncal 1 – MT01	44
Tabla 4.2. Esquema de manga troncal 2 – MT02.....	45
Tabla 4.3. Esquema de manga troncal 3 – MT03.....	45
Tabla 4.4. Esquema de manga troncal 4 – MT04.....	46
Tabla 4.5. Presupuesto referencial para red GPON	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Velocidad de transmisión tecnologías xDSL	2
Figura 2.1. Arquitectura de red PON	6
Figura 2.2. Técnicas de transporte GPON	9
Figura 2.3. Ejemplar de armario GPON - FDH.....	11
Figura 2.4. Modelo de red GPON rígida.....	12
Figura 3.1. Aplicación del armario F01S300 para red GPON FTTx.....	14
Figura 3.2. Configuración del armario Mini - OLT.....	15
Figura 3.3. Configuración del armario con módulo MA5603T para OLT	16
Figura 3.4. Estructura típica de red de acceso de MA5603T	17
Figura 3.5 Distribución general de energía del armario	18
Figura 3. 6. Esquema del sistema de monitoreo	21
Figura 3.7. Esquema del sistema de cables de distribución	22
Figura 3.8 Ubicación de OLT exterior F01S300.....	23
Figura 3.9. Características Geométricas ópticas y mecánicas de la fibra óptica	24
Figura 3.10. Sección de fibra óptica del cable ADSS	26
Figura 3.11. Estructura del cable ADSS.....	26
Figura 3.12. Código internacional de colores (TIA/EIA-598-B)	27
Figura 3.13. Modelo de manga troncal	29
Figura 3.14. Estructura Splitter PLC	29
Figura 3.15. Pérdidas en splitter fusionado	30
Figura 3.16. Esquema de red Feeder	31
Figura 3.17. Esquema de red de distribución	32
Figura 3.18. Características NAP	34
Figura 3.19. Pérdidas en splitter conectorizado	35
Figura 3.20. Delimitación de las áreas de dispersión	35
Figura 3.21. Estructura del cable drop aéreo G.657.A2.....	36
Figura 3. 22. Especificaciones del cable drop aéreo G.657.A2.....	37
Figura 3. 23. Roseta óptica SC/APC	38
Figura 3. 24. Especificaciones del cable drop aéreo G.657.A2.....	39
Figura 3.25. Topología de red de ONT	40

RESUMEN

Este proyecto realiza el diseño de una red comunicaciones ópticas para el barrio “El paraíso de Jipiro” del cantón Loja, provincia de Loja, mediante la tecnología FTTH (Fiber To The Home), el estándar GPON (Gigabit-Capable Passive Optical Network), por ser una zona de alta población de tipo residencial en una zona periférica de la ciudad, para el diseño se considera el empleo de una OLT (Optical Line terminal) para exteriores, eligiendo el modelo F01S300 de fabricante Huawei. Se analiza cada elemento de la red de comunicaciones ópticas de forma individual y se los integra formando un único sistema para evaluar sus características técnicas y presupuesto referencial para determinar su factibilidad, elaborando el análisis de resultados, conclusiones y recomendaciones. Metodológicamente se utiliza el método analítico – sintético, el Paradigma Empírico-Analítico, un Enfoque Cuantitativo, la investigación Descriptiva y el Diseño de investigación No experimental Transversal pues se manipularán deliberadamente las variables de estudio, fundamentado en la observación directa del fenómeno tal y como se da en su contexto natural, para realizar el análisis respectivo. Se determina que es factible la construcción del proyecto, considerando que el sector carece de servicios de internet de banda ancha, siendo una necesidad este servicio. El armario F01S300 da ventajas económicas para construir la red porque solo requiere el permiso municipal para la implementación y por la cercanía de la OLT al área de cobertura los parámetros técnicos de la red FTTH se enmarcan en los requeridos para su óptimo funcionamiento

Palabras Claves: Redes de planta externa, red GPON, tecnología FTTH

ABSTRACT

This project carries out the design of an optical communications network for the neighborhood "El paraíso de Jipiro" in the canton of Loja, province of Loja, using FTTH (Fiber To The Home) technology, the GPON (Gigabit-Capable Passive Optical Network) standard, As it is a residential area of high population in a peripheral area of the city, for the design is considered the use of an OLT (Optical Line terminal) for outdoor, choosing the model F01S300 Huawei manufacturer. Each element of the optical communications network is analyzed individually and integrated by forming a single system to evaluate its technical characteristics and referential budget to determine its feasibility, preparing the analysis of results, conclusions and recommendations. Methodologically, the analytical-synthetic method is used, the Empirical-Analytical Paradigm, a Quantitative Approach, the Descriptive Research and the Non-experimental Transversal Research Design, since the study variables will be deliberately manipulated, based on the direct observation of the phenomenon as it is. gives in its natural context, to perform the respective analysis. It is determined that the construction of the project is feasible, considering that the sector lacks broadband internet services, this service being a necessity. Cabinet F01S300 gives economic advantages to build the network because it only requires the municipal permit for the implementation and by the proximity of the OLT to the coverage area the technical parameters of the FTTH network are framed in those required for its optimal functioning.

Keywords: Outside plant, GPON Network, FTTH technology

CAPITULO 1. GENERALIDADES DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.1 Introducción

Se realiza el diseño de una Red GPON (Gigabit-capable Passive Optical Network) utilizando un armario F01S300, el cual es optimizado para implementar la OLT (Optical Line Terminal) en el exterior, teniendo asociadas varias unidades de red óptica ONU (Optical Network Unit) SmartAX; a través de la tecnología FTTH (Fiber to the home)

El armario incluye un distribuidor principal MDF (Main Distribution Frame), que es donde se une la red troncal de fibra óptica e ingresa el tráfico que va a ser posteriormente distribuido; posee un distribuidor óptico ODF (Optical Distribution Frame) que es la parte donde se interconecta el tráfico hasta cada cliente y conformará la red de distribución. Cada puerto de su módulo GPON otorga la velocidad de transmisión de 2.5 Gbit/s; la alimentación de la plataforma F01S300 es mediante una acometida eléctrica de 110V/220V, y posee batería de reserva y módulos de supervisión y control del entorno optimizado para la OLT y la ONU. (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., 2016)

Con el empleo de este tipo de armario, se obtiene ventajas como:

- Reducción de espacio físico para la ubicación de la OLT
- Facilidad de construcción, pues solo necesita de un pedestal
- No necesita climatización
- Reducción de costos

1.2 Antecedentes de la propuesta

La ciudadela el Paraíso de Jipiro, ubicada en la ciudad de Loja, en la actualidad cuenta con acceso a internet por dos medios: de manera inalámbrica y por medio de cables de cobre.

Las comunicaciones por medios inalámbricos presentan como desventaja, que su velocidad teórica, que se presenta en la tabla 1.1 (Navarrete Chávez, 2009), decae drásticamente conforme aumenta la distancia entre maestro y esclavo, es así

que el máximo ofertado por proveedores de servicio de internet ISP (Internet Service Provider) es de 5Mbps, además que su calidad se ve afectada por presencia de interferencias en el espacio libre, variaciones climáticas, presencia de abundante vegetación o edificaciones que se atraviesan en la línea de vista.

Tabla 1.1 Velocidades de transmisión estándar 802.11

Características	802.11	802.11a	802.11b	802.11g	802.11n
Tecnología PHY	DSSS	OFDM	DSSS/CKK	OFDM DSSS/CKK	SDM/OFDM
Tasa de datos	1 – 2 Mbps	6 - 54 Mbps	5.5 – 11 Mbps	1 – 54 Mbps	6 – 600 Mbps
Banda de frecuencia	2,4 Ghz	5 Ghz	2,4 Ghz	2,4 Ghz	2,4 y 5 Ghz
Ancho de canal	25 Mhz	20 Mhz	25 Mhz	25 Mhz	20 y 40 Mhz

Fuente: (Navarrete Chávez, 2009)

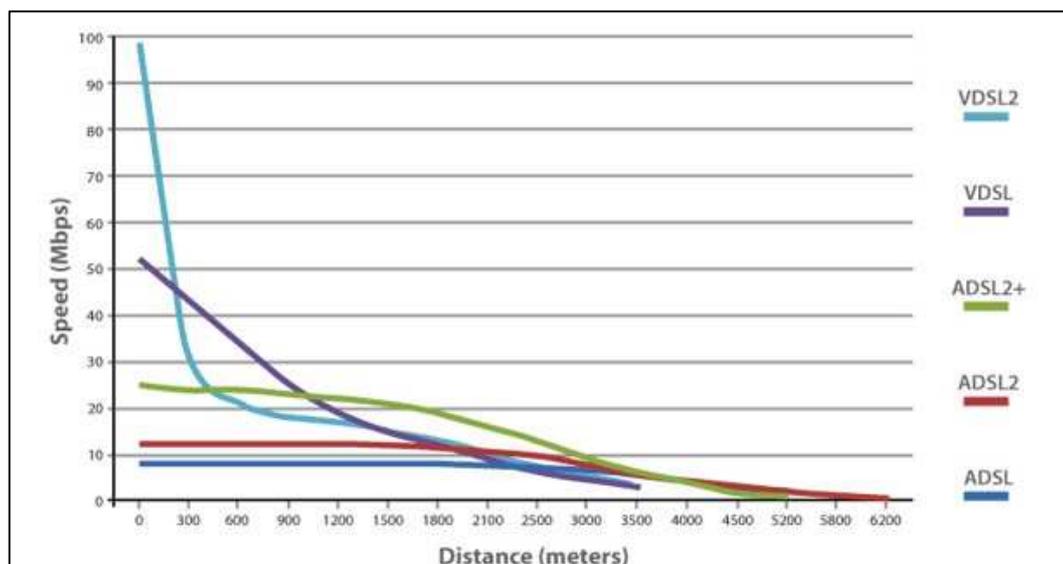


Figura 1.1 Velocidad de transmisión tecnologías xDSL

Fuente: (González, 2013)

Los sistemas de comunicaciones mediante las tecnologías de línea de suscriptor digital xDLS (x Digital Subscriber Line) presentan mejores características al inalámbrico, siendo su limitante la velocidad de transmisión que

para comercializar se oferta en promedio 5Mbps, debido a que sus prestaciones son afectadas por la distancia como se ilustra en la figura 1.1 (González, 2013).

1.3 Justificación

En un mundo que camina hacia el futuro a pasos acelerados en cuanto a crecimiento tecnológico, en donde las personas transmiten por el canal de internet gran cantidad de información multimedia, como video – llamadas, conferencias, observan televisión en vivo, etc., necesitan un medio que soporte grandes velocidades de transmisión.

De tal manera que los sistemas inalámbricos y tecnologías xDSL van perdiendo poco a poco campo frente a la fibra óptica; y la tecnología para los medios de transmisión óptico al ritmo que van ganando espacio tienen que ir prestando facilidades para su expansión tanto en la versatilidad de su equipamiento como en los costos de construcción para que pueda ser una tecnología adoptada con éxito

1.4 Planteamiento del problema

La carencia de un sistema comunicaciones de banda ancha para el barrio “El paraíso de Jipiro” del cantón Loja, provincia de Loja, zona de alta población tipo residencial, utilizando redes de fibra óptica.

1.4.1 Objeto

Red de telefonía e internet.

1.4.2 Objetivo general

- Diseñar una red GPON para el barrio “El paraíso de Jipiro” del cantón Loja, provincia de Loja, usando un armario F01S300

1.4.3 Objetivos Específicos

- Caracterizar las redes GPON
- Describir las características del armario F01S300

- Establecer la ubicación del armario F01S300 y cajas de dispersión.
- Calcular la atenuación óptica hasta cada NAP (Network Access Point)
- Establecer el presupuesto referencial de la red GPON

1.4.4 Hipótesis

El diseño de una red GPON permitiría brindar el servicio de telecomunicaciones en el barrio “El paraíso de Jipiro” del cantón Loja, provincia de Loja, zona de alta población tipo residencial, utilizando un armario F01S300.

1.5 Metodología

En el presente proyecto se utiliza la método analítico – sintético, debido a que se analiza en primera instancia cada elemento de la red de comunicaciones ópticas de forma individual, y luego se los integra formando un único sistema para evaluar las características de la red propuesta.

Paradigma:

Empírico-Analítico

Enfoque:

Cuantitativo

Tipo de investigación:

Descriptiva

Diseño de investigación:

No experimental Transversal.- Puesto que no se manipularán deliberadamente las variables de estudio, fundamentado en la observación directa del fenómeno tal y como se da en su contexto natural, para realizar el análisis respectivo.

CAPITULO 2. REDES GPON FTTH

Con el uso del internet en la vida cotidiana para acceso a la información, transferencia de correo y archivos multimedia, acceso a redes sociales, uso masivo de televisión con tecnología IPTV (Internet Protocol Television), entre otros, ha contribuido a que los abonados residenciales tengan una demanda de mayor velocidad de transmisión. Según el reporte estadístico de la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (Arcotel), el Servicio de Acceso a Internet (SAI) hasta el primer trimestre del 2019, publicado en junio del mismo año, por cada 100 habitantes, el 11.67% tiene contratado el servicio de Internet fijo; cuyo crecimiento ha venido siendo constante y se lo presenta en la tabla 2.1 (Arcotel, 2019)

Tabla 0.1 Cuentas de internet fijo y móvil por cada 100 habitantes

	Cuentas de Internet Fijo y Móvil									
Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Internet Fijo (%)	3.35	4.47	5.98	6.88	8.25	9.16	9.76	10.61	11.48	11.67
Internet Movil (%)	2.35	10.48	22.15	26.66	30.79	34.97	47.04	52.50	54.88	53.58

Fuente: (Arcotel, 2019)

Para poder cubrir la demanda que tiene el cliente en cuanto a la necesidad de sistemas de banda ancha, se presenta como una solución atractiva, el empleo de redes de fibra óptica, en concreto la tecnología FTTH, sistema que permite conectar a clientes que se encuentran a distancias considerables del nodo, ofreciendo velocidades de transmisión mayores a los sistemas xDSL y sobre todo estables con el incremento de distancia.

Las redes FTTH están conformadas por elementos de fibra óptica pasivos PON (Passive Optical Network), que comprende el tramo entre la central y el cliente, sin ser parte de ello los equipos activos de transmisión y recepción. Una de las ventajas que se tienen en este tipo de sistemas es que se puede compartir un hilo de fibra óptica entre varios clientes.

2.1. Estructuras de redes PON

La estructura de las redes PON es de una forma tal que desde un puerto del equipo transmisor se pueda gestionar a varios clientes, haciendo una transmisión por difusión, su arquitectura se la presenta en la figura 2.1 (Abreu, Castagna, Cristiani, & Zunino, 2009); donde se aprecia que sus partes principales son:

- OLT (Terminal de Línea Óptico / Optical Line Terminal)
- ODN (Red de distribución óptica / Optical Distribution Network)
- ONT (Terminal de red óptico / Optical Network Unit)

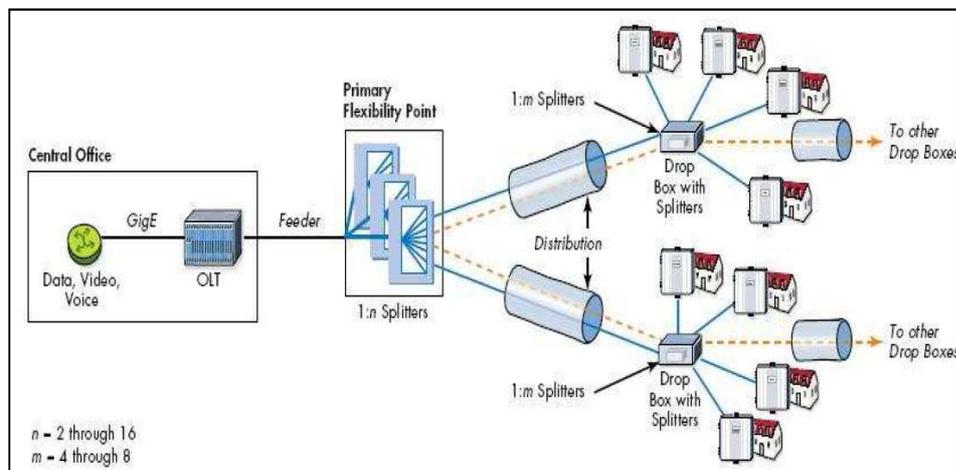


Figura 0.1. Arquitectura de red PON

Fuente: (Abreu, Castagna, Cristiani, & Zunino, 2009)

2.1.1. OLT

Es el equipo final del proveedor de servicios de telecomunicaciones que tiene como funciones principales, introducir las señales ópticas a la ODN, y coordinar la multiplexación con los equipos clientes. La OLT, dependiendo de la configuración de sus tarjetas puede incrementar su cantidad de puertos de transmisión, donde cada puerto tiene la capacidad de transmitir 2.5 Gbps y enlazar hasta 128 clientes.

En la elección de la OLT se debe tener en consideración la clase en la se va efectuar la transmisión a la ODN, la cual define los rangos de atenuación permitidos para el enlace, y se los presenta en la tabla 2.2 (Yagüe, 2014)

Tabla 0.2 Clases para la ODN

Clasificación	Pérdida permitida para la ODN
Clase A	-5 a -20 dB
Clase B	-10 a -25 dB
Clase B+	-13 a -28 dB
Clase C	-15 a -30 dB
Clase C+	-17 a -32 dB

Fuente: (Yagüe, 2014)

En el presente proyecto de investigación se transmitirá utilizando la Clase B+ debido a su amplitud en el rango de sensibilidad de -13dB a -28dB y con lo que se consigue hacer splitteo en cada puerto GPON con relación 1:64.

Finalmente la OLT puede ser alojada en una oficina central o ser instalada en zonas externas como postes o aceras. En el desarrollo del presente proyecto se prevé emplear en el diseño una OLT outdoor.

2.1.2. ODN

Compuesto por el cable óptico y los splitters que distribuyen la señal a los usuarios. Puede tener una o más etapas de splitteo, dependiendo las necesidades de diseño; en la figura 2.1 se ha realizado dos niveles de splitteo, y de igual forma se lo hará en el presente estudio. El primer nivel se lo ha colocado al final del cable feeder, y desde ahí salen n fibras por cada fibra primaria, y da origen a la red de distribución. El segundo nivel de splitteo se lo ha colocado al final de la red de distribución, en donde se divide en m fibras y da origen a la red de dispersión; tanto la red feeder como la de distribución se construyen con cable bajo el estándar G.652D. La red de dispersión se construye con cable Drop que cumpla el estándar G657.A2, el cual está fabricado para mitigar el efecto de dispersión producido por las macro curvaturas al ser tendido el cable dentro del inmueble del cliente.

El principal elemento pasivo de la ODN es el splitter óptico, el cual permite que la comunicación sea punto – multipunto en el canal descendente en una longitud de

onda y punto – punto en el canal ascendente en otra longitud de onda distinta a la de descenso para evitar colisiones, es así que un hilo de fibra óptica que parte de la red feeder, se lo distribuye a 64 fibras en la red de dispersión, se debe tomar en cuenta la recomendación de la ITU – T (International Telecommunication Union – Telecommunication Sección) para pérdidas por splitteo, las que se presenta en la tabla 2.3 (ITU - T, 2012)

Tabla 0.3 Perdidas recomendadas para splitter según recomendación de ITU - T

Taza	Máximo	Mínimo	Promedio
1x64	22,8 dB	15.7 dB	19.2 dB
1x32	18.6 dB	13.1 dB	15.8 dB
1x16	15.0 dB	10.8 dB	13.4 dB
1x8	11.4 dB	8.1 dB	9.7 dB
1x4	7.8 dB	5.4 dB	6.6 dB
1x2	4.2 dB	2.6 dB	3.4 dB
Reflectancia	-40 dB	n/a	n/a

Fuente: (ITU - T, 2012)

2.1.3. ONT

En el cliente se instala y configura la ONT que es el equipo encargado de recibir información de la OLT por su interfaz óptica, posteriormente convierte la señal a eléctrica y otorga los servicios al cliente dependiendo de las prestaciones de la ONT. Es así que puede tener puerto RJ11 y protocolos H.248, o SIP para el servicio de telefonía; adicional puede tener puertos RJ45 y protocolos IP (Internet Protocol) para transmisión de datos de internet, y también puede tener puerto con conector F para otorgar el servicio de televisión.

2.2. Técnicas de transporte para tecnología GPON

La información es transmitida en el canal descendente por difusión desde la OLT mediante la técnica de transmisión TDM (Time Division Multiplexing), dividiendo las muestras de cada señal en ranuras temporales, en las longitudes de

onda de 1.490nm y 1550nm dependiendo si se va a transmitir datos o televisión, respectivamente; donde la ONT solo tiene la capacidad de procesar la información que es destinada para ella, haciendo uso del estándar de encriptación AES (Advanced Encryption Standard); y en el sentido ascendente la ONT responde en la longitud de onda de 1310nm en un sistema punto – punto, mediante la técnica de acceso TDMA (Time Division Multiple Access) que es la tecnología que distribuye las unidades de información en ranuras alternas de tiempo, garantizando un ordenado uso del canal, evitando colisiones, en la figura 2.2 (Millán, 2010) se esquematiza el funcionamiento de las técnicas de transporte que emplea la tecnología GPON.

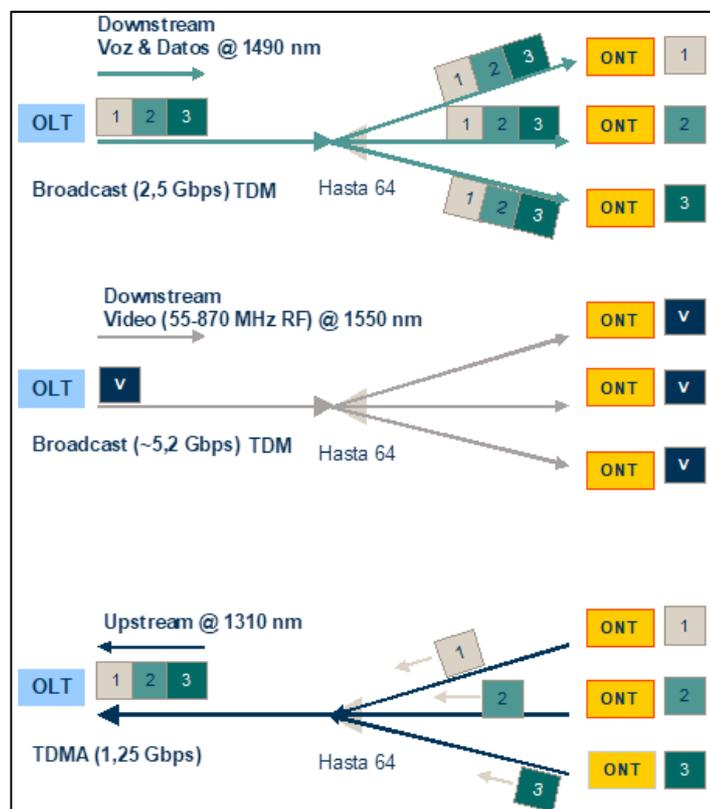


Figura 0.2. Técnicas de transporte GPON

Fuente: (Millán, 2010)

Mediante la técnica de multiplexación WDM (Wavelength Division Multiplexing), se asigna la longitud de onda 1550nm para difusión de video RF (Radio frequency). De tal suerte que el video/TV se lo puede ofrecer mediante dos métodos distintos simultáneamente: RF e IPTV. Mediante RF las operadoras de cable pueden hacer una migración gradual hacia IPTV. En este caso, las ONT

deben ser adecuadas con una salida para vídeo RF coaxial que se conecta al STB (Set-Top-Box) tradicional, que recepta y decodifica la señal de televisión analógica o digital. Con IPTV la señal de vídeo, la cabecera transforma en una cadena de datos IP y su transmisión se efectúa por el mismo enlace IP con mayor prioridad al tráfico de datos. El STB conectado mediante Gigabit Ethernet a la ONT o a la pasarela residencial RG (Residential gateway), convertirá de nuevo la cadena de datos IP en una señal de vídeo.

De tal manera que la tecnología GPON, que presenta capacidades avanzadas de QoS (Quality of Service) y multicast IP, está en capacidad técnica de ofrecer varios canales IPTV de alta calidad de imagen y sonido, incluidos HDTV (High Definition Televisión).

2.3. Modelos de redes GPON

Principalmente se considera dos modelos de redes GPON al momento de realizar un diseño, que son: flexibles y rígidas, las cuales se emplean dependiendo la necesidad del diseño de crecimiento de demanda proyectada.

2.3.1. Modelo de Red GPON flexible

Las redes flexibles permiten obtener eficiencia en el uso de puertos GPON de la OLT y escalabilidad en su crecimiento; el componente principal en este tipo de redes es el gabinete de distribución FDH (Fiber Distribution Hub), que hace posible la gestión de cables en instalaciones.

El FDH es el elemento pasivo que cuenta con ranuras para insertar splitters 1:32 tipo plug and play (enchufar, conectar y usar), en cuyo lado primario se conecta las fibras del cable feeder y en el secundario las fibras de la red de distribución. En la figura 2.3 (TEConnectivity, 2014) se presenta un ejemplar de armario GPON.



Figura 0.3. Ejemplar de armario GPON - FDH

Fuente: (TEConnectivity, 2014)

De tal manera que se optimiza el empleo de los puertos de la red OLT debido a que conforme crezca la red, se hace la cruzada en el armario habilitando los puertos en orden secuencial desde el puerto uno en adelante, hasta llegar al máximo de su capacidad.

2.3.2. Modelo de Red GPON rígida

El siguiente modelo de red GPON que se va a analizar es el de estructura rígida, en el cual el despliegue de la red ya se asigna un puerto de la OLT para cada sector del área de cobertura, es así que por ejemplo el puerto uno se asigna únicamente para los abonados del sector norte y el puerto 32 para los abonados de sector sur. Esta segmentación rígida se produce debido a que las mangas que contienen los splitters se los distribuyen en diversas áreas geográficas claves para alcanzar mayor cobertura.

En la figura 2.4 (Abreu, Castagna, Cristiani, & Zunino, 2009) se contempla un modelo de red rígida con dos niveles de splitteo, el primero se lo coloca al final de la red feeder y se splittea en relación de 1:4 y da inicio a la red de distribución. El segundo nivel de splitteo se lo hace con relación 1:8 y se lo coloca generalmente dentro de la caja óptica y es donde inicia la red de dispersión. Distribuyendo de esta manera un puerto de la OLT entre 64 abonados

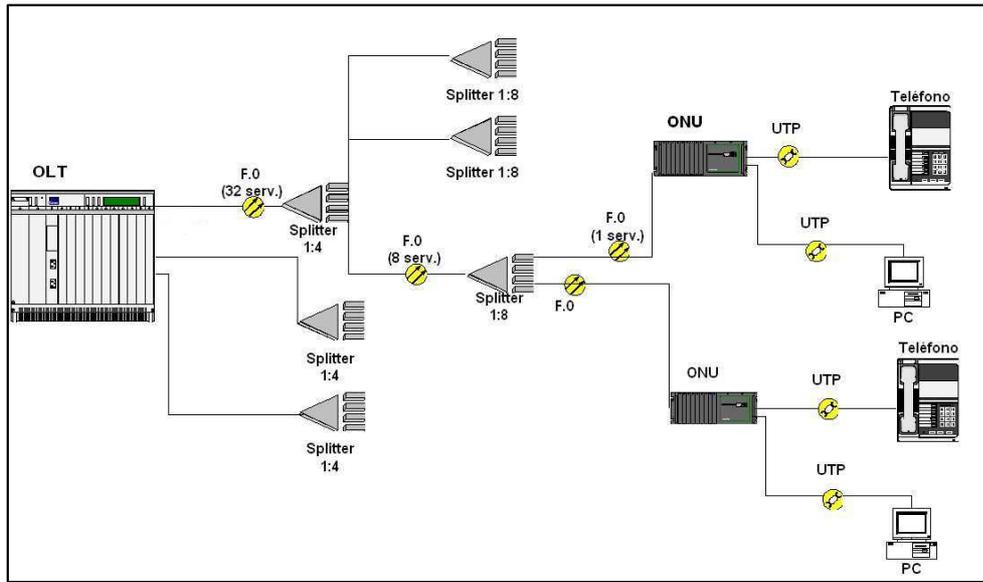


Figura 0.4. Modelo de red GPON rígida
Fuente: (Abreu, Castagna, Cristiani, & Zunino, 2009)

CAPITULO 3. DISEÑO DE LA RED GPON PARA EL BARRIO “EL PARAÍSO DE JIPIRO” USANDO UN ARMARIO F01S300

En la presente propuesta de red FTTH se va a utilizar una OLT para exteriores del tipo F01S300, configurado con una unidad de servicio MA5603T para proveer el servicio de telecomunicaciones mediante la tecnología GPON.

3.1. OLT para exteriores F01S300

La OLT del modelo F01S300 es el elemento activo de donde parten las fibras ópticas hacia los usuarios, el cual agrega el tráfico proveniente de los clientes y lo encamina hacia la red de agregación, además de realizar las funciones de router para poder ofrecer los servicios demandados por los clientes.

La plataforma F01S300 posee integrados los servicios de fuente de alimentación, monitoreo, control de temperatura y unidad de distribución de cables. Por lo tanto su diseño minimiza los costos de instalación y espacio, siendo su implementación de manera rápida para satisfacer la demanda por un vertiginoso desarrollo. En su conjunto el armario presenta las siguientes características generales:

- Posee banco de baterías de respaldo para áreas con suministro de energía inestable.
- Es un armario para ser utilizado principalmente en escenarios exteriores.
- Soporta una capacidad media de 384 cables.

La figura 3.1, muestra el esquema del armario F01S300, como una solución de red GPON FTTx

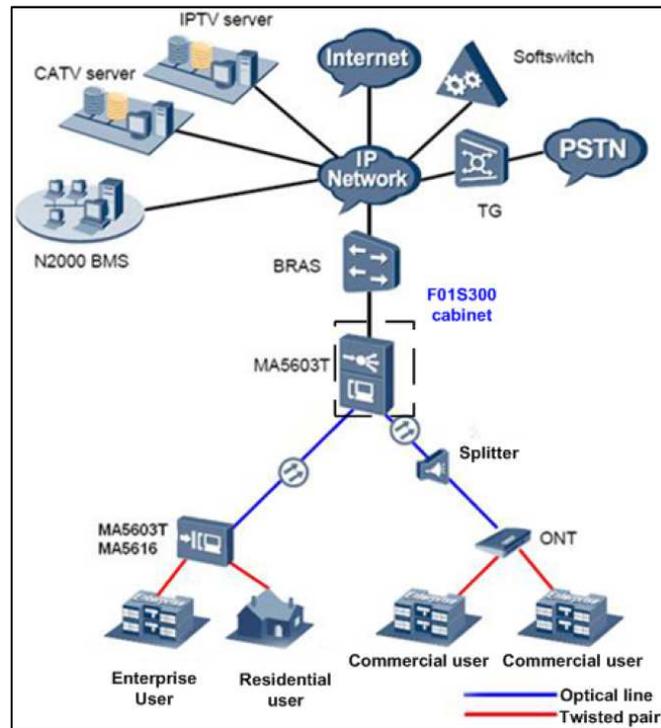


Figura 3.1. Aplicación del armario F01S300 para red GPON FTTx

Fuente: (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., 2016)

El armario F01S300 tiene varias características lógicas y físicas relevantes que lo hacen apropiado para el proyecto y que se los va a ir analizando a largo del presente capítulo.

Seguridades

- Resistente al agua y al polvo, cumpliendo con los requerimientos de protección IP55 (Protección contra depósitos de polvo, agua a presión en cualquier dirección)
- Presenta tornillos de fijación bajo el armario dándole excelentes características anti – robo.

Mantenimiento

- Facilidad de mantenimiento debido a que los componentes dentro del armario son de acceso frontal.
- Está compuesto por un compartimento MDF en la parte frontal; y un compartimento ODF, teniendo en la parte interna empalmes de fibra óptica

de fábrica, de tal manera que las fusiones necesarias para habilitar la red feeder se los ejecute en los cables exteriores del armario.

- Contiene iluminación interna facilitando el mantenimiento en horarios de poca luminosidad.

Monitoreo

- El armario posee dispositivos y sensores para monitorear el ambiente, las baterías, módulos de sobre – tensión, estado de la puerta en tiempo real y reporte de alarmas remotas.

3.1.1. Estructura

El armario está elaborado como una parte íntegra, conformado por tres compartimentos: de equipamiento, de cables de distribución y de baterías. Tal estructura proporciona resistencia y rigidez adecuada, también hacen que la construcción y el montaje sean fáciles y eficientes.

En la figura 3.2 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., 2016) se presenta la estructura del armario cuando se configura como OLT.

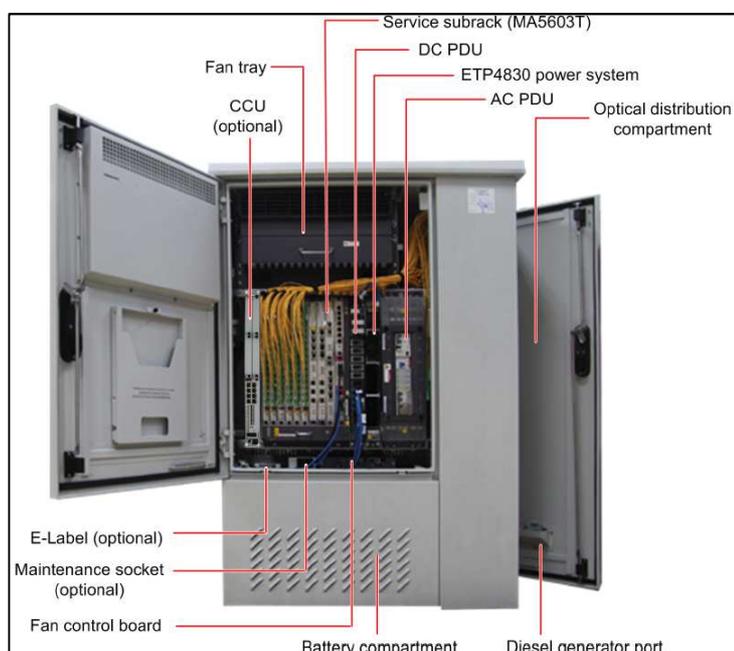


Figura 3.2. Configuración del armario Mini - OLT

Fuente: (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., 2016)

3.1.2. Configuración del armario

Para la configuración del armario como OLT se requiere un módulo Huawei SmartAX MA5603T, cuya configuración se la presenta en la figura 3.3 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., 2016).

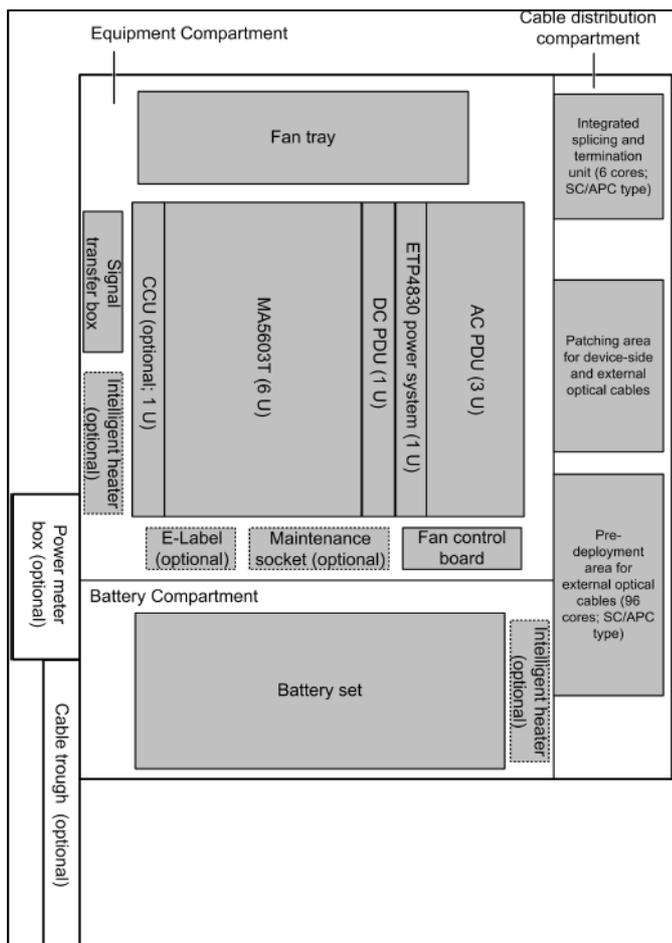


Figura 3.3. Configuración del armario con módulo MA5603T para OLT

Fuente: (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., 2016)

3.1.2.1 Módulo Huawei SmartAX MA5603T.

Para que la plataforma F01S300 se la pueda configurar como OLT para exteriores se requiere que se implante un módulo Huawei SmartAX MA5603T, el cual provee gran densidad de tráfico para ser utilizado en GPON y tiene una cantidad medía en cuanto a slots de servicio, estando conformado por 6, adicionalmente existe otras variaciones de módulos para mayor cantidad de clientes como el

modelo MA5600T que cuenta con 16 slots de servicio, y para menor cantidad de clientes MA5608T que presenta 2 slots de servicio, en la figura 3.4 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., Huawei SmartAX MA5600T, 2015) se presenta la estructura típica de la red de acceso del módulo MA5603T.

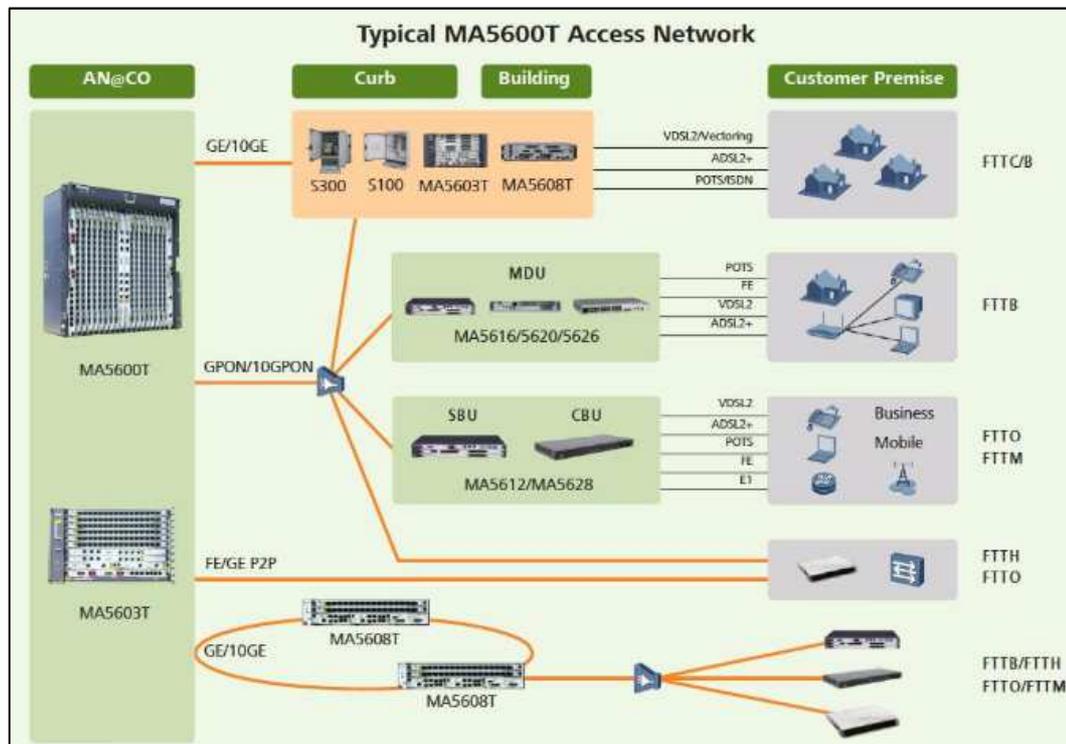


Figura 3.4. Estructura típica de red de acceso de MA5603T
Fuente: (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., Huawei SmartAX MA5600T, 2015)

Las características principales de sus atributos GPON son:

- Número de puertos por tarjeta 16
- Sensibilidad de potencia recepción por puerto -35 dBm
- Número máximo de direcciones MAC (Media Access Control) Soportado 32768
- Radio MAX splitter 1:128
- Distancia máxima de fibra 20 Km
- Longitud de onda operativa Tx: 1490 nm / Rx: 1310 nm

- Velocidad por puerto del módulo SFP (Small Form-factor Pluggable transceptor): de Tx: 2.488 Gbit/s / Rx: 1.244 Gbit/s
- Potencia óptica de salida mínima: 6 dBm
- Potencia óptica de salida máxima: 10 dBm

3.1.2.2. Sistema de distribución de potencia

El sistema de alimentación de energía del armario consiste, en una unidad de distribución de potencia PDU (Power Distribution Unit) en AC (Alternating Current), una PDU en DC (Direct Current), sistema de energía y un banco de baterías

La alimentación desde el exterior ingresa a AC PDU, que se comunica con el módulo del sistema de energía ETP4830, el mismo que envía energía DC al DC PDU; con esta energía se da funcionamiento al sistema de iluminación, al panel de control frontal, a la unidad de servicio y administra el banco de baterías al cual lo carga o descarga dependiendo la necesidad. En la figura 3.5 se muestra el sistema de distribución de energía para el armario configurado en modo OLT.

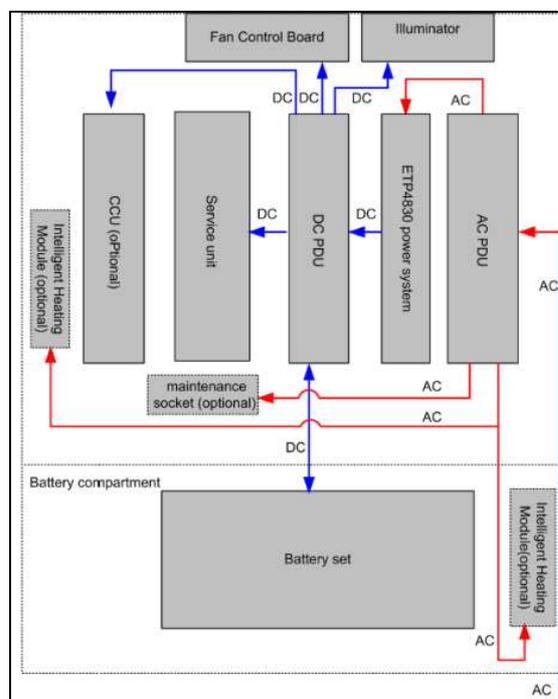


Figura 3.5 Distribución general de energía del armario

Fuente: (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., 2016)

El armario usa en su sistema de potencia el módulo ETP4830 para convertir la corriente AC a DC, el pequeño módulo además de soportar el sistema de energía, es de fácil instalación y mantenimiento, posee una pantalla LCD (Liquid Crystal Display) que facilita su administración y un sistema robusto de seguridad. El sistema de potencia soporta un máximo de 30A de corriente de salida.

Las funciones que cumple el módulo son las siguientes:

Convierte la entrada AC en DC, y provee corriente DC para dispositivos de comunicaciones.

Se comunica con los dispositivos superiores usando los puertos COM o RS485/RS232, usando señales de control basadas en los valores de parámetros de monitoreo o los envía al comando de control; detecta parámetros de distribución de energía, parámetros de los módulos de alimentación, y valores digitales en tiempo real.

Se conecta al banco de baterías y usa una unidad de monitoreo SMU (Site Monitoring Unit) para administrar las baterías, cargándolas y descargándolas, asegurando su uso eficiente.

Se conecta al sensor de transferencia usando el puerto DB50, detectando parámetros análogos y digitales, y emitiendo señales de control.

Utiliza el SMU para monitorear todos los parámetros en ejecución, para el sistema de potencia ETP4830 en tiempo real, determina el estado de trabajo e informa alarmas de manera oportuna.

3.1.2.2.1. Baterías.

El armario tiene un banco de baterías (cuatro baterías por banco) de 50Ah, 92Ah o 100Ah, que son el sistema de energía de respaldo, y se la conecta en serie.

El uso de baterías como sistemas de respaldo, se refiere a que son usadas para alimentar al armario cuando hay un fallo en el sistema AC; y cuando se restablece la alimentación AC, se restaura la carga de las baterías.

3.1.2.2.2. Unidad de distribución de potencia en AC (AC PDU).

La unidad de distribución de potencia es usada en el armario en alimentación AC. El PDU consume la alimentación de la red eléctrica AC o de un generador eléctrico a combustible, para la alimentación AC y la protección de la fuente de alimentación

Las funciones de la AC PDU son las siguientes:

- Proporciona un ingreso AC y cuatro puertos de salida AC
- Posee protector de sobre corriente de 40kA y proporciona un puerto de contacto para alarmas remotas
- Proporciona un sistema de puesta a tierra completa y confiable para protección de los circuitos, lo cual garantiza la confiabilidad de la fuente de alimentación, y da seguridad a los dispositivos para el sistema de comunicaciones.

3.1.2.2.3. Unidad de distribución de potencia en DC (DC PDU).

La unidad de distribución de potencia DC, trabaja con los sistemas de potencia ETP4830 en la distribución de alimentación DC

Su función es conducir tres entradas DC del sistema de energía ETP4830 y proporciona cinco salidas DC, cada una de ellas controlada por un interruptor independiente.

3.1.3. Monitoreo principal

La central de transferencia de señales, recolecta la información de los parámetros monitoreados, y el módulo de monitoreo de potencia procesa y reporta los parámetros para el panel de control del dispositivo. De esta manera el armario configurado como OLT monitorea el ambiente, las unidades de potencia, y otros componentes principales para el funcionamiento del armario.

En la figura 3.6 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., 2016) se presenta el esquema de monitoreo principal del armario

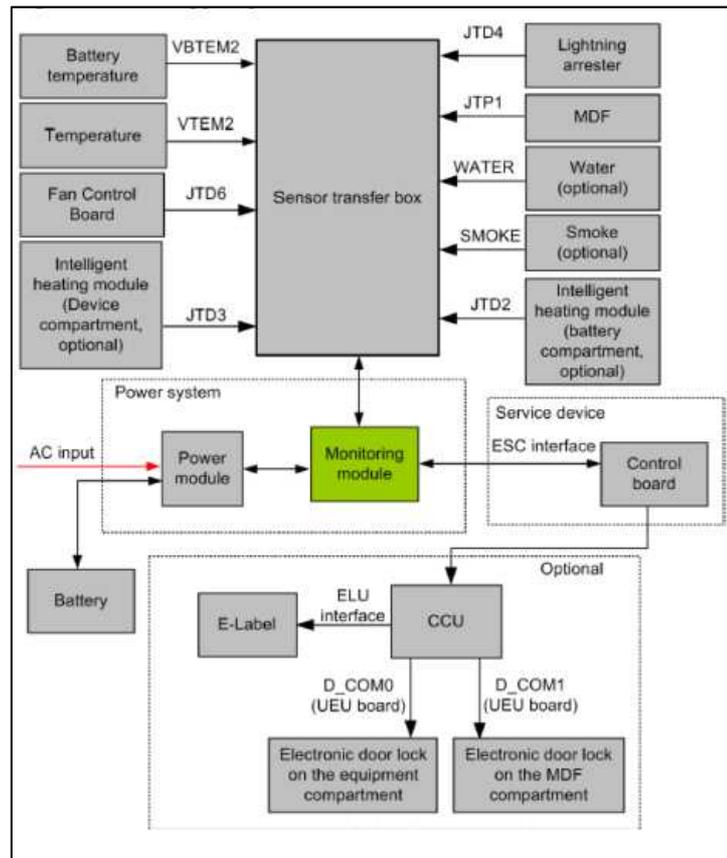


Figura 3. 6. Esquema del sistema de monitoreo
Fuente: (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., 2016)

3.1.3.1. Unidad central de control

Se utiliza el CCU (Control Central Unit) para monitorear las cerraduras electrónicas de las puertas.

3.1.3.2. Caja de transferencia del Sensor

La caja de transferencia del sensor proporciona varios puertos de sensor para conectar los sensores externos al módulo de monitoreo, recolectando señales de los sensores y enviando las señales al módulo de seguimiento.

Los tipos de sensores con los que cuenta el armario son los siguientes:

- Sensor de monitoreo de estado de las puertas
- Sensor de temperatura de la batería, es una protección para el banco de baterías, midiendo su temperatura en tiempo real, y alerta en caso de un incremento de las magnitudes de calor.

- Sensor de temperatura del ambiente, presenta la temperatura ambiente del armario en tiempo real y envía alarmas de sobre temperatura.
- Sensor de humo, el cual detecta el humo generado por el fuego, para poder reaccionar para evitar que este fuego avance por todo el armario
- Sensor de agua que es utilizado para conocer la presencia y nivel del líquido

3.1.3.3. Tablero de control del ventilador

Monitorea los ventiladores mediante la placa FCB (Fan control board).

3.1.4. Sistema de cables de distribución

En el armario viene pre ensamblado el MDF y el ODF. El MDF es usado para conectar el cable de suscriptor interno y externo. El ODF es usado para conectar la fibra óptica y los dispositivos de comunicaciones ópticas.

En la figura 3.7 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., 2016) se presenta el esquema de distribución de cables en el armario cuando este funciona como OLT.

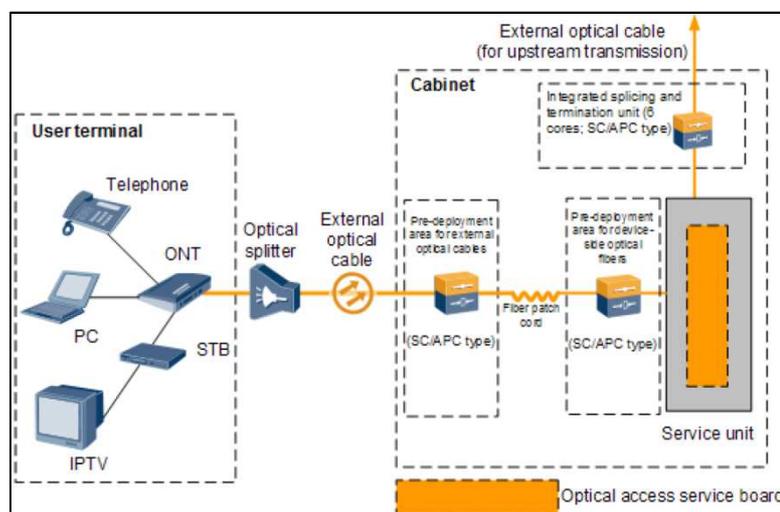


Figura 3.7. Esquema del sistema de cables de distribución

Fuente: (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., 2016)

Cuando el armario se lo emplea como OLT, este viene equipado con un ODF. La unidad integrada viene con 6 fibras de ingreso con conectores SC/APC, dividiendo a 96 fibras de descenso o configurándolo también con 192 fibras.

3.2 Red Feeder

La red Feeder inicia en la OLT para exteriores que será soportada por el armario Huawei F01S300 que estará instalada sobre un pedestal de hormigón, que se ubicará en el barrio el Paraíso de Jipiro, calles Flamencos y Órdalos, perteneciente a la ciudad de Loja, como se presenta en la figura 3.8.



Figura 3.8 Ubicación de OLT exterior F01S300

Fuente: Autor

3.2.1 Cable óptico (ITU – T G.652D)

El cable óptico para la red feeder debe cumplir las características ópticas, mecánicas y geométricas para que pueda ser empleado en redes GPON.

El cable debe ser del tipo monomodo SM (Single mode) que cumple con las recomendaciones de la ITU –T G652.D, siendo su núcleo de silicio dopado con germanio, el revestimiento de silicio puro y la cubierta plástica con protección UV, siguiendo estas recomendaciones la fibra debe tener una excelente transmisión óptica y rendimiento físico, y vida útil de mínimo 25 años.

Las características geométricas, ópticas y mecánicas de la fibra se presentan en la figura 3.9 (HENG TONG OPTIC-ELECTRIC CO., 2017).

G.652D fiber characteristics		
Optics specifications		
Attenuation	@1260nm	≤ 0.47 dB/km
	@1310nm	≤ 0.35 dB/km
	@1383nm(after hydrogen aging)	≤ 0.35 dB/km
	@1550nm	≤ 0.22 dB/km
	@1625nm	≤ 0.25 dB/km
Dispersion	@1285nm~1340nm	-3.5ps/(nm·km)~3.5ps/(nm·km)
	@1550nm	≤ 18 ps/(nm·km)
	@1625nm	≤ 22 ps/(nm·km)
Zero-Dispersion wavelength		1300nm~1324nm
Zero-Dispersion slope		≤ 0.092 ps/(nm ² ·km)
Mode field diameter (MFD) at 1310nm		9.2±0.4μm
Mode field diameter (MFD) at 1550nm		10.4±0.5μm
PMD	Max. for fiber on the reel	0.20ps/km ^{1/2}
Cable cutoff wavelength λ_c (nm)		≤ 1260 nm
Effective group index (N_{gr}) @1310nm		1.467
Effective group index (N_{gr}) @1550nm		1.468
Back scatter characteristics (at 1310nm&1550nm)		
Point discontinuity		≤ 0.05 dB
Attenuation uniformity		≤ 0.05 dB/km
Attenuation coefficient difference for bi-directional		≤ 0.05 dB/km
Geometrical characteristics		
Cladding diameter		125 ± 1.0μm
Cladding non-circularity		$\leq 1\%$
Core/cladding concentricity error		≤ 0.6 μm
Fiber diameter with coating (uncoated)		245 ± 10μm
Cladding/coating concentricity error		≤ 12.0 μm
Curl		≥ 4 m
Mechanical characteristics		
Proof stress		≥ 0.69 GPa(100kpsi)
Coating strip force (typical value)		1.4N
Dynamic stress corrosion susceptibility parameter (typical value)		≥ 20
Macro-bend loss at 1625nm	Radius Φ 30mm, 100 turns	≤ 0.1 dB
Environmental characteristics (at 1310nm & 1550nm)		
Temperature induced attenuation(-60~+85°C)		≤ 0.05 dB/km
Dry heat induced attenuation (85°C ± 2°C, 30 days)		≤ 0.05 dB/km
Water immersion induced attenuation (23°C ± 2°C, 30 days)		≤ 0.05 dB/km
Damp heat induced attenuation (85°C ± 2°C, RH85%, 30)		≤ 0.05 dB/km

Figura 3.9. Características Geométricas ópticas y mecánicas de la fibra óptica

Fuente: (HENG TONG OPTIC-ELECTRIC CO., 2017)

En las características ópticas del cable, se aprecia la variación de atenuación en sus diferentes longitudes de onda, donde se indica lo siguiente:

- Longitud de onda 1310nm, atenuación 0.35dB/km, empleada por el canal de subida, desde la ONT hacia la OLT
- Longitud de onda 1550nm, atenuación 0.22dB/km, se utiliza para canal de descarga, desde la OLT hacia la ONT

- Longitud de onda de 1625nm, atenuación 0.25dB/km, se emplea para ejecutar pruebas de estado de la red, sin necesidad de interrumpir la comunicación entre ONT y OLT.

Por ser un cable de dispersión no desplazada, se tiene valores de dispersión cromática causada por la variación de la velocidad de la luz en las diferentes longitudes de onda y cuyos parámetros están dentro de lo establecido por la norma G.652.D, siendo el valor más importante el presente en la longitud de 1550nm de 18ps/(nm.km). Esta dispersión que se produce en la guía de onda, es corregida por la ONT; y la dispersión cero se ubica en el rango de 1300nm – 1324nm, que lo corrige la OLT.

El diámetro de campo modal para las longitudes de onda de 1310nm y 1550nm es de 9.2um y 10.4um, respectivamente; lo cual indica que, en la tercera ventana parte de la señal va a sobresalir del núcleo y se va a transportarse por el recubrimiento, siendo un comportamiento normal debido a que este diámetro cambia significativamente con la longitud de onda utilizada.

Finalmente, la dispersión de modo de polarización PMD es importante que sea menor 0.20 ps/km, para garantizar que no se produzca distorsión de señal cuando aumente la velocidad de transmisión.

La estructura que deben seguir los cables de fibra óptica es la siguiente:

- La fibra óptica se aloja dentro de tubos plásticos rellenos de gel.
- El gel cumple las funciones de evitar el ingreso de agua a los tubos y facilitar la separación de estos con la fibra óptica.
- Los tubos plásticos van trenzados alrededor del elemento central dieléctrico, garantizando el espacio y la flexión suficiente, que no afecte a las propiedades ópticas de la fibra.
- Sobre los tubos se coloca las hilaturas de aramida que otorga resistencia a la tracción, en este proyecto se requiere que soporte tensión de hasta 120m.

- La cobertura externa está formada por una chaqueta de plástico, que tiene contacto con el exterior, por lo que requiere que tenga protección UV.

En la figura 3.10 se muestra la sección del cable de fibra óptica ADSS (All dielectric self-supporting), con cada uno de sus componentes

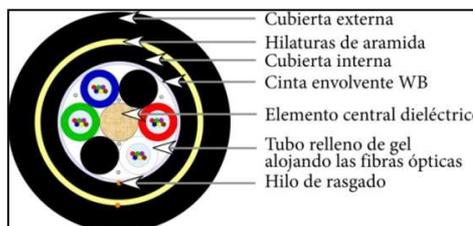


Figura 3.10. Sección de fibra óptica del cable ADSS
Fuente: (HENG TONG OPTIC-ELECTRIC CO., 2017)

La estructura estándar del cable ADSS se presenta en la figura 3.11. (HENG TONG OPTIC-ELECTRIC CO., 2017)

Item	contents	Value		
		6	12/24/48	96
Loose tube & Filler	Number	6	6	8
	Diameter(mm)	Nominal:2.4	Nominal:2.4	Nominal:2.4
Max. fiber counts per tube	G.652D	6	12	12
Loose tube	Material	PBT		
Central strength member	Material	FRP		
	Diameter(mm)	Nominal:2.6	Nominal:2.6	Nominal:3.3/4.2
Outer sheath	Material	PE		
	Color	Black		
	Thickness(mm)	Nominal2.0 (Min 1.8)		
Color Strip	Strip line	3 mm wide white line		
Cable diameter(mm) (±5%)		12.1	12.2	13.8
Cable weight(kg/km) (±10%)		101	106	150
Installation sag	%	1.5		
Max. Span	m	120		

Figura 3.11. Estructura del cable ADSS
Fuente: (HENG TONG OPTIC-ELECTRIC CO., 2017)

Por lo tanto, para el tendido del cable óptico para la red feeder se elige el tipo dieléctrico auto-soportado anti-tracking para vanos de 120m - G.652.D de 24 fibras. Con cuatro buffers que contengan seis fibras cada uno, de tal forma que

facilite y disminuya el riesgo de cortes al momento de hacer sangrados de cable y buffer en las mangas troncales MT – 01, MT – 02 y MT – 03.

El cable debe estar identificado conforme al sistema internacional de código de colores (TIA/EIA-598-B), que se lo presenta en la figura 3.12 (HENG TONG OPTIC-ELECTRIC CO., 2017)

Posición	Colores
1	Azul
2	Anaranjado
3	Verde
4	Café
5	Plateado (Gris)
6	Bianco
7	Rojo
8	Negro
9	Amarillo
10	Violeta
11	Rosa (Rosado)
12	Aqua (Celeste)

Figura 3.12. Código internacional de colores (TIA/EIA-598-B)

Fuente: (HENG TONG OPTIC-ELECTRIC CO., 2017)

Previo a realizar el tendido del cable óptico se fija en la parte alta de cada poste los herrajes de retención galvanizados en caliente con cinta eriband de $\frac{3}{4}$ ", que deben quedar correctamente aseguradas.

El tensado del cable óptico se debe hacer de forma mecánica, una vez extendido el cable se lo fija a los herrajes de retención y preformados de diámetro 10,6mm - 11,6mm Span 120 m.

Durante el proceso del tendido del cable óptico se deja reservas, de 30m en la ubicación de la MT – 01, MT – 02, MT – 03 y reserva de 15m en la ubicación de la MT – 04

3.2.2. Mangas de empalme red troncal

Se ha diseñado la instalación de cuatro mangas troncales nombradas MT – 01, MT – 02, MT – 03 y MT – 04, que quedarán fijadas a poste con cinta eriband de ¾” y estarán ubicadas en las calles:

- MT – 01: Calle Flamencos y calle Órdalos.
- MT – 02: Calle Cisnes y calle Órdalos.
- MT – 03: Calle Gaviotas y calle Órdalos.
- MT – 04: Calle Ruiseñores y calle de acceso a Jipiro Mirador.

Las mangas troncales deben ser del tipo domo con capacidad para fusión de 288 fibras, que permita la inserción de bandejas porta splitter, con su respectivo splitter 1:8. La cual debe tener un sellado tal que permita que los componentes pasivos que esta aloje se mantengan aislados del medio ambiente.

Características

- Diseño de uso externo.
- Base y domo de la manga sellada con abrazadera y sistema O – Ring.
- 6 puertos redondos de entrada/salida para cables de la red de distribución.
- 1 puerto ovalado para entrada/salida del cable feeder.
- Placas internas para bandejas tipo FIST-GCO2.
- Las fibras sin cortar se puedan almacenar como circuitos individuales en bandeja o alrededor de las placas.
- Disponibilidad para almacenamiento masivo de fibras y buffers.
- Que tenga accesorios para ser anclado a poste.

En la figura 3.13 (COMMScope, 2015) se presenta la manga de empalme a ser utilizada en la red troncal, en la que se aprecia la forma de las bandejas tipo FIST-GCO2.

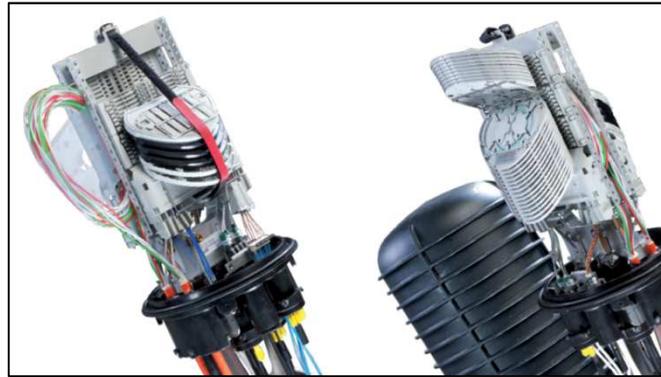


Figura 3.13. Modelo de manga troncal
Fuente: (COMMSCOPE, 2015)

3.2.3. Splitter

En cada una de las mangas troncales se colocará cinco splitter de onda plana que cuentan con parámetros ópticos estables, pudiendo ser dispuesto para aplicaciones de telecomunicaciones; los avances de la tecnología PLC (Planar Lightwave Circuit) permiten que el divisor óptico sea de pequeño tamaño y se lo pueda colocar en la mayoría de los elementos pasivos. En la figura 3.14 (Draka, 2009) se hace gráfica la estructura de un splitter PLC.

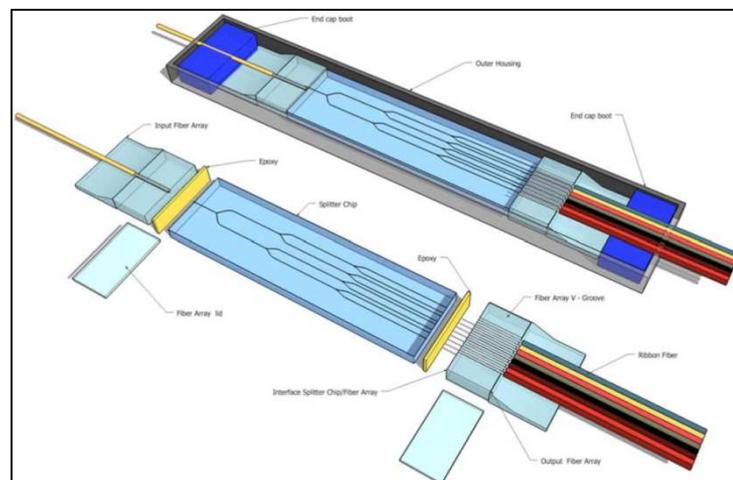


Figura 3.14. Estructura Splitter PLC

Fuente: (Draka, 2009)

En cada splitter se fusionará el hilo primario de cada uno de ellos con cada hilo del cable feeder conforme se indica en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Asignación de fibras del cable feeder a cada splitter

Manga troncal	Fibra Feeder	Splitter	Manga troncal	Fibra Feeder	Splitter	Manga troncal	Fibra Feeder	Splitter	Manga troncal	Fibra Feeder	Splitter
MT - 01	1	1	MT - 02	7	1	MT - 03	13	1	MT - 04	19	1
	2	2		8	2		14	2		20	2
	3	3		9	3		15	3		21	3
	4	4		10	4		16	4		22	4
	5	5		11	5		17	5		23	5
	6	Libre		12	Libre		18	Libre		24	Libre

Fuente: (Autor)

Características

Se realiza un primer nivel de splitteo en las mangas troncales, se debe alojar el splitter en las bandejas de las mangas tipo domo de 288 fibras, donde el splitter es tipo PLC con un puerto de entrada y ocho puertos de salidas, siendo su relación 1/8.

Los terminales de entrada y salida, terminan en punta de su propia fibra, para poder realizar una fusión directa, siendo el splitter el elemento intermedio entre el cable feeder y el cable de distribución. En la figura 3.15, se presenta las pérdidas aproximadas que se espera tener en el splitter fusionado

Type 1xN		1x2	1x4	1x8	1x16	1x32	1x64
Operating wavelength range (nm)		1260 ~ 1650					
Insertion loss (dB) w/o TDL	Typical	3.6	7.0	10.0	13.5	16.5	19.5
	Max ^{*1}	3.8	7.4	10.7	13.7	16.9	21.6
Insertion loss (dB) w/ TDL	Typical	4.0	7.6	10.7	13.8	16.9	20.5
	Max ^{*2}	4.1	7.7	11.2	14.2	17.4	22.1
PDL (dB)	Max	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4
Uniformity (dB)	Max	0.6	0.6	0.8	1.2	1.7	2.5
PMD (ps)	Max	0.1					
Return loss (dB)	Min	55					
Directivity (dB)	Min	55					
Operating temperature (°C)		-40 to +85					
Storage temperature (°C)		-40 to +85					
Dimensions (mm)	LxWxH	40*4*4				50*7*4	60*12*4
WDL(dB)	Max	0.2	0.2	0.5	0.5	0.5	1.0
Fibre type		Draka G652D					
Fibre length (m)		2.5m with 250µm fiber					

^{*1} : Including PDL, WDL
^{*2} : Including PDL, WDL and TDL (This maximum Insertion Loss is valid at End of Life of the component)

Figura 3.15. Pérdidas en splitter fusionado

Fuente: (Draka, 2009)

Por todo lo expuesto anteriormente, en la figura 3.16 se esquematiza el modelo de red feeder que se ha diseñado para el modelo en cuestión y se detalla la ubicación de cada uno de los elementos que conforman esta red, dividiendo el área de

cobertura de la OLT exterior entre las cuatro mangas troncales detalladas que se proyecta que cubra con el servicio de telecomunicaciones para 822 predios.

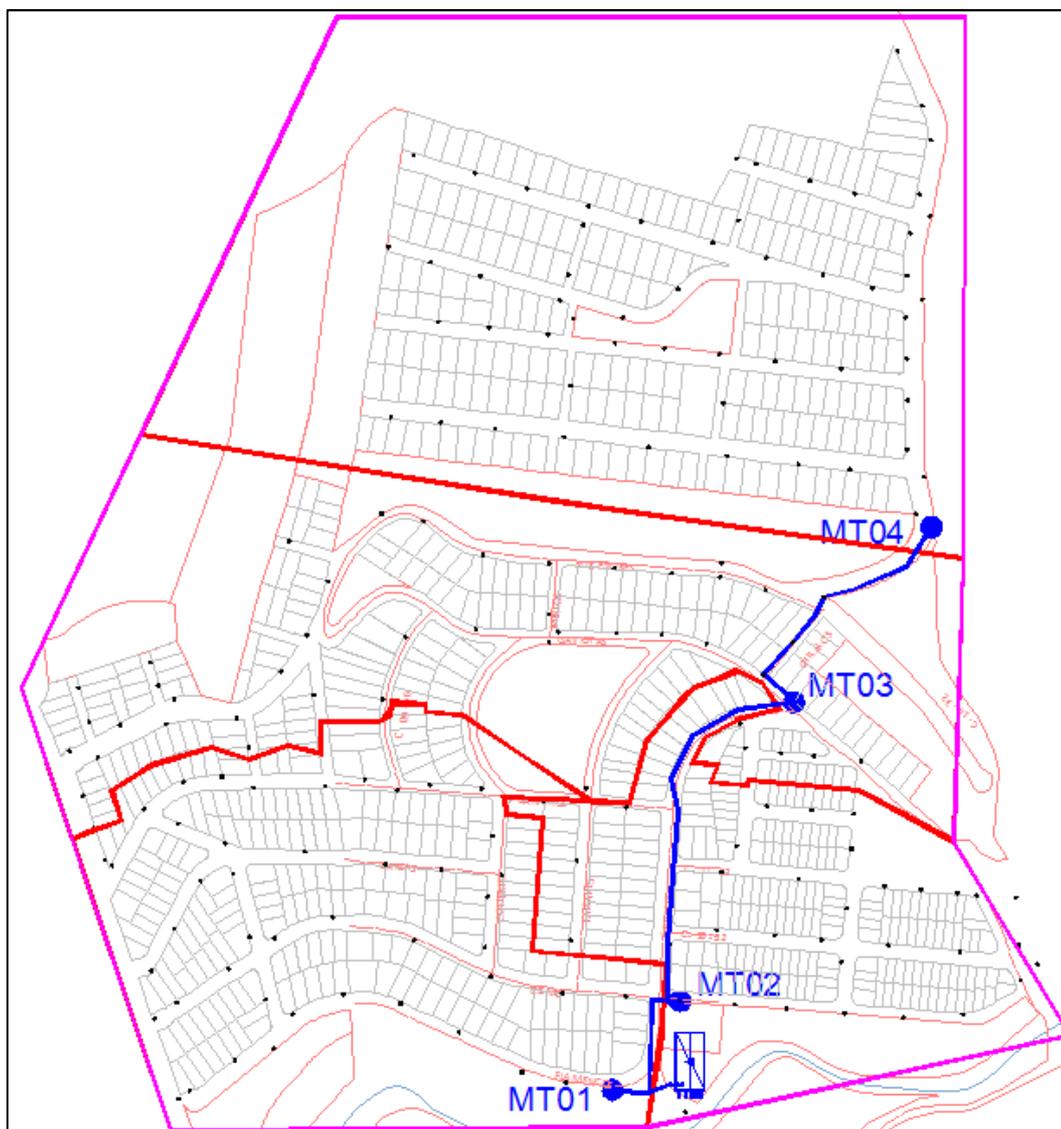


Figura 3.16. Esquema de red Feeder

Fuente: (Autor)

3.3 Red de distribución

La red de distribución es la parte intermedia de la ODN, estando ubicada a continuación de cada splitter de manga troncal de la red feeder y finaliza su extensión en cada splitter de las cajas ópticas.

En la figura 3.17 se presenta la red de distribución que se ha diseñado para dar servicio de telecomunicaciones al barrio El Paraíso de Jipiro, donde se aprecia que esta es la red más extensa, debido a que recorre y cubre toda el área a interés, con el fin de centrar cada caja óptica entre ocho abonados.

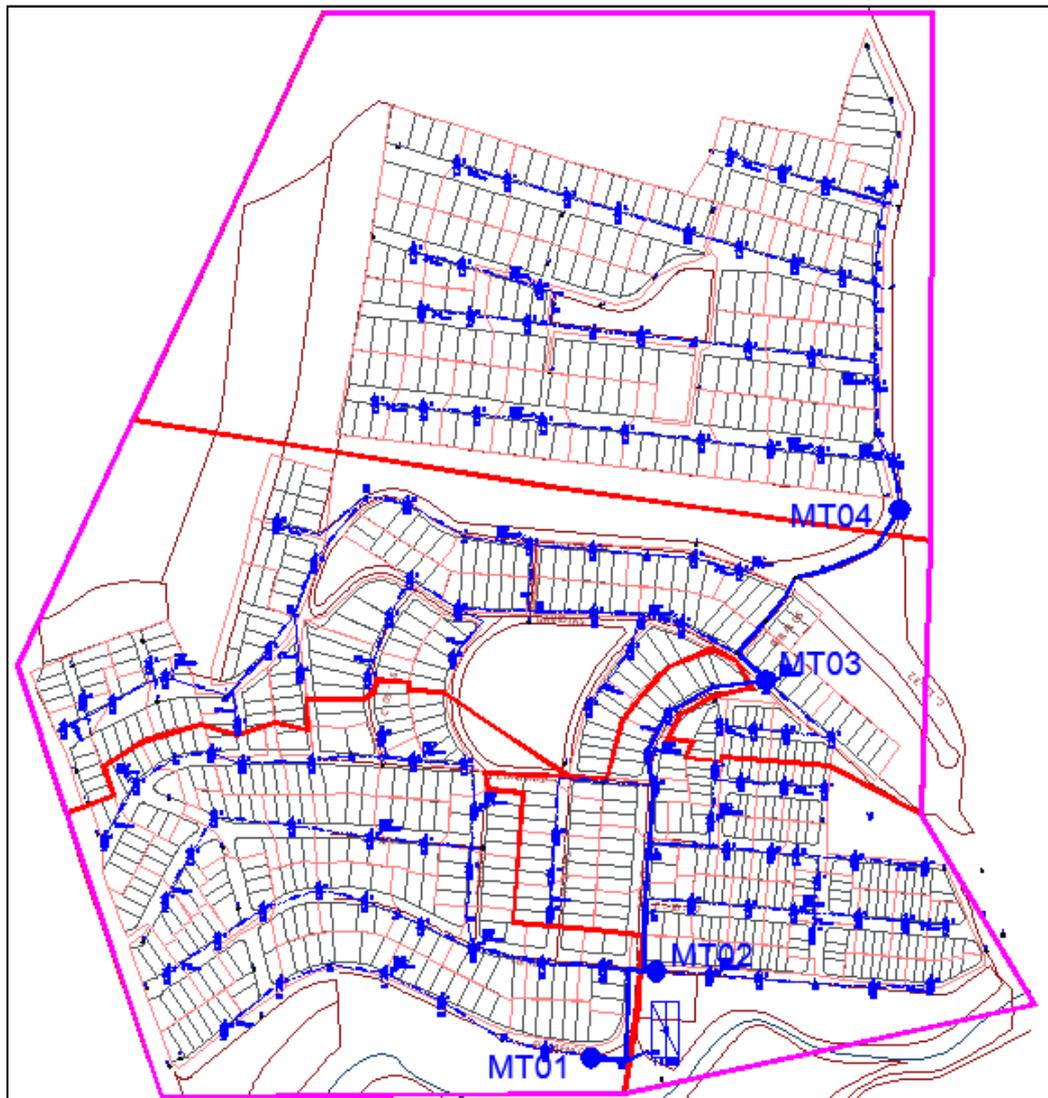


Figura 3.17. Esquema de red de distribución

Fuente: (Autor)

3.3.1. Cable óptico (ITU – T G.652D)

El cable óptico para la red de distribución va a tener un tendido del tipo aéreo soportado por herrajes de retención asegurados a postes con cinta eriband de $\frac{3}{4}$ ", de tal manera que las características y especificaciones deben ser idénticas a las expuestas en el numeral 3.2.1.

La diferencia en cuanto al cable óptico con respecto a la red feeder, es que la red de distribución se la ha diseñado con cable óptico de 6, 12 y 24 fibras ópticas, que deben ser instaladas siguiendo la ruta que se señala en los planos adjuntos correspondientes a red de distribución.

3.3.2. Cajas ópticas de dispersión

Al ser la red de tipo aéreo, la instalación de las cajas ópticas de dispersión, que son los puntos de acceso a la red, se lo debe instalar en la parte alta de los postes asegurándolos con cinta eriband acerada de ¾". En el modelo de red que se está presentado van a tener las siguientes funciones:

- Permitir el sangrado y dar continuidad a los cables ópticos de la red de distribución para habilitar otras cajas ópticas.
- Permitir la ejecución de empalmes para derivar cables a otros sectores de la urbanización.
- Alojar splitters conectorizados con relación 1:8, teniendo que alojar hasta 8 cables drop.

La NAP debe tener la clasificación IP68, lo cual garantiza una protección completa contra contacto y la penetración de polvo y también impide el ingreso de agua, incluso al sumergirla por un período indefinido hasta 1,5 m de profundidad.

Para facilidad en su operación la NAP debe estar construida con cierres herméticos sin tornillos y que posea adaptadores para la inserción de conectores SC/APC.

La características que debe tener la NAP se presenta en la figura 3.19 (Lozano, 2018), la cual tiene como referencia el modelo BCH-GPJ09 – 8205 – 8U de la marca BestCom que cuenta con bandeja porta splitter para divisor óptico con relación 1/8 y ocho adaptadores SC/APC, además de cuatro bandejas para alojar fusiones, con capacidad individual para almacenar 24 fusiones, además cuenta con un puerto de entrada para realizar derivaciones.

REFERENCIA	NÚMERO DE BANDEJAS	CAPACIDAD DE EMPALME POR BANDEJA	PUERTOS DE ENTRADA SANGRÍA O DERIVACIÓN	PUERTOS DE ENTRADA SIMPLE CIRCULARES	PUERTOS DROP	ADAPTADORES	CANTIDAD DE EMPALMES	SPLITTERS
BCH-GPJO9-8205-8U	4	24	1	2	16	8 SC/APC	96	1 splitter (uno por 8 vías G657A1)
BCH-GPJO9-8205-16U	4	24	1	2	16	16 SC/APC	96	2 splitter (uno por 8 vías G657A1, o uno por 16 vías G657A1)
BCH-GPJO9-8202-24U	4	24	1	2	24	24 SC/APC	96	3 Splitters ópticos con conectores SC/APC MINI PLC, de 8 vías - G657A1

Figura 3.18. Características NAP
Fuente: (Lozano, 2018)

3.3.3. Splitter de distribución conectorizado relación 1:8

El splitter es el elemento intermedio entre la red de distribución y la red de dispersión, que en el diseño se lo ubica en sitios cercanos al cliente para poder distribuir el servicio de telecomunicaciones a sus alrededores, dividiendo una fibra de entrada en ocho fibras para ocho abonados por NAP.

Por lo tanto el splitter que se requiere es de tipo PLC conectorizado con un puerto de entrada y ocho puertos de salidas, siendo su relación de divisor 1 / 8, y con terminación SC/APC para poder realizar una conexión directa, al cual se lo debe alojar en las bandejas porta splitter de cada NAP. En la figura 3.20, se presenta las pérdidas aproximadas que se espera tener en el splitter conectorizado.

Type 1xN		1x2	1x4	1x8	1x16	1x32	1x64
Operating wavelength range (nm)		1260 ~ 1650					
Insertion loss (dB) w/o TDL	Typical	3.9	7.3	10.3	13.8	17.0	20.65
	Max ^{*1}	4.4	8.0	11.3	14.3	17.5	22.2
Insertion loss (dB) w/ TDL	Typical	4.6	7.8	11.2	14.0	17.5	21.5
	Max ^{*2}	4.9	8.5	11.8	14.8	18.0	22.7
PDL (dB)	Max	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4
Uniformity (dB)	Max	0.8	0.8	1.2	1.5	2.0	2.7
PMD (ps)	Max	0.1					
Return loss (dB)	Min	55					
Directivity (dB)	Min	55					
Operating temperature (°C)		-30 to +70					
Storage temperature (°C)		-30 to +70					
Dimensions (mm)	LxWxH	100*80*9			120x80x18	140x114x18	
WDL(dB)	Max	0.2	0.2	0.5	0.5	0.5	1.0
Fibre type		Draka G652D					
Jumper length (m)		SPT-F-PLC-2D-1-1xN-1-S-LCA-LCA-S: 1.0m with 0,9mm cable SPT-F-PLC-2D-1-1xN-2-S-LCA-LCA-S: 1.0m with 2mm LSZH jacket					
Connectors type		LC/APC					
^{*1} : Including PDL, WDL ^{*2} : Including PDL, WDL and TDL (This maximum Insertion Loss is valid at End of Life of the component)							

Figura 3.19. Pérdidas en splitter conectorizado

Fuente: (Draka, 2009)

3.4 Red de dispersión

La red de dispersión constituye la última milla de la red FTTH, siendo el tramo comprendido desde la salida del divisor óptico de las NAPs, hasta la roseta óptica instalada en cada cliente.

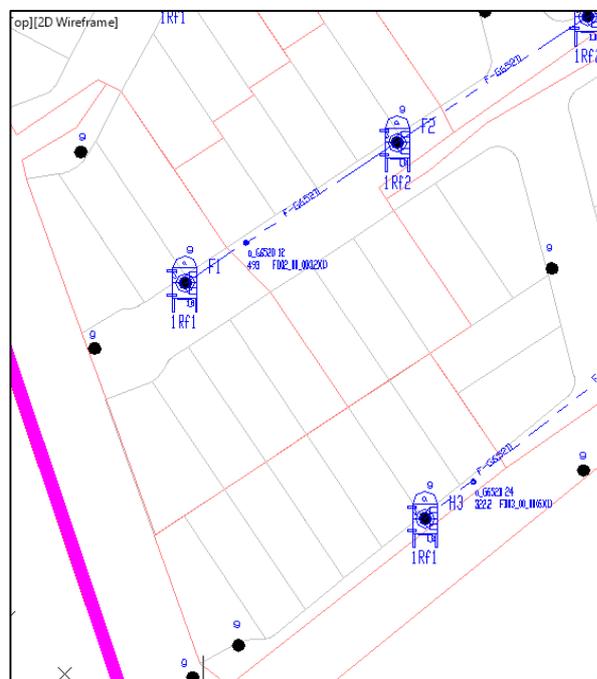


Figura 3.20. Delimitación de las áreas de dispersión

Fuente: (Autor)

Cada NAP corresponde a un área de dispersión, que como se puede apreciar en la figura 3.21 se las ha ubicado de tal manera que cubran un área de 6 a 8 predios, con lo que se garantiza que se podrá llegar a la totalidad de los abonados del barrio el Paraíso de Jipiro

3.4.1. Cable Drop aéreo (ITU – T – G.657.A2)

La red de dispersión da inicio con el tendido del cable drop aéreo, el cual debe cumplir con la normativa ITU – T – G.657.A2 que es un cable óptico monomodo, optimizado para redes de acceso que ofrece bajas pérdidas por curvaturas, siendo su radio mínimo de curvatura de hasta 7.5 mm, y es compatible con el cable de la red de distribución que lo rige el estándar ITU – T – G.652.D (T-ITU, 2016)

La estructura del cable drop G.657.A2 se lo presenta en la imagen 3.22 (Group, 2016), donde se aprecia un mensajero de acero galvanizado, que es el que da resistencia al cable para que soporte tensión y es el elemento que se lo ancla a los tensores de sujeción, adicionalmente posee dos elementos de refuerzo a costados de las fibras ópticas y finalmente dos hilos de fibra óptica de los colores azul y anaranjado, la fibra de color azul es la que se habilita llevando la información y la fibra color anaranjado es de respaldo, para ser utilizada en caso que sufriera algún daño la primera.

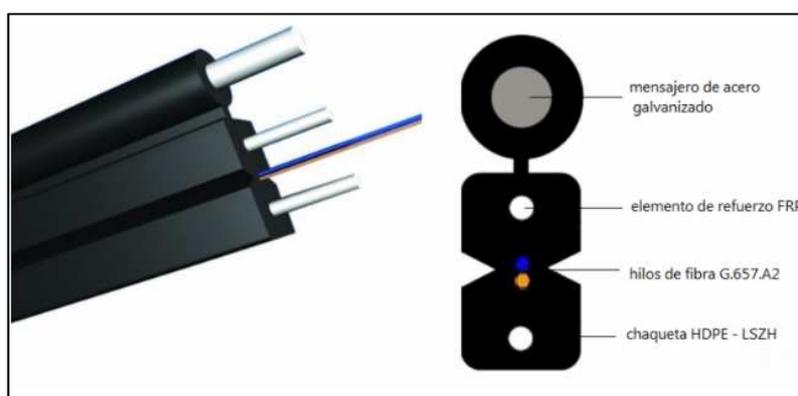


Figura 3.21. Estructura del cable drop aéreo G.657.A2

Fuente: (Group, 2016)

En la figura 3.22(Group, 2016) se detalla las especificaciones ópticas, geométricas y mecánicas que debe tener el cable óptico

Category	Description		Specifications
			G657A2
Optical Specifications	Attenuation	@1260nm	0.45dB/km
		@1310nm	0.35dB/km
		@1383±3nm	0.35dB/km
		@1550nm	0.21dB/km
		@1625nm	0.23dB/km
	Attenuation discontinuity		0.05 dB
	Attenuation vs. Wavelength		0.03 dB/km
	Zero Dispersion Wavelength		1300~1324nm
	Zero Dispersion Slope		0.090ps/(nm ² .km)
	Dispersion	@1288-1339nm	3.5 ps/nm.km
		@1271-1360nm	5.3 ps/nm.km
		@1550nm	18 ps/nm.km
	Polarization Mode Dispersion(PMD)		0.1ps/km
	Cable Cutoff Wavelength(λ _c)		1550-1340nm
	Cable Cutoff Wavelength(λ _{cc})		1260nm
	Effective Group Index of Refraction	@1310nm	1.4675
		@1550nm	1.4681
Macro bend loss	R15mm/10circle /1550nm	0.03 dB	
	R10mm/1circle /1550nm	0.1 dB	
	R7.5mm/1circle /1550nm	0.5 dB	
		R15mm/10circle /1625nm	0.1 dB
		R10mm/1circle /1625nm	0.1 dB
		R7.5mm/1circle /1625nm	1 dB
Geometric Specifications	Mode Field Diameter	@1310nm	(8.6~9.2)±0.4μm
	Cladding Diameter		125±0.7μm
	Cladding Non-Circularity		1.0%
	Coating Diameter		243±7μm
	Coating/Cladding Concentricity Error		8μm
	Core/Cladding Concentricity Error		0.5μm
Mechanical Specifications	Tensile strength		2.76GPa
	Proof Test level		1.0%
	Fiber Curl Radius		4.0m
	Peak Coating Strip Force		1.3~8.9N

Figura 3. 22. Especificaciones del cable drop aéreo G.657.A2

Fuente: (Group, 2016)

En la red de dispersión se une el cable óptico G.652.D y el cable óptico G.657.A2, por lo que ambos deben cumplir con las mismas características ópticas para que la señal no experimente pérdidas. En la figura 3.22 se detalla las especificaciones del cable G.657.A2, donde se tiene que la atenuación en las longitudes de onda de 1310nm y 1550nm son de 0,35dB/km y 0.21dB/km respectivamente. La dispersión cromática en 1550nm es de 18ps/nm.km y la dispersión cero se ubica en el rango de 1300nm – 1324nm; finalmente, la dispersión de modo de polarización es menor a 0.20 ps/km, lo que garantiza que no se produzca distorsión de señal cuando aumente la velocidad de transmisión.

El parámetro óptico que caracteriza al cable bajo la norma G.657.A2 es que presenta baja atenuación ante macro curvaturas, es así que en la ventana de 1550nm se puede conseguir curvaturas de radios de 10mm y 7.5mm, con atenuaciones de 0.1dB y 0.5dB respectivamente. Lo que lo hace ideal para ser instalado dentro de las edificaciones donde tiene que ser forzado debido a que debe ser tendido por esquinas o columnas.

3.4.2. Roseta óptica conectores SC/APC

La roseta de abonado para fibra óptica es el punto terminal óptico o especie de caja mural que permite hacer la terminación y el acondicionamiento del cable óptico de acometida que accede al domicilio del cliente. Será de 2 hilos de fibra óptica con puertos SC / APC y su instalación será asegurada sobre la pared con tornillo. En la imagen 3.23 (FEITIAN, 2018) se presenta una imagen de la roseta.



Figura 3. 23. Roseta óptica SC/APC
Fuente: (FEITIAN, 2018)

Las rosetas deben estar ubicadas en las paredes de tal manera que su borde inferior quede a una distancia entre 30cm. y 50cm. sobre el nivel del piso terminado y junto a una toma eléctrica.

Las especificaciones de la roseta se las indica en la figura 3.25 (FEITIAN, 2018), que indica que es propicia para almacenar cable drop, cuenta con dos puertos de salida SC y la pérdida de inserción es menor a 0.20 dB en las ventanas de 1310nm y 1550nm.

Item	Technical data
Application	3.0 x 2.0 mm drop cable or indoor cable
Fiber diameter	125 μ m (652 & 657)
Tight cladding diameter	250 μ m & 900 μ m
Mode of application	Single mode & duplex mode
Tensile strength	>50 N
End-use temperature	-40~+85°C
Adaptor	SC & LC
Insertion loss	\leq 0.2dB (1310nm & 1550nm)
output	2

Figura 3. 24. Especificaciones del cable drop aéreo G.657.A2

Fuente: (FEITIAN, 2018)

3.5 ONT – Terminales de fibra óptica

La ONT es el equipo activo que se instala en el lado del cliente que convierte la señal óptica emitida por la OLT que se transporta por la red FTTH, en una señal eléctrica que puede otorgar al cliente los servicios de Internet de banda ancha, telefonía y televisión, a través de sus puertos de red o inalámbricos. Los servicios que ofrece se los detalla en la figura 3.25 (Huawei Technologies Co., 2013).

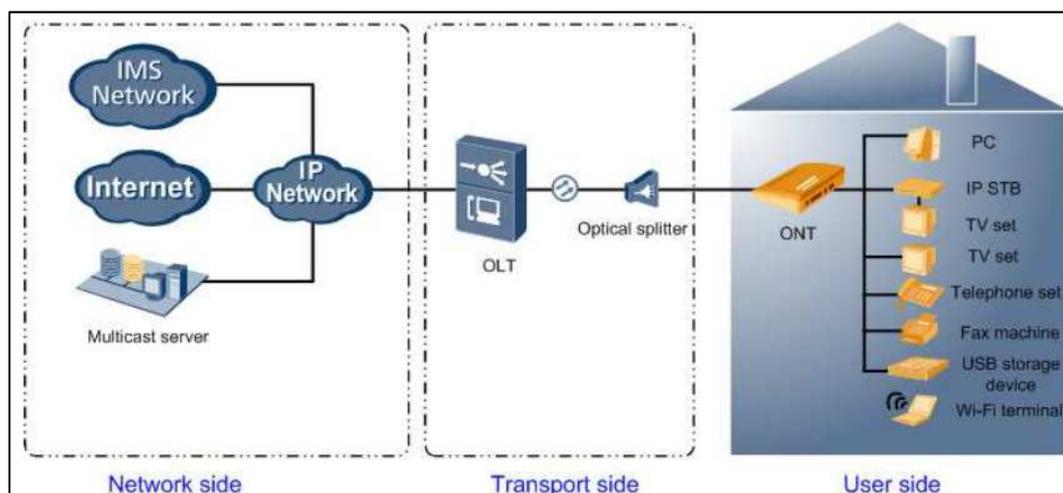


Figura 3.25. Topología de red de ONT

Fuente: (Huawei Technologies Co., 2013)

En el presente proyecto se ha considerado el uso de una ONT EchoLife GPON HG8245H que es un terminal de red óptica interior diseñado para usuarios domésticos que ofrece velocidad ascendente de 1.244 Gbps y una velocidad descendente de 2.488 Gbps.

En la dirección ascendente, el ONT está conectado al divisor óptico y a la OLT a través del puerto de red óptica pasiva. El puerto óptico proporciona el servicio de acceso integrado.

En la dirección descendente, el ONT está conectado a varios terminales a través de los puertos LAN (Local Area Network), implementando el servicio triple play.

Especificaciones de los puertos de servicios de la ONT

En la tabla Tabla 3.2 (Huawei Technologies Co., 2013) se presenta las especificaciones del puerto GPON

Parameter	Specifications
Transmission rate	Rx: 2.488 Gbit/s Tx: 1.244 Gbit/s
Connector	SC/APC
Maximum reach	20 km
Standard compliance	ITU-T G.984.2 CLASS B+
Center wavelength	Tx: 1310 nm

	Rx: 1490 nm
Tx optical power	0.5 dBm to 5.0 dBm
Extinction ratio	> 10 dB
Minimum receiver sensitivity	-27 dBm
Maximum overload optical power	-8 dBm

Tabla 3.2. Especificaciones del puerto GPON

Fuente: (Huawei Technologies Co., 2013)

En la tabla 3.3 (Huawei Technologies Co., 2013) se listan la especificaciones del puerto Gigabit Ethernet (GE).

Tabla 3.3. Especificaciones del puerto GE

Parameter	Specifications
Connector type	RJ45
Port rate	10 Mbit/s, 100 Mbit/s, or 1000 Mbit/s
Maximum transmission distance	100 m
Working mode	Auto-adaptive 10 Mbit/s, 100 Mbit/s or 1000 Mbit/s
Cable specifications	Category 5 UTP
Compliant standard	IEEE 802.3i IEEE 802.3u IEEE 802.3ab

Fuente: (Huawei Technologies Co., 2013)

En la tabla 3.4 (Huawei Technologies Co., 2013) se describen la especificaciones y estándares de los puertos POST (Plain Old Telephone Service) que son soportados por la ONT

Tabla 3.4. Especificaciones del puerto POST

Parameter	Specifications
Connector type	RJ11
Transmission rate	64 kbit/s
Cable type	Twisted pair
Line coding	Pulse code modulation (PCM)
Frame protocol	Time division multiplexing (TDM)
Standard compliance	ITU-T Q.551 ITU-T Q.552

Fuente: (Huawei Technologies Co., 2013)

En la tabla 3.5 se presentan las especificaciones del puerto USB (Universal Serial Bus) de la ONT.

Tabla 3.5. Especificaciones del puerto USB

Parameter	Specification
Transmission rate	480 Mbit/s
Support type	USB 2.0 HOST and USB 1.1

Fuente: (Huawei Technologies Co., 2013)

En la tabla 3.6 se describe las especificaciones de la red de acceso inalámbrica.

Tabla 3.6. Especificaciones de la red inalámbrica

Parameter	Indicator
Standards compliance	802.11b/g/n
Specification	<ul style="list-style-type: none"> • 4 SSIDs • 13 working channels • Automatic rate adjustment • Transmit power adjustment
Authentication	Open system and shared key
Encryption	<ul style="list-style-type: none"> • 64-bit and 128-bit WEP encryption • WPA-PSK, WPA2-PSK, WPA, WPA2, AES, and TKIP

Fuente: (Huawei Technologies Co., 2013)

El puerto inalámbrico de la ONT, cumple con el estándar 802.11b/g/n, por lo que transmite en los 13 canales de la frecuencia de 2.4GHz teniendo tasas de velocidad y potencia ajustable. Las encriptaciones utilizadas son WEP de 64 bit y WPA-PSK, WPA2-PSK, WPA, WPA2, AES y TKIP.

CAPITULO IV. RESULTADOS

En el presente capítulo se va a realizar el cálculo de los parámetros técnicos como atenuación debida a los diversos factores que producen pérdidas en la red, para poder determinar si sus rangos se enmarcan dentro de los parámetros técnicos que la red GPON requiere para poder levantar su servicio; adicionalmente se calculará el presupuesto referencial de la implantación de la red, para tener especificado el costo de la inversión.

4.1 Cálculo de atenuaciones

El cálculo de atenuaciones se lo realiza desde la mini – OLT, hasta las cajas ópticas más lejanas; el cual presenta la disminución de potencia de la señal óptica, en proporción inversa a la longitud de la fibra, cuya unidad de medida es el decibel (dB), que indicará si el alcance de la red cumple con los parámetros técnicos para su puesta en marcha.

Esta propuesta inicia desde la mini – OLT con el tendido del cable feeder que recorre hasta las mangas troncales, se tiene diseñado el empleo de cuatro mangas troncales con divisor 1:8; a continuación de esto se tiene la red de distribución que se extiende hasta las cajas ópticas porta splitter con relación 1:8. Desde este último splitter parte la acometida de cable de fibra óptica hasta cada cliente. Con los dos niveles de splitteo expuestos se tiene una relación de 1:64. Es decir que por cada puerto PON de 2.4 Gbps se puede atender a 64 clientes, otorgándoles velocidades de transmisión de hasta 40Mbps.

Para el cálculo de atenuaciones de empleó la siguiente fórmula

$$\text{Atenuación} = A_c \times L + A_s \times C_s + A_{ct} \times C_{ct} + A_f \times C_f$$

Donde:

A_c = Atenuación del cable de fibra óptica (dB)

L = Longitud del cable de fibra óptica (m)

A_s = Atenuación por splitter (dB)

C_s = Cantidad de splitters

A_{ct} = Atenuación por conectores (dB)

Cct = Cantidad de conectores

Af = Atenuación por fusiones (dB)

Cf = Cantidad de fusiones

Se efectúa los cálculos de atenuación para las cuatro áreas de distribución que conforman el área de cobertura, siendo su cálculo desde la mini – OLT y hasta las cajas ópticas de mayor lejanía y/o con mayor cantidad de empalmes, tomando tres casos críticos por área; en las figuras 4.2a, 4.2b, 4.2c y 4.2d se presentan los respectivos esquemas de los puntos más relevantes y posterior a cada imagen su atenuación teórica.

Cálculo de atenuación del área de distribución 1:

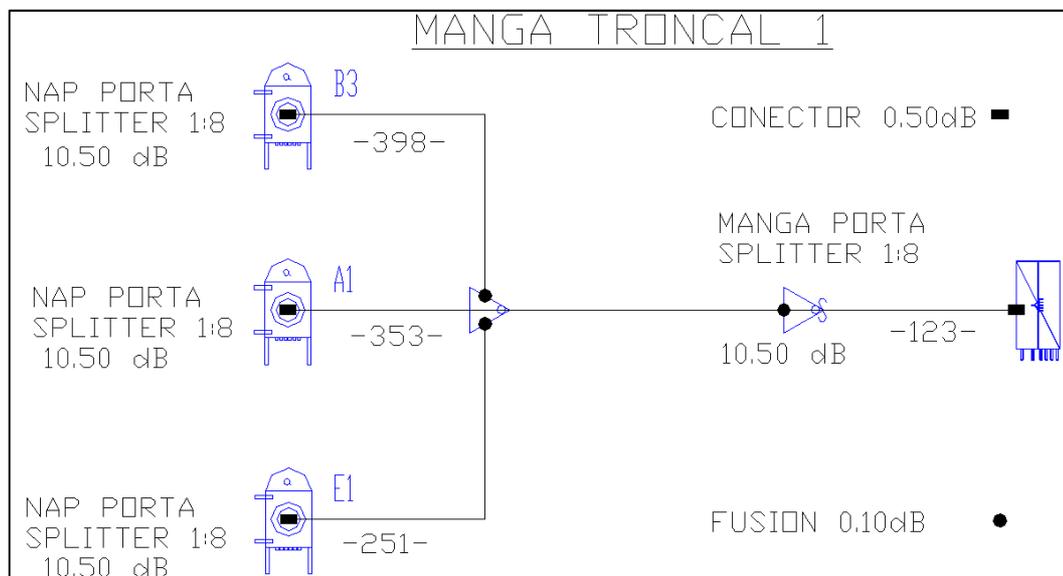


Tabla 0.1 Esquema de manga troncal 1 – MT01

Fuente: Autor

$$\text{Atenuación} = A_c \times L + A_s \times C_s + A_{ct} \times C_{ct} + A_f \times C_f$$

$$\text{Atenuación A1} = 0.35\text{dB} \times 0.47\text{m} + 10.50\text{dB} \times 2 + 0.50\text{dB} \times 2 + 0.10 \times 1 = \mathbf{22.26\text{dB}}$$

$$\text{Atenuación B3} = 0.35\text{dB} \times 0.52\text{m} + 10.50\text{dB} \times 2 + 0.50\text{dB} \times 2 + 0.10 \times 2 = \mathbf{22.38\text{dB}}$$

$$\text{Atenuación E1} = 0.35\text{dB} \times 0.37\text{m} + 10.50\text{dB} \times 2 + 0.50\text{dB} \times 2 + 0.10 \times 2 = \mathbf{22.33\text{dB}}$$

Cálculo de atenuación del área de distribución 2:

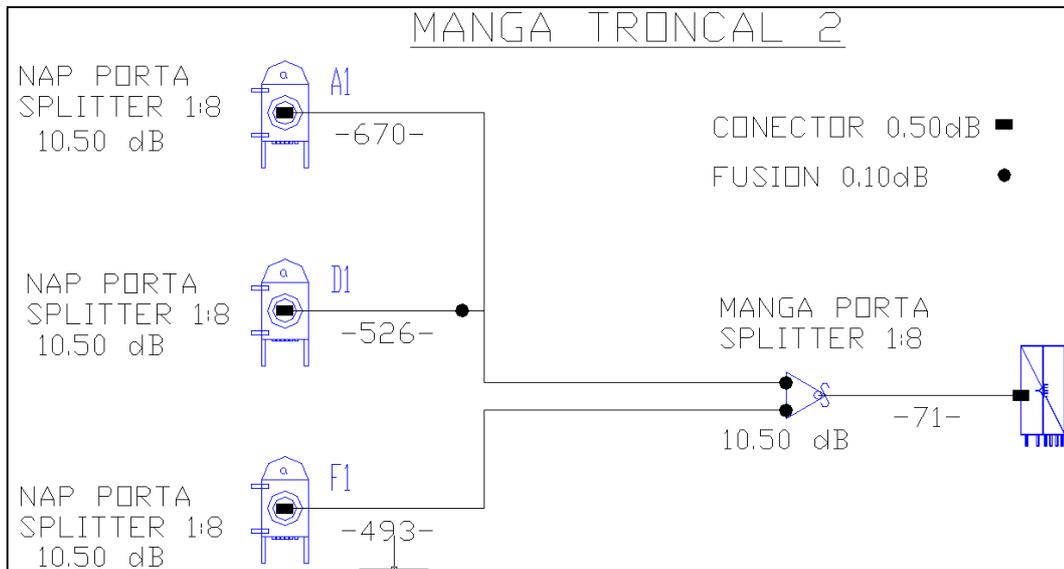


Tabla 0.2. Esquema de manga troncal 2 – MT02

Fuente: Autor

$$\text{Atenuación} = A_c \times L + A_s \times C_s + A_{ct} \times C_{ct} + A_f \times C_f$$

$$\text{Atenuación A1} = 0.35\text{dB} \times 0.74\text{m} + 10.50\text{dB} \times 2 + 0.50\text{dB} \times 2 + 0.10 \times 1 = \mathbf{22.36\text{dB}}$$

$$\text{Atenuación D1} = 0.35\text{dB} \times 0.60\text{m} + 10.50\text{dB} \times 2 + 0.50\text{dB} \times 2 + 0.10 \times 2 = \mathbf{22.41\text{dB}}$$

$$\text{Atenuación F1} = 0.35\text{dB} \times 0.56\text{m} + 10.50\text{dB} \times 2 + 0.50\text{dB} \times 2 + 0.10 \times 1 = \mathbf{22.30\text{dB}}$$

Cálculo de atenuación del área de distribución 3:

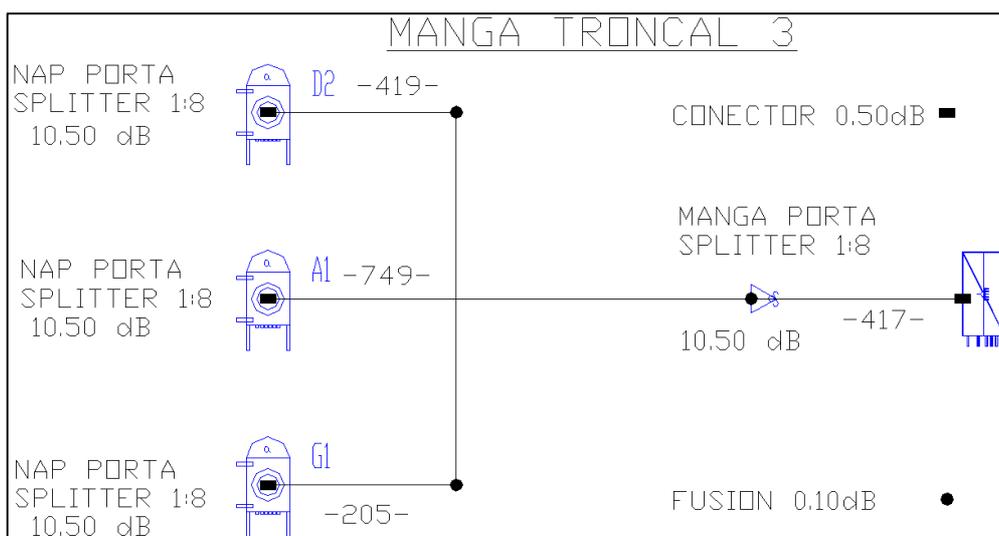


Tabla 0.3. Esquema de manga troncal 3 – MT03

Fuente: Autor

$$\text{Atenuación} = A_c \times L + A_s \times C_s + A_{ct} \times C_{ct} + A_f \times C_f$$

$$\text{Atenuación A1} = 0.35\text{dB} \times 1.17\text{m} + 10.50\text{dB} \times 2 + 0.50\text{dB} \times 2 + 0.10 \times 1 = \mathbf{22.51\text{dB}}$$

$$\text{Atenuación D1} = 0.35\text{dB} \times 0.84\text{m} + 10.50\text{dB} \times 2 + 0.50\text{dB} \times 2 + 0.10 \times 2 = \mathbf{22.49\text{dB}}$$

$$\text{Atenuación F1} = 0.35\text{dB} \times 0.62\text{m} + 10.50\text{dB} \times 2 + 0.50\text{dB} \times 2 + 0.10 \times 2 = \mathbf{22.42\text{dB}}$$

Cálculo de atenuación del área de distribución 4:

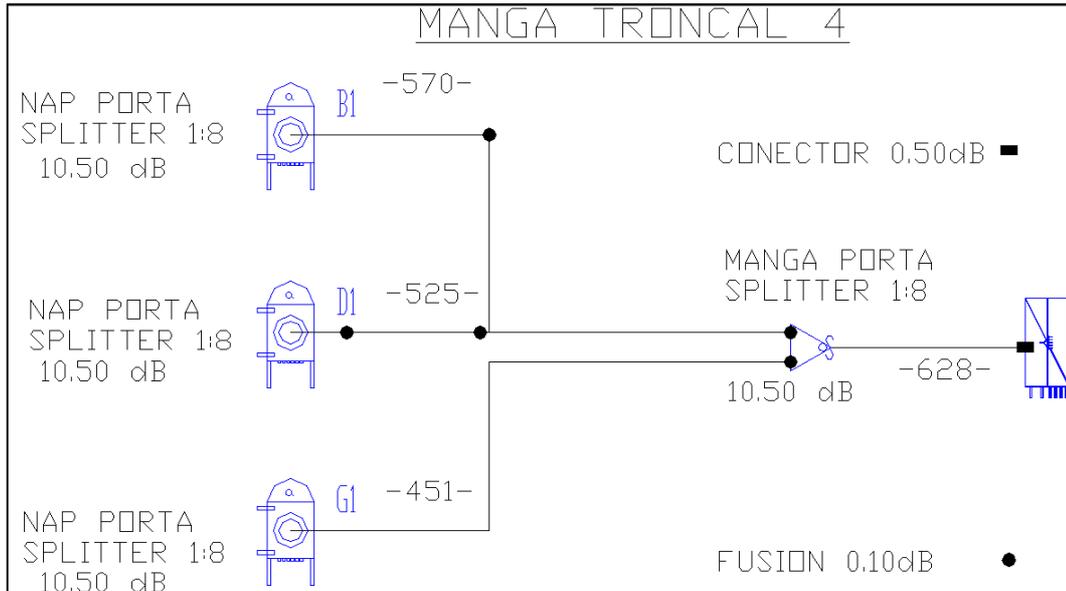


Tabla 0.4. Esquema de manga troncal 4 – MT04

Fuente: Autor

$$\text{Atenuación} = A_c \times L + A_s \times C_s + A_{ct} \times C_{ct} + A_f \times C_f$$

$$\text{Atenuación B1} = 0.35\text{dB} \times 1.20\text{m} + 10.50\text{dB} \times 2 + 0.50\text{dB} \times 2 + 0.10 \times 2 = \mathbf{22.62\text{dB}}$$

$$\text{Atenuación D1} = 0.35\text{dB} \times 1.16\text{m} + 10.50\text{dB} \times 2 + 0.50\text{dB} \times 2 + 0.10 \times 3 = \mathbf{22.71\text{dB}}$$

$$\text{Atenuación G1} = 0.35\text{dB} \times 1.08\text{m} + 10.50\text{dB} \times 2 + 0.50\text{dB} \times 2 + 0.10 \times 1 = \mathbf{22.48\text{dB}}$$

Debido a que al sistema se lo ha planificado para que sea operativo en la clase B+, en el que su rango de operación está marcado entre -13dB a -28dB; de los cálculos presentados anteriormente se obtiene que la pérdida de inserción mínima de -22.26dB y máxima de -22.71 dB, con lo que se determina que las pérdidas están dentro del rango de la clase, obteniendo 5.29dB de guarda que pueden ser consumidos dentro de las pérdidas de inserción que produce la acometida de cable

drop, sus fusiones en la caja de dispersión y en la roseta óptica y el patchcord que habilita la ONT desde la roseta.

Es importante hacer notorio que la mayor pérdida por inserción se produce en la manga troncal MT04 NAP D1, debido a que tiene más empalmes por fusión que las demás derivaciones, llegando a tres fusiones. Con lo mencionado se quiere hacer notorio que se tiene que evitar los empalmes, por lo tanto a la ruta del cable óptico se lo ha planificado para que permita realizar sangrados de hilos de fibra óptica, interviniendo en cada sector solamente el hilo que se va a habilitar y permitiendo el recorrido íntegro de los demás hilos.

4.2 Presupuesto referencial

Para realizar el cálculo del presupuesto referencial se ha tomado en cuenta los valores correspondientes a OLT, red feeder y de distribución, cuyo valor se lo muestra en la tabla 4.1 que asciende a un valor de OCHENTA MIL SETECIENTOS OCHENTA Y UN DÓLARES AMERICANOS CON 60/100 (80.781,60 USD).

Tabla 0.5. Presupuesto referencial para red GPON

MATERIALES PARA RED GPON - FTTH					
URBANIZACIÓN PARAISO DE JIPIRO					
Nº	DESCRIPCIÓN	U	CANTIDAD	PRECIO	
				UNITARIO	TOTAL
1	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN ARMARIO F501S300	U	1,00	\$ 10.500,00	\$ 10.500,00
2	TIERRA PARA ARMARIO	U	1,00	\$ 200,00	\$ 200,00
3	PEDESTAL PARA ARMARIO	U	1,00	\$ 150,00	\$ 150,00
4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HERRAJE CRUCE AMERICANO PARA FIBRA ÓPTICA ADSS	U	22,00	\$ 50,00	\$ 1.100,00
5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HERRAJES DE RETENCIÓN PARA FIBRA ADSS	U	169,00	\$ 15,00	\$ 2.535,00
6	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HERRAJES DE DISPESIÓN PARA POSTE	U	185,00	\$ 5,00	\$ 925,00
7	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CAJA DE DISTRIBUCIÓN AÉREA NAP DE 8 PUERTOS SC/APC	U	120,00	\$ 180,00	\$ 21.600,00
8	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 6 HILOS G.652.D VANO 120 METROS	m	1587,10	\$ 2,20	\$ 3.491,62
9	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 12 HILOS G.652.D VANO 120 METROS	m	2497,80	\$ 2,30	\$ 5.744,94
10	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 24 HILOS G.652.D VANO 120 METROS	m	3672,10	\$ 2,40	\$ 8.813,04
11	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PREFORMADO PARA VANOS DE 120m. PARA CABLE ADSS	U	374,00	\$ 10,00	\$ 3.740,00
12	SANGRADO DE BUFFER FIBRA OPTICA	U	92,00	\$ 10,00	\$ 920,00
13	SANGRADO DE CABLE FIBRA OPTICA ADSS DE 12 - 24	U	92,00	\$ 8,00	\$ 736,00
14	FUSIÓN DE 1 HILO DE FIBRA ÓPTICA	U	296,00	\$ 6,00	\$ 1.776,00
15	PRUEBA DE POTENCIA DE 1 HILO DE FIBRA ÓPTICA GPON	HILO	120,00	\$ 4,00	\$ 480,00
16	PRUEBA REFLECTOMÉTRICA UNI DIRECCIONAL POR FIBRA EN UNA VENTANA GPON + TRAZA REFLECTOMETRICA	HILO	120,00	\$ 5,00	\$ 600,00
17	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE IDENTIFICADOR ACRILICO DE FIBRA ÓPTICA 8 cm X 4 cm	U	187,00	\$ 5,00	\$ 935,00
18	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA AÉREA PARA FUSIÓN DE 24 FO	U	2,00	\$ 200,00	\$ 400,00
19	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA AÉREA PORTA SPLITTER DE 288	U	4,00	\$ 400,00	\$ 1.600,00
22	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER PLC (1X8) CONECTORIZADO	U	120,00	\$ 110,00	\$ 13.200,00
20	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE SPLITTER PLC PARA FUSIÓN (1X8)	U	32,00	\$ 40,00	\$ 1.280,00
21	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE SUBIDA A POSTE PARA FIBRA ÓPTICA CON TUBO EMT DE 5 M DE 2"	U	1,00	\$ 55,00	\$ 55,00
				TOTAL	\$ 80.781,60

Fuente: (Autor)

Tomando en cuenta que la expectativa de servicio es para 882 clientes se tiene que la inversión individual corresponde a NOVENTA Y UN DÓLARES AMERICANOS CON 59/100 (\$91,59)

CONCLUSIONES

- Se ha caracterizado a las redes FTTH con tecnología GPON, en donde se ha detallado que el origen de la transmisión es en la OLT que difunde la señal mediante TDM en las longitudes de onda 1490nm y/o 1550nm que en nuestro diseño está conformada por el armario F01S300 con dispositivos MA5603T y la parte final se tiene la ONT está planificada por un módulo Huawei HG8245H, que se comunica con la OLT mediante TDMA en la longitud de onda de 1310nm. La parte pasiva que une estos equipos se la denomina ODN que la conforma la red feeder donde se ha diseñado un splitteo a nivel de manga troncal con relación 1:8, la red de distribución con splitteo a nivel de caja de óptica de distribución con relación 1:8 y red de dispersión que es la última milla de la red.
- Se ha descrito las características del armario F01S300 que en la parte física es apropiado para entornos outdoor cumpliendo con protección IP55, ocupa poco espacio, este armario al estar al aire libre no requiere el empleo de sistemas de ventilación, posee respaldo de energía debido a su banco de baterías, contiene dispositivos y sensores para monitorear el ambiente, las baterías, módulos de sobre – tensión, estado de la puerta en tiempo real y reporte de alarmas remotas. En la parte lógica las características principales que le otorga la tarjeta MA5603T son:
 - Número de puertos por tarjeta 16
 - Sensibilidad de potencia recepción por puerto -35 dBm
 - Número máximo de direcciones MAC Soportado 32768
 - Radio MAX splitter 1:128
 - Distancia máxima de fibra 20 Km
 - Longitud de onda operativa Tx: 1490 nm / Rx: 1310 nm

- Velocidad por puerto del módulo SFP: de Tx: 2.488 Gbit/s / Rx: 1.244 Gbit/s
- Potencia óptica de salida mínima: 6 dBm
- Potencia óptica de salida máxima: 10 dBm
- Se ha establecido la ubicación del armario F01S300 que estará instalada sobre un pedestal de hormigón, a un costado de la acera junto a un parque de la urbanización que se ubicará en barrio el Paraíso de Jipiro, calles Flamencos y Órdalos, perteneciente a la ciudad de Loja. Las cajas de dispersión se las ha ubicado de tal forma que puedan dar servicio a un máximo de ocho clientes cada una. Las ubicaciones del armario y cajas de dispersión se las puede apreciar en el plano adjunto.
- Se ha efectuado el cálculo de atenuaciones desde la OLT hasta las cajas de dispersión, en donde es importante hacer notorio que se ha diseñado el sistema para que sea operativo en la clase B+, en el que su rango de operación está marcado entre -13dB a -28dB; de los cálculos obtenidos se tiene que la pérdida de inserción mínima de -22.26dB y máxima de -22.71 dB, con lo que se determina que las pérdidas están dentro del rango de la clase, obteniendo 5.29dB de guarda que pueden ser consumidos dentro de las pérdidas de inserción que produce la acometida de cable drop, sus fusiones en la caja de dispersión y en la roseta óptica y el patchcord que habilita la ONT desde la roseta. Se hace notorio que la mayor pérdida por inserción se produce en la manga troncal MT04 NAP D1, debido a que tiene más empalmes por fusión que las demás derivaciones, llegando a tres fusiones. Con lo mencionado se indica que se tiene que evitar los empalmes, por lo tanto a la ruta del cable óptico se lo ha planificado para que permita realizar sangrados de hilos de fibra óptica, interviniendo en cada sector solamente el hilo que se va a habilitar y permitiendo el recorrido íntegro de los demás hilos.
- Se ha realizado el presupuesto referencial de la red FTTH con tecnología GPON para la urbanización el paraíso de Jipiro, que abarca la OLT, redes

de feeder y de distribución en donde se ha determinado que el costo de esta infraestructura incluido suministro e instalación de los elementos de la red, asciende a un valor de OCHENTA MIL SETECIENTOS OCHENTA Y UNO DÓLARES AMERICANOS CON 60/100 (80781,60 USD), en donde debido a que la cobertura es para 882 usuarios, la inversión por usuario es de NOVENTA Y UN DÓLARES AMERICANOS CON 59/100 (91,59 USD). No se considera en el presupuesto el costo de red de dispersión y ONTs, considerando que no es parte de la inversión del proveedor del servicio de internet, sino un costo que lo va a cubrir cada cliente al momento de adquirir el servicio.

- Se ha diseñado la red GPON para el barrio “El paraíso de Jipiro” del cantón Loja, provincia de Loja, usando un armario F01S300, en donde se determina que es factible su construcción teniendo en cuenta que en la actualidad el sector de estudio carece de servicios de internet de banda ancha, siendo en la actualidad una necesidad poseer tal servicio. Emplear el armario F01S300 otorga ventajas económicas para la construcción de la red debido a que solo se requiere obtener un permiso municipal para la implementación, y la cercanía de la OLT al área de cobertura permite que los parámetros técnicos que caracterizan a una red FTTH se enmarquen dentro de los parámetros requeridos para su óptimo funcionamiento

RECOMENDACIONES

- Teniendo en consideración que el diseño se lo elaboró en la Clase B+ de las redes GPON cuyo rango operativo se delimita entre -13 dB a -28 dB, que se va a producir una importante atenuación en los divisores ópticos llegando a 21 dB; y que se debe considerar un margen de seguridad de 3 dB; se tiene una pérdida restante de 4 dB que se lo debe administrar entre atenuación producida por el cable óptico, conectores y fusiones, por tal motivo se recomienda:
 - Diseñar la ubicación de las mangas troncales y las cajas de dispersión lo más próximas a la plataforma F01S300, de tal manera que se reduzca el recorrido del cable óptico, evitando regresiones del cable de distribución y dispersión, y con ello consiguiendo menor atenuación.
 - Diseñar el tendido de cable de la red de distribución de tal manera que recorra por la mayor cantidad de cajas de dispersión, con el fin de efectuar sangrados en cada uno de ellas. Con esta técnica se reduce el número de empalmes en cada hilo evitando el incremento de puntos de atenuación.
- Debido a la constante migración hacia las comunicaciones ópticas, se recomienda elaborar el diseño considerando puertos de reserva para tener capacidad de alojar futuros clientes, evitando una saturación del sistema a corto plazo
- Una vez construida la red se recomienda realizar pruebas de potencia con el power meter para cerciorarse que sus niveles estén dentro de los rangos delimitados por la clase B+, debido a que si se consigue valores mayores a -13 dB se va a saturar a la ONT; y si se tiene valores menores a -28dB se está permitiendo el ingreso de ruido a la ONT, por lo que se va a demodular una señal contaminada

BIBLIOGRAFIA

- Abreu, M., Castagna, A., Cristiani, P., & Zunino, P. (2009). *Universidad de Montevideo*. Recuperado el 18 de 02 de 2019, de http://www.um.edu.uy/_upload/_descarga/web_descarga_179_CaracteristicasgeneralesredfibrapticaalhogarFTTH.-VVAA.pdf
- Arcotel. (2018). *Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones*. Recuperado el Enero de 2019, de <http://www.arcotel.gob.ec/>
- COMMSCOPE. (2015). *CommScope*. Obtenido de <https://www.commscope.com/Docs/FIST-GCO2-FIST-Generic-Closure-Organizer-318885EU.pdf>
- FEITIAN, C. (2018). *CIXI FEITIAN TECHNOLOGY*. Obtenido de <http://www.ftxcn.com>
- Huawei Technologies Co., L. (2013). *EchoLife ONT GPON Terminal*. Obtenido de <https://cdn.datasheetspdf.com/pdf-down/H/G/8/HG8245H-HUAWEI.pdf>
- HUAWEI TECHNOLOGIES CO., L. (2015). *Huawei SmartAX MA5600T*. Obtenido de <https://e.huawei.com/en/material/onLineView?materialid=5152ca4d14ca4aa09a0e7d92ad1ef2cb>
- HUAWEI TECHNOLOGIES CO., L. (2016). *Product Description F01S300 V100R007*. Obtenido de F01S300 Product Description: <http://support.huawei.com/enterprise/en/doc/EDOC1000152267>
- ITU - T. (2012). Transmission characteristics of optical. *Recommendation ITU-T G.671*, 46.
- Lozano, C. (2018). *Cable Servicios S.A.* Obtenido de <https://cableservicios.com/fibraoptica/2018/04/23/cajas-de-empalme-optico-tipo-nap-de-816-y-24-puertos/>

Millán, R. (2010). *Consultoría Estratégica en Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones*. Recuperado el 19 de 02 de 2019, de <https://www.ramonmillan.com/documentos/bandaanchafibraoptica.pdf>

TEConnectivity. (2014). *FDH 3000 Cross-Connect*. Minneapolis.

T-ITU. (2016). *SERIES G: TRANSMISSION SYSTEMS AND MEDIA*,. Obtenido de <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.657-201611-I/es>

GLOSARIO

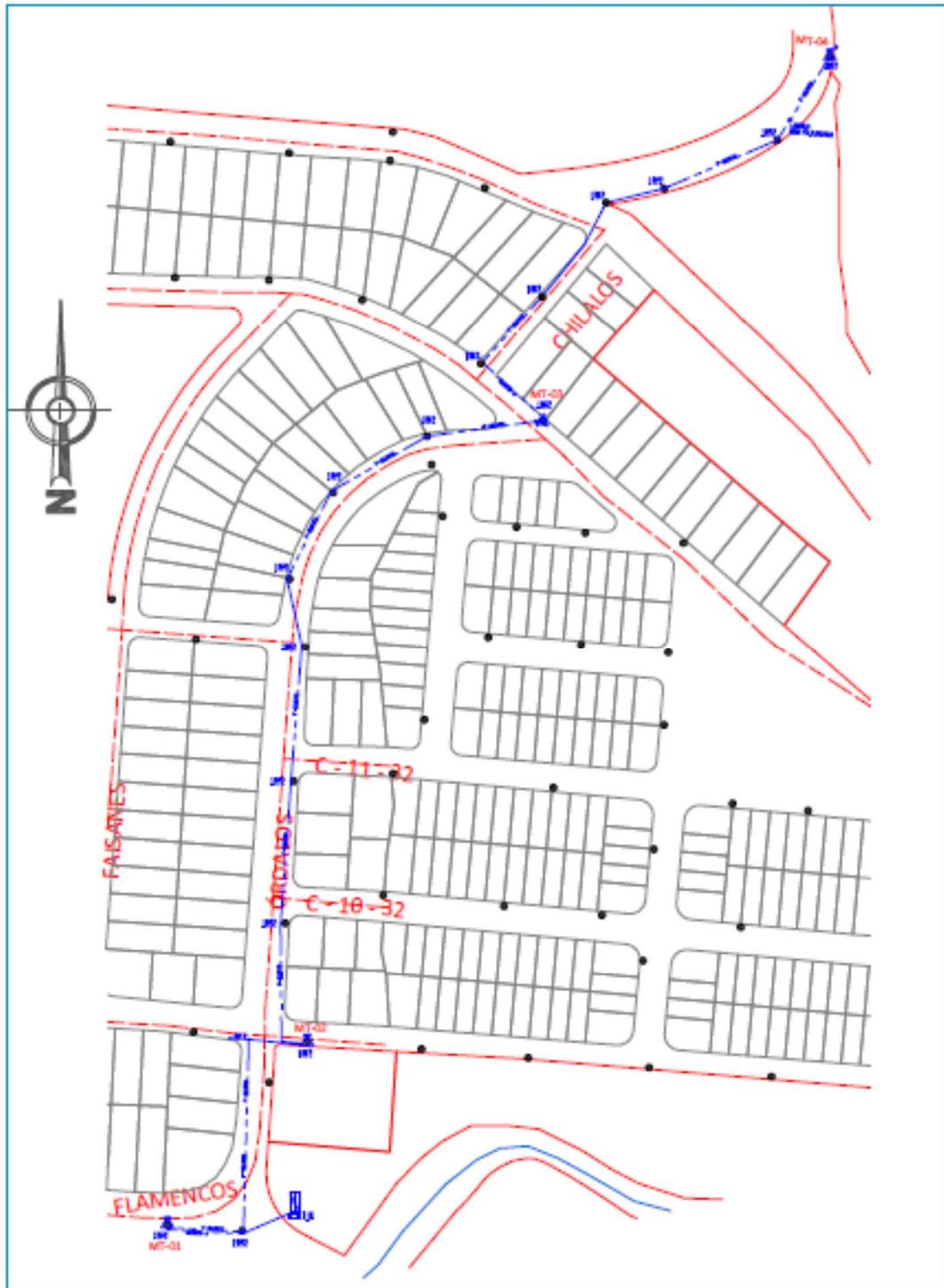
AC:	Alternating Current (Corriente alterna)
ADSS:	All dielectric self-supporting (Dielectrico - Autosoportado)
AES:	Advanced Encryption Standard (Estandar de encriptación avanzada)
ARCOTEL:	Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones
CCU:	Control Central Unit (Unidad Central de Control)
DC:	Direct Current (Corriente continua)
EMC:	Electromagnetic Compatibility (Compatibilidad electromagnética)
FCB:	Fan control board (Tablero de control del ventilador)
FDH:	Fiber Distribution Hub (Gabinete de Distribución de Fibra).
FEC:	Forward Error Correction (Corrección de error hacia adelante)
FTTB:	Fiber-to-the-building (Fibra hasta el edificio)
FTTC:	Fiber to the Curb (Fibra hasta el armario)
FTTH:	Fiber to the home (Fibra hasta el hogar)
GPON:	Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit (Gigabit-capable Passive Optical Network).
HDTV:	High Definition Televisión (Televisión de alta calidad)
IP:	Internet Protocol (Protocolos de Internet)
IPTV:	Internet Protocol Television (Televisión por Protocolo de Internet)
ISP:	Internet Service Provider (Proveedor de servicios de internet)
ITU – T:	International Telecommunication Union – Telecommunication Sección (Unión Internacional de Telecomunicaciones)
LAN:	Local Area Network (Red de área Local)
LCD:	Liquid Crystal Display (Pantalla de cristal líquido)
MAC:	Media Access Control (Control de acceso al medio)

MDF:	Main Distribution Frame (Tablero de distribución principal)
MSAN:	Multiservice Access Node (Nodo de acceso multiservicio)
NAP:	Network Access Point (Punto de acceso a la red)
ODF:	Optical Distribution Frame (Caja de distribución óptica)
ODN:	Optical Distribution Network (Red de Distribución óptica)
OLT:	Optical Line Terminal (Línea de terminal óptica)
ONU:	Optical Network Unit (Unidad de red óptica)
ONT:	Optical Network Unit (Terminal de red óptico)
OMCI:	ONT Management and Control Interface (Interfaz de control y administración de ONT)
PDU:	Power Distribution Unit (Unidad de distribución de potencia)
PLC:	Planar Lightwave Circuit (Divisor de guía de onda planar)
PON:	Passive Optical Network (Red óptica pasiva)
QoS:	Quality of Service (Calidad de servicio)
POST:	Plain Old Telephone Service (Servicio telefónico tradicional)
RF:	Radio frequency (Radio Frecuencia)
RG:	Residential gateway (Pasarela residencial)
RPS:	Remote Power Supply (Fuente de alimentación remota)
SAI:	Servicio de acceso a internet
SFP:	Small Form-factor Pluggable transceptor (Transceptor de factor de forma pequeño conectable)
SM:	Single mode (Monomodo)
SMU:	Site Monitoring Unit (Unidad de monitoreo de sitio)
STB:	Set-top box (Equipo que se coloca sobre del televisor)
TDM:	Time Division Multiplexing (Multiplexación por división de tiempo)

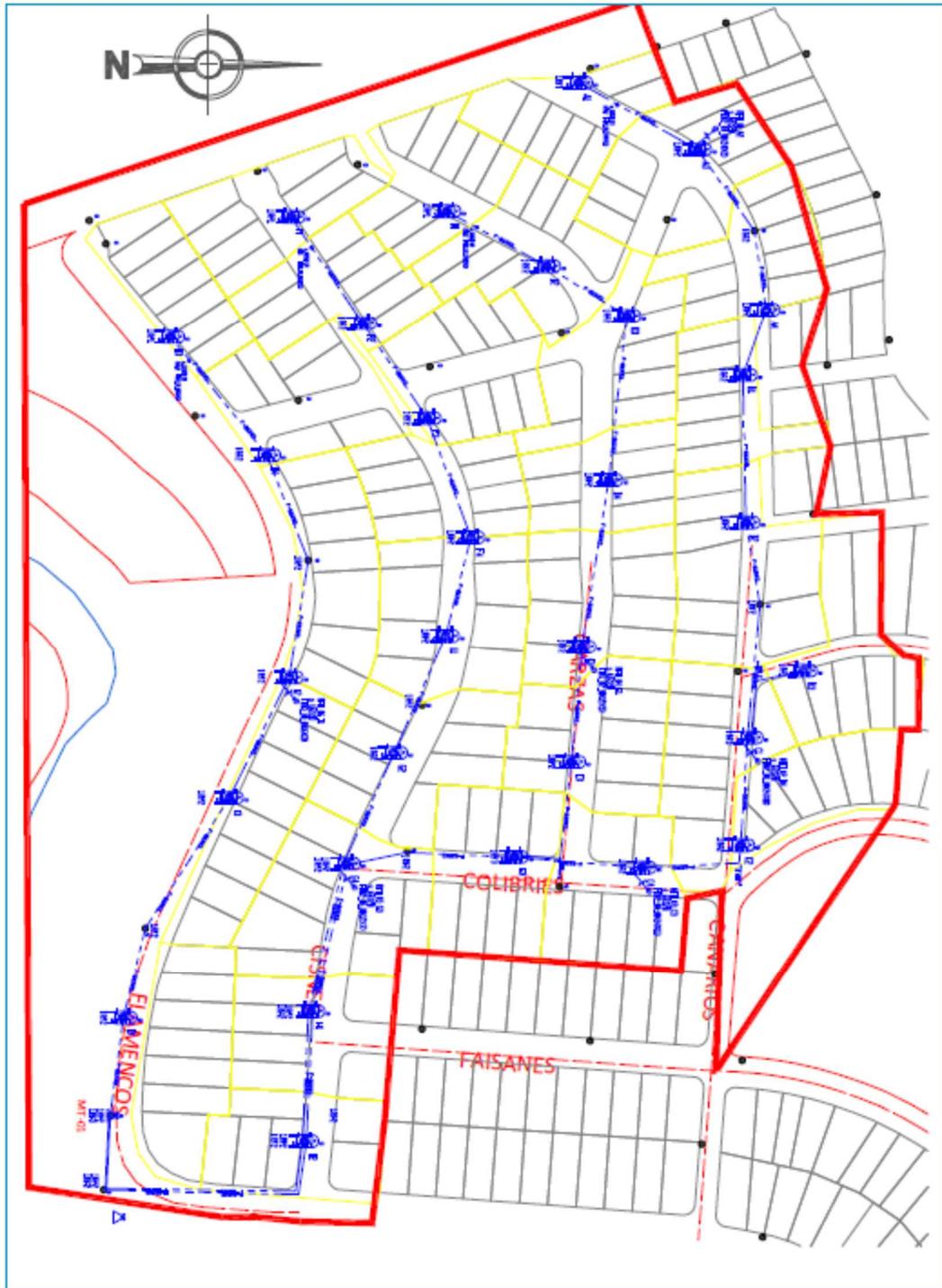
- TDMA:** Time Division Multiple Access (Acceso múltiple por división de tiempo)
- USB:** Universal Serial Bus (Bus Universal en Serie)
- WDM:** Wavelength Division Multiplexing (Multiplexación por división de longitud de onda)
- xDSL:** x Digital Subscriber Line (Línea de suscriptor digital)

ANEXOS

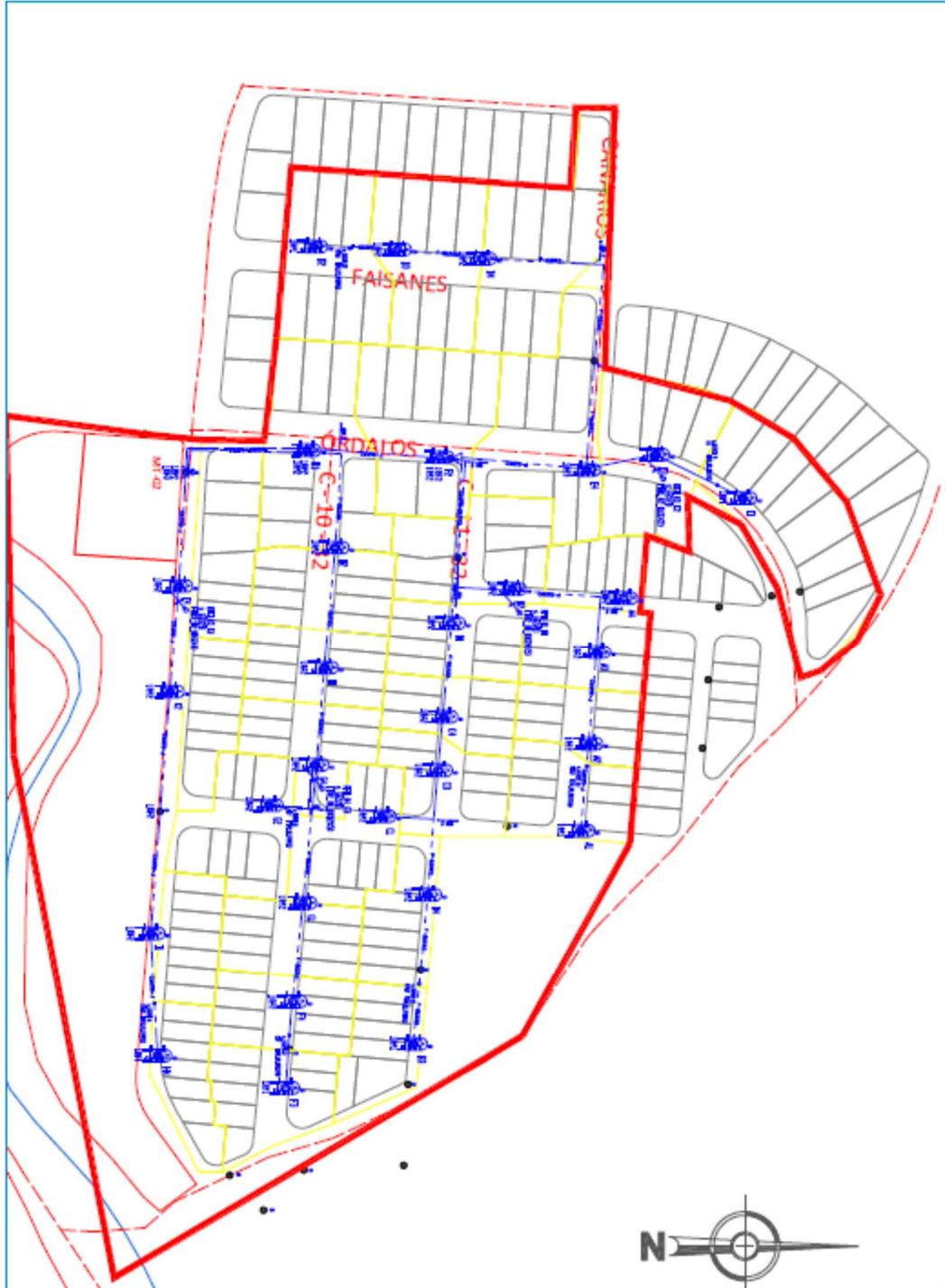
ANEXO 1. RED FEEDER



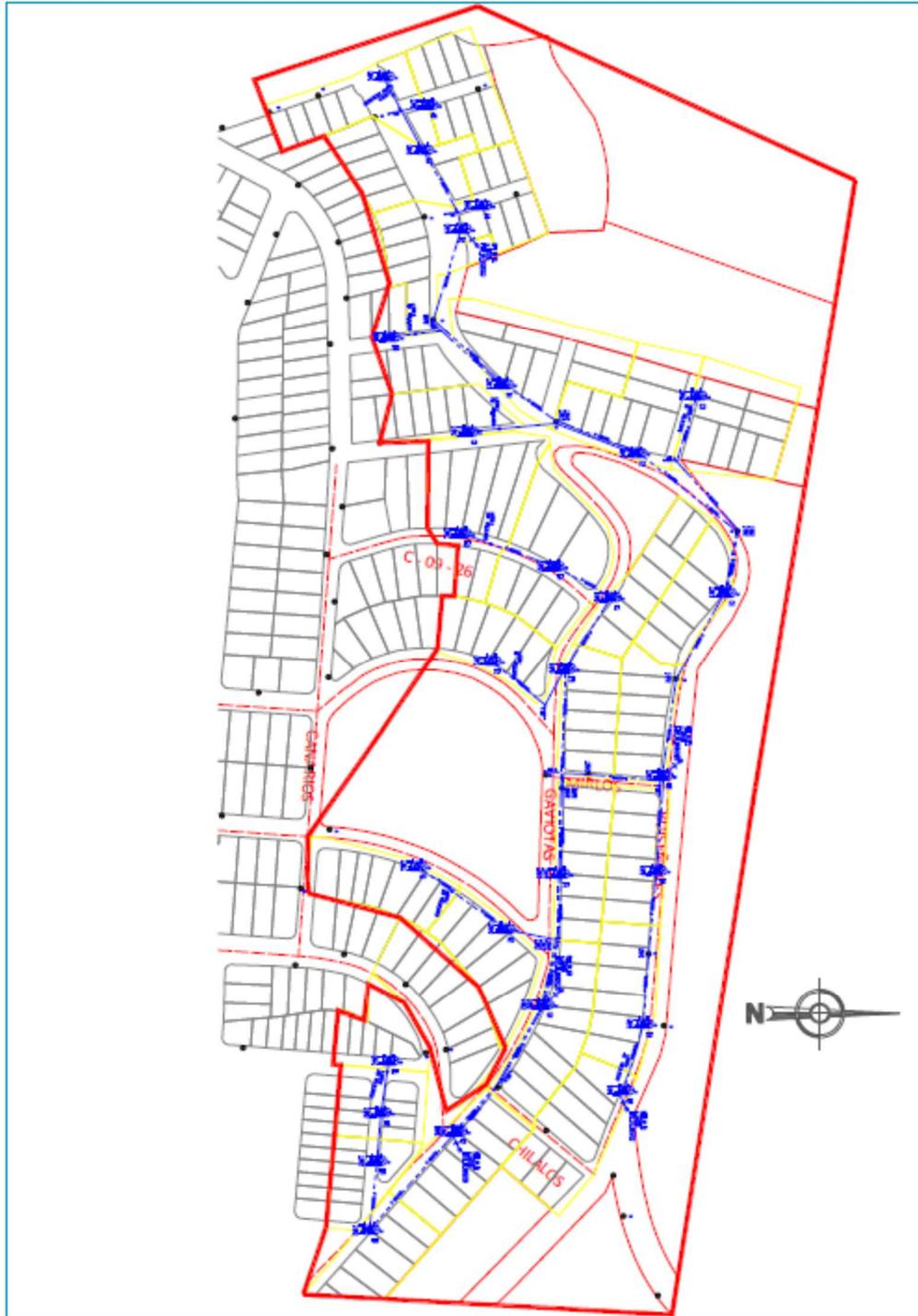
ANEXO 2. RED DE DISTRIBUCIÓN MT 01



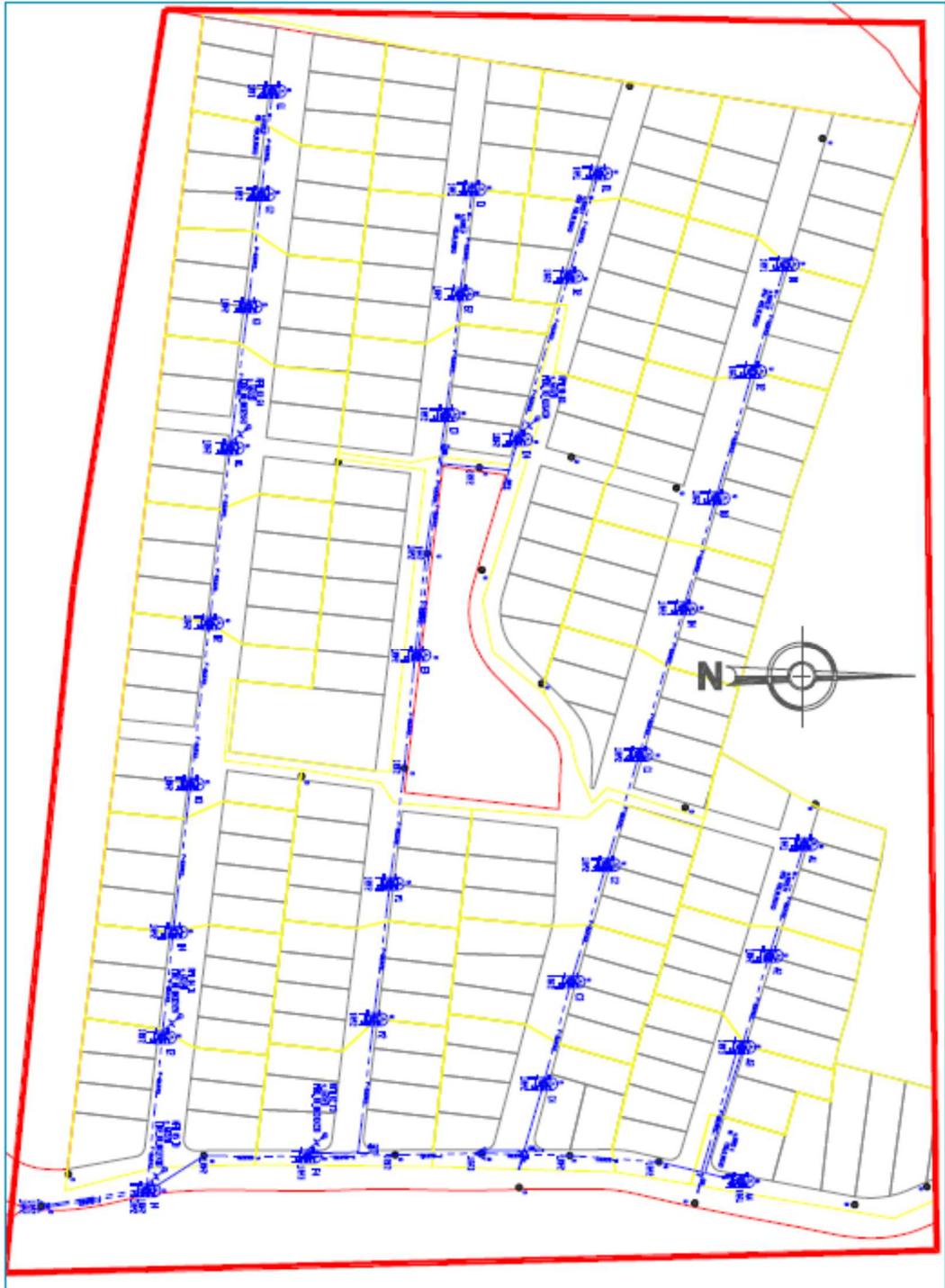
ANEXO 3. RED DE DISTRIBUCIÓN MT 02



ANEXO 4. RED DE DISTRIBUCIÓN MT 03



ANEXO 5. RED DE DISTRIBUCIÓN MT 04





DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Ricardo David Agila García**, con C.C: # 1104315591 autor del trabajo de titulación: **Diseño de una red GPON para el Barrio “El Paraíso de Jipiro” del Cantón Loja, Provincia de Loja, Usando un Armario F01S300**, previo a la obtención del título de **Magister en Telecomunicaciones** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 2 de agosto del 2019

f. _____

Nombre: **Ricardo David Agila García**

C.C: 1104315591



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Diseño de una red GPON para el barrio “El Paraíso de Jipiro” del cantón Loja, provincia de Loja, usando un armario F01S300		
AUTOR(ES)	Ricardo David Agila García		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	MSc. Manuel Romero Paz / MSc. Luis Córdova Rivadeneira / MSc. Orlando Philco Asqui		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Sistema de Posgrado		
CARRERA:	Maestría en Telecomunicaciones		
TITULO OBTENIDO:	Magister en Telecomunicaciones		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	Guayaquil, 2 de agosto de 2019	No. DE PÁGINAS:	75
ÁREAS TEMÁTICAS:	Sistemas de comunicaciones Ópticas		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Planta externa, red GPON, tecnología FTTH		
<p>RESUMEN: Este proyecto realiza el diseño de una red comunicaciones ópticas para el barrio “El paraíso de Jipiro” del cantón Loja, provincia de Loja, mediante la tecnología FTTH (Fiber To The Home), el estándar GPON (Gigabit-Capable Passive Optical Network), por ser una zona de alta población de tipo residencial en una zona periférica de la ciudad, para el diseño se considera el empleo de una OLT (Optical Line terminal) para exteriores, eligiendo el modelo F01S300 de fabricante Huawei. Se analiza cada elemento de la red de comunicaciones ópticas de forma individual y se los integra formando un único sistema para evaluar sus características técnicas y presupuesto referencial para determinar su factibilidad, elaborando el análisis de resultados, conclusiones y recomendaciones. Metodológicamente se utiliza el método analítico – sintético, el Paradigma Empírico-Analítico, un Enfoque Cuantitativo, la investigación Descriptiva y el Diseño de investigación No experimental Transversal pues se manipularán deliberadamente las variables de estudio, fundamentado en la observación directa del fenómeno tal y como se da en su contexto natural, para realizar el análisis respectivo. Se determina que es factible la construcción del proyecto, considerando que el sector carece de servicios de internet de banda ancha, siendo una necesidad este servicio. El armario F01S300 da ventajas económicas para construir la red porque solo requiere el permiso municipal para la implementación y por la cercanía de la OLT al área de cobertura los parámetros técnicos de la red FTTH se enmarcan en los requeridos para su óptimo funcionamiento.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-981143833	E-mail: rdagila@gmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Romero Paz Manuel de Jesús		
	Teléfono: +593-994606932		
	E-mail: manuel.romero@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			