



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
Comunidad al servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍAS,
INDUSTRIAS Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**MEJORAR LA EFICIENCIA EN LA POTENCIA DE LA RED FTTH
CON TECNOLOGÍA G-PON DE LA EMPRESA PUNTONET EN LA
CIUDAD DE CUENCA SECTOR CIUDADELA DE LOS INGENIEROS**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO ELÉCTRICO**

AUTOR: ANGEL MAURISIO LOJANO UGUÑA

DIRECTOR: ING. JAVIER BERNARDO CABRERA MEJÍA MSc.

MATRIZ CUENCA

2017

DECLARACIÓN

Yo, Angel Maurisio Lojano Uguña, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento; y eximo expresamente a la Universidad Católica de Cuenca y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

La Universidad Católica de Cuenca puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y la normatividad institucional vigente.

Angel Maurisio Lojano Uguña

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Angel Maurisio Lojano Uguña, bajo mi supervisión.

Ing. Javier Bernardo Cabrera Mejía

DIRECTOR

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme guiado y acompañado a lo largo de mi carrera universitaria, él fue mi fortaleza quien me enseñó a no rendirme en los momentos duros en mi vida diaria, por regalarme la capacidad de aprendizaje, sobre todo salud y por qué hiciste realidad este sueño anhelado. A su vez un agradecimiento sincero a mi director de Tesis, Ing. Javier Bernardo Cabrera Mejía, por orientarme con sus conocimientos, ya que su guía ha sido un pilar fundamental para poder realizar el respectivo trabajo de investigación.

A mis queridos hermanos, Mercedes, Xavier, Fabián, a quienes les agradezco de todo corazón por su apoyo y ser ejemplo en mi vida personal, por llenar la misma de alegrías y amor cuando más lo he necesitado. Agradezco a la Universidad Católica de Cuenca, por darme la oportunidad de estudiar y ser un buen profesional.

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicado con todo el cariño y amor a mi querida hija Leslie, ella tuvo que soportar largas horas y días sin la compañía de su papá, sin poder entender a su corta edad, del porque prefería estar al frente de un computador y no estar jugando con ella o descansando junto a ella, a pesar de todo eso, todo este esfuerzo es dedicado a ella, ya que tu cambiaste mi vida.

A mí amada esposa Gladis Marlene, siempre estuviste junto a mí apoyando en mis proyectos y sobre todo con mi hija, mis queridos padres Eduardo, Beatriz por su apoyo incondicional, quienes se sacrificaron por mi bienestar y me enseñaron a luchar para vencer los obstáculos que se presentan en el día a día. Toda mi familia, de manera especial a los seres más maravillosos quienes siempre creyeron en mí y me apoyaron incondicionalmente en todo momento mis queridos hermanos quienes fueron mis guías desde pequeño.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CARATULA.....	I
DECLARACIÓN.....	II
CERTIFICACIÓN	III
AGRADECIMIENTOS	IV
DEDICATORIA	V
ÍNDICE DE CONTENIDO	VI
LISTA DE FIGURAS.....	IX
LISTA DE TABLAS.....	XI
LISTA DE ANEXOS.....	XII
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
CAPITULO I.....	5
1.1 DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS TIPOS DE FIBRA ÓPTICA PARA REDES FTTH.	5
1.1.1 DEFINICIÓN DE FIBRA ÓPTICA.....	5
1.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS FIBRAS ÓPTICAS.	5
1.1.2.1 Atenuación	6
1.1.2.1.1 Extrínsecas.....	6
1.1.2.1.2 Intrínsecas.	6
1.1.2.1.3 Ancho de banda.....	6
1.1.2.2 Apertura numérica.	7
1.1.3 TIPOS DE FIBRA ÓPTICA PARA REDES FTTH.	7
1.1.3.1 Fibra multimodo.....	8
1.1.3.2 Fibra Monomodo.	8
1.1.4 TIPOS DE FIBRAS OPTICAS Y USOS	9
1.2 PERDIDAS DE POTENCIA QUE EXISTE EN LAS REDES FTTH.	9
1.2.1 PERDIDAS EN UNA FIBRA OPTICA.	9
1.2.2 CALCULO DE ATENUACIÓN.	10
1.3 ARQUITECTURAS DE LAS REDES FTTH.	11
1.3.1 RED DE ACCESO.	11
1.3.1.1 OLT (Optical Line Terminal).	11
1.3.1.2 ONT (Optical Network Terminal).	12
1.3.1.3 ODN (Optical Distribution Network).	12
1.3.1.3.1 Splitter.	13
1.3.2 TOPOLOGIA DE LA RED FTTH	14
1.3.3 CONFIGURACION PUNTO MULTIPUNTO	14
1.3.4 ARQUITECTURA EN ESTRELLA O EN ARBOL	14
1.3.5 ARQUITECTURA EN BUS.....	15
1.3.6 ARQUITECTURA EN ANILLO	16
1.4 INDICES DE PROTECCION IP PARA LA FIBRA OPTICA EN MUFAS.....	16
1.4.1 EL ÍNDICE DE PROTECCIÓN IP	17
1.5 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE PRUEBA A SER UTILIZADOS	19
1.6 MEDICION Y USO DEL OTDR	19
1.6.1 EL OTDR	19
1.6.2 MEDIDOR DE POTENCIA	22

CAPITULO II.....	23
2.1 ESTADO ACTUAL DE LA RED FTTH GPON DE LA EMPRESA PUNTONET.....	23
2.1.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE DATOS EN CAMPO SECTOR CIUADDELA INGENIEROS.....	23
2.1.2 ESQUEMA DE LA RED EN LA CIUADDELA DE LOS INGENIEROS.....	24
2.1.2.1 CLIENTES DE LA EMPRESA PUNTONET SECTOR CIUADDELA DE LOS INGENIEROS.....	27
2.1.3 DATOS DE LAS LLAMADAS GENERADOS POR INTERMITENCIA.....	27
2.2 MEDICION DE POTENCIA Y ATENUACION CON EL OTDR.....	30
2.2.1 MEDICION DE POTENCIA CON EL OTDR.....	30
2.3 DETERMINACION DE LAS DISTINTAS MEDIDAS REALIZADAS EN CAMPO.....	33
2.3.1 MEDICIONES REALIZADAS EN EL OLT Y SPLITER.....	33
2.3.1.1 MEDIDA DE POTENCIA A LA SALIDA DEL PUERTO DEL OLT.....	33
2.3.1.2 MEDIDA DE LA POTENCIA A LA SALIDA DEL SPLITER 1/4.....	34
2.3.1.2 MEDIDA DE LA POTENCIA A LA SALIDA DEL SPLITER 1/16.....	35
2.3.1.3 CALCULO DE LA POTENCIA DE LA RED FTTH GPON EN LA CIUADDELA DE LOS INGENIEROS.....	35
2.4 SIMULACION CON SOFTWARE OPTISYSTEM DE LA RED FTTH.....	38
2.4.1 SIMULADOR OPTISYSTEM.....	38
2.4.2 SIMULACION DE LA RED EN EL SOFTWARE OPTISYSTEM.....	38
2.4.2.1 MEDICIONES DE POTENCIA EN EL TRAYECTO.....	41
2.4.2.2 DIAGRAMA DE OJO SIMULADO EN LA RED FTTH IDEAL.....	43
2.4.2.3 DIAGRAMA DE OJO Y MEDIDA DE POTENCIA AL ATENUAR LA RED FTTH.....	46
2.5 DESCRIPCION DE LOS NIVELES DE POTENCIA MEDIDOS EN CAMPO.....	47
CAPITULO III.....	49
3.1 TABULACION Y COMPARACION DE LOS RESULTADOS MEDIDOS CON RESPECTO A LOS DATOS SIMULADOS.....	49
3.1.1 TABULACION DE LOS DATOS MEDIDOS.....	49
3.1.2 TABULACION DE LOS DATOS CALCULADOS.....	49
3.2 PROPUESTA PARA MEJORAR LA EFICIENCIA EN LA RED FTTH MEDIANTE LOS PARAMETROS OBTENIDOS DE LA SIMULACION VERSUS LAS MEDIDAS.....	50
3.2.1 MEDICIONES REALIZADAS DESPUES DE LAS CORRECCIONES HECHAS EN CAMPO.....	51
3.2.1.1 POTENCIA MEDIDA EN EL SPLITER 1/16 ANTES DE LOS CAMBIOS REALIZADOS.....	51
3.2.1.2 POTENCIA MEDIDA A LA SALIDA DEL OLT ANTES DE LOS CAMBIOS REALIZADOS.....	52
3.2.1.3 DISTANCIA MEDIDA DESDE EL ODF HASTA EL SPLITER 1/4.....	52
3.2.1.4 CORECCIONES REALIZADAS EN LAS MANGAS DE PASO DESPUES DE LA MEDICIONES REALIZADAS.....	53
3.2.1.5 FOTOGRAFIAS Y CAPTURAS DE LOS MANTENIMIENTOS Y MEDICIONES REALIZADAS DESPUS DEL PLAN DE ACION.....	55
3.2.2 PARAMETROS FISICOS MÁS DETERMINATES PARA LA CONSTRUCCION DE LA RED DE FIBRA FTTH.....	59
3.2.2.1 HERRAMIENTAS EQUIPO DE SEGURIDAD Y SEÑALIZACION VIAL.....	60
3.2.2.1.1 HERRAMIENTAS.....	60
3.2.2.1.2 EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL.....	60
3.2.2.1.3 SEÑALIZACION VIAL.....	60
3.2.2.2 DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO PARA TENDIDO DE FIBRA OPTICA.....	61
3.2.2.3 ARMADO DE MANGAS DE EMPLAME.....	64
3.2.2.3.1 PEPARACION DEL CABLE.....	64
3.2.2.3.2 ORGANIZADO DE LOS HILOS DE FIBRA EN LA BANDEJA DE EMPLAMES.....	64
3.2.2.3.3 MATERIALES HERRAMIENTAS Y FUSIONES DE LOS HILOS DE FIBRA.....	65
3.3 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DATOS MEDIDOS RESPECTO LOS DATOS SIMULADOS.....	67
CAPITULO IV.....	69
CONCLUSIONES RECOMENDACIONES Y ANEXOS.....	69
4.1 CONCLUSIONES.....	69
4.2 RECOMENDACIONES.....	70
4.3 ANEXO.....	71
NEXO A.....	71
NEXO B.....	72

ANEXO C	73
ANEXO E	75
ANEXO F.....	76
CAPITULO V	77
BIBLIOGRAFÍA.....	77

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1 Fibra Atenuada	6
Fig. 2 Grafico de ancho de banda.....	7
Fig. 3 Fibra Multimodo	8
Fig. 4 Fibra monomodo	8
Fig. 5 Pérdidas de potencia en una fibra óptica.....	9
Fig. 6 Acondiciona de fibra en el poste	10
Fig. 7 Atenuación en redes de fibra óptica.....	11
Fig. 8 OLT Marca Calix	12
Fig. 9 ONT Calix T071.....	12
Fig. 10 ODN Red de distribución Óptica.....	13
Fig. 11 Splitter divisor Óptico	13
Fig. 12 Red Punto Multipunto	14
Fig. 13 Arquitectura En Estrella o En Árbol	15
Fig. 14 Topología en Bus.....	15
Fig. 15 TOPOLOGIA EN ANILLO.....	16
Fig. 16 Manga Tipo domo 96P.....	16
Fig. 17 Curva de un OTDR EXFO al realizar las mediciones	20
Fig. 18 Medición Equipo OTDR.....	21
Fig. 19 Pruebas con medidor de potencia en Línea	22
Fig. 20 Esquema red Puntonet	23
Fig. 21 Red Troncal FTTH Ciudadela Ingenieros	24
Fig. 22 Ubicación Spliter 1/4	25
Fig. 23 Manga 1	26
Fig. 24 Clientes en la ciudadela de los Ingenieros.....	27
Fig. 25 POTENCIA A LA SALIDA DEL PUERTO DEL OLT.....	30
Fig. 26 POTENCIA A LA SALIDA DEL SPLITER 1/4	31
Fig. 27 Grafica del Hilo de fibra.	32
Fig. 28 Potencia de la ONT medida en el OLT	32
Fig. 29 Medida de potencia a la salida del Puerto OLT	34
Fig. 30 POTENCIA A LA SALIDA DEL SPLITER 1/4	34
Fig. 31 Potencia a la salida del spliter 1/16.....	35
Fig. 32 Diagrama para cálculo de enlace.....	36
Fig. 33 Imagen Optisystem	38
Fig. 34 Red FTTH - GPON ciudadela los ingenieros en Optisystem	39
Fig. 35 OLT en el programa optisystem.....	40
Fig. 36 Cable de Fibra Óptica que enlaza el OLT con el Splitter 1/4.....	40
Fig. 37 Red de FTTH con spliter 1/4, 1/6, y los clientes.....	41
Fig. 38 Potencia y el diagrama del Spectrum a la salida del OLT	41
Fig. 39 Potencia antes del ingreso al spliter 1/4	42
Fig. 40 Potencia a la salida del spliter 1/4	42
Fig. 41 Potencia a la salida del Splitter 1/16 y en el cliente	43
Fig. 42 Diagrama de OJO interferencia	44
Fig. 43 Diagrama de Ojo en el ONT	45
Fig. 44 Diagrama de Ojo atenuada la red principal 3dBm.....	46
Fig. 45 Red Atenuada 3dBm	47

Fig. 46 Potencia a la entrada del ONT y salida del Splitter 1/16 Atenuada 3dBm	47
Fig. 47 Potencia simulada a la entrada del ONT.....	48
Fig. 48 Potencia Medida a la entrada de la ONT	48
Fig. 49 Potencia medida en la manga	51
Fig. 50 Potencia a la salía del OLT	52
Fig. 51 Distancia desde el ODF hasta el spliter 1/4	52
Fig. 52 Estado Manga de Paso.....	53
Fig. 53 Correcciones Manga de paso hacia el spliter 1/4.....	53
Fig. 54 Distancia medida después de las correcciones	54
Fig. 55 Estado manga Splitter 1/4	55
Fig. 56 Manga con spliter 1/4 después del mantenimiento.....	56
Fig. 57 Potencia a la salida del spliter 1/4	56
Fig. 58 Distancia medida desde la manga que contiene el spliter 1/4 hasta el ODF	57
Fig. 59 Estado Manga Splitter 1/16 antes del mantenimiento.....	57
Fig. 60 Manga con spliter 1/16 después del mantenimiento	58
Fig. 61 Distancia desde el Splitter 1/16 hasta el spliter 1/4.....	58
Fig. 62 Potencia a la salida del Splitter 1/16	59
Fig. 63 Des bobinado del cable en forma de ochos	61
Fig. 64 Reserva de cable en el poste	62
Fig. 65 Flecha de seno de cada poste longitud de 20 a 30 cm	62
Fig. 66 Des bobinado del cable.....	63
Fig. 67 Tensado de fibra	63
Fig. 68 Tendido total del vano.....	63
Fig. 69 Preparado de la fibra y la manga para la fusión	64
Fig. 70 Equipos y herramientas para fusión de fibra.....	65
Fig. 71 Pelado del hilo de fibra	65
Fig. 72 Limpieza y corte de fibra	66
Fig. 73 Fibras en la ranura de la Fusionadora.....	66
Fig. 74 Fusión de los hilos de fibra con pérdida de 0.01 dBm.....	67
Fig. 75 Potencia medida Versus Potencia Simulada.....	68
Fig. 76 Control de Hilos Splitter.....	73
Fig. 77 Fiscalización de hilos de fibra utilizados	74
Fig. 78 Distancias de seguridad	75
Fig. 79 Distancias de instalación del cable de fibra óptica	76

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Velocidades de los cables	5
Tabla 2 Pérdidas en Splitter	14
Tabla 3 Protección de la primera cifra	17
Tabla 4 Índice de Protección Cifra dos	18
Tabla 5 FILTRO DATOS TABLA DINAMICA DE LLAMAS POR MAL SERVICIO	28
Tabla 6 CLIENTES CON SERVICIO INTERMITENTE.....	28
Tabla 7 CLIENTES CON EL SERVICIO INTERMITENTE POR POTENCIA ALTA.....	29
Tabla 8 Calculo de la potencia.....	37
Tabla 9 POTENCIA TOTAL QUE DEBE DE SALIR DEL SPLITER 1/16	37
Tabla 10 Potencia Medida.....	49
Tabla 11 Potencia Simulada	50

LISTA DE ANEXOS

Anexo A Red FTTH Ciudadela de los ingenieros empresa Puntonet.....	71
Anexo B Simulación Optisystem	72
Anexo C Control Hilos Splitter	73
Anexo D Fiscalización de hilos de fibra utilizados	74
Anexo E Distancias de seguridad.....	75
Anexo F Distancias de instalación del cable de fibra óptica	76

RESUMEN

La importancia de tener redes de fibra óptica eficientes en la actualidad y con esto la estabilidad en los servicios que se brinden por este medio, es de suma importancia, razón por la cual se realiza esta investigación que titula “Mejorar la eficiencia en la potencia de la red FTTH con tecnología G-PON de la empresa Puntonet en la ciudad de Cuenca sector ciudadela de los ingenieros” la misma que tiene como objetivo analizar las pérdidas de potencia sobre la red en mención, para esto se deberá seguir el siguiente procedimiento: Estudiar los conceptos fundaménteles sobre FTTH y además las arquitecturas principales para el despliegue de este tipo de redes; posteriormente, se indicara los dispositivos que serán usados para levantar la información en campo, los mismos que se utilizaran para realizar mediciones de la potencia en la red de fibra óptica, con la cual se podrá contrastar los valores medidos respecto a los datos simulados. La información obtenida se usará para levantar un plan de acción y de esta manera mejorar la potencia inestable en este segmento de red, para que al final se pueda llegar a conclusiones, recomendaciones y dejar planteado inquietudes de futuras investigaciones dentro del área de las redes FTTH. Con esta investigación se aportará con conocimiento para que las empresas de telecomunicaciones pueden reducir los inconvenientes generados en sus redes, mismos que son directamente reflejados con el grado de satisfacción de sus clientes; logrando a más de una solución técnica, reducir los costos de producción.

Palabras clave: Eficiencia, Potencia, Fibra Óptica, FTTH, Simulación.

ABSTRACT

The importance of having efficient fiber optic webs nowadays and with this, the stability of the services offered to the end of this means is of an absolute importance. This is the reason for this research called “Efficiency improvement in the powering of the FTTH web with G-PON technology, by Puntonet in the city of Cuenca, sector Ciudadela de los Ingenieros”, which objective is analyse the losses of power on the said web, for which the following procedure should be followed:

Study the fundamental concepts about FTTH and main architectural features the displacement for these type of webs; afterwards, it will be indicated the type of means that will be used to obtain the information in the field, that will be utilized to stablish the measuring of the power on the fiber optics, with which it will be posible to the measured values with respect to the simulated data. The information obtained will be used to rise an action plan and this way to improve the unstable power on this segment of the web so that at the end it will be possible to arrive to conclusions, reccomendations and stablish aspects for future researches in the area of the FTTH webs. With this research, there will be a contribution with knowledge, so that communication companies could reduce inconveniences originating on their webs, which are directly reflecte with an amount of satisfaction of their clients, in this way beeing able to reach not only a technical solution but also a reduction in their production.

KEY WORDS: Efficiency, Power, Fiber Optic, FTTH, Simulation

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, en el país se ha evidenciado un incremento de personas que se encuentran conectadas al internet, según el INEC “Instituto Nacional de estadística y Censos”, el 32.8% de los hogares a nivel nacional tienen acceso a internet, clasificado de la siguiente manera, en el área urbana el crecimiento es de 9.6 puntos con respecto hace 4 años; mientras que en las zonas rurales el crecimiento muestra un incremento de 8.9 puntos (INEC, 2015). Con la aparición de las distintas redes sociales y diferentes plataformas investigativas, el consumidor o el usuario requiere una mayor velocidad en la transmisión de datos ya que de esta manera podrá optimizar el tiempo, entonces se ha incrementado el número de usuarios para las empresas de telecomunicaciones, y con esto cada vez se demanda más ancho de banda, por tanto se ha visto la aparición de nuevas arquitecturas (News Silicon, 2010). La fibra es el medio de comunicación que envía señales mediante pequeños hilos de fibra de vidrio, por la cual la información viaja de forma más rápida y eficiente; para que el usuario pueda navegar a mayor velocidad (Association, The Fiber Optic, 2014). Por tal razón esta investigación se centrará en realizar una propuesta de mejora, para tener una potencia eficiente de acorde a normativas en la red FTTH de la empresa Puntonet en la ciudad de Cuenca sector ciudadela de los ingenieros, debido que se ha evidenciado perdidas de potencia en la red FTTH en dicho sector.

En el primer capítulo, se expondrá los conceptos necesarios sobre redes de fibra óptica que serán utilizados para poder realizar la investigación, así como las diferentes arquitecturas y tecnologías en referencia a las redes FTTH, se dará una explicación general de los equipos de medición que son utilizados para detectar las pérdidas de potencia en las red FTTH. Seguidamente en el capítulo dos, se realizara el levantamiento de la información sobre la red FTTH de la empresa Puntonet, en el mismo se deberá de realizar diferentes mediciones para luego poder contrastar los datos medidos con respecto a los datos que se simularan, con esto se podrá dar una descripción de los niveles de potencia que se tiene actualmente en el campo. En los capítulos 3 y 4, se mostrara la tabulación de las mediciones realizadas, con la cual se presentará una propuesta de mejora, con respecto a los parámetros físicos más determinantes, en la red FTTH de la empresa Puntonet, por último se presentará las respectivas conclusiones, recomendaciones y anexos que saldrán de esta investigación.

La importancia que tiene la presente investigación para la empresa Puntonet y sus clientes, es que se dará una propuesta de mejora a su red FTTH, debido a que sus indicadores muestra; que existe un número alto de reclamos y visitas por las pérdidas de potencia en la red FTTH,

con esto se contribuirá a que el cliente se mantenga conforme con el servicio que brinda Puntonet.

De acorde a las normativas vigentes planteadas por la empresa QFC, se debe de seguir y cumplir con parámetros estrictamente técnicos en la construcción física de las redes FTTH, siguiendo esta normativa en dicha construcción de redes FTTH, se tiene los resultados requeridos, con la cual se contribuye a cumplir el objetivo planteado que es mejorar la potencia en la red FTTH.

CAPITULO I

1.1 DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS TIPOS DE FIBRA ÓPTICA PARA REDES FTTH.

1.1.1 DEFINICIÓN DE FIBRA ÓPTICA

La fibra óptica es el medio de transmisión para transporte de datos he internet, el más avanzado en la actualidad y el único capaz de satisfacer los nuevos servicios que requieren las redes de nueva generación (Millán Tejedor, 2010, pág. 29). Entonces según (Association, The Fiber Optic, 2014) “la fibra óptica es una tecnología de transmisión de luz a través de pequeños hilos de fibras ópticas, por lo general son de vidrio y también se lo pueden encontrar de plástico”. El grosor de estos hilos de fibra se puede asemejar a la de una cabello humano, el mismo que es aproximadamente de 0,1mm, el tipo de señal que transporta la fibra óptica es digital en forma de pulsos la misma que es apropiada para transmitir datos a velocidades muy altas.

Al realizar comparaciones de las diferentes tecnologías como es el cobre, el coaxial y el par trenzado se tiene la siguiente tabla donde podemos observar las tazas de información de cada una de ellas.

Tabla 1 Velocidades de los cables

Enlace de:	Velocidad de transmisión (de referencia)
Cable con conductores de cobre (par trenzado)	Hasta 20 Mbps
Cable coaxial	Hasta 1000 Mbps
Fibra óptica	Más de 35 Tbps.

Fuente: (Schmidberg, 2012).

El cable de fibra óptica soporta distancias mayores entre repetidoras, esta distancia puede estar del orden de los 100 Km (Schmidberg, 2012).

1.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS FIBRAS ÓPTICAS.

Los sistemas de fibra óptica tienen muchas ventajas sobre los sistemas basados en metales y redes inalámbricas, las características que tiene la fibra óptica son sustanciales y se ven reflejados en interferencia, atenuación y anchos de banda. Además algo fundamental que se tiene con las redes ópticas, es que permite un crecimiento con respecto al espacio lo primordial de este tipo de redes es que son inmunes a la interferencia electromagnética (EMI) y a la interferencia de radio frecuencia (RFI) también se eliminan los rayos y la interferencia que producen las redes eléctricas de alta tensión. Este tipo de características que tienen las

redes ópticas hace que sea un sistema de nueva generación ya que puede operar sin ningún inconveniente en condiciones de interferencia EMI y RFI. (CISCO, 2004).

Dentro de las características de la fibra óptica y conjuntamente con ellas las redes, se tienen las siguientes que se presenta a continuación en los siguientes ítems. Entonces se hablara de atenuación, ancho de banda, y apertura numérica.

1.1.2.1 Atenuación

Se pierde una parte de la señal que transmite la red de fibra óptica en el núcleo, pese a que no existe refracción en este tipo de red. Las mediciones se lo realizan en decibelios (dB) por unidad de longitud (dB/Km). Las pérdidas son causadas por varios factores entonces se clasifican en: Extrínsecas / Intrínsecas. Básicamente la atenuación es la disminución de la potencia de la señal óptica transmitida por un equipo activo (FibreMex, 2017).

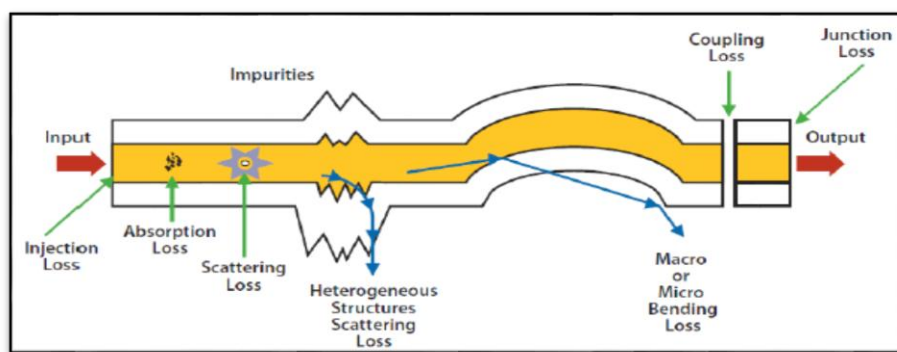


Fig. 1 Fibra Atenuada
Fuente: (Schmidberg, 2012)

1.1.2.1.1 Extrínsecas

Este tipo de pérdidas son causadas por las curvaturas que se pueden llegar a tener al momento de realizar las instalaciones, por lo general se dan por no seguir procedimientos y normativas adecuadas, las micro curvaturas influyen a largas distancias al momento de realizar las mediciones respectivas (CONECTRONICA, 2016).

1.1.2.1.2 Intrínsecas.

Este tipo de pérdidas se dan por la inherencia que tiene la fibra, que son la absorción por el agua en forma de iones, las irregularidades en el proceso de fabricación del núcleo (CONECTRONICA, 2016).

1.1.2.1.3 Ancho de banda

Se refiere a la capacidad del medio para transmitir o transportar la información a grandes velocidades, la cual puede ser inversamente proporcional a las pérdidas: mayor ancho de

banda = pérdidas más bajas. Entonces el ancho de banda puede ser calculado según la siguiente fórmula $B_{Total} = (B^{-2}modal + B^{-2}cromática)^{-1/2}$, la dispersión cromática es un pulso compuesto por varias longitudes de onda, entonces cada longitud de onda va a viajar a diferente velocidad (Association, The Fiber Optic, 2014).

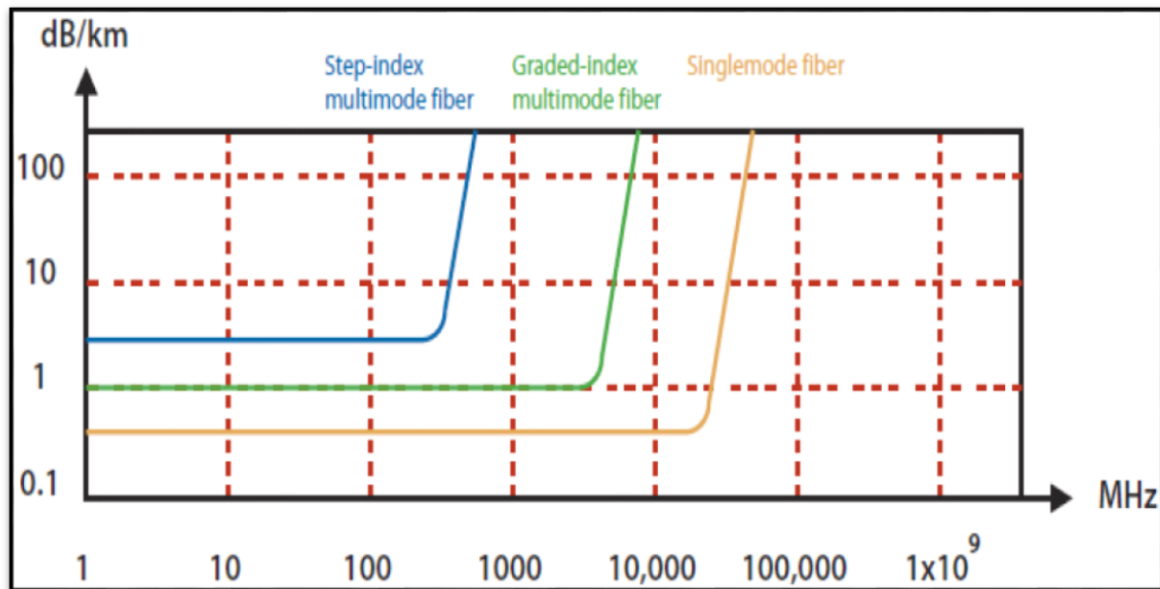


Fig. 2 Grafico de ancho de banda
Fuente: (Schmidberg, 2012).

Los anchos de banda son definidos generalmente como producto del alcance en kilómetros por la capacidad espectral que pueden ser transportado por un medio de transmisión (Schmidberg, 2012).

1.1.2.2 Apertura numérica.

Es el ángulo máximo de acoplamiento para que los rayos de luz, sean capturados de la mejor manera por el núcleo de la fibra. Por lo tanto a mayor apertura numérica las pérdidas en la fibra serán más bajas (CONECTRONICA, 2016).

1.1.3 TIPOS DE FIBRA ÓPTICA PARA REDES FTTH.

Las siglas FTTH son conocidas como Fibre-to-the-home fibra hasta el hogar, este tipo de red es usado para brindar el servicio de internet para clientes residenciales, el tipo de red es fibra punto multipunto, es decir; por un hilo de fibra óptica puede pasar varios clientes, según la normativa ITU-T G.989 dice que “la red de distribución óptica (ODN) es una red que está compuesto por componentes ópticos pasivos, los mismos que están interconectados a dispositivos activos, la parte del ODN es lo que está compuesto solo por equipos pasivos entonces sería la red troncal hasta la distribución” (International Telecommunication Union, 2015), esta normativa explica lo que es la red de la parte del ODN y el tipo de fibra a utilizar

que es la mono modo, esto dependerá de la distancia y netamente del tipo de servicio que se ofrecerá al cliente.

1.1.3.1 Fibra multimodo.

Este tipo de fibras con los que permiten la propagación del haz de luz de más de un modo es decir de más de una trayectoria.

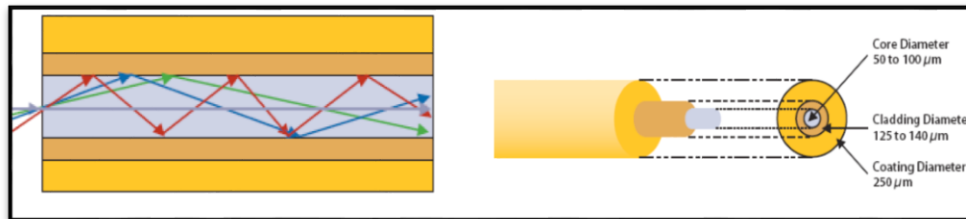


Fig. 3 Fibra Multimodo
Fuente: (Schmidberg, 2012)

Este tipo de fibra es de fácil acoplamiento de la luz emitida por la fuente por lo tanto el núcleo será mayor en la fibra monomodo, es de fácil proceso para empalmes esto se logra debido al núcleo grande de esta fibra, además su bajo coste hace que varias empresas opten por usar este tipo de fibra para tendidos en oficinas y en edificios.

Una de las desventajas de esta fibra es el reducido ancho de banda que se da por la dispersión modal, la atenuación que se tiene en esta fibra esta alrededor de 3 dB/Km a 850 nm. Entonces se concluye que no se puede usar en distancias largas (Schmidberg, 2012).

1.1.3.2 Fibra Monomodo.

Este tipo de fibra nos permite la propagación del haz de luz en un solo sentido en su interior, por lo que con ello se logra una baja atenuación con un valor aproximado de 0,35 dB/Km a 1310nm y de 0,2 dB/Km a 1550nm. Esta fibra permite transportar grandes anchos de banda a velocidades altas, pero requiere fuentes de luz más costosas que a diferencia en el multimodo no se lograría, la fibra va a ser más costosa por ende la conectorización y las fusiones también van a ser más costosos (Schmidberg, 2012). En la siguiente figura fig.4 se muestra el núcleo de la fibra monomodo.

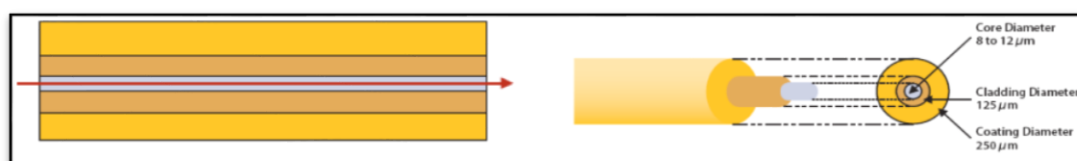


Fig. 4 Fibra monomodo
Fuente: (Schmidberg, 2012).

1.1.4 TIPOS DE FIBRAS OPTICAS Y USOS

Las fibras ópticas más usadas en la actualidad son la G.652X, esta fibra es usada en redes de acceso y la misma que fue diseñada para tener dispersión muy pequeña, la longitud de onda que puede pasar por la misma es de 1310 nm. Pero también este tipo de fibra es usado por la longitud de onda 1550 nm.

1.2 PERDIDAS DE POTENCIA QUE EXISTE EN LAS REDES FTTH.

1.2.1 PERDIDAS EN UNA FIBRA OPTICA.

En toda señal óptica con formato de pulso de luz, la misma que se propaga a través de la fibra óptica, tendrá una disminución en la potencia la misma que va a ser medida en dB o dB/Km, los mismos que son dependientes de la longitud de onda. En la siguiente grafica se puede observar la calidad de fibra óptica exigida para telecomunicaciones (Schmidberg, 2012).

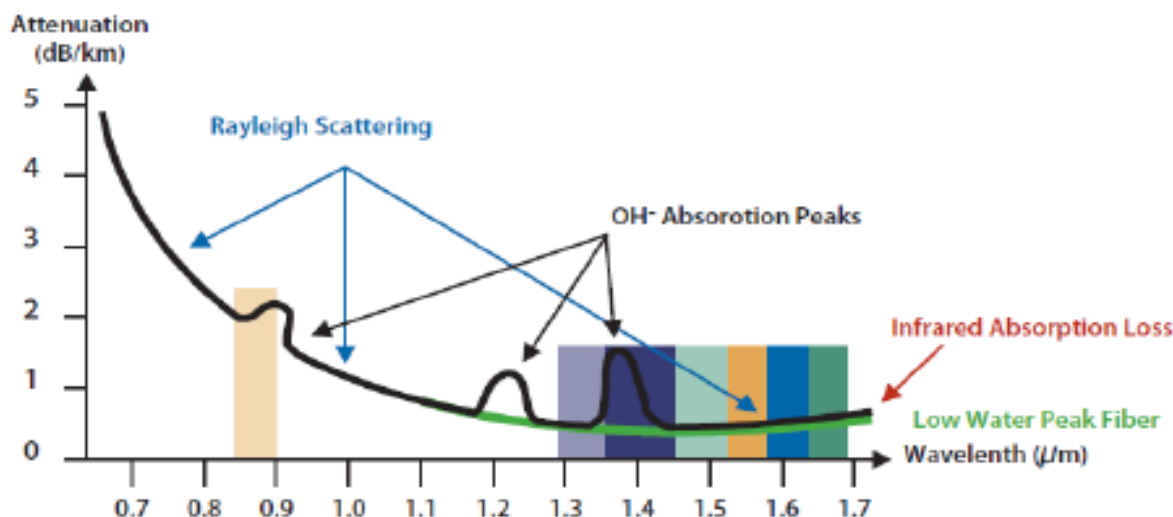


Fig. 5 Pérdidas de potencia en una fibra óptica
Fuente: (Schmidberg, 2012)

En una red de fibra FTTH se puede encontrar varios factores que hacen que se presenten pérdidas en la red, pueden ser por parámetros físicos como: dobleces en la fibra, suciedad en los patch de fibra, malas fusiones, mal acondicionamiento de los hilos de fibra en la bandeja porta empalmes, estos vienen dependiendo del número de hilos de fibra que se fusionaron y se encuentran dentro de las CDOE que son cajas de distribución óptica externa, por lo general las pérdidas son en las ODN que es la red de distribución óptica. En la figura 5 se puede ver una gráfica que muestra un tipo de atenuación, en esta gráfica se puede ver que esta fibra puede tener atenuaciones si no se la manipula y se realiza la construcción de alguna red siguiendo las recomendaciones necesarias y suficientes esta fibra tendrá atenuaciones y esto hará que tenga pérdidas o intermitencia en la red, antes de que se dé el visto bueno a una red

construida, se lo debe de realizar las pruebas y mediciones respectivas con el fin de evitar futuros problemas los mismos que pueden causar molestias y visitas a clientes que se encuentren en producción y generando molestias a los mismos.

En la figura 6 se puede ver el acondiciono de la fibra como reserva en un poste, este tipo de reserva de cable puede presentar pérdidas de potencia en la red de fibra al realizar las mediciones respectivas con el OTDR.



Fig. 6 Acondiciona de fibra en el poste
Fuente: (propia)

1.2.2 CALCULO DE ATENUACIÓN.

Para realizar el cálculo de la atenuación que se tiene en la fibra óptica en un enlace (dB/Km) se lo realiza conociendo la longitud de onda, la misma que nos brinda el emisor de luz que es el OLT y la distancia que hay de la misma hasta el la CDOE con la cual se puede determinar las pedidas por distancia en kilómetros.

La atenuación de fibra óptica dependerá netamente de la banda de transmisión, teniendo los siguientes valores. Según (Ruiz Sanz, 2011, pág. 88) “0,21 dB/Km para una longitud de onda de 1490nm y de 0,33 dB/Km para 1310nm”.

Entonces se tendrá atenuación por cada kilómetro según indicado en la figura 7, aunque no se tenga atenuada la red de fibra estas se generan por el mismo media, ya que en ningún medio no se tendrá perdida de cero, en las redes ópticas también se tiene considerables pérdidas por cada kilómetro y se deberá de tener en cuenta al momento de realizar un cálculo, estas pérdidas pueden ser consideradas, para que cuando se tenga que realizar las pruebas respectivas de potencia y de distancia en campo se tenga con que valores contrastar, con esto

se puede verificar si la red de fibra Óptica FTTH cumple los parámetros y está dentro de los valores calculados, se recomienda realizar el cálculo en la longitud de onda de los 1310 ya que es la longitud de onda más baja y los cálculos de simulación se lo debe de realizar al límite (Millán Tejedor, 2010).

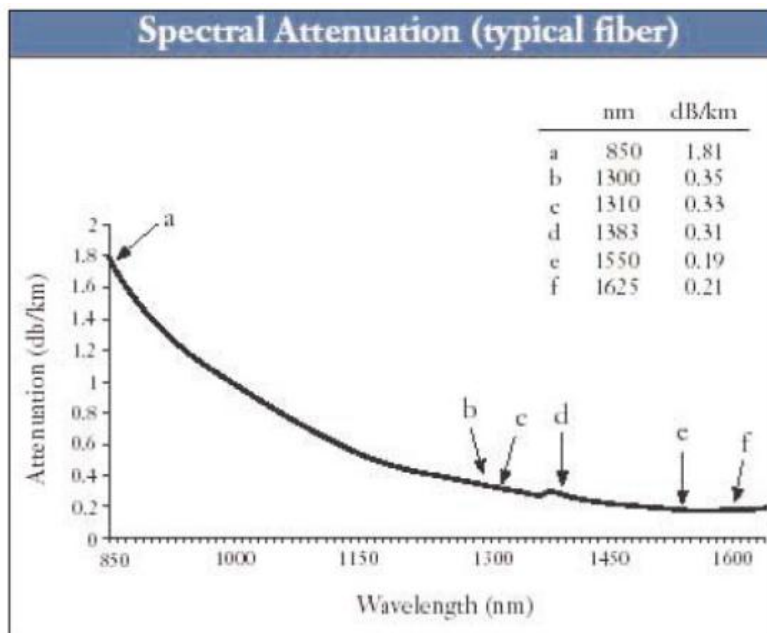


Fig. 7 Atenuación en redes de fibra óptica
Fuente: (Ruiz Sanz, 2011)

1.3 ARQUITECTURAS DE LAS REDES FTTH.

La arquitectura de las redes de fibra óptica FTTH (Fiber-to-the-home), es indispensable al momento de implementar una red de fibra óptica. La topología dependerá netamente de los servicios y paquetes que los proveedores van a ofrecer.

1.3.1 RED DE ACCESO.

La red de accesos consta de una serie de elementos pasivos en la cual se podrá encontrar los equipos necesarios para realizar las conexiones entre el proveedor de servicios y el cliente que sería el punto terminal. El nodo centra es lugar donde el proveedor realiza todas interconexiones hacia la red de acceso, a he esto se lo conoce como la última milla que se usa fibra óptica hasta el hogar (Arellano Pinilla, 2007).

Entonces se puede detallar que la red de acceso óptico está conformada o integrada por los siguientes elementos.

1.3.1.1 OLT (Optical Line Terminal).

El OLT llamado (Terminal óptico de línea) es un dispositivo activo que se encuentra localizado en las instalaciones del operador, en la actualidad estos equipos tienen

incorporados los medidores de potencia que nos detalla el estado del equipo terminal (Schmidberg, 2012).



Fig. 8 OLT Marca Calix
Fuente: (Calix, 2017)

En la figura 8 se muestra un OLT de marca Calix de la empresa del mismo nombre que es el equipo usado para transmitir e inyectar potencia a la red de fibra óptica con la cual forma parte de la red de acceso.

1.3.1.2 ONT (Optical Network Terminal).

La ONT es el terminal óptico de red, el mismo que es ubicado en el domicilio del cliente, este concepto fue creado por la ITU-T para describir a estas unidades ópticas las mismas que son usadas por un único usuario ya que es un equipo terminal para el cliente (Ruiz Sanz, 2011).

Esta unidad óptica de la red de FTTH PON o G-PON usa como equipo terminal uno como de la siguiente figura.



Fig. 9 ONT Calix T071.
Fuente: (Calix, 2017).

1.3.1.3 ODN (Optical Distribution Network).

La sigla ODN que quiere decir red de distribución óptica, es la parte de la red de fibra óptica que contiene todos los elementos pasivos. Entonces es todo el despliegue de la red

troncal como los tramos de fibra, los empalmes pero cuyo elemento principal es el Splitter (Ruiz Sanz, 2011).

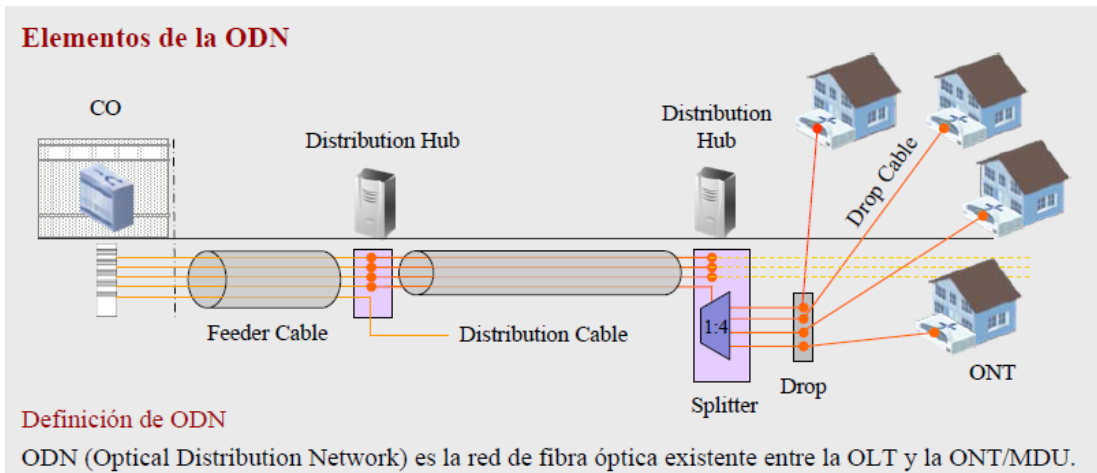


Fig. 10 ODN Red de distribución Óptica
Fuente: (Lattanzi & Graf, 2012)

1.3.1.3.1 Splitter.

Este elemento es el encargado de dividir la señal que emite la OLT, y la misma envía a los usuarios en varias señales hasta el ONT, estos elementos ópticos no requieren de alimentación eléctrica.

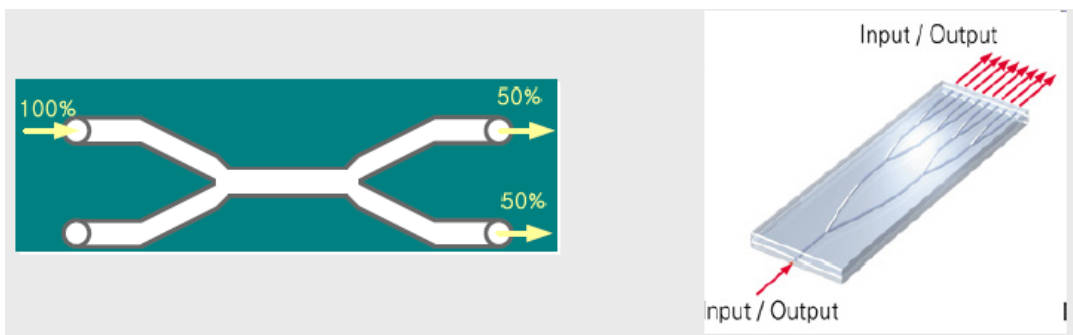


Fig. 11 Splitter divisor Óptico
Fuente: (Lattanzi & Graf, 2012)

La señal óptica de un Splitter depende netamente del número de puertos o salidas, la señal óptica que ingresa al Splitter se divide igual en cada una de las ramificaciones, se presenta el caso de un Splitter de 1x2 solo tiene dos ramificaciones o una división que soporta una pérdida de 3dB (50% en cada una de las ramificaciones), y así sucesivamente como se muestra en la tabla 2 (EXFO, 2012).

En una red FTTH pueden existir varios niveles de Splitter, esto dependerá de la topología o diseño de cada empresa la recomendación según la normativa G.984 de la ITU-T dice que se permita relaciones de divisores ópticos de hasta 1x32, mientras que en la siguiente normativa ya nos amplía la capacidad según la normativa G.984.6 de la ITU-T de hasta 1x64. Con la cual se puede sectorizar por ejemplo para una urbanización de 64 casas o más, donde todos

requieran el servicio con el mismo proveedor se puede usar un solo nivel de Splitter y con esto optimizar las CDOE que además deberá de estar colocada en un lugar estratégico y puntual para que las pérdidas por cada una de ellas no sean relevantes (EXFO, 2012).

Tabla 2 Pérdidas en Splitter

Numero de puertos	Perdidas de divisor (dB) Excluidas conexiones y perdidas de divisor excesiva
2	3
4	6
8	9
16	12
32	15
64	18

Fuente: (EXFO, 2012)

1.3.2 TOPOLOGIA DE LA RED FTTH

Para tener una red eficiente FTTH y brindar un servicio de calidad al usuario, la arquitectura de la red debe de ser lo más sencillo posible pero robusta, esto con el fin de minimizar los costos y poder brindar al cliente como última milla fibra óptica (Yaroslav, 2011).

1.3.3 CONFIGURACION PUNTO MULTIPUNTO

Las redes FTTH utilizan configuración punto multipunto, comúnmente se llama PON (Passive Optical Network) o también llamado red óptica pasiva, este tipo de redes utilizan elementos como los OLT, ODN y ONT con sus respectivos divisores ópticos. El objetivo de este tipo de arquitectura es reducir el precio o costo que se tiene en armar la red ya que debido a que se comparte un mismo cable desde el OLT hasta el Splitter (Schmidberg, 2012).

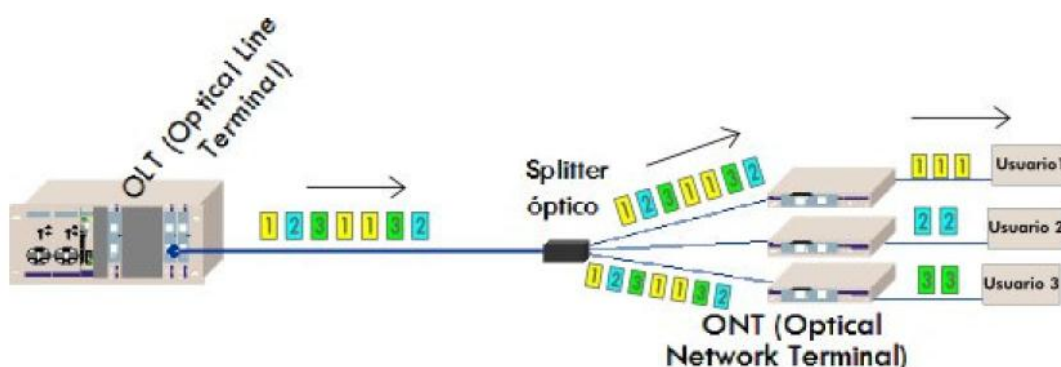


Fig. 12 Red Punto Multipunto
Fuente: (Schmidberg, 2012)

1.3.4 ARQUITECTURA EN ESTRELLA O EN ARBOL

Esta arquitectura es una de las más usadas en las redes FTTH ya que como se dijo anteriormente es por bajo costo en la implementación o en el despliegue de la red, el

funcionamiento de este tipo de topología es que mediante un Splitter se distribuya la red de fibra la misma que será alimentada desde una OLT y su recorrido final será el ONT que es colocado en el cliente o usuario final (Association, The Fiber Optic, 2014).

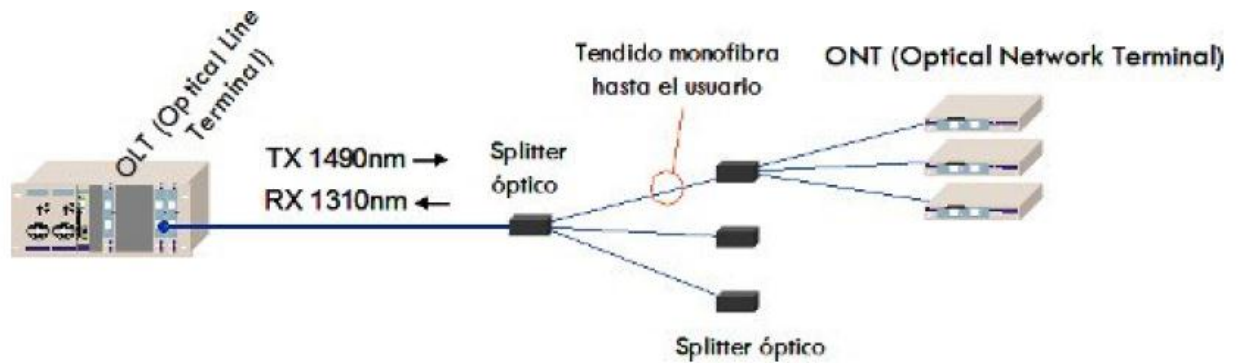


Fig. 13 Arquitectura En Estrella o En Árbol
Fuente: (Schmidberg, 2012)

Esta topología muestra una desventaja, como se puede observar en la figura 13 se presenta un corte de fibra en la red ODN en el tramo desde la OLT hasta el Splitter se verifica que todos los clientes que estén conectados al mismo se quedarán sin el servicio (Arellano Pinilla, 2007).

1.3.5 ARQUITECTURA EN BUS

La arquitectura en bus tiene su desventaja ya que el nodo central está conectado a los otros nodos mediante un cable de fibra la misma que es común para todos (Yaroslav, 2011).

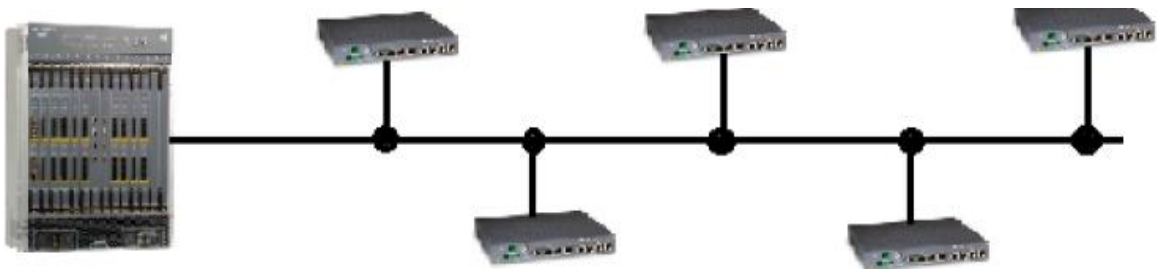


Fig. 14 Topología en Bus
Fuente: (International Telecommunication Union, 2015)

La desventaja de este tipo de red es que si en un tramo de la red se rompe la fibra, todos los demás usuarios que están después del corte se quedarían sin el servicio (Ruiz Sanz, 2011).

1.3.6 ARQUITECTURA EN ANILLO

Este tipo de enlace como su nombre lo indica consiste en un enlace común para todos los nodos es un sistema muy confiable ya que si se presenta un corte de fibra, el enlace automáticamente pasara a funcionar por la red de fibra redundante (FibreMex, 2017).

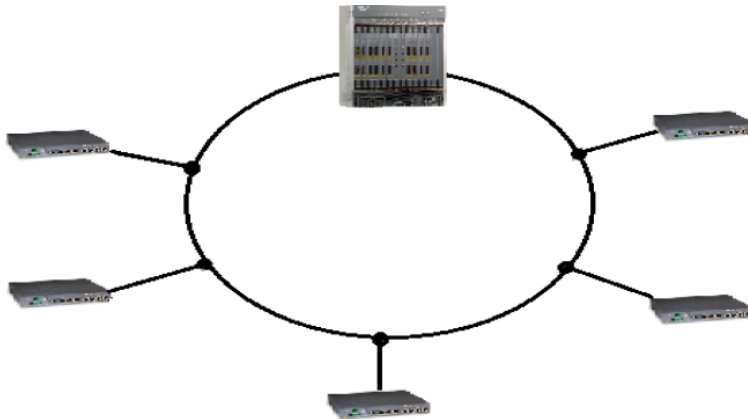


Fig. 15 TOPOLOGIA EN ANILLO
Fuente: (Yaroslav, 2011)

1.4 INDICES DE PROTECCION IP PARA LA FIBRA OPTICA EN MUFAS

El recubrimiento que debe de tener la fibra óptica es indispensable así como el acondicionado de la misma, muchos de los problemas se presentan, es debido a que no tiene un buen aislamiento y por lo general filtra el polvo y el agua en la parte interna de las mangas o mufas, estos elementos que forman parte de la las ODN y que en este estudio lo llamaremos CDOE que por sus siglas es la caja de distribución óptica externa.



Fig. 16 Manga Tipo domo 96P
Fuente: (PRYSMIAN, 2012)

Debe de tener un buen aislamiento con el objetivo de que los hilos de fibra se encuentren secos y libre de polvo, es fundamental que estos hilos de fibra estén en una caja hermética además deberá de resistir el sol y el agua o más bien el clima.

1.4.1 EL ÍNDICE DE PROTECCIÓN IP

La comisión electrotécnica internacional IEC por sus siglas en inglés (International Electrotechnical Commission), define el índice de protección por sus siglas en inglés Ingress Protection (IP) este índice es usado para determinar qué grado de protección tiene los equipos electrónicos con respecto a los agentes externos, y hace referencia puntualmente con la penetración de agentes sólidos o líquidos como el agua, para entender cómo interpretar esta normativa se explicara con un ejemplo (ILUMINET, 2008)

Supongamos que se tiene una manga de fibra óptica la misma que tiene el grado de protección de IP56, si se requiere interpretar estas siglas se deberá de enfocarse en la tabla 3 que nos explica cada detalle de la primera sigla que sería IP5 y la segunda IP6 que al unir las dos siglas nos da IP56.

Tabla 3 Protección de la primera cifra

Primer Dígito	Descripción	Características
0	Sin Protección	-
1	Cuerpos sólidos mayores o iguales a 50 mm de diámetro	-
2	Cuerpos sólidos mayores o iguales a 12 mm de diámetro	-
3	Cuerpos sólidos mayores o iguales a 2.5 mm de diámetro	-
4	Cuerpos sólidos mayores o iguales a 1 mm de diámetro	-
5	Penetración de polvo	No se impide por completo la entrada de polvo, pero la cantidad que logra penetrar permite al equipo seguir operando de manera óptima.
6	Totalmente aislado del polvo	Ninguna entrada de polvo

Fuente: (ILUMINET, 2008)

Con la siguiente tabla se determinara la protección con respecto a la siguiente cifra, y como ya se dijo anteriormente se verificara para tener claro la protección que tiene la manga.

Tabla 4 Índice de Protección Cifra dos

Segundo Dígito	Descripción	Características
0	Sin Protección.	-
1	Caída vertical de gotas de agua.	Gotas de agua cayendo sobre el equipo de forma vertical no tendrán efectos negativos sobre este.
2	Caída de gotas de agua con una inclinación máxima de 15 grados.	-
3	Caída de lluvia fina con inclinación máxima de 60 grados.	-
4	Salpicones de agua en todos los sentidos.	La caída de agua en cualquier dirección no tendrá efectos perjudiciales sobre el equipo.
5	Chorros de agua.	-
6	Fuertes chorros de agua.	-
7	Inmersión eventual.	La inmersión eventual y con baja presión no tendrá efectos perjudiciales sobre el equipo.
8	Inmersión prolongada.	El equipo es adecuado para la inmersión prolongada bajo las condiciones que especifica el fabricante.

Fuente: (ILUMINET, 2008)

Entonces al revisar la manga que tiene la protección IP56, se dirá que tiene la siguiente protección si vamos a la tabla 3, 5 nos indica que no es totalmente aislado del polvo pero la mínima cantidad que penetra no impide que el equipo funcione correctamente, el (6) entonces tenemos que verificar en la tabla 4 el ítem 6 indica que soporta fuertes chorros de agua.

Al final se concluye que la manga no es del todo resistente al polvo pero si resiste fuertes chorros de agua, entonces esta manga se podría usar para aislar la fibra óptica, prestara mayor atención con inspecciones permanentes debido a que se puede interpretar que el polvo va a ingresar a la manga de empalmes o donde se encuentran los Splitter que son los encargados de repartir la señal y con esto estar generando que existan perdidas de potencia.

1.5 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE PRUEBA A SER UTILIZADOS

Los equipos de prueba a ser utilizados son la parte fundamental en la revisión de un enlace con fibra óptica, los mismos que son necesarios para realizar las respectivas mediciones como potencia distancia que se tiene en la red de fibra óptica. Después de realizar la instalación física de la fibra óptica troncal o de acceso se requiere realizar pruebas dentro de todo este procedimiento esta las fusiones que se realizan en todo el trayecto de la ODN la red debe de ser probada (Association, The Fiber Optic, 2014).

En cada una de las redes armadas se debe de probar la continuidad, perdidas, y luego de esto poder solucionar cualquier tipo de problemas que pueda existir en la red; el equipo OTDR es el cual se puede usar para determinar fallas por fusiones, dobleces o por ultimo corte de fibra este equipo nos mostrar el punto en el cual se presenta el error.

1.6 MEDICION Y USO DEL OTDR

La mediciones que se debe de realizar en la red de fibra como se dijo anteriormente es para determinar las perdidas, atenuaciones y cortes, entonces se requiere de un equipo que nos brinde estas funcionalidades la cual se tiene con el OTDR (EXFO, 2012). Este equipo también es usado para realizar las mediciones de potencia a la salida del puerto del OLT y en el cliente a la entrada del ONT, con esto también podemos estimar las pérdidas que se tiene en todo el trayecto o recorrido de la red de fibra troncal o FTTH (flukenetworks, 2006).

1.6.1 EL OTDR

Los OTDR son los instrumentos de medición de fibra óptica más complejos, este equipo puede realizar trazas de una red de fibra óptica y mostrar gráficamente de forma instantánea las pérdidas que puede existir por fusiones, Patch, conectores o diferentes fallas que se puede tener en la red, estos equipos pueden medir distancias de la fibra desde un punto A hacia un punto B, como se muestra en la figura 17 (Association, The Fiber Optic, 2014). Estos equipos son usados siempre por personal técnico de plata externa para determinar fallas y la mayoría son estándar para fibras monomodo y multimodo, los OTDR usan la luz retrodispersa de la fibra para detectar perdidas, entonces al inyectar una fuente de luz en un hilo de fibra y al enviar por ella, el OTDR usa un pulso de luz de duración corta el cual es lanzado por un hilo de fibra el mismo que muestra en su pantalla los puntos en el cual se encuentra atenuada la red de fibra, esta traza puede ser analizada según la longitud con la cual se podrá determinar las pérdidas que existe en la red a ser analizada (flukenetworks, 2006).

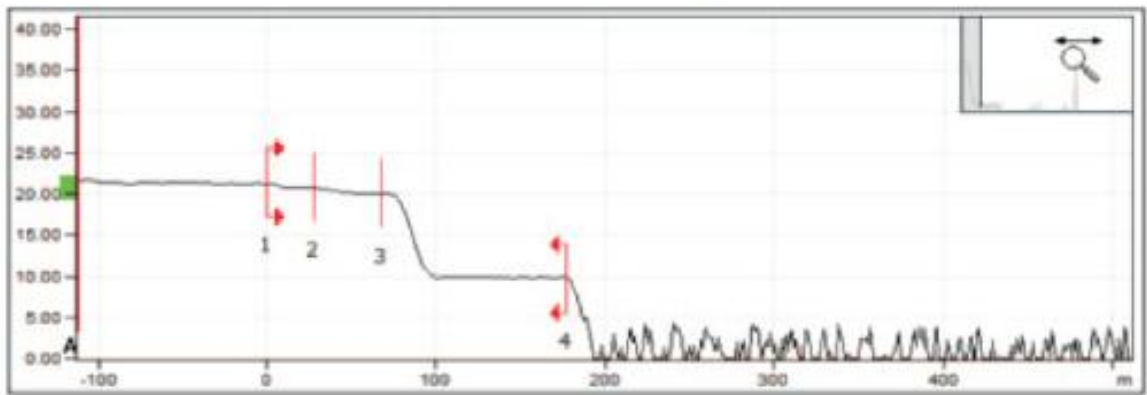


Fig. 17 Curva de un OTDR EXFO al realizar las mediciones
Fuente: (EXFO, 2012).

Para mediciones en redes FTTH, la técnica OTDR varía considerablemente de lo que se hace tradicionalmente en enlaces punto a punto, en redes FTTH es necesario realizar e interpretar varias mediciones para poder tener una adecuada caracterización de los eventos en el enlace. El proceso de medición y entrega de resultados lleva un tiempo aproximado de un minuto dependiendo del tipo de OTDR a ser utilizado, este equipo entrega un reporte que se pueda interpretar de forma muy sencilla de esta manera minimiza o el error humano (Chapter, 2015).

La siguiente imagen muestra un ejemplar de un análisis con un equipo OTDR realizando la medición de una red FTTH en la cual se puede observar que tiene las características que fue descrito anteriormente (Schmidberg, 2012). Los OTDR con capacidad de realizar mediciones con potencia en un hilo de fibra, son cruciales ya que de esta manera se puede determinar de forma más rápida y sencilla los puntos o los elementos que pudieran estar presentando atenuación; esto se puede comprobar al momento que se esté realizando activaciones de servicio o revisiones, en este caso se lo realizara como parte de la investigación por perdidas de potencia en la red FTTH (Association, The Fiber Optic, 2014).

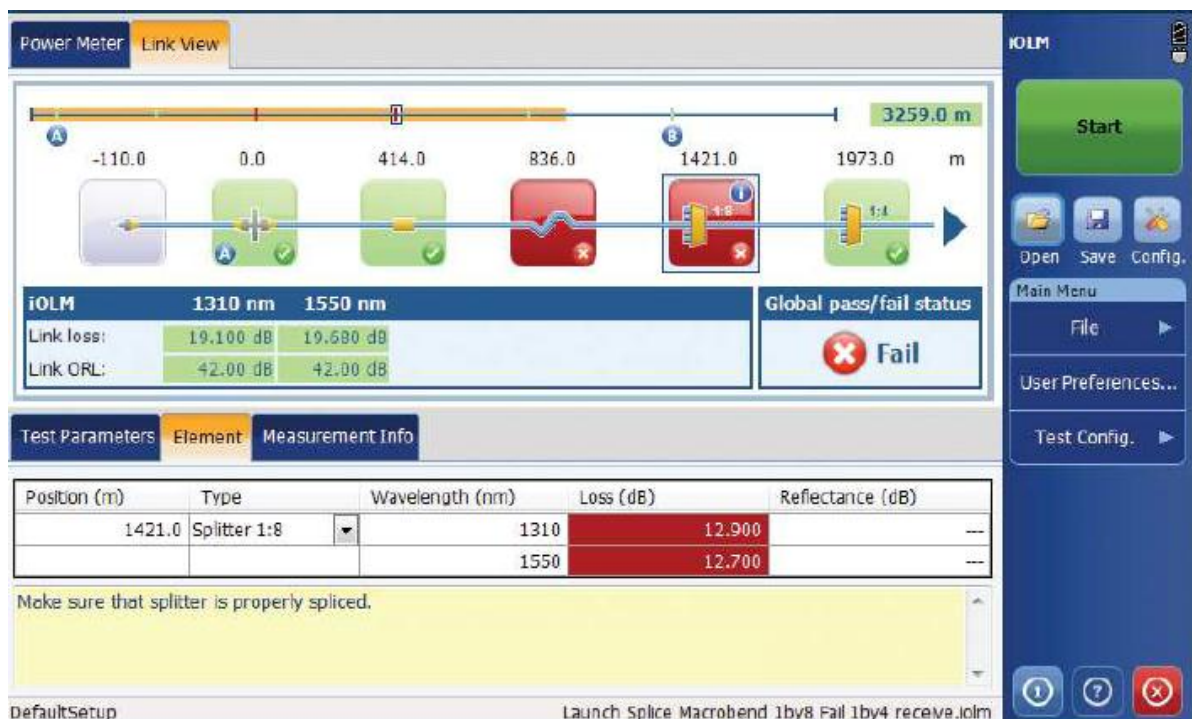


Fig. 18 Medición Equipo OTDR
Fuente: (Investigador).

Algunos OTDR vienen incorporados medidores de potencia y las exigencias mínimas que se requiere son los siguientes.

- ✓ Capacidad de medir transmisiones tanto ascendentes (a 1310 nm) como descendentes (a 1490 nm y 1550 nm).
- ✓ Capacidad de medir señales de ráfaga ascendentes (a 1310 nm)
- ✓ Capacidad de guardar resultados y generar informes coherentes para la integración con bases de datos de resultados ODN (OLTS y OTDR).

1.6.2 MEDIDOR DE POTENCIA

Un medidor de potencia efectivo es el que debe de ser capaz de realizar mediciones en sentido pass-through, sin interrumpir el funcionamiento de la ONT, este tipo de medidores se puede localizar en diferentes tramos de la red para determinar problemas cuando la red se encuentra inestable (Chapter, 2015).

En la siguiente figura se muestra la medición de potencia que también se lo realiza con OTDR que vienen incorporados los medidores de potencia y como ya se dijo son cruciales para verificar la red de fibra FTTH. Otro punto adicional es que en la actualidad la mayoría de OLTS tiene incorporados en su software medidor de potencia o también se los puede realizar un test de potencia, esto ayuda a verificar y determinar más rápido los problemas que se tiene en una red FTTH (Calix, 2017).

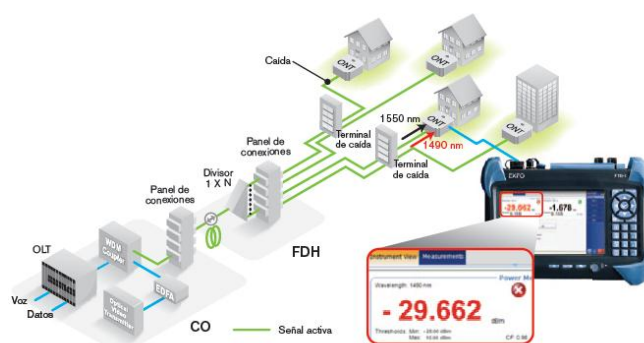


Fig. 19 Pruebas con medidor de potencia en Línea
Fuente: (EXFO, 2012).

En la figura 19 se muestra la potencia con el medidor de un OTRD EXFO, se puede apreciar el nivel de potencia que se tiene al final de un usuario el mismo que se encuentra conectado antes de la entrada al ONT, esa potencia dependerá del tipo de OLT al cual se realizando las pruebas potencia, y este se encuentre dentro del rango que maneje el OLT para que no presenten problemas en el enlace (EXFO, 2012).

CAPITULO II

2.1 ESTADO ACTUAL DE LA RED FTTH GPON DE LA EMPRESA PUNTONET

2.1.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE DATOS EN CAMPO SECTOR CIUDADELA INGENIEROS

La red G-PON FTTH de la empresa Puntonet se encuentra en constante crecimiento y desarrollo, debido a la gran demanda de sus clientes.

En el sector de la ciudadela de los ingenieros se ha detectado pérdidas de potencia en la red FTTH, razón por la cual se tiene quejas constantes de los clientes. En la figura 20 se muestra un esquema general de los niveles de splitter, esto va desde el OLT hasta el ONT equipo que se encuentra en el cliente, dentro de la red ODN se encuentra todos los splitter y la fibra óptica encargada de realizar la unión de cada segmento de red.

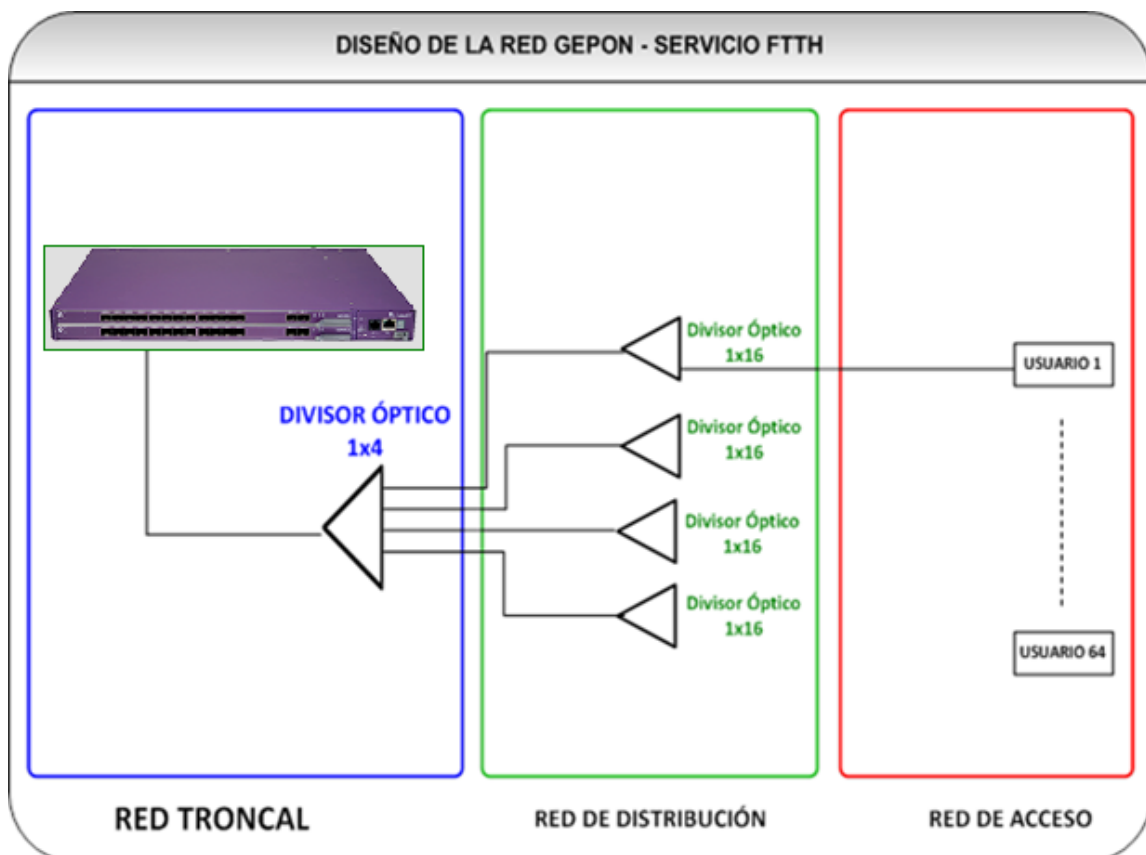


Fig. 20 Esquema red Puntonet
Fuente: (Investigador)

Es importante recalcar que la red de fibra FTTH de la empresa Puntonet, tiene como arquitectura el esquema que se muestra en la figura 20, la misma que se encuentra en producción en el sector donde se va a analizar las pérdidas de potencia, en estas redes se ha verificado un excesivo número de llamadas registrados por el call center de la empresa, y

de la ciudad de Cuenca, en la cual se centra nuestro tema de investigación, para este segmento de red se utiliza dos puertos G-PON del OLT equipo activo que se encuentra ubicado en el nodo de la empresa, también se puede apreciar en la figura 21 la ubicación del nodo donde se encuentra este equipo, además es el encargado de enviar potencia por los hilos de fibra que se encuentran en la troncal misma red (color rojo) y se puede también apreciar en la figura 21.

En la figura 22 podemos ver los splitter 1/4, que además como ya se dijo anteriormente se encuentra ubicados en puntos centrales de la ciudadela para que de esta manera se puede distribuir hacia los splitter 1/16. Se tendrá un dibujo para cada una de las rutas y estas rutas son las cajas terminales que les denominamos CDOE que a su vez cumplen la función de alojamiento de los splitter 1/16 lugar donde la fibra del cliente se une con la red del proveedor.



Fig. 22 Ubicación Spliter 1/4
Fuente:(Investigador).

La figura 23 es una muestra cómo se encuentra distribuidos los splinter en la ciudadela de los ingenieros, para cada uno de los splinter se ha realizado un tendido de fibra óptica desde el splinter 1/4 hasta el splinter 1/16. Según la arquitectura de red presentada en la figura 20 se debe de usar un hilo de fibra del splinter 1/4 hasta cada CDOE donde se instalara un splinter 1/16 a la cual llamamos manga, estas mangas tienen su respectiva numeración de acorde a cada uno de los proyectos se va incrementando.

En este sector se cuenta con un total de 8 mangas los mismos que se verifica que se encuentran habilitados desde los splinter 1/4 por tanto se tiene esa cantidad de mangas, el estado actual de la red en el sector ciudadela de los ingenieros cuenta con dos splinter 1/4 y

ocho spliter 1/16, con este número de hilos habilitado en el sector se tiene para un total de 128 clientes, ya que el puerto del OLT(Calix) que utiliza la empresa pueden registrarse un máximo de 64 clientes por puerto, el cual nos dice que si tenemos dos spliter 1/4 se están usando dos puertos del OLT, y como de cada hilo del spliter 1/4 se puede tener un spliter 1/16 el máximo número de clientes en el sector es de 128 y este cálculo se lo realiza multiplicando los 8 spliter 1/16 por el número de hilos del spliter 1/16 y nos da un total de 128.



Fig. 23 Manga 1
Fuente: (Investigador)

Cada una de las mangas 1/16 son habilitadas desde los spliter 1/14 en la figura 23 se muestra como está distribuido cada uno de los spliter 1/16 los mismos que tiene diferentes rutas dentro de la ciudadela, cada una de las mangas se verifica instaladas en puntos donde la empresa cuenta con un número mayor de clientes a quienes se los ha realizado migraciones o cambios de tecnología de radio enlace a fibra óptica.

En la figura 24, se puede ver los clientes que cuentan con el servicio de internet y utilizan como última milla la red G-PON FTTH que se tiene en la ciudadela, ha estos clientes se los ha realizado migraciones como se explicó anteriormente y además nuevas instalaciones, de quienes se ha tenido quejas por el servicio intermitente, esto ha llevado a que se genere visitas utilizando recursos que pueden ser usados en otras actividades, desde el punto de vista de la empresa que siempre busca en optimizar sus recursos, estas visitas por problemas técnicos y humanos se vería como perdidas debido al alto índice de problemas reportados, los mismos que pueden ser prevenidos al realizar una correcta instalación y manejo de la fibra óptica.

En toda la ciudadela de los ingenieros como se muestra en la figura 23 se tiene presencia con la red de fibra pero la intermitencia que se tiene en la red hace que los clientes no estén

satisfechos con el servicio de internet, por lo que al no se tiene buenas recomendaciones y con esto se genera que los clientes pidan desinstalación del servicio.

2.1.2.1 CLIENTES DE LA EMPRESA PUNTONET SECTOR CIUDADELA DE LOS INGENIEROS

Los iconos de color amarillo en la figura 24 son los clientes que tiene la empresa Puntonet en la ciudadela de los ingenieros base de datos de la empresa, los mismos que son los clientes ya instalados y con servicio de internet a través de la red G-PON FTTH que se encuentra en producción en el sector ver [Anexo A]



Fig. 24 Clientes en la ciudadela de los Ingenieros
Fuente: (investigador)

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las llamadas de los clientes por falla en el servicio de internet y datos en la ciudadela de los ingenieros estos datos fueron tabulados según el problema que reportó cada cliente.

2.1.3 DATOS DE LAS LLAMADAS GENERADOS POR INTERMITENCIA

Cada una de los ítems que se presenta en la tabla 5, son descargadas de la base de datos, de las llamadas que se tiene como registro en el sistema que usa la empresa Puntonet, en la cual se guarda el historial de cada una de las llamadas de los clientes que llaman al call center, los mismos que generan las visitas para realizar las revisiones respectivas en la tabla 5 se presenta

un resumen de los problemas presentados, por sector en este caso la ciudadela de los ingenieros.

Tabla 5 FILTRO DATOS TABLA DINAMICA DE LLAMAS POR MAL SERVICIO

Sucursal Facturación	CUE
Problema	(SERVICIO INTERMITENTE)
Mes Requerimiento	(DICIEMBRE)
Usuario Registro	(Clientes Ciudadela Ingenieros)
Tipo ONT	(ONT CALIX)
IP OLT	10.9.17.3 FOXPNETCUERYL03 Rayoloma Puntonet Cuenca

Fuente: Puntonet

La fuente fue proveída por la empresa Puntonet de sus base de datos, de las llamadas que fueron recibidas en el mes de diciembre por fallas en servicio de internet en el sector ciudadela de los ingenieros, estos datos fueron tabulados de acorde al sector y por servicio intermitente, el cual muestra que el servicio fue intermitente por niveles de potencia altos generados por malas fusiones dobles y el agua en las CDOE, estos problemas fueron reportados por los técnicos que realizaron las respectivas visitas de los clientes, esto permitió determinar cuál fue el problema que estaba generando visitas y malestar en el servicio con los clientes.

Tabla 6 CLIENTES CON SERVICIO INTERMITENTE

Cuenta de Ticket		
Nodo (Rayoloma)	Cliente	Total
	10322 ALVARADO OCHOA DRUCILA ELIZABETH	1
	10773 PIEDRA BRAVO LUIS MARIO	1
	11452 PIZARRO BAYAS JORGE OSWALDO	2
	11894 MOROCHO TOBAR JORGE MARCELO	1
	12287 CORDOVA VALVERDE ANDRES ESTEBAN	1
	12529 PIEDRA ORAMAS ROMAN EUGENIO	1
	12564 GUAMAN GUAMAN MARIA DOLORES	2
	12715 FARFAN GONZALEZ ANTHONY STEVEN	1
	12799 GARCIA GARCIA LUIS JORGE	1
	4593 NACIPUCHA ILLISACA JESSICA TATIANA	1
	4872 LOZANO MOROCHO ADRIANA ELIZABETH	1
	8377 CRESPO JARA SILVIA XIMENA	1
Total (INTERMITENTES)		14
Total general		14

FUENTE: PUNTONET

Los datos que se muestran en la tabla 6, son de los clientes que presentaron problemas con el servicio los mismos que fueron resueltos después de las diferentes visitas realizadas.

Los clientes con más de dos llamadas por el mal servicio son 2 tal como se muestra en la tabla 7, y los demás clientes tienen una llamada los mismos que fueron resueltos con visitas técnicas; Los resultados sacados del mes de octubre son similares y por los mismos problemas, pero con diferentes clientes, las llamadas por lo general son por intermitencia, y al

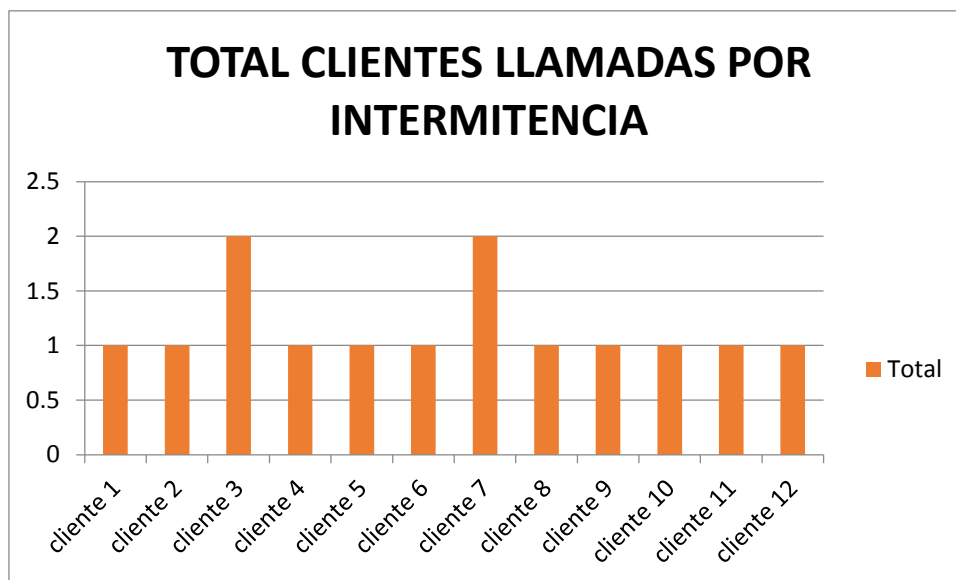
evaluar el problema en el sitio se verifica que por malas fusiones de los hilos de fibra del splitter 1/16 con los hilos de fibra que alimenta hacia la ONT, los clientes con servicio intermitente representan un 8.96 de todos los clientes instalados en el sector

En otros casos son porque ingreso agua a la caja terminal externa (CDOE) o manga, cabe recalcar que a la presente fecha se sigue reportando problemas con estos clientes, ya que el equipo OLT (CALIX) permite monitorear los niveles de potencia que se tiene la ONT en cada uno de los clientes, por lo que se está verificando la red troncal ya que en toda su trayectoria tiene sus mangas o mufas que sirven como cajas de empalme para el acondicionado de la fibra.

Estas CDOE han sido armadas debido a que en un trayecto de la ruta se ha terminado la bobina de fibra, pero para poder dar continuidad tuvieron que armar una de estas cajas, con las mediciones realizadas se está contrastando el nivel de potencia debe de llegar al cliente.

De esta manera poder dar una solución a las múltiples quejas que tienen los clientes estas mediciones se lo ha realizado en los dos hilos de fibra que alimenta a los splitter 1/4 y en cada segmento de red donde se tengan uniones o CDOE, se ha verificado que en estas uniones no exista polvo o agua que este ingresando para descartar cualquiera de estos problemas.

Tabla 7 CLIENTES CON EL SERVICIO INTERMITENTE POR POTENCIA ALTA



FUENTE: PUNTONET

Para proceder a realizar el levantamiento de la información se basó en las llamadas de los clientes que se ha tenido por las quejas de servicio en el sector, la misma que fueron filtrados de acorde al problema que presento cada una de ellos.

2.2 MEDICION DE POTENCIA Y ATENUACION CON EL OTDR

En la tabla 6 y 7 se evidencio el número de llamadas que se ha tenido por el servicio intermitente, por lo que se procedió a realizar las siguientes mediciones en las CDOE que están como paso y en los CDOE de los spliter 1/16 obtenido los siguientes resultados que se muestra en la figura 25, estas mediciones fueron realizadas con el OTDR y se las está contrastando con los datos calculados.

2.2.1 MEDICION DE POTENCIA CON EL OTDR

Como se dijo anteriormente el OTDR nos sirve para determinar fallas y atenuaciones que se tiene en la red, además los OTDR modernos vienen incorporados medidores de potencia, y esto permitirá realizar la medición paso a paso de los dos hilos de fibra en cada trayecto y segmentó de red.

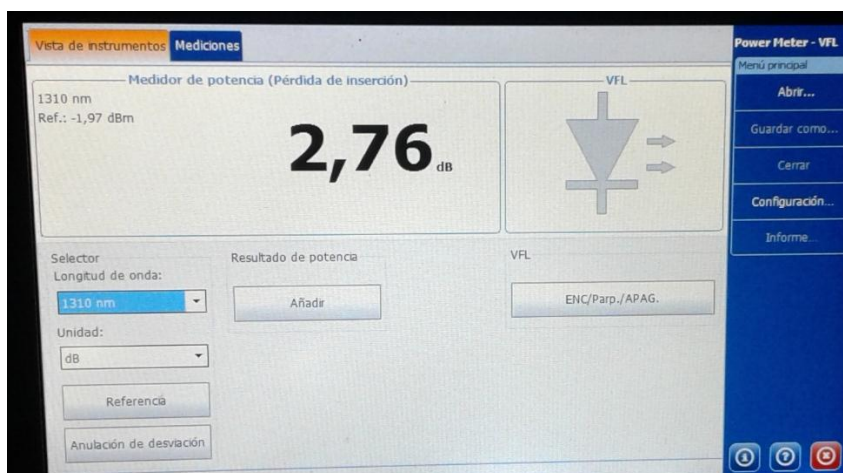


Fig. 25 POTENCIA A LA SALIDA DEL PUERTO DEL OLT
Fuente: (Puntonet)

La potencia que se muestra en la figura 25, es la que se midió a la salida del puerto del OLT (Calix), equipo que se encuentra ubicado en el nodo Rayoloma y como se puede observar es de 3.93 dBm, esta potencia se va degradando según la distancia y los niveles de spliter que se coloque en la red ODN.

Es importante que las pérdidas por fusión en todo el trayecto tenga la menor perdida posible; con la cual se podrá garantizar potencias estables a la salida de cada spliter, esta potencia es medida en la longitud de onda de 1490 nm, longitud de onda en la cual el OLT transmite la potencia por los hilos de fibra. A la salida del spliter 1/4 se tiene una potencia de -6.13 dBm, esta potencia es debido a que por que se distribuye de forma informe por los hilos del spliter se pierde un total de 6 dBm, además como ya se vio en los aparatados anteriores se

tiene una pérdida de 0.1 dBm por kilómetro, pero esta es netamente por cada kilómetro además se debe de tener presente que por cada fusión también se tiene perdidas.

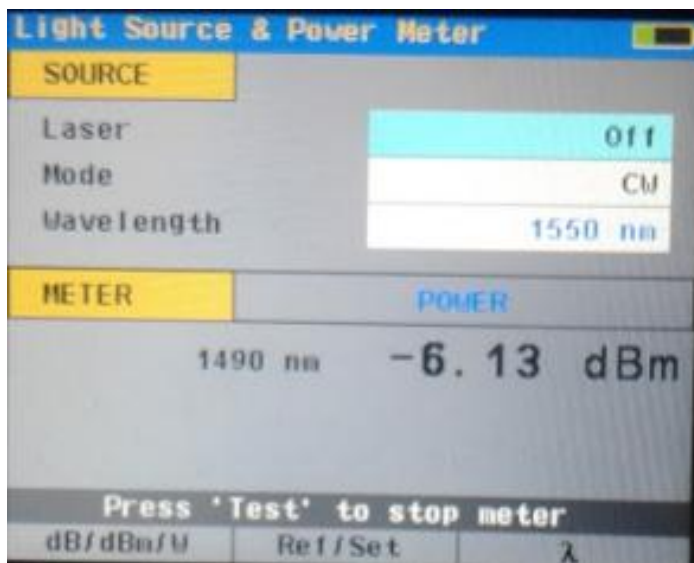


Fig. 26 POTENCIA A LA SALIDA DEL SPLITER 1/4
Fuente: (Puntonet)

En la figura 27 se tiene la medición de un hilo de fibra desde la salida del ODF hasta el splitter, en su trayectoria se puede observar que la línea debe de ser por lo general horizontal si no se tuviera perdidas en el trayecto, se observa que tiene una pendiente considerable, y esto significa que existe perdidas en su trayectoria, la línea de color rojo en el equipo indica que existe atenuación por ende se tendrá una gran pérdida de potencia por lo que esto lleva a que los clientes se encuentren intermitentes, y la intermitencia conlleva a que el enlace de internet o datos con el que cuenta el cliente se muestre con problemas.

No siempre se tendrá una traza con el OTDR de forma horizontal y sin perdidas, ya que si se ve en la figura 27 siempre se tendrá una pérdida por kilómetro, y si al sumar distancias largas las perdidas pequeñas que se tiene van afectar a la red, por lo que según (EXFO, 2012) “Indica que cada red FTTH con tecnología G-PON puede funcionar de manera correcta hasta los 20 kilómetros” entonces si se pasara de esta longitud lo más recomendable sería instalar un nuevo OLT pero cercano de los clientes que requieran el servicio, al realizar esto los niveles de potencia bajaría y al medición el OTDR mostraría una traza más horizontal, la misma que indica que la red de fibra óptica es eficiente. Si la potencia a la salida del Splitter tiene un nivel de potencia muy bajo no se va a garantizar un buen servicio, ya que si se ve en la figura 26 el valor es muy elevado y por ende va existir atenuación antes de la entrada a al splitter 1/4, o a su vez puede ser que la fusión que se realizó a al Splitter con el hilo que tiene

potencia no fue bien realizado, esto ara que también no se tenga un buen nivel de potencia a la salida de los hilos del Splitter 1/4

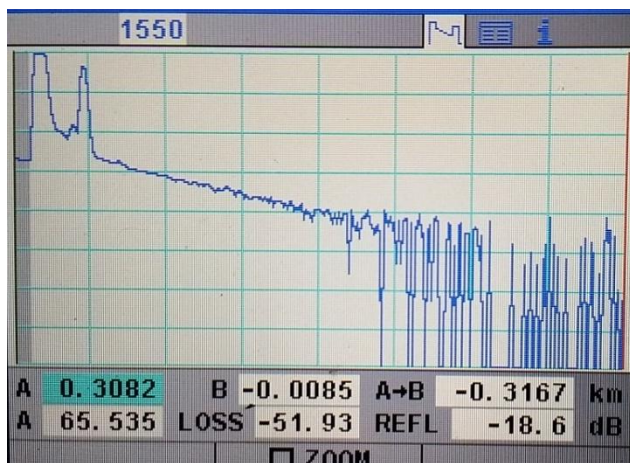


Fig. 27 Grafica del Hilo de fibra.

Fuente: (Puntonet)

En la figura 27 se muestra la atenuación que existe en la red de fibra óptica esto hace que los clientes sientan que el servicio de internet se encuentre inestable, debido a que en el OLT se puede observar que la potencia pasa constantemente variando de manera fluctuante, con este aplicativo que tiene el OLT también se puede verificar y corroborar que los clientes están con problemas en el servicio.

Para garantizar un servicio estable y de calidad los valores de potencia que registra el OLT deben de ser lo más estable posible, y la medida que se realice con el medidor de potencia debe de ser parecido o igual al valor que nos muestra el OLT ver figura 28. Si los valores que indica el OLT y el medidor de potencia, varía constantemente se deben de realizar las revisiones respectivas en campo con el fin de determinar que parámetros físicos están causando este tipo de eventos que al final dan molestias a los clientes.

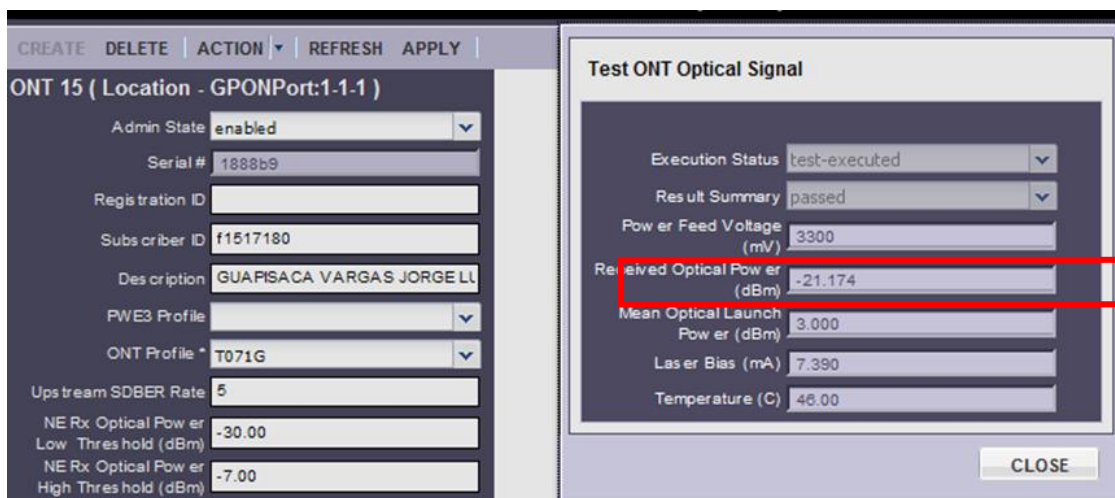


Fig. 28 Potencia de la ONT medida en el OLT

Fuente:(Puntonet)

La potencia que se puede ver en la figura 28 es la que nos muestra el OLT, esta potencia esta con el nivel de señal muy bajo, por lo que no es la más recomendable debido a que en el cálculo de la potencia debe de llegar con un máximo de 19 dBm, por tal razón se debe de analizar que está causando que la potencia en el ONT ubicado en el cliente llegue con nivel indicado en la figura 28, con esto se puede verificar que como ya se planteó anteriormente no existe estabilidad en la red de fibra óptica en el sector de la ciudadela de los ingenieros.

2.3 DETERMINACION DE LAS DISTINTAS MEDIDAS REALIZADAS EN CAMPO

Las medidas que se realizaron en la red FTTH G-PON de la empresa Puntonet en la ciudadela de los ingenieros, indica que la red de fibra en el sector se encuentra inestable, la variación de la potencia y las atenuaciones que se tiene en los hilos de fibra son evidentes, con esto queda evidenciado las constantes llamadas que recibe el call center, estas medidas fueron tomadas en diferentes tramos y segmentos de red.

Con estas medidas y valores tomados con el medidor de potencia óptica, y las trazas con el OTDR concuerdan, he indica que existe problemas tanto en la red troncal que alimenta a los spliter 1/4, como a la red de última milla que sería la red que alimenta a los usuarios, las mediciones realizadas en cada uno de los spliter 1/4, 1/16, se compararon según la perdida que se debe de tener por cada uno de los spliter y las pérdidas que se tiene cuando se realiza fusiones y tendidos de más de 1km.

2.3.1 MEDICIONES REALIZADAS EN EL OLT Y SPLITER

2.3.1.1 MEDIDA DE POTENCIA A LA SALIDA DEL PUERTO DEL OLT

La primera medición realizada es directamente en el puerto PON del OLT, obteniendo el siguiente resultado que se muestra en la figura 29.

La medida correspondiente es a la salida del OLT, por lo que se puede observar que la potencia esta medida en la longitud de onda de 1490. Este OTDR permite realizar medidas tanto de distancia como de potencia en diferentes escalas con la ventaja de medir distancia cuando un hilo de fibra este con potencia.

Algunos OLT muestran a la salida de su puerto potencias de hasta 3dBm, las mismas que son muy buenos y como se dijo anteriormente todo depende de la electrónica, del tipo de módulos SFP que se coloque al puerto del OLT, estos módulos son los encargados de transmitir potencia hacia los clientes, y si se pone un medidor de potencia se debe de medir con un rango mayor al que salió del OLT estos debido a que en toda su trayectoria tuvo que pasar

por toda la red ODN lugar donde se encuentra los Splitter mangas y todas las fusiones que se realiza en la red hasta llegara al cliente.



Fig. 29 Medida de potencia a la salida del Puerto OLT
Fuente: (Puntonet)

2.3.1.2 MEDIDA DE LA POTENCIA A LA SALIDA DEL SPLITER 1/4

Esta medida es realizada a la salida del splitter con lo que el valor mostrado va a ser más bajo, debido a que se pierde potencia al poner este splitter ya que la potencia se distribuye para cada hilo de fibra.

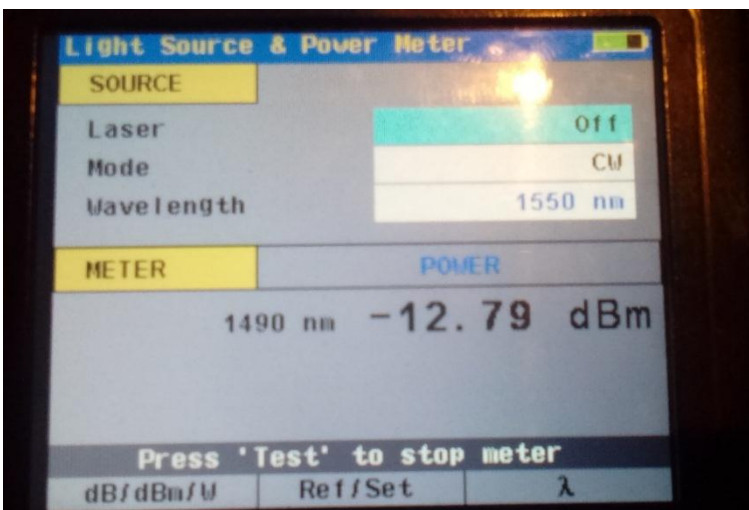


Fig. 30 POTENCIA A LA SALIDA DEL SPLITER 1/4
FUENTE: (Puntonet)

2.3.1.2 MEDIDA DE LA POTENCIA A LA SALIDA DEL SPLITTER 1/16

La siguiente medida realizada es la potencia a la salida del splitter 1/16 y esta medida se verifica con niveles de señal bajo, esta potencia debe estar en el rango de 18 a 19dBm pero como se observa en la figura 31 esta con un nivel de señal de - 23.44 dBm.

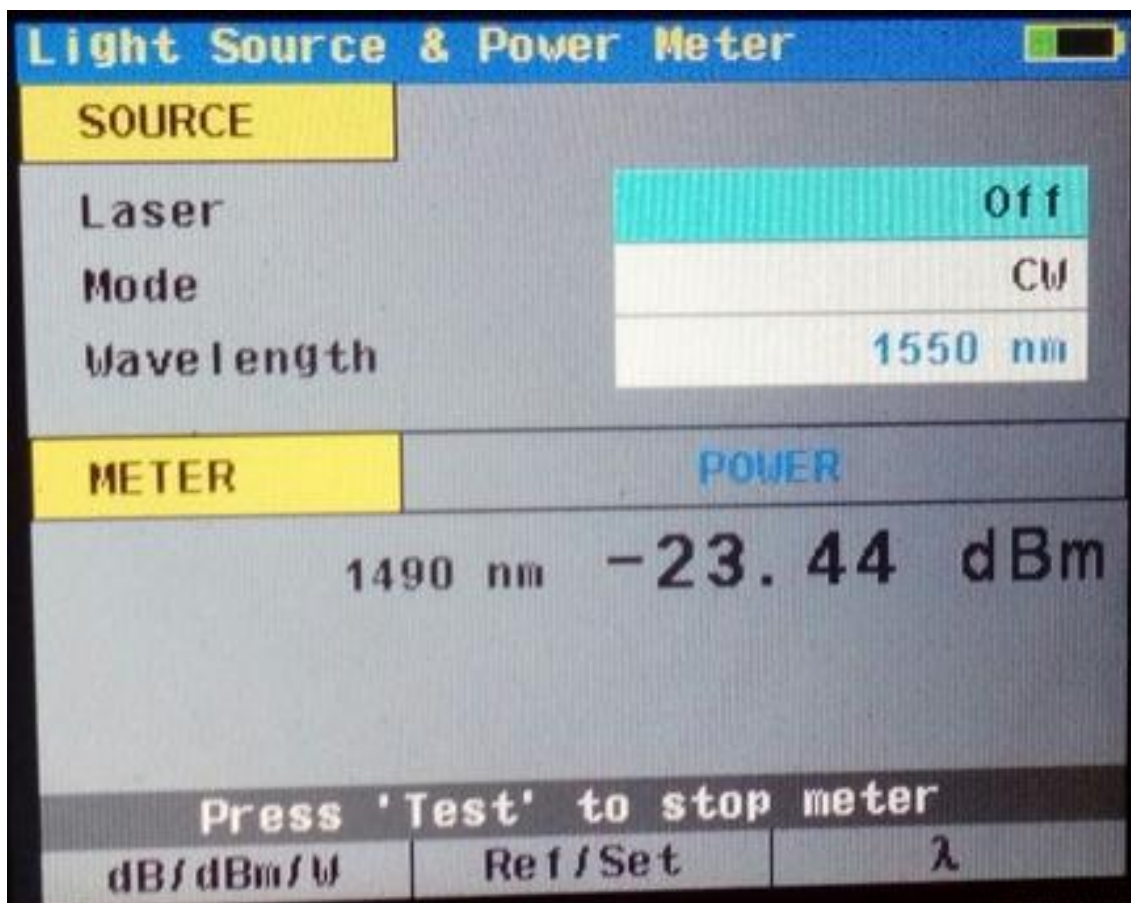


Fig. 31 Potencia a la salida del splitter 1/16
FUENTE: (Puntonet)

En esta figura se muestra claramente que la potencia es muy baja a la salida del splitter 1/16, con lo que queda identificado que existe problemas de orden físico en la red de FTTH – GPON en la ciudadela de los ingenieros.

2.3.1.3 CALCULO DE LA POTENCIA DE LA RED FTTH GPON EN LA CIUDADELA DE LOS INGENIEROS

El cálculo de la potencia corre un papel fundamental en el diseño de la red de fibra óptica, ya que con esta se puede contrastar los valores que se tiene en campo, de esta manera verificar que la red FTTH armada se encuentra dentro de los parámetros establecidos en el cálculo, estos valores deben de ser similares o cercanos, datos medidos versus datos calculados.

Para realizar el cálculo de un enlace de fibra se debe de considerar los siguientes parámetros, con esto se puede tener una correcta planificación de las instalaciones de cables

con fibras ópticas, el punto fundamental para el cálculo a ser considerado debe de ser la atenuación total que se tenga en el enlace, y el ancho de banda del cable que se utilizara.

El cálculo del enlace de fibra será:

$$a_t = L_{aL} + n_e a_e + n_c a_c + a_r L$$

Donde:

- L = longitud del cable en Km.
- a_l = coeficiente de atenuación en dB/Km
- n_e = número de empalmes
- a_e = atenuación por empalme
- n_c = número de conectores
- a_c = atenuación por conector
- a_r = reserva de atenuación en dB/Km

Para realizar el cálculo de la potencia que debe de llegar al ONT, es decir a la casa del cliente se debe de tomar cada una de las consideraciones presentadas, en la figura 32 se muestra la red FTTH – GPON de la empresa Puntonet en la ciudadela de los ingenieros, sobre este esquema se realizara el cálculo del enlace, y con la misma, se tendrá la potencia a la salida del splitter 1/16.

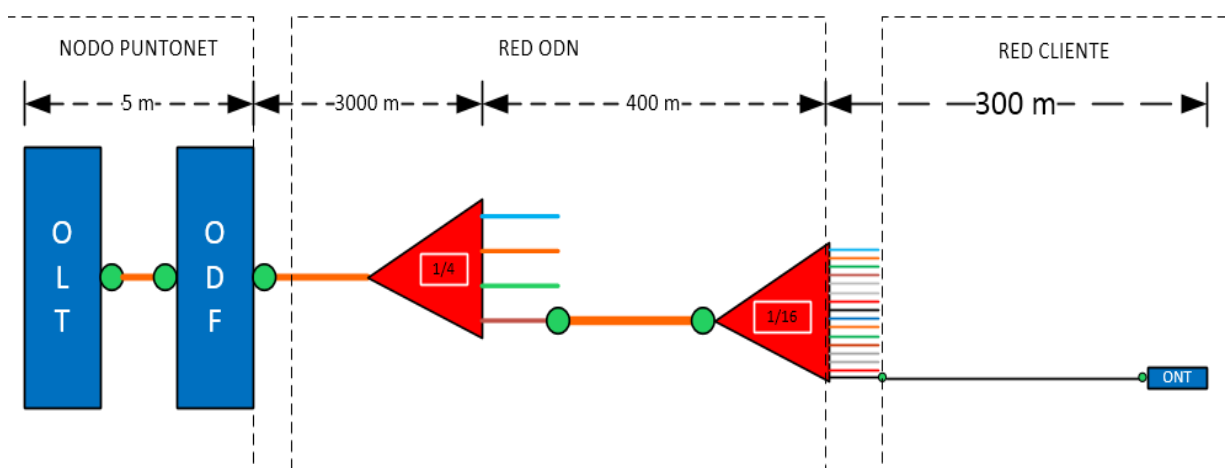


Fig. 32 Diagrama para cálculo de enlace
Fuente: (Investigador).

Para el cálculo de la potencia que debe de llegar hasta el ONT, se realizó el cálculo que se puede observar en la tabla 8.

Tabla 8 Calculo de la potencia

CALCULO DE LA POTENCIA EN LA RED DE FIBRA OPTICA			
DESCRIPCION	CANTIDAD	(dB)	TOTAL(dB)
Conector (mated) ITU671 =0.5dB	1	0.50	0.50
Fusion splices ITU751= 0.1db average	4	0.10	0.40
Mechanical Splices ITU 751= 0.1dB average	0	0.10	0.00
Splitters	1x2	0	3.00
	1x4	1	6.00
	1x8	0	9.00
	1x16	1	12.00
	1x32	0	15.00
	1x64	0	18.00
Fiber	1310nm	3.7	0.35
	1490nm	0	0.30
	1550nm	0	0.25
TOTAL (dB)			20.20

Fuente:(Puntonet)

Al tener una variación de la potencia en el rango de 20.20 dB, se tiene un excelente nivel de potencia en la distancia de 3.7 km que es el de la red de la ciudadela de los ingenieros, cuya distancia es tomada desde en nodo Rayoloma, lugar donde se encuentra ubicado el OLT que inyecta potencia a la red FTTH.

La potencia que se puede llegar a tener después del cálculo respectivo mostrado en la tabla 8, a esta potencia se tendrá que agregar la potencia que nos entrega el OLT a la salida de su puerto ver tabla 8 que indica los dos valores sumados.

Tabla 9 POTENCIA TOTAL QUE DEBE DE SALIR DEL SPLITER 1/16

POTENCIA TOTAL CALCULADA A LA SALIDA DEL SPLITER 1/16	
DESCRIPCION	dB
Potencia sumada todas las perdidas	20.2
potencia a la salida del OLT	-3.84
POTENCIA TOTAL	16.36

Fuente: (Investigador).

La potencia que debería de salir en los hilos del spliter 1/16 es de 16.36 dB, tal como se muestra en la tabla 9; en las mediciones realizadas en campo se tiene una potencia de 23.27

dBm tal como se muestra en la figura 31, esta potencia está por encima de la potencia calculada, entonces se puede verificar que se tiene una diferencia en la potencia entre los datos medidos respecto los datos calculados, esta diferencia en la potencia es de 6.91 dBm, que es una potencia considerable que se está perdiendo en todo el trayecto.

2.4 SIMULACION CON SOFTWARE OPTISYSTEM DE LA RED FTTH.

2.4.1 SIMULADOR OPTISYSTEM

Este simulador de Optiwave con su aplicativo optisystem, será usado para realizar la simulación de la red FTTH – GPON en la red de la empresa Puntonet en la ciudadela de los ingenieros, esta herramienta permitirá, visualizar, probar, y lo que es más importante simular una red de fibra óptica.

Los requisitos para la instalación de este programa se pueden encontrar en la página principal de Optiwave donde se tiene una explicación clara del tipo de procesador, memoria y el sistema operativo en el cual funciona correctamente este programa.

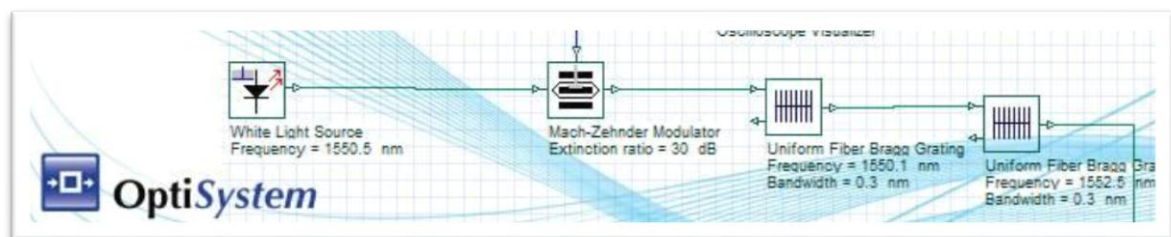


Fig. 33 Imagen Optisystem
Fuente: (Optiwave, 2017)

2.4.2 SIMULACION DE LA RED EN EL SOFTWARE OPTISYSTEM

En la figura 32 se presentó la topología de la red que maneja la empresa Puntonet en la ciudadela de los ingenieros, a la cual se va a realizar una simulación para verificar el nivel de potencia que debe de tener esta red, de esta manera se puede contrastar los datos que fueron medidos con respecto a los datos que van a ser simulados.

En el software Optisystem se realiza el diseño según el esquema de la figura 32, y en esta figura se tiene cada uno de los elementos que contiene la red, es decir los elementos activos como los elementos pasivos. Cabe recalcar que los elementos activo es el OLT y los elementos pasivas van a ser los splitter de cualquier tipo que se coloque, ya sean estos 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, o 1/64 ninguno de estos elementos serán elementos activos, además toda la red ODN estará compuesto por elementos pasivos, dentro de esta red ODN también se encuentra todo el tendido de fibra óptica y las fusiones que se realizan a cada hilo, las mangas

también son considerados elementos pasivos ya que solo contienen los splitter o los hilos de fibra óptica.

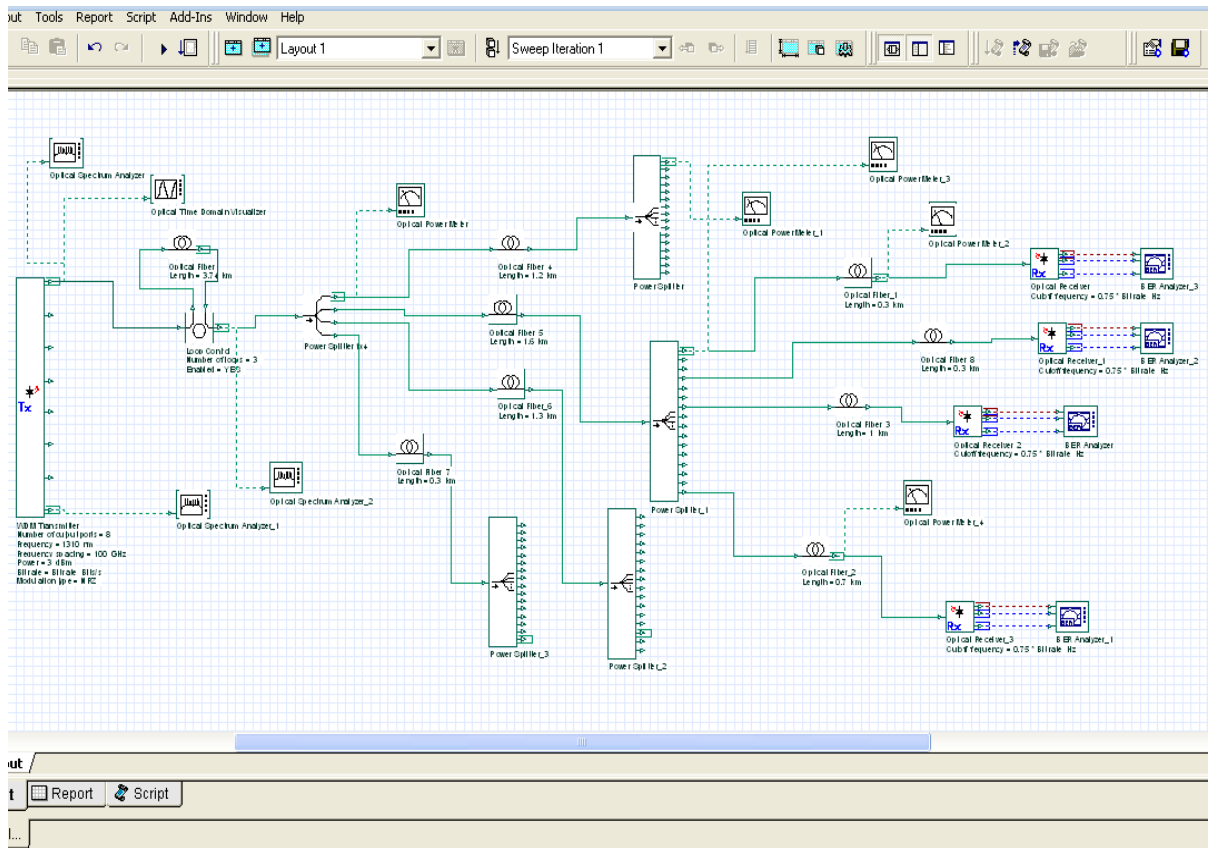


Fig. 34 Red FTTH - GPON ciudadela los ingenieros en Optisystem
Fuente: (Investigador)

Después que se realiza el Figura 34 [ver Anexo B] en el programa Optisystem se procede a realizar la simulación, y con esto determinar el nivel de señal que debe de llegar hasta el domicilio del cliente. Pero antes de esto se presenta los tramos donde se encuentran cada uno de los elementos tanto pasivos como activos.

La potencia se podrá medir en cada una de los tramos a ser simulados desde la salida del OLT hasta la entrada del ONT, con estos valores se puede contrastar los valores medidos, si la red está bien armada el valor simulado debe de ser similar o cercano al valor medido, es importante tener presente que si a la red simulada no se la atenúa. Los valores simulados será realizado todo como ideal y esto indica que la misma no tiene perdidas por lo que los valores simulados serán muy bajos.

En el mismo software se puede atenuar al cable de fibra y también los valores del splitter que se vaya colocando estos viene con los valores que se pierden por cada uno de ellos, si es una de 1/4 o 1/16 se puede variar, según la tabla 2; indica la perdida que se tiene según el Splitter que se ponga, de esta forma solo realiza una resta de cada una de sus pérdidas y

estima el valor más cercano que se tendrá a la entrada de la ONT, misma función que realiza el OLT para verificar los valores de potencia que tiene cada uno de los ONT cada valor que contenga como por ejemplo -2 dBm, será considerado como perdida.

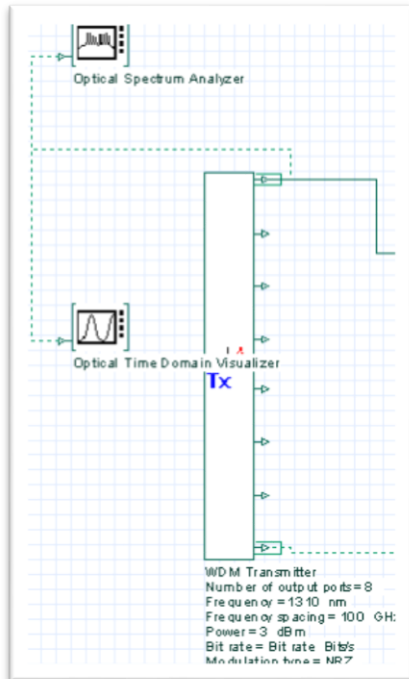


Fig. 35 OLT en el programa optisystem
 Fuente:(Investigador)

En la figura 36 se muestra la distancia que se tiene desde el OLT hasta el Splitter 1/4, la misma que se puede insertar en el programa, y esta distancia es de 3740 metros y esta distancia se ve reflejada con una pérdida de -3 dBm en todo su trayecto.

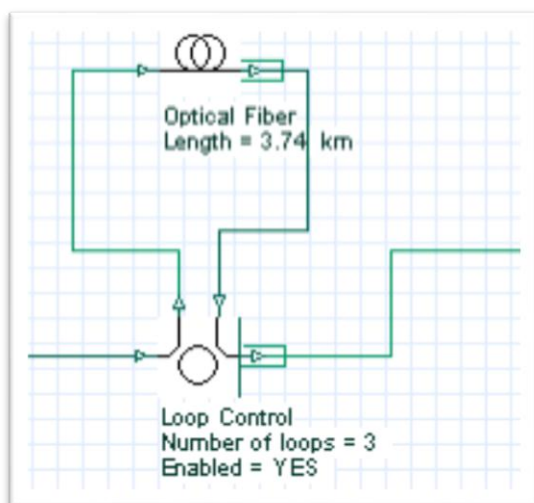


Fig. 36 Cable de Fibra Óptica que enlaza el OLT con el Splitter 1/4
 Fuente: (Investigador)

La última parte del gráfico a ser simulado es el segmento de red que consta desde el splitter 1/4, hasta el splitter 1/16 y desde ese punto hasta el cliente, y de la misma manera el programa permite realizar la simulación respectiva.

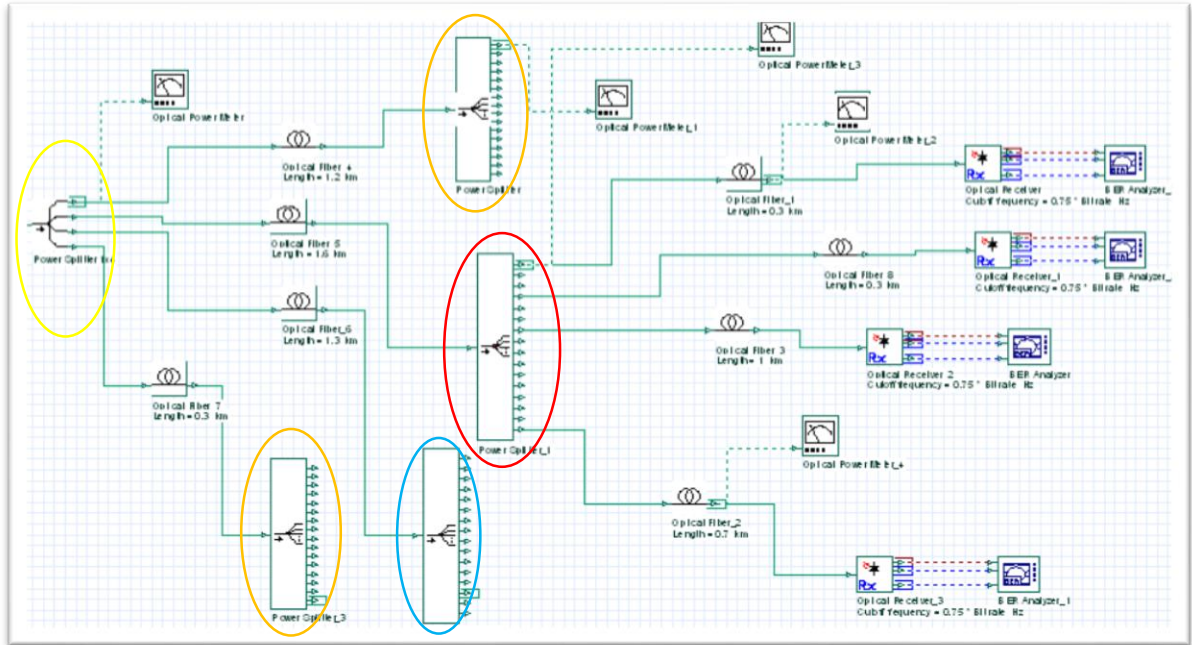


Fig. 37 Red de FTTH con splitter 1/4, 1/6, y los clientes.
Fuente: (Investigador)

2.4.2.1 MEDICIONES DE POTENCIA EN EL TRAYECTO

Después de presentar la red simulada por cada uno de sus segmentos se presentara, la red simulada con cada una de las mediciones realizadas, estas mediciones están tomadas como ideales sin pérdidas.

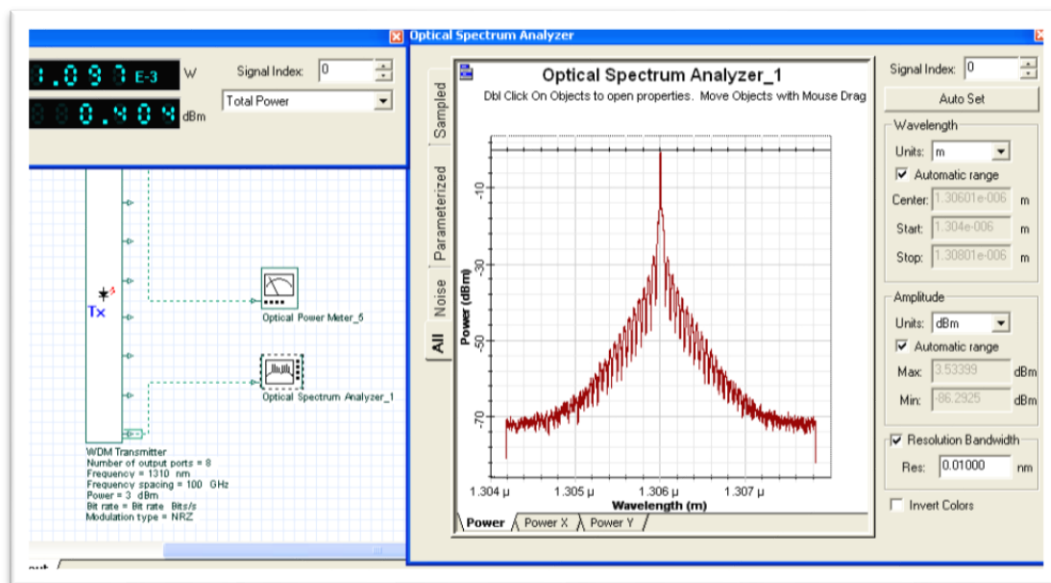


Fig. 38 Potencia y el diagrama del Spectrum a la salida del OLT
Fuente: (Investigador)

La medida que se presenta a la salida del OLT es de 0.404 dBm, y desde este nivel de potencia la señal se ira degradando, de acorde a los aspectos físicos ya estudiados en el capítulo uno, mientras más atenuación exista en el trayecto desde el OLT hasta la ONT la potencia será más baja y por ende los clientes presentaran problemas de lentitud he intermitencia.

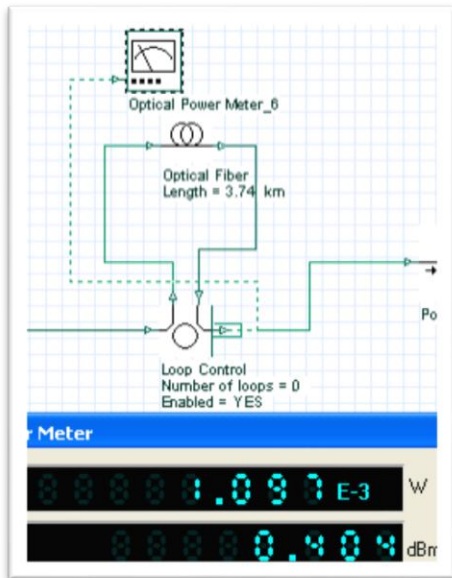


Fig. 39 Potencia antes del ingreso al spliter 1/4
Fuente: (Investigaros)

La potencia se va degradando de acorde a los niveles de spliter y la distancia que se tenga con la fibra, en la figura 40 se muestra la potencia a la salida del spliter 1/4, esta potencia esta con - 5.617 dBm, por lo que resulta claro que si se tiene dobles en el trayecto la potencia tendrá un valor más alto.

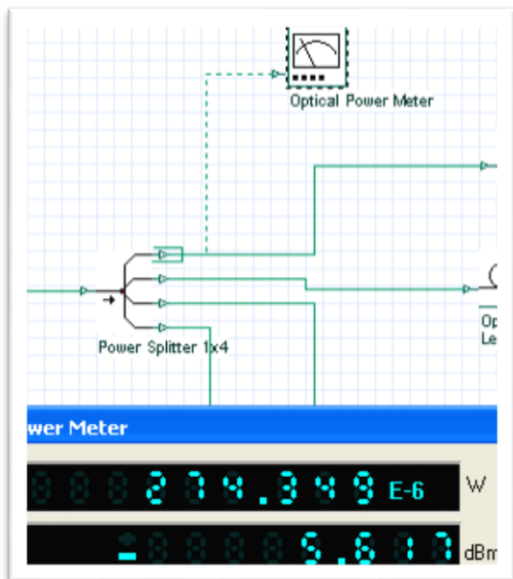


Fig. 40 Potencia a la salida del spliter 1/4
Fuente:(Investigador)

Por último la potencia a la salida del splitter 1/16, y en el ONT lugar del cliente con esto se puede verificar la potencia que se pierde desde el OLT hasta el cliente

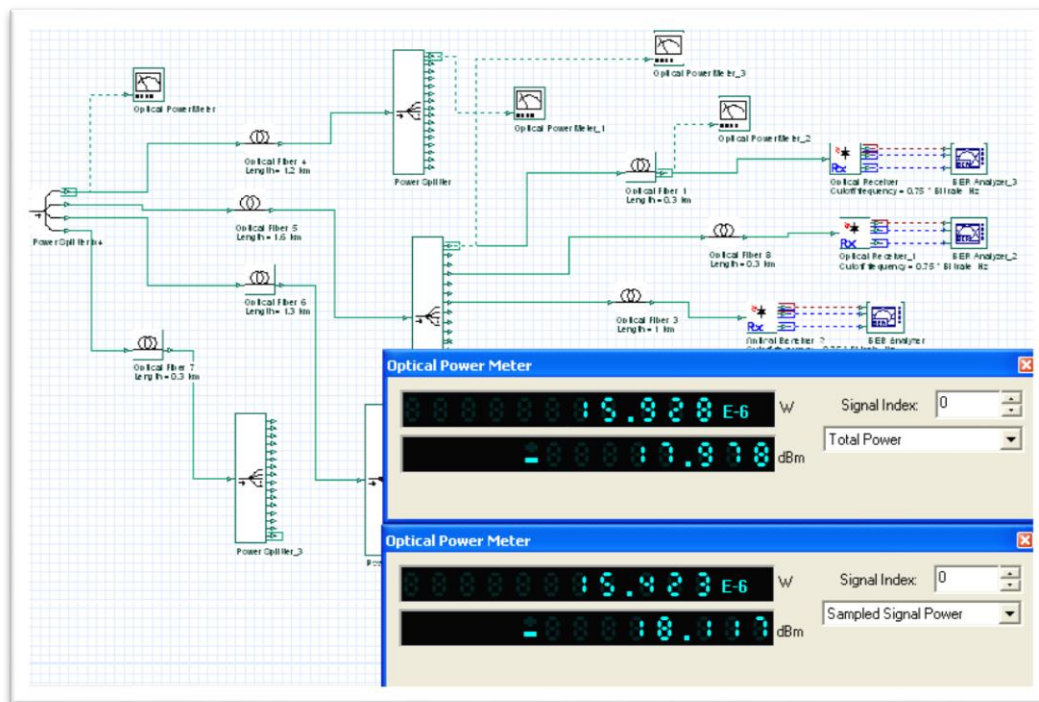


Fig. 41 Potencia a la salida del Splitter 1/16 y en el cliente
Fuente: (Investigador)

En la figura 41 se muestra que la potencia que ingresa al ONT es de 18.117 dBm, se debería de tener ese nivel de potencia si no tuviera pérdidas en el trayecto o recorrido de la fibra, pero en todo el trayecto se tiene fusiones patch de fibra que hace que se tenga pérdidas mínimas y a esto sumar la pérdida por kilómetro de fibra, la mínima variación que se tiene entre la salida del splitter y la entrada del ONT, es debido a que se realiza dos fusiones para alimentar con potencia al ONT, y además la distancia que tiene el cliente hasta la manga, el patch de fibra también tiene pérdidas y es indispensable su uso para realizar la interconexión entre la caja multimedia y la ONT, sin esta interconexión no se podría enganchar la ONT hacia el OLT.

Se deberá de tener presente los valores que muestra la simulación deben de ser cercanos a los valores reales en la práctica.

2.4.2.2 DIAGRAMA DE OJO SIMULADO EN LA RED FTTH IDEAL

El diagrama de ojo muestra esencialmente, la superposición de las distintas y posibles combinaciones que se puede tener entre ceros y unos en un rango de tiempo, para explicar con mayor claridad se puede decir que en una secuencia de 3bits se puede tener 8 combinaciones posibles, el análisis de los diagramas de ojo están referidas a 4 propiedades

fundamentales que son, nivel cero, nivel uno, cruce de amplitud y cruce del tiempo, mientras más denso sea las señales no se tendrá atenuaciones, pero si se da el caso contrario se presentara atenuación en la red óptica (Optiwave, 2017).

Un caso fundamental que se debe de conocer que si no se tiene interferencia entre símbolos, todos las transiciones deben de pasar por cero en el mismo punto, mientras que si hay interferencia entre símbolos el punto se hará más grande.

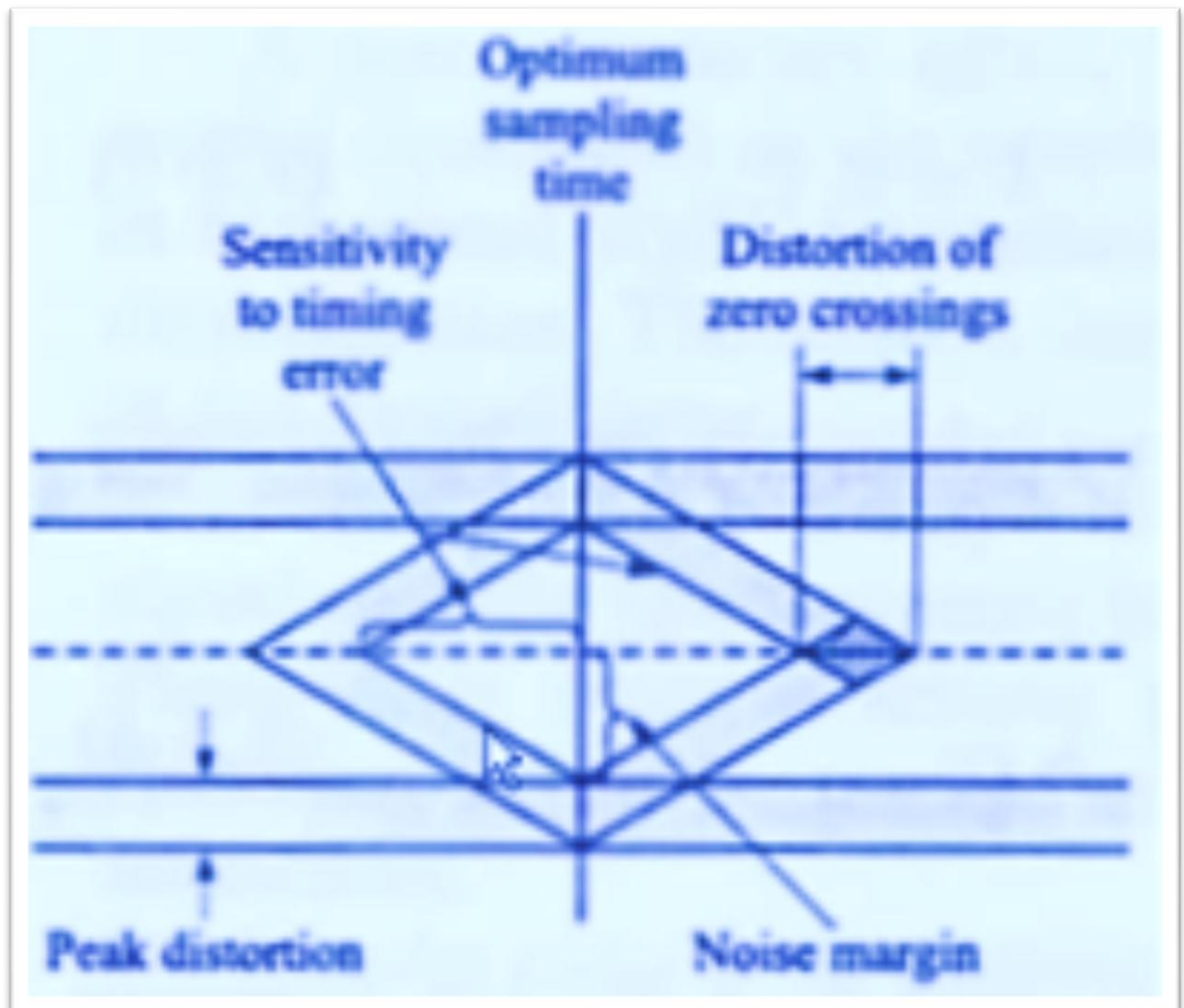


Fig. 42 Diagrama de OJO interferencia
Fuente: (Optiwave, 2017)

Al conocer que es el diagrama de ojo se procede a realizar la simulación, y en la misma se podrá observar que al no presentar atenuaciones en la red este diagrama es el recomendable, pero si se presenta atenuaciones se genera interferencia en el diagrama de ojo.

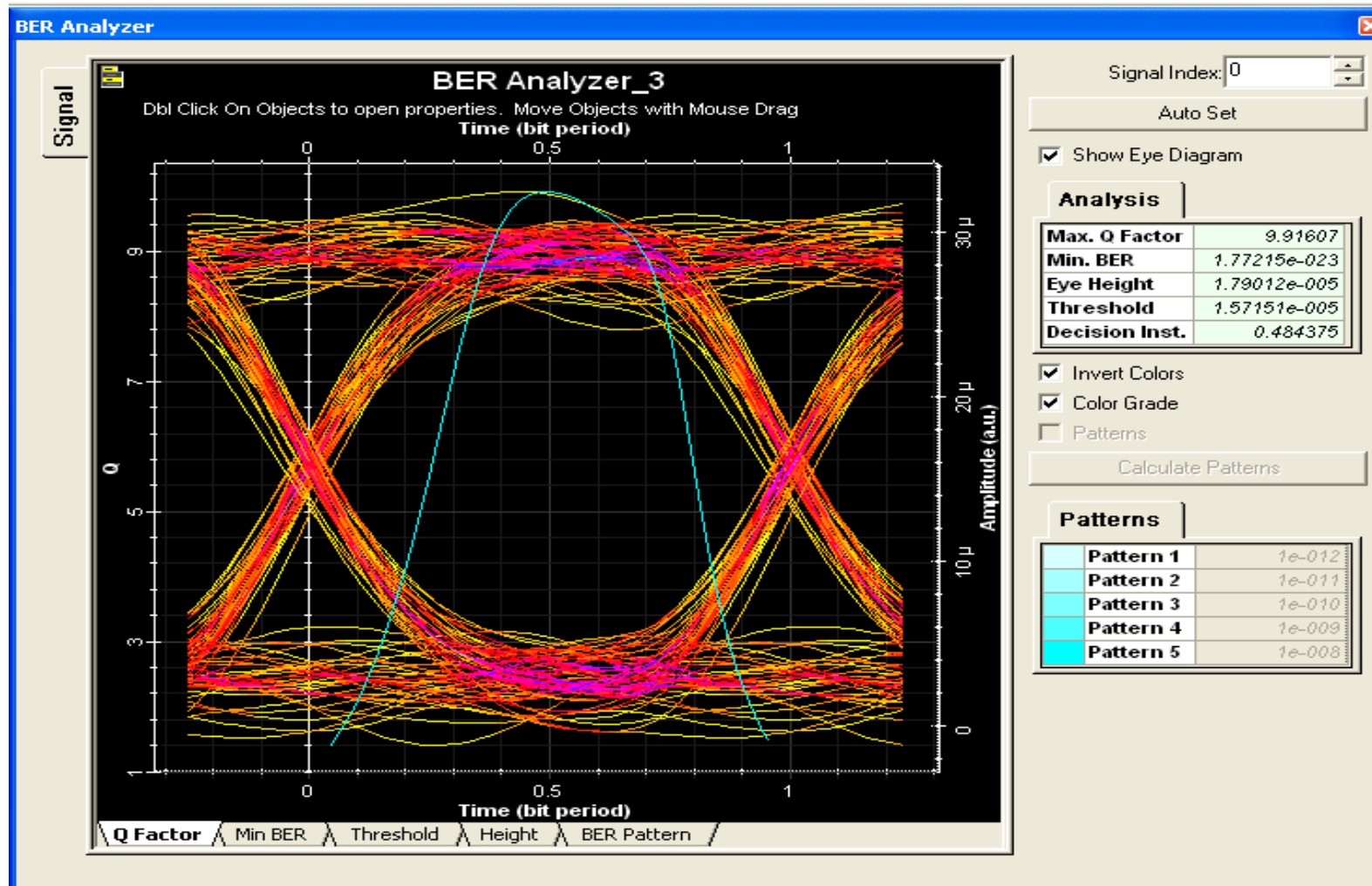


Fig. 43 Diagrama de Ojo en el ONT
Fuente:(Investigador)

La representación que se muestra en la figura 43 es el diagrama de ojo, esta representación es tomada a la entrada del ONT en el cliente y se puede observar que el diagrama es el correcto y según la figura 41 la potencia es de 18.17 dBm con lo que queda corroborado que la potencia es la idónea en el sector.

2.4.2.3 DIAGRAMA DE OJO Y MEDIDA DE POTENCIA AL ATENUAR LA RED FTTH

Al atenuar la red principal con 3dBm el nivel de potencia se degrada y se presenta más interferencia en el diagrama de ojo por lo que se presenta las siguientes figuras. Claramente se puede observar que en la figura 44, la interferencia ya que la líneas de color amarillo y morado están por dentro del círculo que forma el ojo, esto hace que la potencia que debe de llegar a la ONT no se la más óptima, con esto se puede tomar decisiones al momento de realizar un diseño o un análisis sobre las redes de fibra óptica.

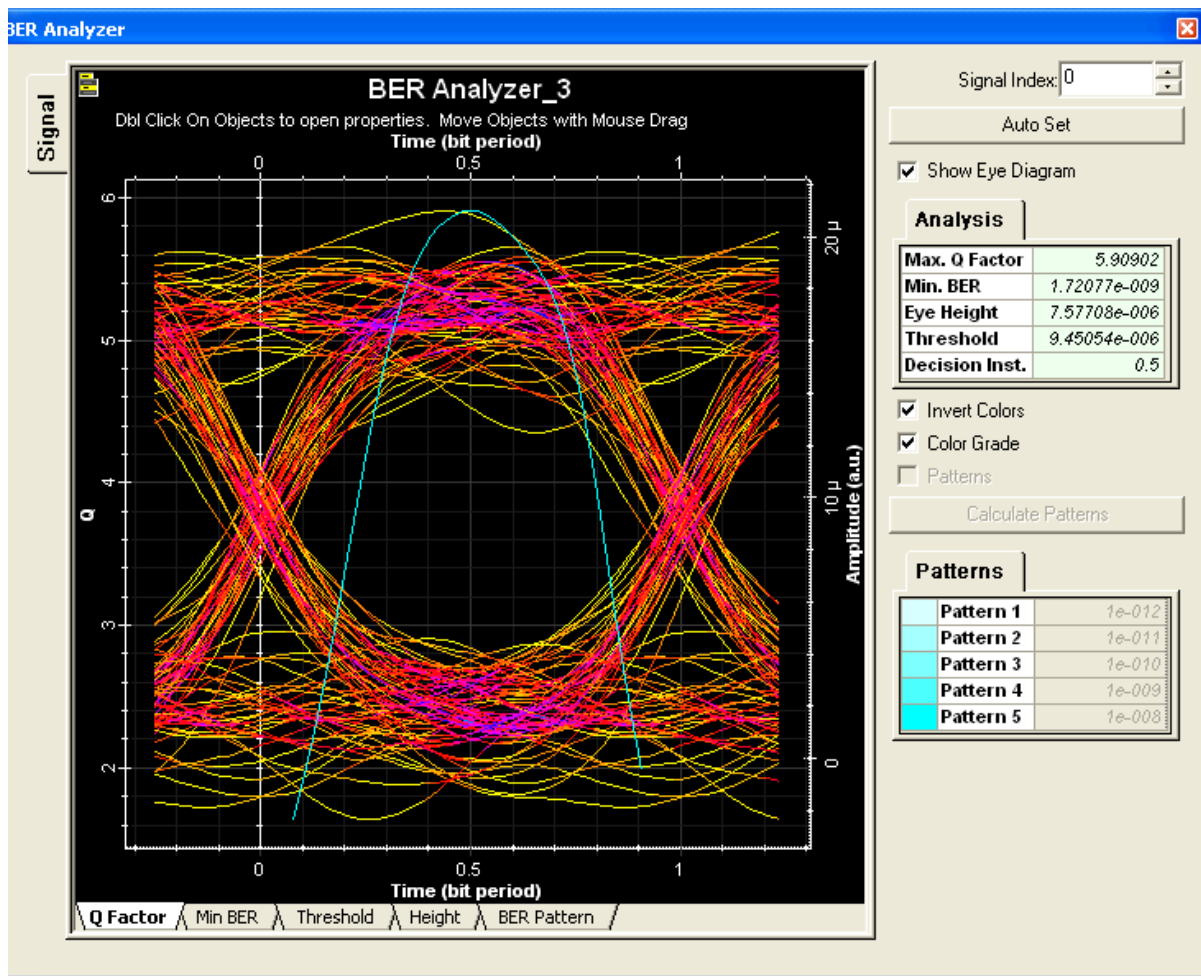


Fig. 44 Diagrama de Ojo atenuada la red principal 3dBm
Fuente: (investigador)

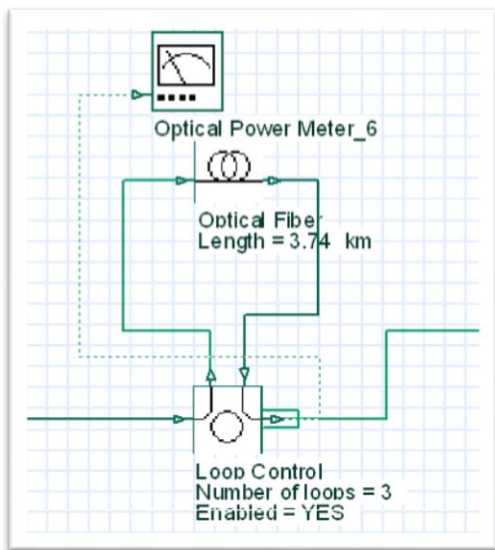


Fig. 45 Red Atenuada 3dBm
Fuente:(Investigador)

En la figura 45, se puede ver que a la red FTTH se atenúa 3dBm, al atenuar ese valor la potencia también baja ver figura 46, esto indica que en la red a ser estudiada existe atenuación esto esta está provocando que la red este fluctuando de manera constante, y esta variación en la potencia hace que el cliente presente problemas en el servicio de internet.

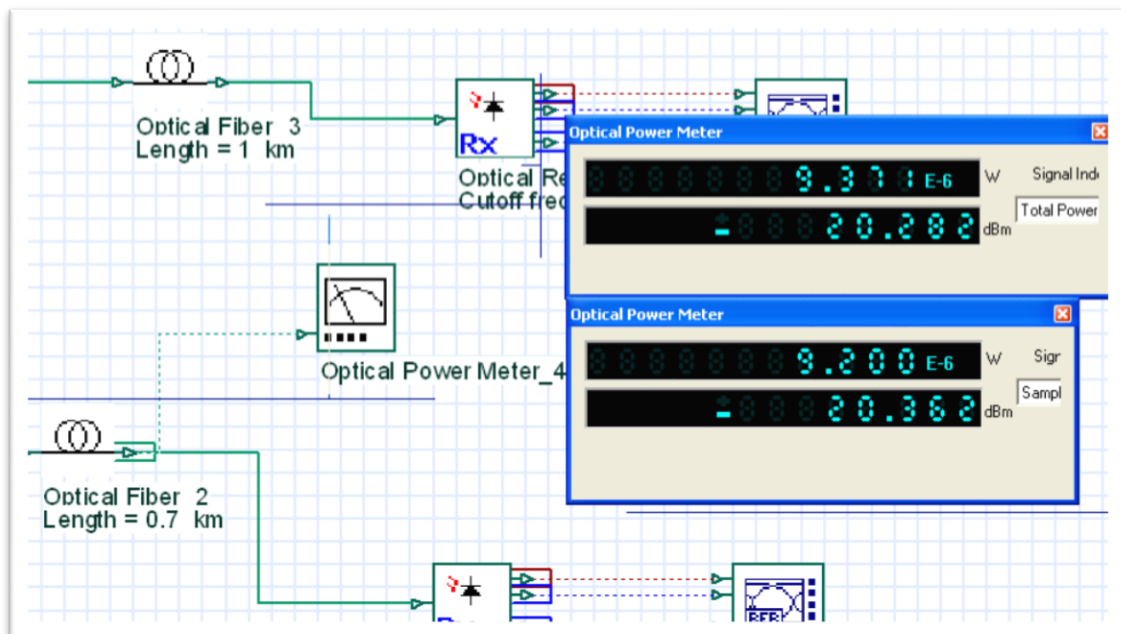


Fig. 46 Potencia a la entrada del ONT y salida del Splitter 1/16 Atenuada 3dBm
Fuente:(Investigador)

2.5 DESCRIPCION DE LOS NIVELES DE POTENCIA MEDIDOS EN CAMPO

Las mediciones realizadas en campo, están por encima de los datos simulados; estos valores y/o medidas fueron realizadas en diferentes tramos de la red he inclusive la potencia fue medida a la entrada del ONT ubicado en el cliente, con lo que se comprobó que la

potencia es muy alta y hace que el cliente constantemente se quede sin el servicio de internet

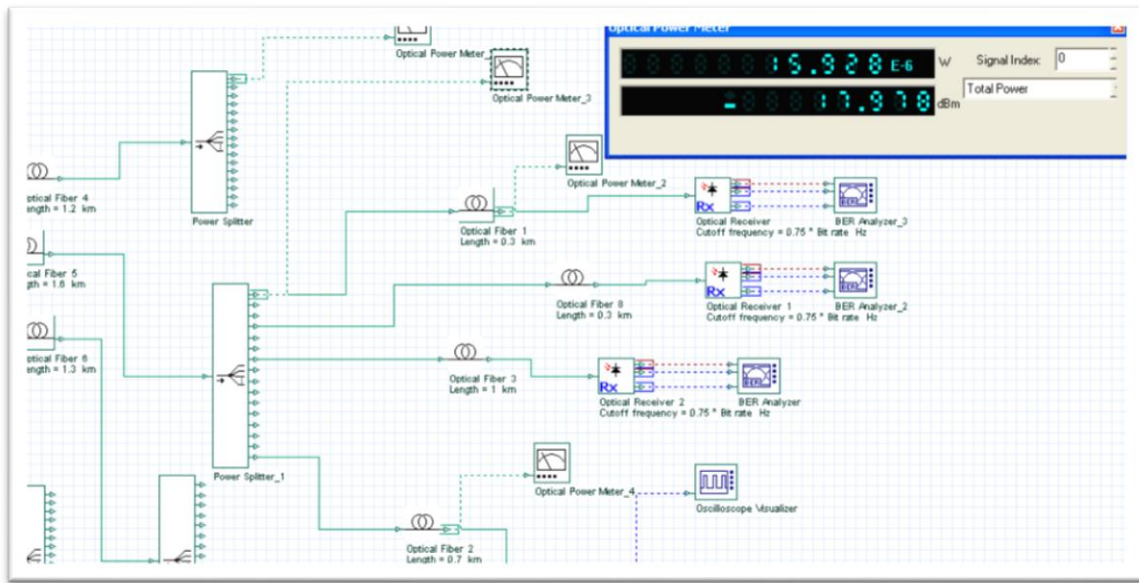


Fig. 47 Potencia simulada a la entrada del ONT
Fuente:(Investigador)

La potencia medida en campo se verifica con valores más altos que los datos simulados, estos valores como ya se dijo anteriormente fueron tomados en cada trayecto y segmento de red.

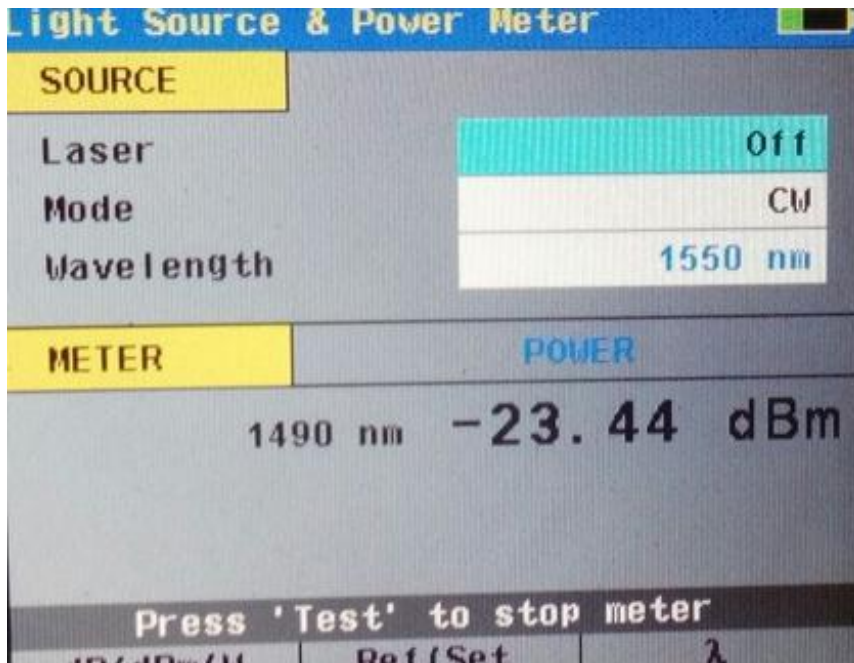


Fig. 48 Potencia Medida a la entrada de la ONT
Fuente:(Investigador)

Todos los datos medidos en campo superan a los datos que fueron simulados, por lo que con una verificación rápida se puede observar que existe una perdida en la red de aproximadamente 5dBm, y con esto los problemas suscitados.

CAPITULO III

3.1 TABULACION Y COMPARACION DE LOS RESULTADOS MEDIDOS CON RESPECTO A LOS DATOS SIMULADOS

3.1.1 TABULACION DE LOS DATOS MEDIDOS

Los datos medidos en campo fueron la parte fundamental para poder realizar y dar una propuesta de mejora, debido a los problemas presentados en este sector. Como ya explico anteriormente los datos fueron medidos hasta en el domicilio del cliente obteniendo los siguientes resultados que se presentan a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 10 Potencia Medida

CIUDADELA DE LOS INGENIEROS					
ITEM	CAJA ACCESO	SPLITTER	POTENCIA MEDIDA (dBm)	SERIE SPLITTER	POSTE
1	MCUE0661	1X4	-3.52	160907000019	s/n
2	MCUE0662	1X16	-23.79	161020000052	s/n
3	MCUE0663	1X16	-24.16	41701000883	s/n
4	MCUE0664	1X16	-22.95	161020000043	s/n
5	MCUE0665	1X16	-25.90	41701000884	s/n
6	MCUE0666	1X4	-4.40		
7	MCUE0667	1X16	-24.99	C16HKT05176	383023
8	MCUE0668	1X16	-22.71	161020000025	377926
9	MCUE0669	1X16	-23.66	161020000059	s/n
10	MCUE0670	1X16	-23.80	C16HKT05175	s/n

Fuente:(Puntonet)

En la tabla 10, se presenta todos los datos medidos en las mangas del sector ciudadela de los ingenieros, estos datos son según la nomenclatura que maneja la empresa para identificar las CDOE en los postes respectivos, lugar donde se encuentra las mangas. Si comparamos los datos medidos en campo con respecto a los datos simulados estos datos medidos están por encima de los datos calculados.

3.1.2 TABULACION DE LOS DATOS CALCULADOS

Los datos calculados se lo ha realizado todo de forma ideal, es decir que no tiene o no presenta perdidas, pero para que esta red ideal tenga perdidas, se puede atenuar al cable de fibra óptica en el mismo simulador, poniendo una pérdida de unos - 3dBm aproximadamente, esta atenuación se lo pone por las pérdidas que se puede tener en el trayecto, como se explicó

anteriormente estas pérdidas pueden ser generadas por la longitud del cable, perdidas por fusión, o perdidas por conectorización que al sumar todas nos dan un aproximado de - 3dBm.

Tabla 11 Potencia Simulada

CIUDADELA DE LOS INGENIEROS					
ITEM	CAJA ACCESO	SPLITTER	POTENCIA MEDIDA (dBm)	SERIE SPLITTER	POSTE
1	MCUE0661	1X4	-5.61	160907000019	s/n
2	MCUE0662	1X16	-17.97	161020000052	s/n
3	MCUE0663	1X16	-18.11	41701000883	s/n
4	MCUE0664	1X16	-16.95	161020000043	s/n
5	MCUE0665	1X16	-18.03	41701000884	s/n
6	MCUE0666	1X4	-4.40		
7	MCUE0667	1X16	-18.99	C16HKT05176	383023
8	MCUE0668	1X16	-17.71	161020000025	377926
9	MCUE0669	1X16	-18.66	161020000059	s/n
10	MCUE0670	1X16	-19.80	C16HKT05175	s/n

Fuente:(Investigador)

Las potencias simuladas fueron tomadas a la salida de cada uno de los Splitters 1/16 como ya no sería una red ideal, debido a que se puso una atenuación de 3dBm, con estos datos simulados comparados con respecto a los datos medidos existe una diferencia considerable ver tabla 10, con respecto a la tabla 11.

Si comparamos el ítem #2 de la tabla 10, y el ítem #2 de la tabla 11, se tiene una diferencia en la potencia de 5.82 dBm, entonces existe perdidas en todo el trayecto, para determinar este problema se procedió a realizar mediciones con el OTDR y de esta manera poder determinar cuál es el problema que está causando que la potencia este muy elevada de los datos medidos respecto a los calculados.

3.2 PROPUESTA PARA MEJORAR LA EFICIENCIA EN LA RED FTTH MEDIANTE LOS PARAMETROS OBTENIDOS DE LA SIMULACION VERSUS LAS MEDIDAS

Para mejorar la eficiencia en la red FTTH en este sector, se procedió a realizar mediciones en cada trayecto y segmento de red y de esta manera poder generar un plan de acción sobre la red existente.

EL plan de acción para mejorar las perdidas consistió en volver a realizar las mediciones, después de corregir los errores encontrados en el montaje de la red principal, estos errores fueron evidentes ya que al realizar las inspecciones respectivas la red en producción no

cumplía con las normativas establecidas. Según la ITU G.989 Optical power and loss parameters “indica que la diferencia entre la potencia máxima de lanzamiento del canal transmisor y la sobrecarga del receptor no debe de superar la pérdida mínima en el trayecto óptico” (International Telecommunication Union, 2015, pág. 18).

Con esta consideración se puede definir que existe mucha pérdida en el trayecto óptico desde el OLT hasta la ONT, debido a que se tiene una pérdida aproximada de 5.82dBm medida en todo su trayecto.

3.2.1 MEDICIONES REALIZADAS DESPUES DE LAS CORRECCIONES HECHAS EN CAMPO.

Las medidas mostradas en el capítulo dos figura 41, indica que al cliente llega con un nivel de potencia de -23dBm, esta medida después de los cambios realizados en campo mejoraron considerablemente los mismos que son muy cercanos a los datos simulados, ya que como se podrá observar en la figura 62 la potencia nueva hace que los clientes ya no presenten los inconvenientes de intermitencia en el servicio de internet.

3.2.1.1 POTENCIA MEDIDA EN EL SPLITER 1/16 ANTES DE LOS CAMBIOS REALIZADOS

La potencia antes de realizar los cambios respectivos en la red, se presenta en la figura 49, y como se puede observar tiene un valor de -23.44 dBm, este es el rango de potencia que se tiene casi en todos los clientes en este sector, la variación de potencia esta entre los 0.02 a 0.06 dBm dependiendo del spliter en la cual se realice la medición.

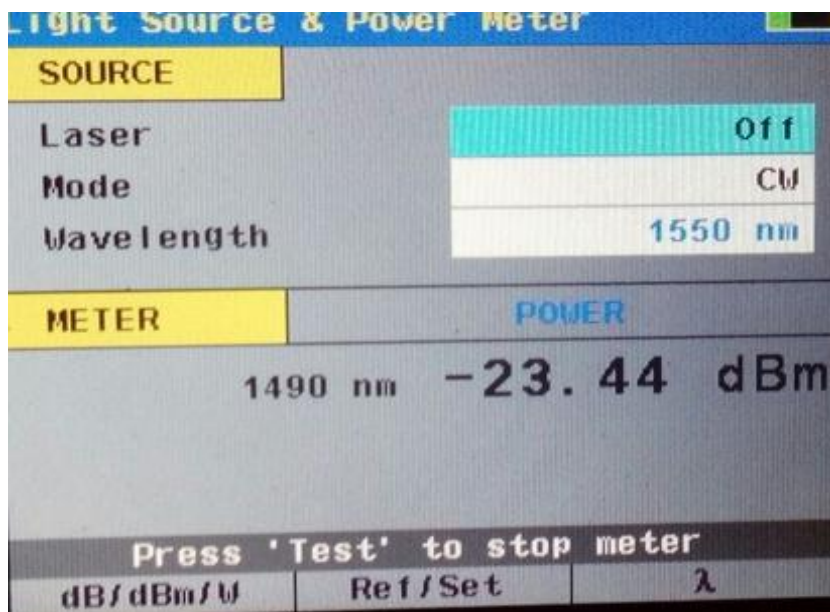


Fig. 49 Potencia medida en la manga
Fuente:(Investigador)

3.2.1.2 POTENCIA MEDIDA A LA SALIDA DEL OLT ANTES DE LOS CAMBIOS REALIZADOS

La potencia que se presenta en la figura 50 fue tomada a la salida del OLT ubicado en el nodo llamado Rayoloma sector donde está el OLT. Esta potencia tiene un buen nivel de señal la misma que al clientes está llegando con -23.44 dBm, por lo que existe mucha perdida en todo su trayecto.

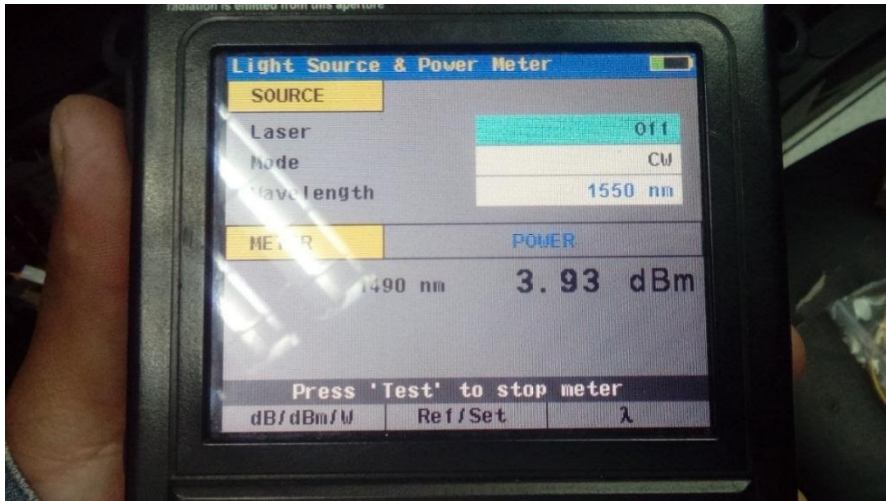


Fig. 50 Potencia a la salida del OLT
Fuente: (Investigador)

3.2.1.3 DISTANCIA MEDIDA DESDE EL ODF HASTA EL SPLITER 1/4

La distancia fue tomada desde la salida del ODF equipo que sirve para acondicionar todos los hilos de la fibra óptica, los mismos que luego emitirán potencia al realizar la conexión entre el puerto del OLT.

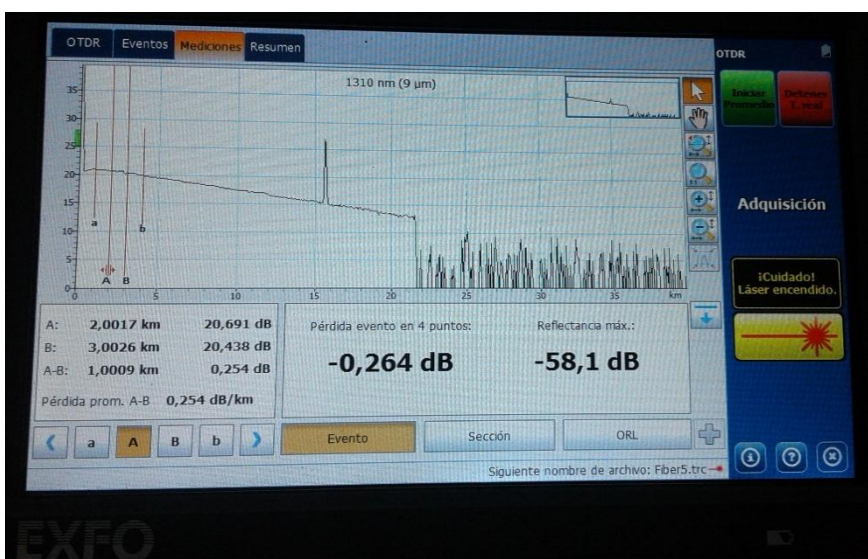


Fig. 51 Distancia desde el ODF hasta el spliter 1/4
Fuente: (Investigador)

En la figura 50 y 51 se muestra el OTDR EXFO que fue usado para realizar esta medición la misma que indica que existe perdidas en 4 puntos, a diferentes distancias, y la perdida es de

-0.264 dBm por lo que se procedió a bajar la manga que existe como paso de fibra, esta manga ha sido armada porque en el tendido, la fibra se terminó y tuvieron que colocarla para unir los hilos de fibra uno a uno y de esta manera poder dar continuidad a los mismos.

3.2.1.4 CORECCIONES REALIZADAS EN LAS MANGAS DE PASO DESPUES DE LA MEDICIONES REALIZADAS

En la manga de paso se procedo a verificar la potencia y a medir nuevamente la distancia para verificar que si existe mejora en la red que se encontraba atenuada.

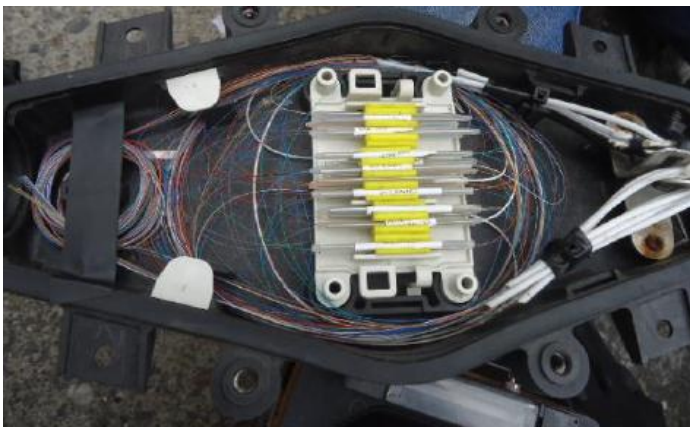


Fig. 52 Estado Manga de Paso
Fuente:(Investigador)

La manga fue encontrada en muy malas condiciones con agua, polvo, y mal acondicionado los hilos de fibra ver figura 52, al cambiar de manga volver a realizar las fusiones y organizar de forma correcta los hilos, se procedió a revisar nuevamente las medición de potencia y distancia obteniendo lo siguientes resultados.



Fig. 53 Correcciones Manga de paso hacia el splitter 1/4
Fuente: (Investigador)

La potencia es un indicador que no se tiene un buen enlace de fibra y que la red en algún punto de su trayecto tiene atenuación o pérdidas tal como se mostró anteriormente, después de los cambios realizados en la manga los valores medidos fueron positivos. La medida de la

figura 54 fue tomada desde el nodo Rayoloma hasta el último cliente que tiene más distancia y se puede ver que la gráfica es más horizontal y no presenta pérdidas en toda su trayectoria. Las pérdidas que se ve en los 4 puntos son generadas por las fusiones que se realizaron en la manga de paso, manga que contiene el splitter 1/4, manga que contiene el splitter 1/16 y por último la fusión que se lo realiza en la caja multimedia, la misma que se encuentra ubicado en el domicilio del cliente, esta medición puede indicar que la red de fibra desde el ODF hasta el cliente se encuentra en perfectas condiciones.

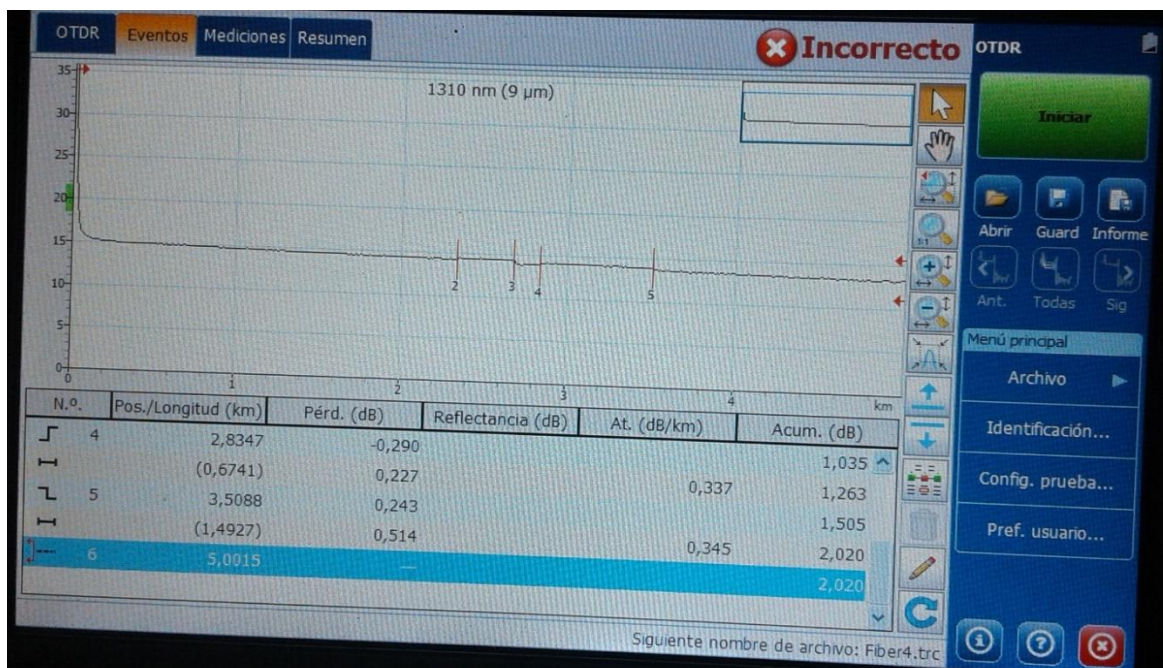


Fig. 54 Distancia medida después de las correcciones
Fuente:(Investigador)

Además de la medición de distancia se realizó las mediciones de la potencia, verificando que a la salida del splitter 1/4 y 1/16 los niveles de potencia mejoraron, en esta fiscalización también se verificó que las mangas que contiene los Splitter 1/4 y 1/16 también se encontraban en malas condiciones, por lo que se pidió que se realice el mantenimiento respectivo, y con esto garantizar el normal funcionamiento del servicio de los clientes. Las siguientes figuras son todas las mediciones realizadas tanto de los tramos de fibra como de los niveles de potencia, después de los correctivos realizados, los correctivos fueron mantenimientos que se realizaron para cambiar de manga a los splitter 1/4 y 1/16.

Con estos mantenimientos la empresa Puntonet puede tener un control más correcto, real y si existieran problemas por otras causas como cortes y se pueda identificar de manera más rápida al cliente. El OTDR EXFO cuenta con muchos aplicativos en sus funciones, además se puede medir la distancia a la cual se tiene atenuación con el hilo del Splitter con potencia,

caso que con los otros OTDR no se puede realizar ya que indica en su pantalla tráfico detectado y se apagan los mismos.

3.2.1.5 FOTOGRAFIAS Y CAPTURAS DE LOS MANTENIMIENTOS Y MEDICIONES REALIZADAS DESPUS DEL PLAN DE ACION

En la siguiente ilustración se muestra el estado de la manga que contiene el splitter 1/4 antes del mantenimiento, se puede observar en malas condiciones por los que se pidió que se realice el mantenimiento respectivo, para corregir este error.

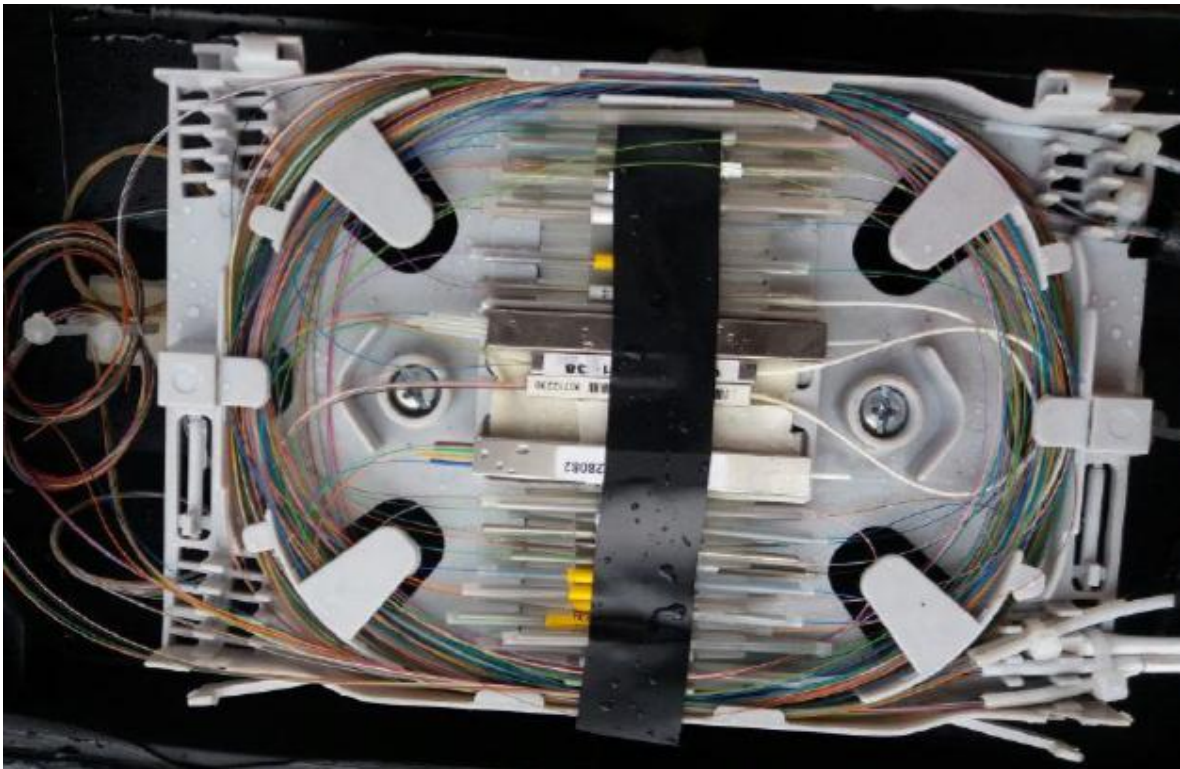


Fig. 55 Estado manga Splitter 1/4
Fuente:(Investigador)

Después de ejecutar el mantenimiento de la manga que contiene el splitter 1/4, se verifica el estado del mismo que es presentado en la figura 56, esta nueva organización hace que los hilos de fibra en la parte interna de la manga no se encuentren con dobleces y se pueda realizar de mejor forma la respectivas fusiones a los hilos de fibra, de esta manera poder garantizar que no se tenga atenuaciones en la red. En la párate interna de la manga se coloca la respectiva etiqueta con el plan y el código del cliente, esta etiqueta se la coloca en el tubillo, de tal manera que si se requiere verificar o realizar revisiones, se tenga claro cuál de los hilos del Splitter corresponde al cliente que se generó la visitas, esta forma de llevar los registro sirve para cuando un cliente ya no requiera del servicio se puede realizar desinstalación del mismo sin afectar a los demás clientes, ya que en varias ocasiones esto ha hecho de que los técnicos en el sitio corten los hilos de fibra de los demás clientes con la

intención de identificar el cliente que se debe de realizar la desinstalación, en el anexo C se presenta una hoja de cómo se lleva el registro del control de cliente por manga.

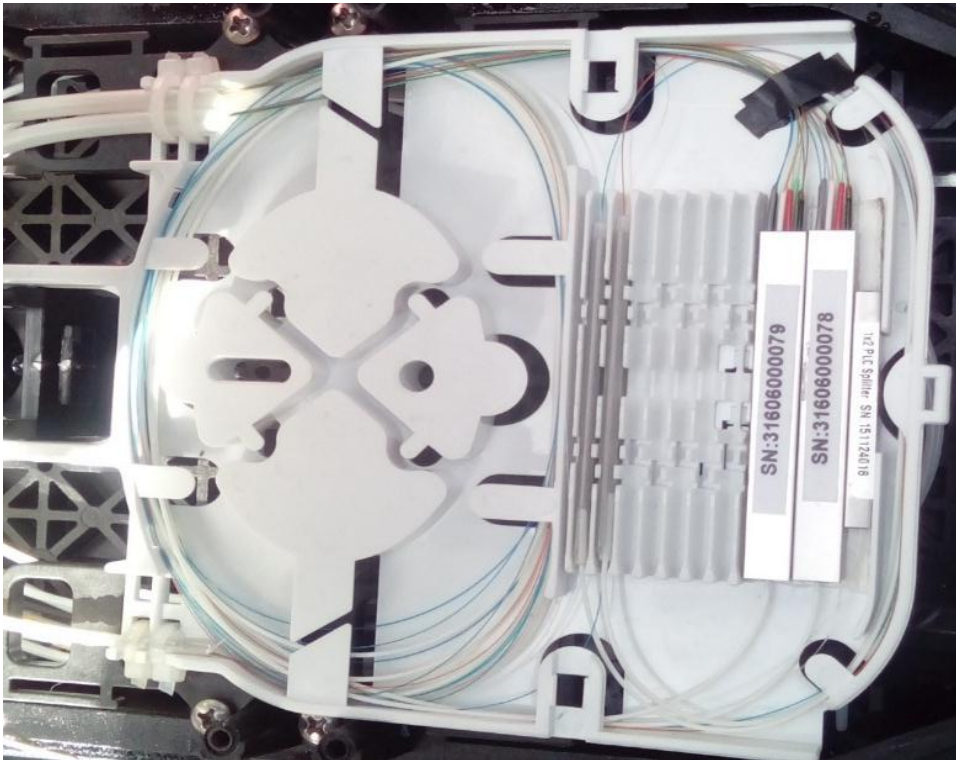


Fig. 56 Manga con spliter 1/4 después del mantenimiento
Fuente:(Investigador)

La potencia a la salida del spliter 1/4 se verifica con un mejor nivel, ya que en las mediciones que se realizaron antes del mantenimiento y además en el capítulo dos figura 26 se presentó que estaba en el rango de los - 6dBm, después de esto la potencia subió a - 4.61 dBm.

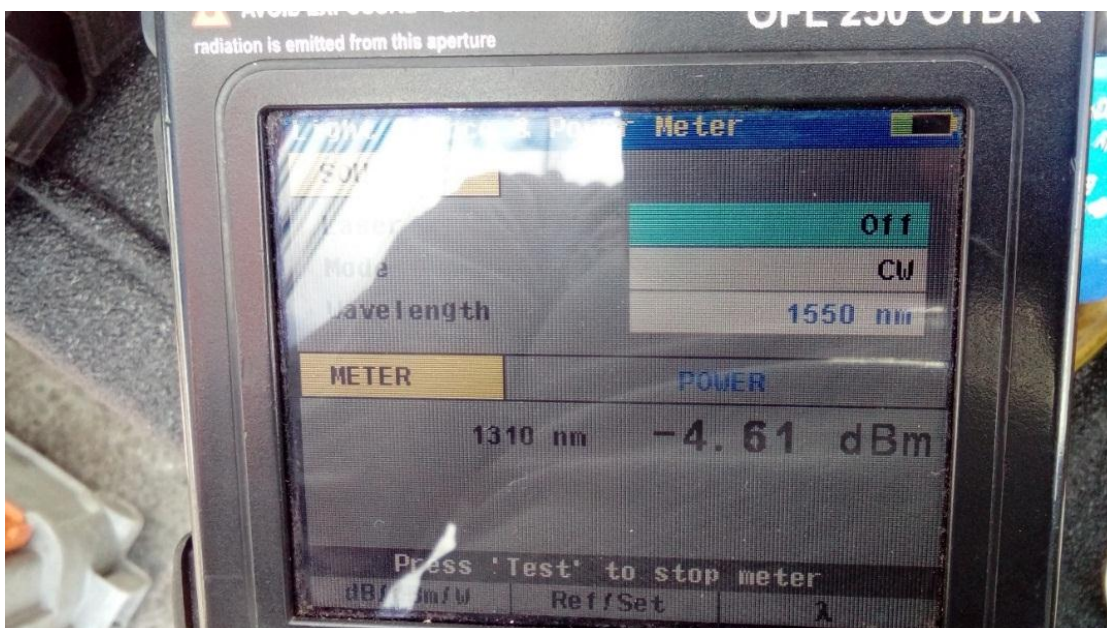


Fig. 57 Potencia a la salida del spliter 1/4
Fuente:(Investigador)

La siguiente medición que se presenta es la que se realizó desde el Splitter 1/4, hasta el nodo Rayoloma, verificando que ya no se tiene perdidas en el trayecto y que la línea en el OTDR muestra un buen tendido y fusiones correctas en su trayectoria, las líneas al final de la traza del OTDR son debido, a que ya es el punto final de la traza es decir ya no se tiene más cable de fibra óptica por lo tanto no se va a tener más refracción del haz de luz que envía el OTDR para poder realizar su medición. También como información en la pantalla del OTDR muestra que la pérdida o el LOSS como se observa en la figura 58, es de -4.17 y esto quiere decir que la potencia a la salida del splitter 1/4 se tendrá en este rango.

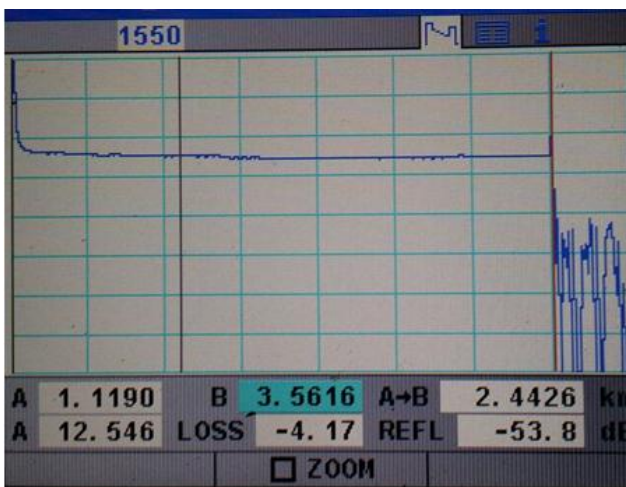


Fig. 58 Distancia medida desde la manga que contiene el splitter 1/4 hasta el ODF
Fuente:(Investigador)

Después de los cambios realizados se revisa una mejora en la red, también se realizó el mantenimiento respectivo a las mangas que contiene el Splitter 1/16, y se muestra en la figura 59 y 60 del antes y del después del mantenimiento.

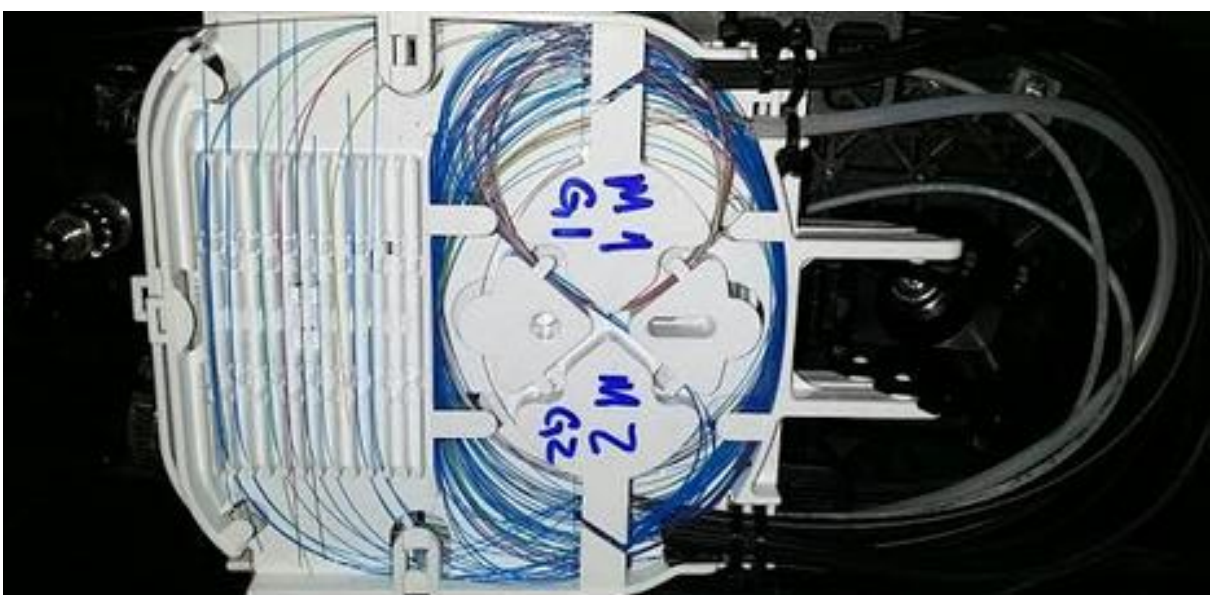


Fig. 59 Estado Manga Splitter 1/16 antes del mantenimiento
Fuente:(Investigador)

Como se puede ver la manga o mufa está muy mal organizado en su parte interna, por lo que también se procedió a realizar un mantenimiento correctivo, y con esto corregir el error que se tiene.

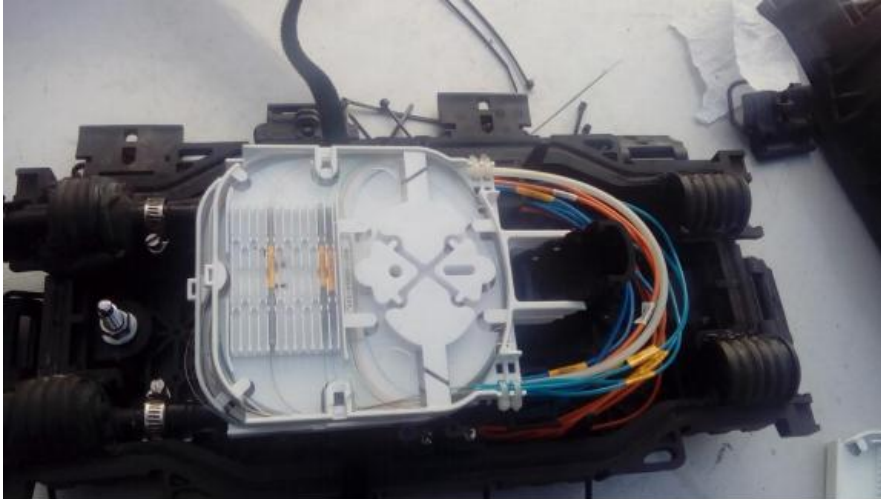


Fig. 60 Manga con splitter 1/16 después del mantenimiento
Fuente:(Investigador)

Después del mantenimiento respectivo de igual forma que en las demás mangas se procedió a realizar la medición de la distancia, para verificar si mejoro la traza en el OTDR, verificando efectivamente su mejora.

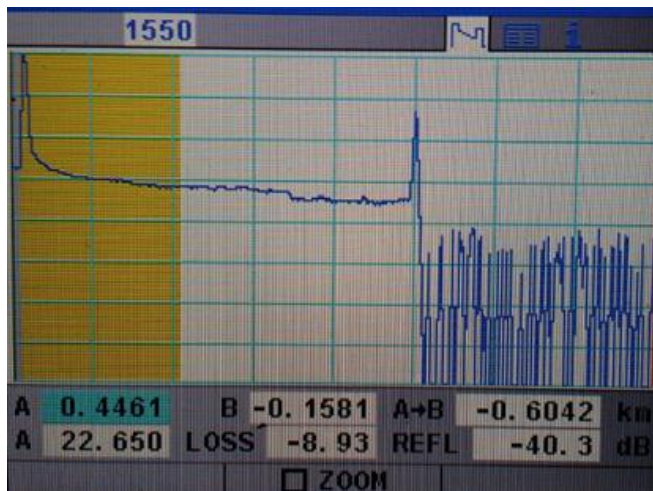


Fig. 61 Distancia desde el Splitter 1/16 hasta el spliter 1/4
Fuente:(Investigador)

La distancia nos muestra sin pérdidas, por lo tanto se procedió a verificar el nivel de potencia con el cual sale del splitter 1/16, esta potencia debe de ser similar a los datos simulados el cual se puede verificar en la figura 61 que si existe mejora, además son tan cercanos las potencias simuladas. Por ejemplo en el splitter A, se tiene un nivel de potencia de -16.48 dBm, pero en los otros splitter como B, C, D, [ver tabla 10 y 11] se tienes valores en el rango de 17.99 dBm, y así sucesivamente, pero se verifica que esto depende también de las

distancia a la cual se encuentra el splitter 1/16, el mismo está más cercano al splitter 1/4, la potencia será más alta ya que se pierde poca señal por la distancia.

La figura 61 es una muestra clara ya que el splitter 1/16 se encuentra tan solo a 600 metros del splitter 1/4 y por ende se va a tener potencia más alta a la salida de los hilos de este splitter.

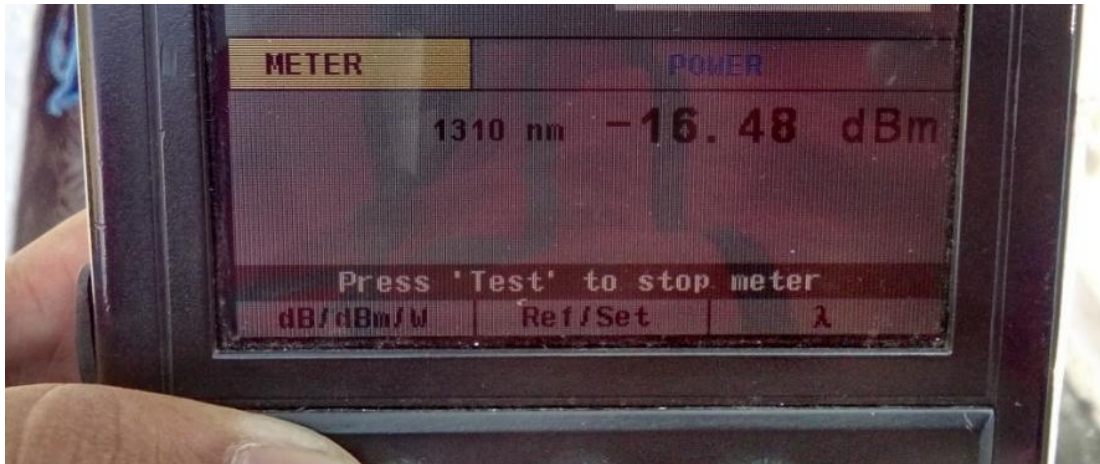


Fig. 62 Potencia a la salida del Splitter 1/16
Fuente:(Investigador)

Las mediciones realizadas en campo de diferentes rutas como formato para las demás rutas de fibra son presentados (ver anexo C y D), la empresa Puntonet cuenta con un formato para poder llevar un registro del estado de las mangas, con sus respectivos niveles de potencia, con esta información se pueda tomar acciones correctivas sobre redes ópticas que estén presentando problemas de potencias bajas.

Los niveles de potencia a ser considerados como problema son los niveles de potencia que estén por encima de los 23 dBm, pero esto dependerá del tipo de OLT que maneje cada empresa, ya que algunos OLTS, pueden soportar potencias bajas de hasta - 28 dBm, si el rango de potencia supera estos niveles, los mismos OLT generan alarmas de que los ONT se encuentran desenganchándose y esta es la mejor manera de determinar problemas que se tengan en la red de fibra. Cuando un cliente llama a la oficina el primer paso es verificar la potencia que tiene el equipo ONT, si la misma tiene valores altos por encima de los 23 dBm y la misma se encuentra intermitente se debe de generar la visita técnica y de esta forma poder verificar cual es el problema

3.2.2 PARAMETROS FISICOS MÁS DETERMINATES PARA LA CONSTRUCCION DE LA RED DE FIBRA FTTH

Los parámetros físicos en la construcción de una red de fibra óptica FTTH, son los más importantes a ser considerados, ya que si no se cumple con ciertos requisitos no se podrá ejecutar de buena manera la construcción. Para dar estas recomendaciones nos basamos en un

manual levantado por la empresa QFC, la misma que ha servido para la ejecución de los proyectos de la empresa estatal CNT.

3.2.2.1 HERRAMIENTAS EQUIPO DE SEGURIDAD Y SEÑALIZACION VIAL

El personal que vaya a ejecutar un mantenimiento o implementar una red de fibra óptica deberá de tener en cuenta los siguientes ítems para que puedan ejecutar de forma correcta el proyecto. Según QFC se requiere de los siguiente para ejecutar el trabajo (QFC, 2010).

3.2.2.1.1 HERRAMIENTAS

- ✓ Vehículo
- ✓ Porta bobinas
- ✓ Polea
- ✓ Juego de llaves
- ✓ Escalera dieléctrica
- ✓ Cinta de tracción para cables de fibra óptica
- ✓ Plástico o lona, para los ojos
- ✓ Escobas
- ✓ Soga
- ✓ Fusionadora de núcleo con todos su implementos
- ✓ OTDR

3.2.2.1.2 EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL

- ✓ Casco con sujetador de mandíbula
- ✓ Gafas de seguridad
- ✓ Guantes seguridad dieléctricos
- ✓ Guantes de cuero
- ✓ Botas de seguridad
- ✓ Uniforme de trabajo
- ✓ chaleco reflectivo
- ✓ Cinturón de herramientas
- ✓ Cinturón de seguridad dieléctrico.

3.2.2.1.3 SEÑALIZACION VIAL

- ✓ Siempre se colocaran carteles, para que de esta manera se indique que existe trabajos en la vía, al menos 2 donde se encuentra la porta bobinas
- ✓ Se colocara conos a lo largo del trabajo a realizar con bandas reflectivas para delimitar la zona de trabajo

3.2.2.2 DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO PARA TENDIDO DE FIBRA OPTICA

Los carretes deberán de transportarse en porta bobinas para que no se golpee la fibra óptica, se debe de evitar un excesivo desenvolvimiento del cable durante el proceso de la instalación debido a que puede sufrir dobleces. El cable no deberá de tocar el suelo ni arrastrarse durante el proceso de tendido, el radio de curvatura mínimo no será inferior a 20 veces el diámetro del cable durante la instalación. Si se tuviera que realizar ochos al cable el piso debe de estar preparado, para que el mismo no sufra daños, se deberá de quitar todos los elementos que pudieran lastimar al cable, lo más recomendable es poner sobre el piso una lona o un plástico.

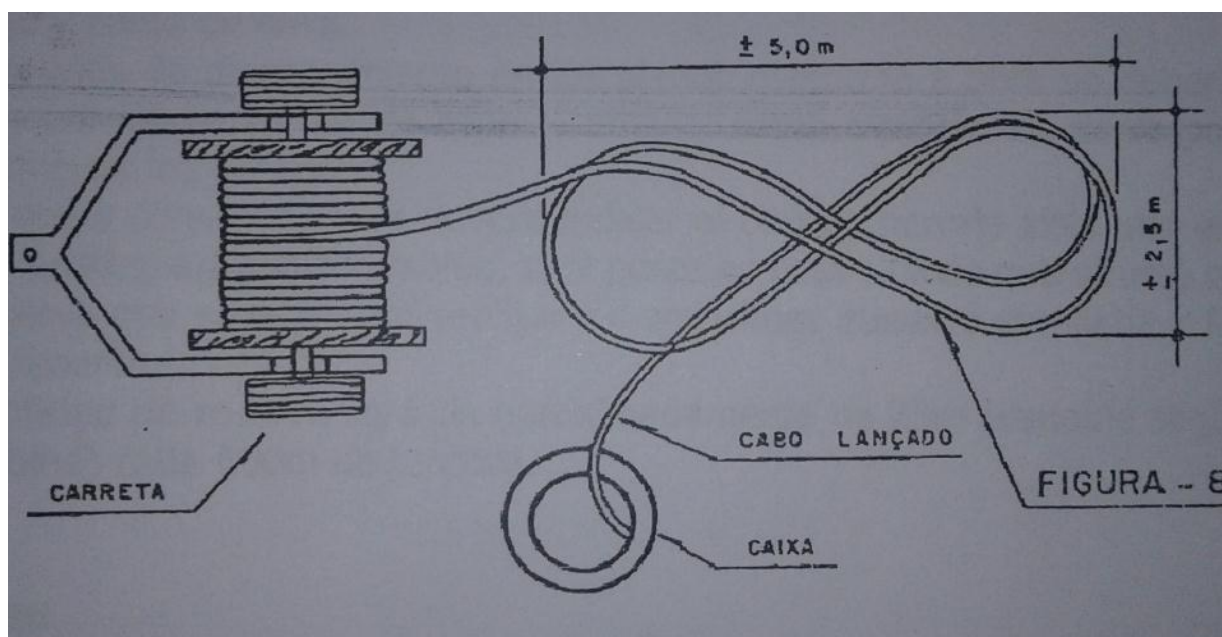


Fig. 63 Des bobinado del cable en forma de ochos
Fuente: (QFC, 2010)

Para comenzar con el tendido aéreo se debe de contar con el personal debidamente entrenado y certificado, ya que los trabajos a realizar son cerca de las líneas de alta medio o baja tensión. Las flechas del cable debe ser la indicada por el fabricante, por lo general es del 15% de la longitud del vano. Al momento de la instalación el cable no debe de soportar sobrecargas es decir si se va a realizar la tensión no deberán de hacer más de 4 personas con el fin de no sobrepasar la fuerza de 2KN, no deben de olvidar de dejar las reservas respectivas las mismas que deberán de estar en un porta reservas, estas reservas son usadas para derivaciones o cuando existan cortes de fibra se pueda regresar la reserva y con esto evitar

que se realice doble fusión, si no que al ejecutar esta acción solo se requiere de una manga y una fusión por hilo evitando de esta manera pérdidas en el trayecto de la fibra (QFC, 2010).

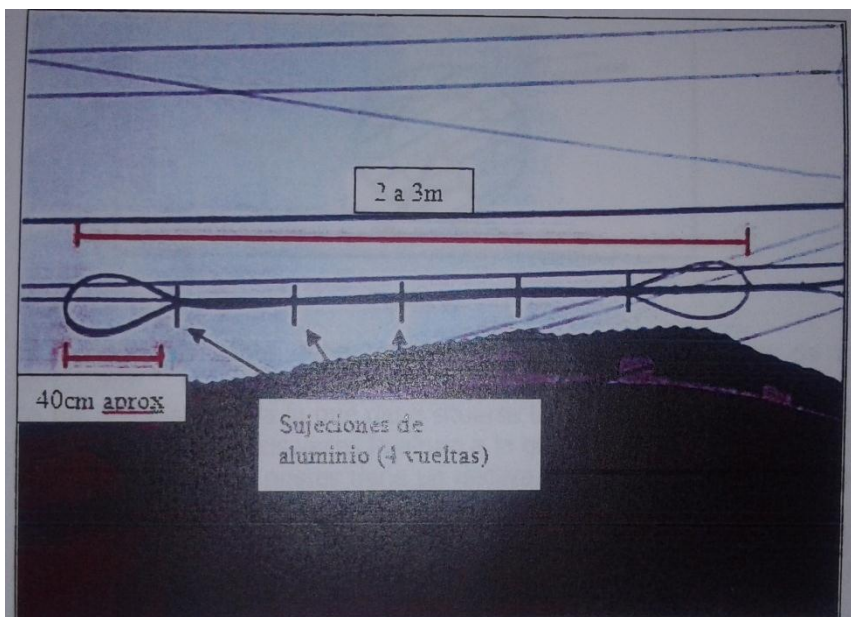


Fig. 64 Reserva de cable en el poste
Fuente: (QFC, 2010)

La cantidad de reserva que se deje en el poste debe de ser de aproximadamente de 23 metros, esto variara según la longitud de la bobina, como recomendación se puede dejar cada 500 metros de tendido en la figura 64 se muestra como debe de quedar la fibra ya que si se deja en rollado en forma circular se tendrá pérdidas (QFC, 2010).

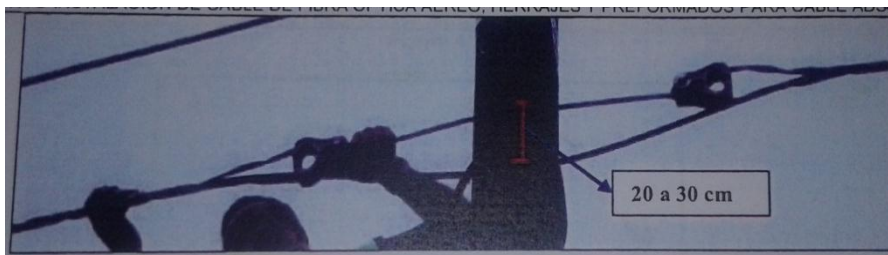


Fig. 65 Flecha de seno de cada poste longitud de 20 a 30 cm
Fuente: (QFC, 2010)

En el anexo E y F, se puede verificar las distancias que se debe de tener con respecto a las líneas de alta, media, y baja tensión, la cual indica para que se cumpla la normativa establecida por la empresa eléctrica regional centro sur y la seguridad del trabajador. Para comenzar con el tendido de la fibra óptica el tambor del cable se debe de montar sobre el porta bobinas de tal manera que la bobina de fibra gire libremente, además el porta bobinas debe de contar con un frenado en caso de que se requiera hacer ya que si no se tuviese esta alternativa la fibra podría desenrollarse y con esto puede generarse dobleces. El cable no debe de toparse contra los flancos de la bobina ya que de esta forma también se puede lastimar el cable, en la figura 66 se muestra un ejemplo de cómo debe de ser desenrollado la fibra de la

bobina, si la misma tiene un ángulo no apropiado como se muestra puede llegar a tensionarse y con esto los dobleces que los mismos generan atenuaciones estos pudiendo quedar en la mitad de un vano y sería más complicado la determinación y ubicación del problema (QFC, 2010).

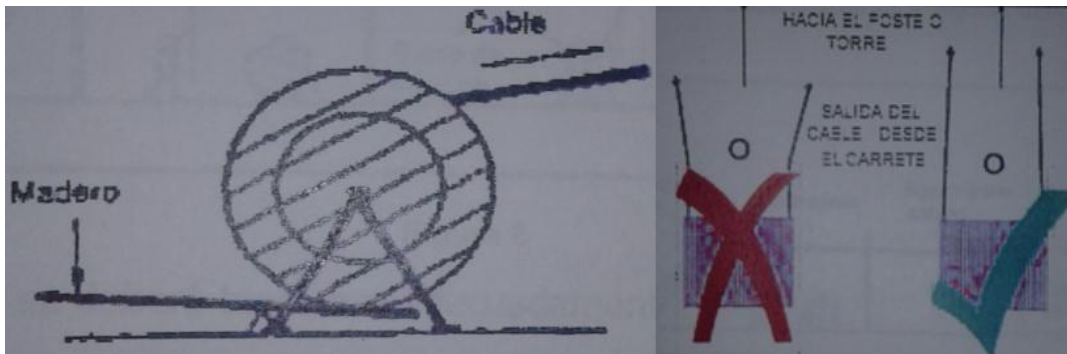


Fig. 66 Des bobinado del cable
Fuente: (QFC, 2010)

Al salir el cable del porta bobinas este debe ser sujetado por un hilo guía, este se tiende al poste de retención lejano la misma que tendrá poleas para que se puede deslizar con normalidad

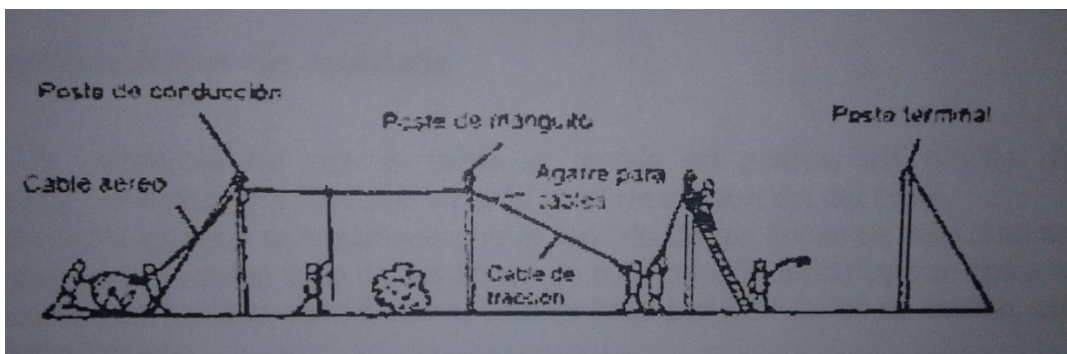


Fig. 67 Tensado de fibra
Fuente: (QFC, 2010)

Por último se tendrá que asegurar el cable hacia el último poste que el mismo servirá como retención, como se muestra en la figura 68 el cable pasara por las poleas seguidamente será sujetado contra la herraje ría que se coloque en los postes esta podrá ser de paso o de retención (QFC, 2010).

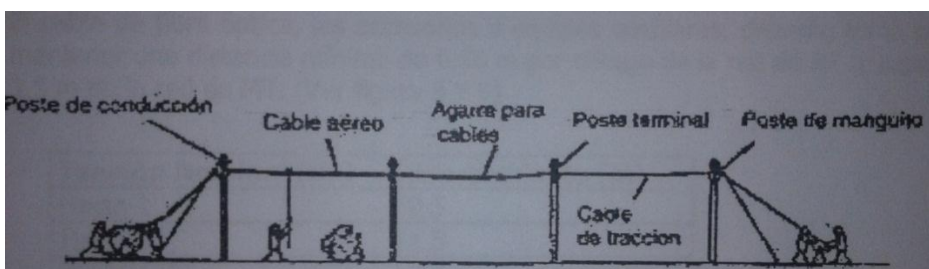


Fig. 68 Tendido total del vano
Fuente: (QFC, 2010)

3.2.2.3 ARMADO DE MANGAS DE EMPLAME

Las mangas de empalme son las encargadas de realizar la interconexión de los hilos de fibra en las bandejas porta empalmes que tiene cada una de ellas.

3.2.2.3.1 PEPARACION DEL CABLE

- Identificar los cables a ser empalmados
- El cable debe de ser de 2.50 metros
- Realizar una señal y retirar la chaqueta realizando el pelado del mismo
- Medir 75 cm desde el corte del cable y cortar lo buffers
- Limpiar el gel que trae el cable con líquido para limpieza de cables
- El buffer de entrada a la manga va a lado derecho y del de salida a lado izquierdo
- En el extremo de cada buffer se debe de colocar cinta de tela para fijar contra la bandeja porta- empalme, la misma que debe ser sujeta con una correa plástica de 10 cm
- Al retirar la cubierta de los hilos de fibra el del lado derecho debe de ir a la primera ranura y el segundo debe ir peinado a la segunda ranura, la caja de empalmes debe de ser preparada según el detalle de armado que envía el fabricante.

3.2.2.3.2 ORGANIZADO DE LOS HILOS DE FIBRA EN LA BANDEJA DE EMPLAMES

El organizado es la parte fundamental que se debe de tener en cuenta al momento de armar una manga, a continuación se presenta como debe de ingresar la fibra y el colocado de la bandeja de empalmes.

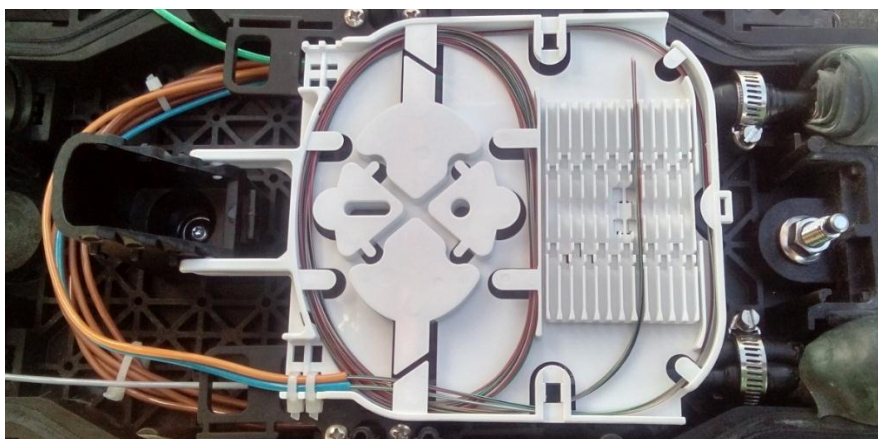


Fig. 69 Preparado de la fibra y la manga para la fusión
Fuente: (QFC, 2010)

3.2.2.3.3 MATERIALES HERRAMIENTAS Y FUSIONES DE LOS HILOS DE FIBRA

Para realizar las respectivas fusiones se debe de tener una Fusionadora equipo que permite unir los hilos de fibra, además todos los implementos como son la peladora de fibra el cortador de la fibra y los materiales de limpieza, como es el alcohol isopropilico los paños para quitar el gel y herramientas menores como pinza, cortafrío, desarmadores.

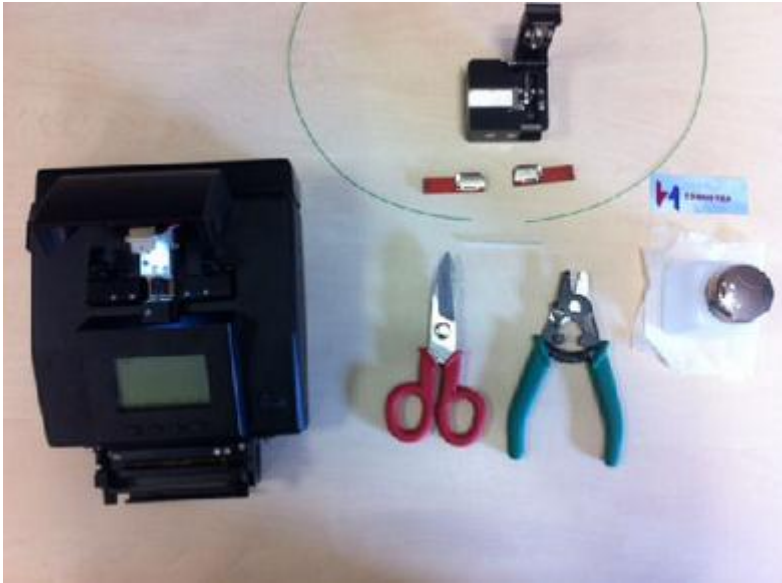


Fig. 70 Equipos y herramientas para fusión de fibra
Fuente: (CONECTRONICA, 2016)

- ❖ Como primer paso se debe de insertar el tubillo o manguito, seguido de quitar el recubrimiento que lleva el hilo de fibra, para esto se usa el pelador de fibra, el tubillo debe de ser insertado antes ya que después que se realice la limpieza del hilo puede ser que el mismo se rompa o ensucie.

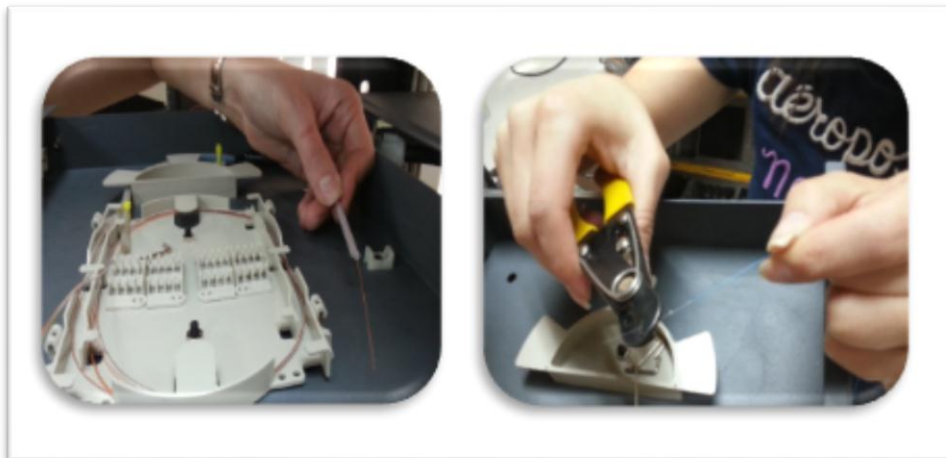


Fig. 71 Pelado del hilo de fibra
Fuente: (CONECTRONICA, 2016)

- ❖ Segundo: se debe de realizar la limpieza del hilo para esto se debe de usar el alcohol isopropilico y colocar en el cortador de fibra a una distancia de 12 cm, tal como indica en el mismo cortador.



Fig. 72 Limpieza y corte de fibra
Fuente: (CONECTRONICA, 2016)

- ❖ Tercer paso: se debe de colocar el hilo de fibra en las ranuras de la Fusionadora, el cual realizara la fusión de forma automática al presionar el botón set.

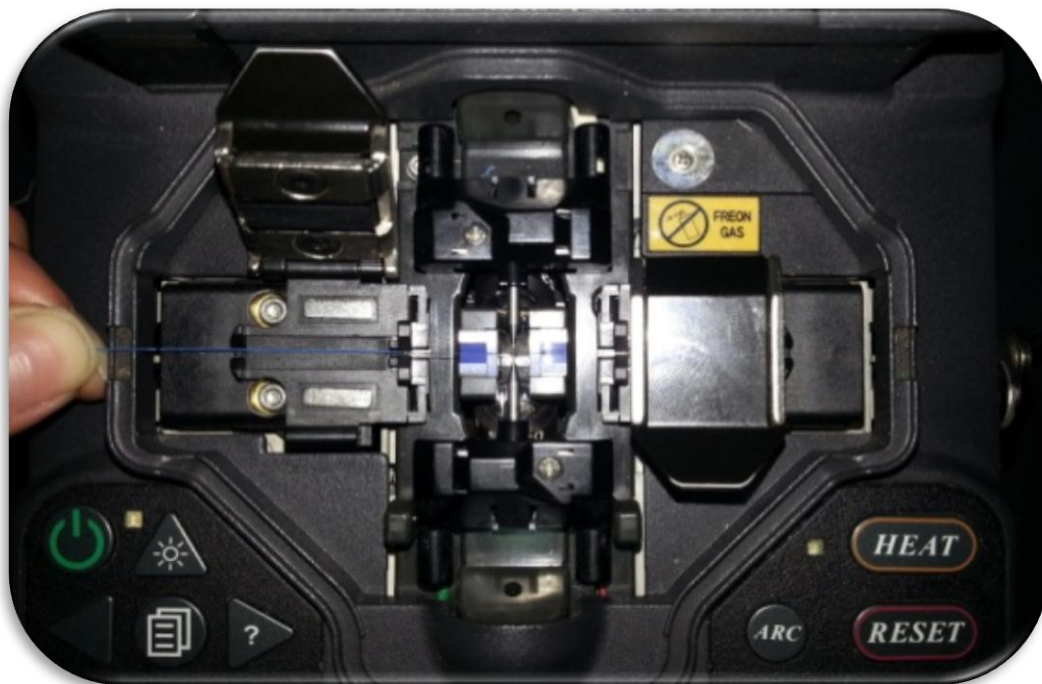


Fig. 73 Fibras en la ranura de la Fusionadora
Fuente: (CONECTRONICA, 2016)

- ❖ Como paso último se verificara la perdida que muestra la Fusionadora al realizar la fusión de los dos hilos, esto dependerá del tipo de Fusionadora a ser utilizado, si la Fusionadora es de núcleo se tendrá menos perdidas,

Si la Fusionadora es para redes de acceso se tendrá un margen de error más alto en las perdidas por fusión, las misma Fusionadora muestra la perdida que se tiene al

realizar la fusión por lo general es de 0.01 dBm con lo que indicaría que la pérdida en la fusión es la mínima.



Fig. 74 Fusión de los hilos de fibra con pérdida de 0.01 dBm
Fuente: (QFC, 2010)

Según las indicaciones presentados por QFC, cuando no se tiene una buena fusión se presenta perdidas de potencia, además si en la manga se tiene polvo o agua son agentes que pueden causar el deterioro de los hilos de fibra y con esto a que los hilos se puedan romperse (QFC, 2010).

3.3 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DATOS MEDIDOS RESPECTO LOS DATOS SIMULADOS

Al realizar las comparaciones respectivas de los datos medidos con respecto a los datos simulados, se verifico que existía un nivel de potencia muy alto sobre la red en producción, con una diferencia de - 5.23 dBm aproximadamente, esto indicaba que la red se encontraba atenuada en diferentes puntos del trayecto, al realizar las mediciones de distancia y de potencia con el OTDR, se verifico que las atenuaciones que se presentaban en la red era debido al mal acondicionado de los hilos de fibra en la bandeja de empalmes, ya que se encontró con dobleces; otro factor fue las malas fusiones, al realizar los diferentes mantenimientos, se verifico que la potencia que llega hasta la salida del splitter 1/16 mejoro notablemente, esto debido a que se siguieron todas las recomendaciones propuestas por la empresa QFC, con esto queda solucionado el problema que se tenía en la red FTTH GPON de la empresa Puntonet en la ciudadela de los ingenieros, las reservas de fibras mal colocados en los postes también estaban generando pérdidas en la red y si se verifica en la figura 64 se presentó un ejemplo de cómo se debe de dejar las reservas de fibra, para mejorar la potencia

también se quitó el tipo de reserva en círculo cambiándole por el tipo de reserva en ochos pero cumpliendo con las recomendaciones propuestas.

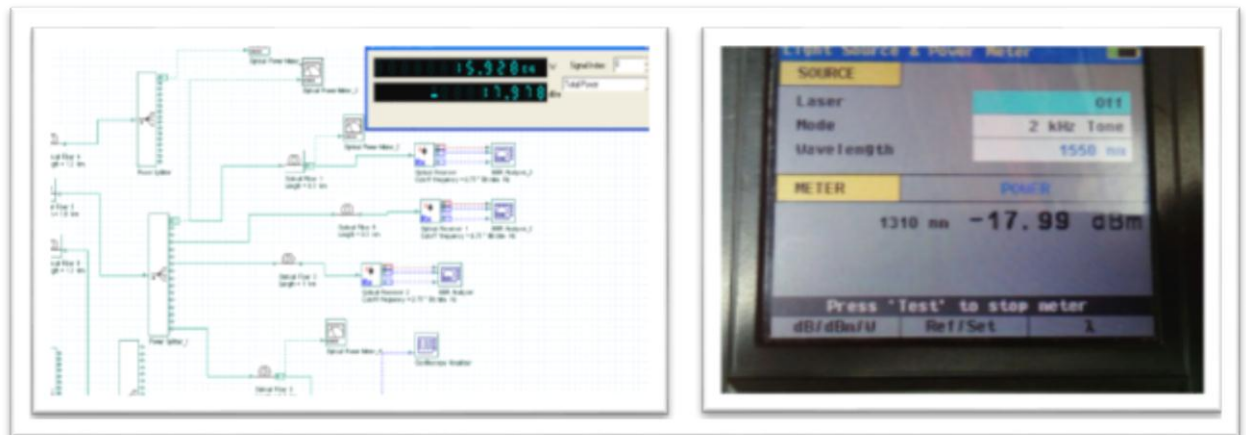


Fig. 75 Potencia medida Versus Potencia Simulada
Fuente:(Investigador)

En la figura 75 se muestra el valor simulado con respecto al valor medido, los dos valores son muy cercanos y con esto queda confirmado que si se mejoró en la red FTTH de la empresa Puntonet, al aplicar las recomendaciones propuestas por la empresa QFC la red en producción se mostró más estable y ya no tuvieron más llamadas a la empresa por problemas de intermitencia en el servicio de internet.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES RECOMENDACIONES Y ANEXOS

4.1 CONCLUSIONES

El análisis de la potencia en la red de fibra óptica FTTH-GPON de la empresa Puntonet Cuenca en la ciudadela de los ingenieros, se lo ha realizado de forma correcta esto debido a que al realizar las diferentes mediciones, se encontró que la potencia estaba en valores muy altos y esto hacía que los clientes presentaran problemas al momento de realizar la navegación, por lo tanto se tenía muchas llamadas por quejas constantes de clientes que reportaban que su servicio de internet se encontraba intermitente.

Después de analizar los resultados obtenidos con la simulación y comparar los datos medidos, he concluido que en la empresa Puntonet en su red FTTH – GPON en toda su red, se debe manejar con estándares de calidad para mejorar la eficiencia energética de su red

Después de los cambios realizados en el sector, se solventó el problema presentado, y es el caso de muestra que los clientes ya no volvieron a llamar por quejas de lentitud o intermitencia del servicio, si no que más bien se obtuvo resultados favorables debido a que los mismos clientes generaron clientes recomendados por el servicio eficiente y la solución oportuna que fue solucionado después de los respectivos cambios realizados en la red, estos cambios fueron los mantenimientos correctivos que se generaron al mostrar el estado de las mangas y los niveles de potencias así como las trazas que se obtuvo al realizar mediciones, de distancia con el OTDR, el mismo que indicaba las atenuaciones que se tenía en la red ya construida.

Este estudio ha permitido aportar a las empresas de telecomunicaciones públicas o privadas y principalmente a la empresa Puntonet, que requieran revisar cómo se debe de ejecutar la construcción de una red FTTH – GPON, basándose en normativas de construcción que son predeterminantes para que no tengan problemas posteriores. Además la perspectiva de esta investigación fue de analizar de forma objetiva del porque se tenía una red de fibra óptica con niveles de potencia elevados, y de este modo, poder aportar hacia nuevos estudios sobre la redes de fibra óptica.

La situación actual exige que las redes de fibra óptica sean cada vez más eficientes para poder transportar la información a mayores velocidades y mayores capacidades, por lo que las mismas siempre deberán de estar a su máxima operatividad.

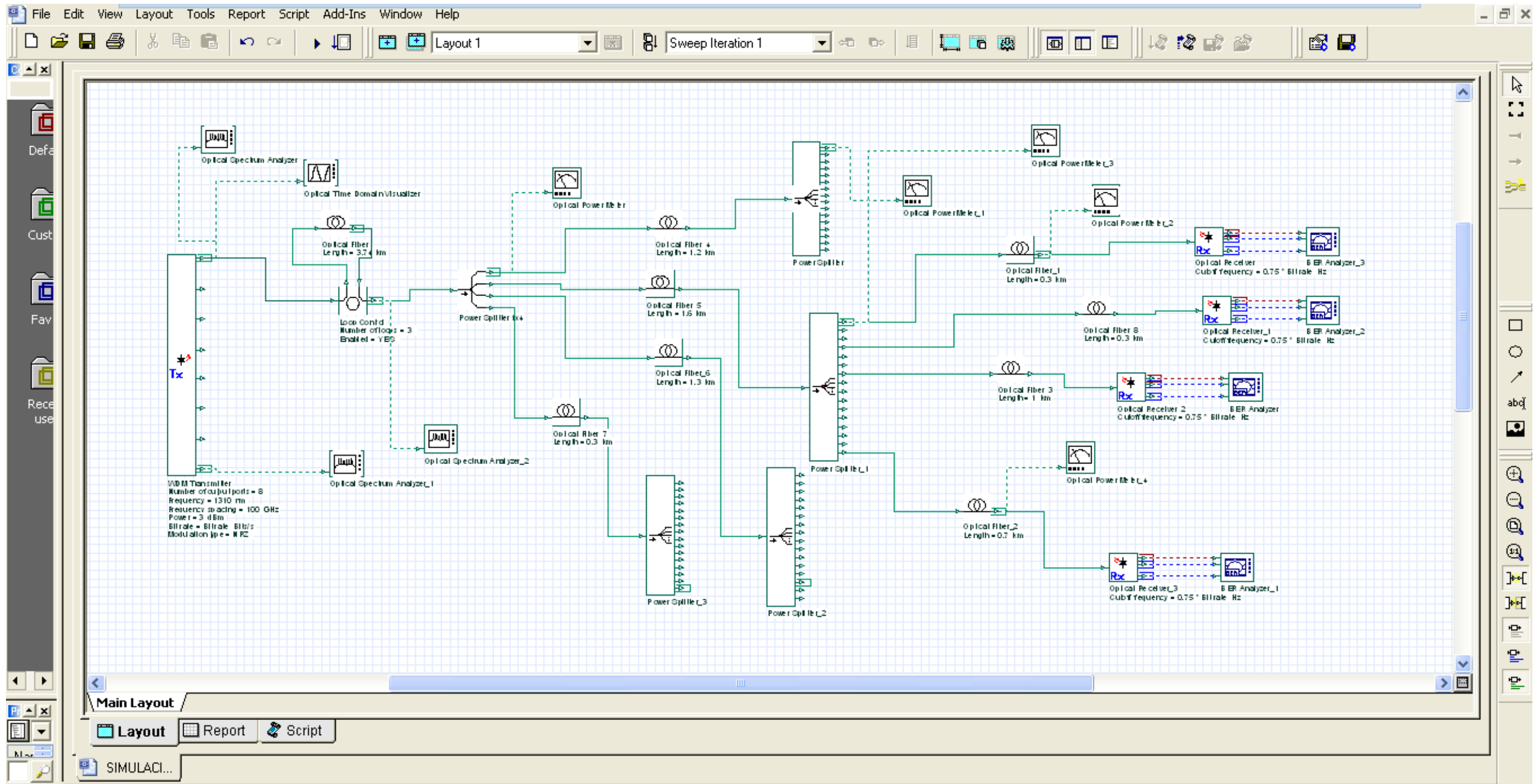
4.2 RECOMENDACIONES

Finalmente después de toda la investigación realizada, y de las diferentes pruebas realizadas tanto en campo como con herramientas informáticas como es el software optisystem, se recomienda lo siguiente.

- Al ejecutar un proyecto de fibra óptica, o al realizar un tendido de fibra ya sea este troncal o para clientes que son las redes de acceso, se debe de tomar en cuenta todas las recomendaciones posibles presentadas en esta investigación, para que al momento de transmitir una señal digital por este medio sea la más eficiente posible.
- En las redes de fibra óptica el polvo, el agua los dobleces que se tengan en una red en producción, generaran perdidas ya que la fibra óptica en su red ODN solo cuenta con elementos pasivos y no con elementos activos.
- Las malas fusiones en las redes de fibra óptica, generan pedidas considerables ya que al momento de realizar las respectivas fusiones deberán de verificar que la perdida por fusión sea la mínima y con esto poder garantizar una red de fibra óptica FTTH estable.
- El cálculo de la potencia que se realiza antes de ejecutar un proyecto debe de ser igual o parecido a los datos medidos en campo, con esto se puede contrastar y garantizar que la red ejecutada no presentara problemas inmediatos.




Anexo A Red FTTH Ciudadela de los ingenieros empresa Puntonet
Fuente: (Investigador)




Anexo B Simulación Optisystem
Fuente: (Optiwave, 2017)

ANEXO C

		REGISTRO DE FISCALIZACIÓN DE CDOE			VERSION: 1																																																																																																																								
					F.E.: DIC 2016																																																																																																																								
FECHA:	04/01/2017	NIVEL SPLITTER:	1x2	<input type="checkbox"/>	CDOE	FOSC350C <input type="checkbox"/>																																																																																																																							
FISCALIZADOR	Juan Mosquera		1x4	<input type="checkbox"/>		TENSORTEC <input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																							
CODIGO CDOE:	MCUE002		1x8	<input type="checkbox"/>		OFDTS24 <input type="checkbox"/>																																																																																																																							
SECTOR:	BAÑOS		1x16	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																									
DIRECCIÓN:	Av. Ricardo Durán y Salvador Fernández				REQUIERE	SI <input type="checkbox"/>																																																																																																																							
C/POSTE:	368261				INTERVENCIÓN	NO <input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																							
PLATAFORMA:	CALIX	SERIE SPLITTER:																																																																																																																											
OLT:	OFICINA	10.71.1.2	30538097		INGRESA AGUA	SI <input type="checkbox"/>																																																																																																																							
PUERTO:	G(1,1,1)					NO <input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">CODIGO</th> <th style="width: 10%;">PLAN</th> <th style="width: 30%;">CLIENTE</th> <th style="width: 10%;">IP CLIENTE</th> <th style="width: 5%;">GRUPO</th> <th style="width: 10%;">HILO U.</th> <th style="width: 25%;">OBSERVACIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9708</td> <td>1532780</td> <td>SALINAS POZO MILTON PATRICIO</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>codigo y plan no estan en la m</td> </tr> <tr> <td>9943</td> <td>1535122</td> <td>LETAWSKY ERNEST MICHAEL</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>codigo y plan no estan en la m</td> </tr> <tr> <td>10123</td> <td>1537545</td> <td>SUQUISUPA LOJA MAYRA CATHERINE</td> <td>10.71.6.138</td> <td>1</td> <td>7 - Rojo</td> <td>correcto</td> </tr> <tr> <td>10154</td> <td>1538090</td> <td>QUEZADA DAMIAN CRISTIAN LAUTARO</td> <td>10.71.6.147</td> <td>2</td> <td>5 - Gris</td> <td>ente desactivado hilodisponib</td> </tr> <tr> <td>10300</td> <td>1540124</td> <td>WEAVER KENNETH WAYNE</td> <td>10.71.6.185</td> <td>2</td> <td>6 - Blanco</td> <td>correcto</td> </tr> <tr> <td>3187</td> <td>1551789</td> <td>LOYOLA CAJAS EDGAR EDUARDO</td> <td>10.71.7.135</td> <td>2</td> <td>3 - Verde</td> <td>correcto</td> </tr> <tr> <td>12019</td> <td>1570569</td> <td>ERAZO LOPEZ IMELDA ENRIQUETA</td> <td>10.71.12.250</td> <td>1</td> <td>7 - Rojo</td> <td>disponible</td> </tr> <tr> <td>8587</td> <td>1515642</td> <td>NAULA GUAMAN KENNY ALBERTO</td> <td>10.71.4.184</td> <td>2</td> <td>1 - Azul</td> <td>correcto</td> </tr> <tr> <td>7083</td> <td>1517180</td> <td>GUAPISACA VARGAS JORGE LUCIANO</td> <td>10.71.4.237</td> <td>2</td> <td>2 - Naranja</td> <td>correcto</td> </tr> <tr> <td>6986</td> <td>1488808</td> <td>COOK JOSEPH ALDEN</td> <td>10.65.4.12</td> <td>1</td> <td>4 - Cafe</td> <td>cliente codigo incorrecto</td> </tr> <tr> <td>872</td> <td>1490886</td> <td>ESPINOZA ALVARRACIN XIMENA DEL PILAR</td> <td>10.71.4.114</td> <td>2</td> <td>4 - Cafe</td> <td>correcto</td> </tr> <tr> <td>7818</td> <td>1504561</td> <td>NIVICELA TACURI MIRIAM ALEXANDRA</td> <td>10.4.71.90</td> <td>1</td> <td>1 - Azul</td> <td>correcto</td> </tr> <tr> <td>2517</td> <td>1509013</td> <td>PACHECO AYORA SONIA KATTERINE</td> <td>10.71.4.148</td> <td>1</td> <td>8 - Negro</td> <td>correcto</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>HILOS DISPONIBLES</td> <td></td> <td></td> <td>8 - Negro</td> <td>disponible</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>HILOS DISPONIBLES</td> <td></td> <td></td> <td>5 - Gris</td> <td>disponible</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>HILOS DISPONIBLES</td> <td></td> <td></td> <td>3 - Verde</td> <td>disponible</td> </tr> </tbody> </table>							CODIGO	PLAN	CLIENTE	IP CLIENTE	GRUPO	HILO U.	OBSERVACIONES	9708	1532780	SALINAS POZO MILTON PATRICIO				codigo y plan no estan en la m	9943	1535122	LETAWSKY ERNEST MICHAEL				codigo y plan no estan en la m	10123	1537545	SUQUISUPA LOJA MAYRA CATHERINE	10.71.6.138	1	7 - Rojo	correcto	10154	1538090	QUEZADA DAMIAN CRISTIAN LAUTARO	10.71.6.147	2	5 - Gris	ente desactivado hilodisponib	10300	1540124	WEAVER KENNETH WAYNE	10.71.6.185	2	6 - Blanco	correcto	3187	1551789	LOYOLA CAJAS EDGAR EDUARDO	10.71.7.135	2	3 - Verde	correcto	12019	1570569	ERAZO LOPEZ IMELDA ENRIQUETA	10.71.12.250	1	7 - Rojo	disponible	8587	1515642	NAULA GUAMAN KENNY ALBERTO	10.71.4.184	2	1 - Azul	correcto	7083	1517180	GUAPISACA VARGAS JORGE LUCIANO	10.71.4.237	2	2 - Naranja	correcto	6986	1488808	COOK JOSEPH ALDEN	10.65.4.12	1	4 - Cafe	cliente codigo incorrecto	872	1490886	ESPINOZA ALVARRACIN XIMENA DEL PILAR	10.71.4.114	2	4 - Cafe	correcto	7818	1504561	NIVICELA TACURI MIRIAM ALEXANDRA	10.4.71.90	1	1 - Azul	correcto	2517	1509013	PACHECO AYORA SONIA KATTERINE	10.71.4.148	1	8 - Negro	correcto			HILOS DISPONIBLES			8 - Negro	disponible			HILOS DISPONIBLES			5 - Gris	disponible			HILOS DISPONIBLES			3 - Verde	disponible
CODIGO	PLAN	CLIENTE	IP CLIENTE	GRUPO	HILO U.	OBSERVACIONES																																																																																																																							
9708	1532780	SALINAS POZO MILTON PATRICIO				codigo y plan no estan en la m																																																																																																																							
9943	1535122	LETAWSKY ERNEST MICHAEL				codigo y plan no estan en la m																																																																																																																							
10123	1537545	SUQUISUPA LOJA MAYRA CATHERINE	10.71.6.138	1	7 - Rojo	correcto																																																																																																																							
10154	1538090	QUEZADA DAMIAN CRISTIAN LAUTARO	10.71.6.147	2	5 - Gris	ente desactivado hilodisponib																																																																																																																							
10300	1540124	WEAVER KENNETH WAYNE	10.71.6.185	2	6 - Blanco	correcto																																																																																																																							
3187	1551789	LOYOLA CAJAS EDGAR EDUARDO	10.71.7.135	2	3 - Verde	correcto																																																																																																																							
12019	1570569	ERAZO LOPEZ IMELDA ENRIQUETA	10.71.12.250	1	7 - Rojo	disponible																																																																																																																							
8587	1515642	NAULA GUAMAN KENNY ALBERTO	10.71.4.184	2	1 - Azul	correcto																																																																																																																							
7083	1517180	GUAPISACA VARGAS JORGE LUCIANO	10.71.4.237	2	2 - Naranja	correcto																																																																																																																							
6986	1488808	COOK JOSEPH ALDEN	10.65.4.12	1	4 - Cafe	cliente codigo incorrecto																																																																																																																							
872	1490886	ESPINOZA ALVARRACIN XIMENA DEL PILAR	10.71.4.114	2	4 - Cafe	correcto																																																																																																																							
7818	1504561	NIVICELA TACURI MIRIAM ALEXANDRA	10.4.71.90	1	1 - Azul	correcto																																																																																																																							
2517	1509013	PACHECO AYORA SONIA KATTERINE	10.71.4.148	1	8 - Negro	correcto																																																																																																																							
		HILOS DISPONIBLES			8 - Negro	disponible																																																																																																																							
		HILOS DISPONIBLES			5 - Gris	disponible																																																																																																																							
		HILOS DISPONIBLES			3 - Verde	disponible																																																																																																																							

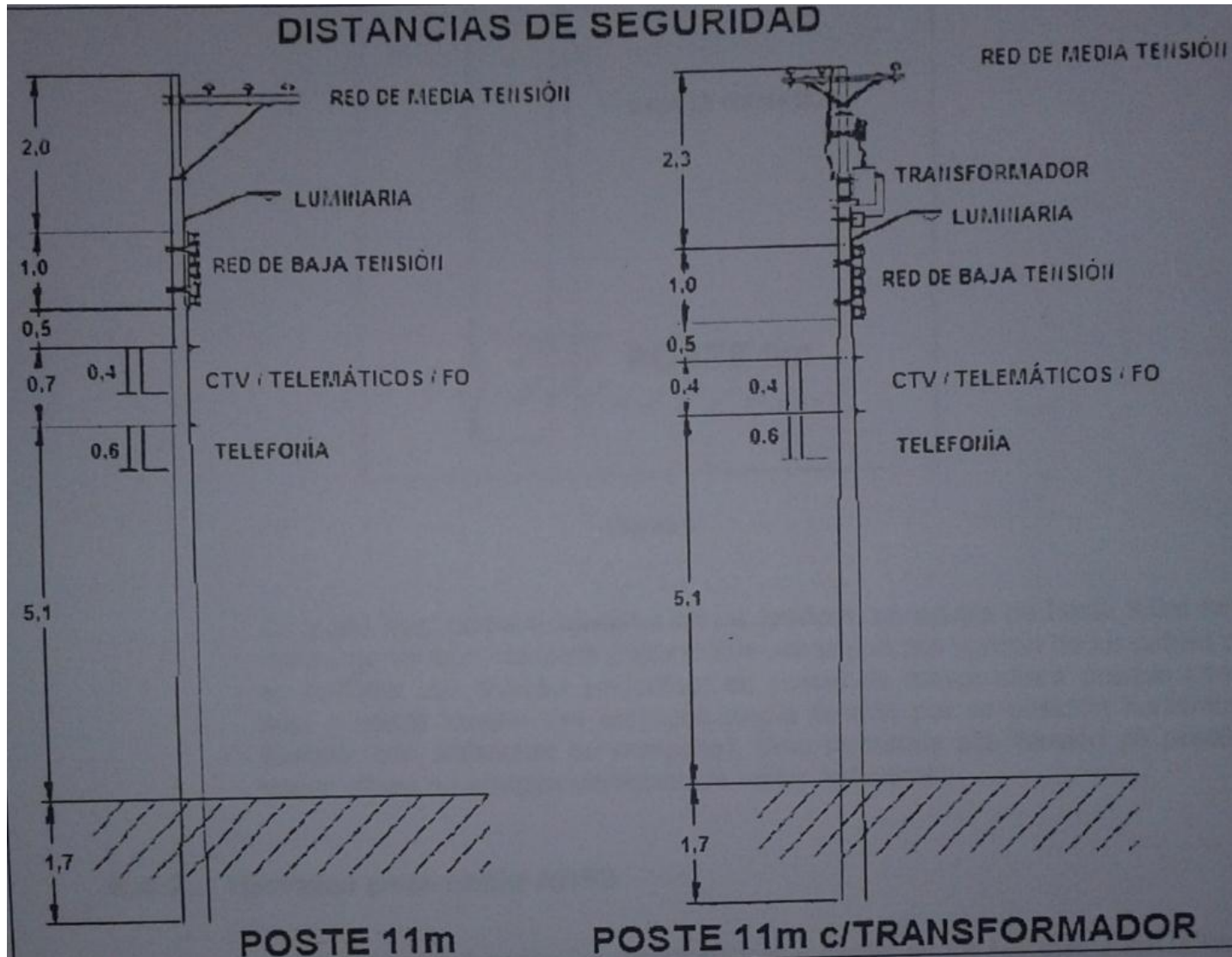
Anexo C Control Hilos Splitter
Fuente: (Puntonet)

ANEXO D

	REGISTRO DE SUPERVISIÓN RED FO	VERSION: 1 F.E.: DIC 2016					
FISCALIZACIÓN DE CDOE FTTH							
ZONA		AEREO: <u> X </u> SOTERRADO: <u> </u>					
TOTAL DE CABLES: <u> 20 </u>		TRONCAL: <u> 1 </u> ACCESO: <u> 19 </u>					
ITEM	SERVICIO	ETIQUETA	MARCA	#HILOS	HILOS USADOS	DISPONIBLES	ESTADO FO
1	17 FTTH	s/e	drop	2	1	1	ok
2	troncal 1	puntonet	prismian	12	1	11	ok
3	FTTH 2	s/e	prismian	2	1	1	ok
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
OBSERVACIONES GENERALES: <hr/> <hr/> <hr/>							

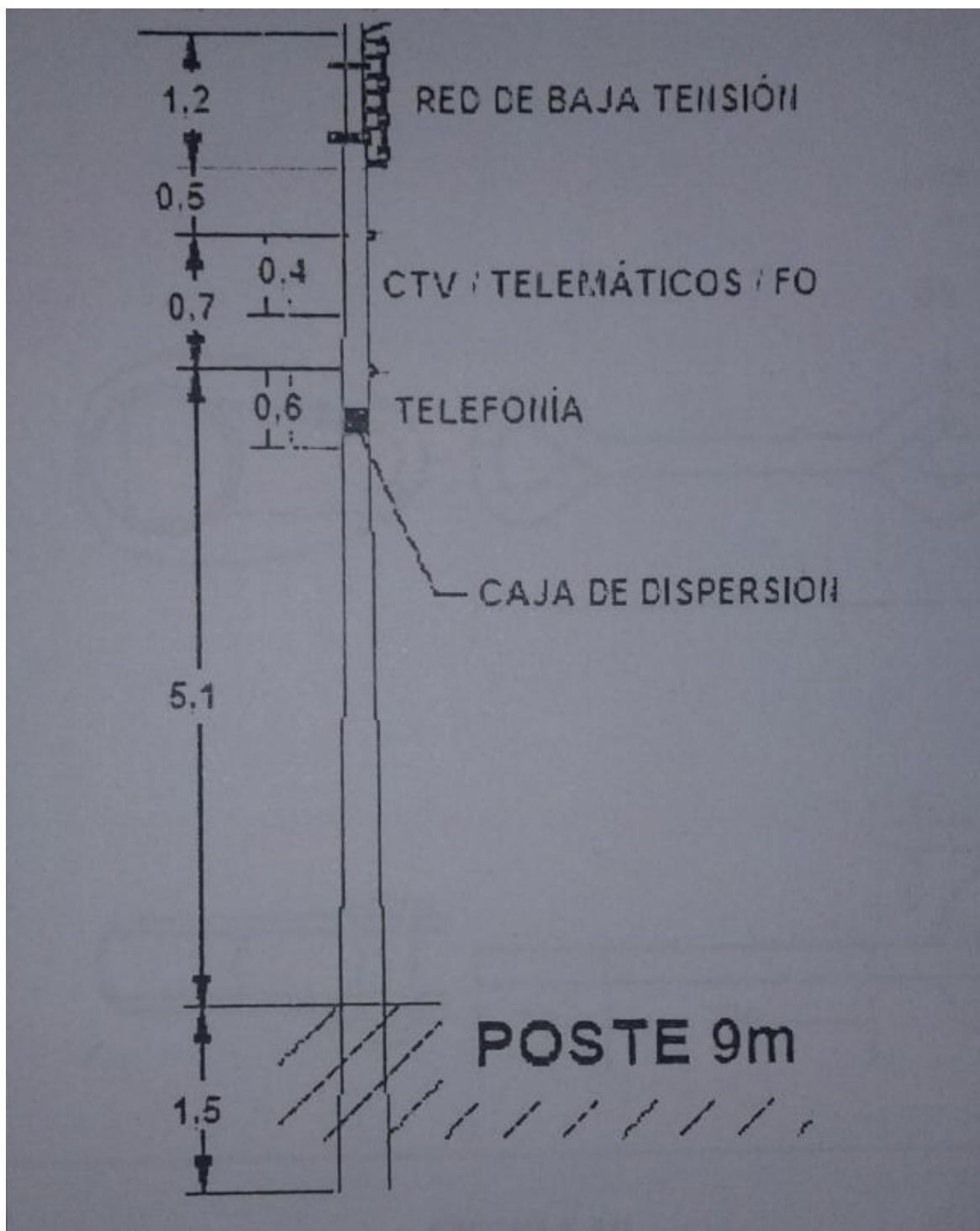
Anexo D Fiscalización de hilos de fibra utilizados
 Fuente: (Puntonet)

ANEXO E



Anexo E Distancias de seguridad
Fuente: (QFC, 2010)

ANEXO F



Anexo F Distancias de instalación del cable de fibra óptica
Fuente: (QFC, 2010)

CAPITULO V

BIBLIOGRAFÍA

- Arellano Pinilla, C. (15 de Junio de 2007). INVESTIGATION OF REFLECTIVE OPTICAL NETWORK UNITS FOR BIDIRECTIONAL PASSIVE OPTICAL ACCESS NETWORKS. 133. Barcelona, Catalunya, España.
- Association, The Fiber Optic. (20 de Noviembre de 2014). *Guía de referencia sobre fibra óptica de la FOA*. Obtenido de <http://www.thefoa.org/ESP/index.htm>
- Calix. (14 de 01 de 2017). *Calix Access Innovation*. Obtenido de <https://www.calix.com/solutions/wireline-operators.html>
- Chapter, C. L. (2015). Recomendaciones técnicas para redes FTTH. Quito: ISBN 978-987-33-2879-4.
- CISCO. (23 de 04 de 2004). *Fiber-Optic Technologies*. Obtenido de <http://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=170740&seqNum=6>
- CONECTRONICA. (31 de 12 de 2016). *Caractrisiticas de la fibra optica*. Obtenido de <http://www.conectronica.com/fibra-optica/curso-fibra-optica/caracteristicas-de-las-fibras-opticas>
- EXFO. (25 de MAYO de 2012). *La Guía FTTH PON*. Obtenido de <http://www.exfo.com/es>
- FibreMex. (03 de 01 de 2017). *El Catalogo de la telecomunicaciones*. Obtenido de <http://fibremex.com/fibraoptica/index.php?mod=contenido&id=3&t=3&st=17>
- flukenetworks. (12 de 05 de 2006). *flukenetworks*. Obtenido de <http://es.flukenetworks.com/>
- ILUMINET. (24 de OCTUBRE de 2008). *REVISTA DE ILUMINACION ON LINE*. Obtenido de <http://www.iluminet.com/el-indice-de-proteccion-ip/>
- INEC. (23 de Marzo de 2015). *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Obtenido de <http://190.152.152.74/tecnologias-de-la-informacion-y-comunicacion-tic/>
- International Telecommunication Union. (10 de 2015). SERIES G: TRANSMISSION SYSTEMS AND MEDIA, DIGITAL SYSTEMS AND NETWORKS. *TELECOMMUNICATION STANDARDIZATION SECTOR OF ITU*, 32.
- Lattanzi, M., & Graf, A. (8 de 5 de 2012). REDES FTTH. Buenos Aires, Argentina.
- Millán Tejedor, R. J. (03 de 12 de 2010). Tecnologías de banda ancha por fibra óptica. *Dialnet*, 29-36.
- News Silicon. (13 de Abril de 2010). *Available online*. Obtenido de <http://www.siliconnews.es/es/news/2010/04/13/boom-moviles-sociales/>
- Optiwave. (1 de 2 de 2017). *Optical Communication System Design*. Obtenido de <https://optiwave.com/category/products/system-and-amplifier-design/optisystem/>
- PRYSMIAN. (2012). UFC - Universal Fibre Joint. *Outside Plant*, 4.
- QFC. (2010). *Plan de emergencia para el proyecto red fibra optica para CNT Ecuador*. QUITO.
- Ruiz Sanz, E. (2011). *ENERGY-EFFICIENCY IN OPTICAL NETWORKS*". Madrid.

Schmidberg, E. (2012). FIBRA OPTICA HASTA EL HOGAR. Buenos Aires: Universidad Palermo.

Yaroslav, M. (24 de 06 de 2011). Desarrollo de una aplicacion grafica para el diseño de infraestructuras FTTH. Valencia, Gandia, España.