

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA



**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, SISTEMAS Y
TELECOMUNICACIONES**

PROGRAMA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**RESTRUCTURACIÓN DE LA RED DE FIBRA OPTICA HASTA EL HOGAR CON
TECNOLOGIA GPON PARA LA EMPRESA VCONEXION S.A.S. EN LA CIUDAD DE
PAMPLONA - NORTE DE SANTANDER**

AUTOR:

LEDYS MARIA CORREA ROMERO

DIRECTOR:

**GERMAN ARLEY PORTILLA GONZÁLEZ
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER - COLOMBIA
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
DICIEMBRE DE 2021**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, SISTEMAS
Y TELECOMUNICACIONES**

PROGRAMA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**TRABAJO PRESENTADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERA EN
TELECOMUNICACIONES**

**FECHA DE INICIO DEL TRABAJO: AGOSTO 2021
FECHA DE TERMINACIÓN DEL TRABAJO: NOVIEMBRE 2021**

**LEDYS MARIA CORREA ROMERO
AUTOR**

**MSC. GERMAN PORTILLA GONZÁLEZ
DIRECTOR**

**ING. EDWIN MAURICIO SEQUEDA
DIRECTOR DEL PROGRAMA**

JURADO CALIFICADOR:

MSC. JOSÉ DEL CARMEN SANTIAGO

**MSC. ADRIANA VILLAMIZAR
PEDRAZA**

**PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER - COLOMBIA
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
DICIEMBRE DE 2021**

DEDICATORIA

Este trabajo de grado está dedicado primeramente a Dios por ser siempre ese sentimiento de alegría, tranquilidad y serenidad en cada momento de esta etapa de vida que esta próxima a culminar. Con cariñoso afecto a mis padres Manuel Correa y Zunilda Romero, mis hermanos, docentes, amigos y todas estas personas que siempre creyeron en mis capacidades.

En especial a mi amiga Dora Gómez, Cristy Pérez, a mis pastores Walter Arrubla y Brenda Paternina por siempre llevarme en sus oraciones y a mis docentes de la IESVIP por darme ese impulso que necesitaba para tomar la decisión de iniciar mi carrera universitaria. A los sucesos que me hicieron elegir esta carrera, a todos los que me han formado en esta vida universitaria.

a mi novio Dixon Fernández, por su gran ayuda, por esas palabras de apoyo, por desvelarse acompañándome en la realización de esta tesis para que no darne por vencida.

A mis amigos y compañeros, principalmente a mis amigas Angie Granada, Angie rico y Karol Martínez, por ser siempre esa voz de aliento, A mi director German portilla

A mi amigo Rafael López, por ser ese gran apoyo durante toda mi carrera, por último quiero dedicarle esta tesis a la empresa VConexión, porque no solo me brindó la oportunidad de realizar mis prácticas profesionales sino de encontrar en ellos una familia y apoyo incondicional. Es grato saber la fuerza y determinación que poseemos cuando queremos alcanzar algo.

INDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	9
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
I. INTRODUCCIÓN	10
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
III. JUSTIFICACIÓN	12
IV. DELIMITACIÓN	13
CAPÍTULO II.....	14
MARCO REFERENCIAL.....	14
1. MARCO TEÓRICO.....	15
2. ESTADO DEL ARTE	22
3. MARCO LEGAL	24
4. MARCO CONTEXTUAL	26
CAPÍTULO III.....	28
METODOLOGIA Y RESULTADOS	28
5. TOPOLOGIA DE LA RED.....	30
6. BALANCE DE POTENCIA Y RELACIÓN DE EMPALMES.....	42
7. MANTENIMIENTO DE LA RED.....	48
8. ANALISIS Y DISEÑO DE NUEVOS TRAMOS.....	54
9. IMPLEMENTACION DE NUEVOS TRAMOS.....	58
CAPÍTULO IV.....	63
CONCLUSIONES.....	63
10. CONCLUSIONES	64
CAPÍTULO V.....	66
RECOMENDACIONES.....	66
11. RECOMENDACIONES	67
BIBLIOGRAFÍA	68

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de Causa y Efecto	11
Figura 2. Estructura del cable de fibra óptica.	16
Figura 3. Fibras monomodo y multimodo	17
Figura 4. Distribución de una red de acceso de fibra óptica.....	18
Figura 5. OLT (OPTICAL LINE TERMINATION).....	18
Figura 6. ONU ZTE.....	19
Figura 7. Splitter 1:8.....	19
Figura 8. Cajas NAP.....	20
Figura 9. Caja De Empalme(muflas).....	20
Figura 10. Conectores.....	21
Figura 11. Interfaz gráfica de Google Earth.....	22
Figura 12. Ubicación de la oficina (Vconexion).....	27
Figura 13. Diagrama metodológico.....	29
Figura 14. Interfaz de UTM Geo Map.....	30
Figura 15. Medición de potencia de Caja Nap.....	31
Figura 16. Distribución de zonas de la red.....	35
Figura 17. Distribución topológica de las troncales dentro de cada zona.....	36
Figura 18. Brazos de la troncal 2.....	38
Figura 19. Ubicación de la postería a lo largo de la troncal 2.....	40
Figura 20. Ubicación de las cajas y muflas a lo largo de la troncal 2.....	41
Figura 21. Tramos de la red2.....	41
Figura 22. Niveles de splitter.....	43
Figura 23. Porcentaje de cajas vs %error.....	47
Figura 24. Caja NAP en mal estado.....	52
Figura 25. Arreglo de la caja NAP.....	52
Figura 26. Caja Nap en buen estado.....	53
Figura 27. Organización de hilos dentro de mufla.....	53
Figura 28. Distribución topológica de nuevos tramos.....	59
Figura 29. Instalación de cajas NAP en tramo Subiendo hacia Brighton – R22.....	59
Figura 30. Tendido de fibra en tramo detrás del humilladero.....	60
Figura 31. Armado de caja NAP en tramo Hacia el mercado.....	60
Figura 32. Realización de caja empalmes en tramo paso del burro –R19.....	61

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de las tecnologías FTTx	15
Tabla 2. Ubicación de le empresa y la central de distribución (Vconexion)	27
Tabla 3. Ubicación de cajas NAP	31
Tabla 4. Ubicación de MUFLAS	32
Tabla 5. Potencia y número de usuarios conectados en cajas Nap	33
Tabla 6. Distribución de empalmes en mufla don tito	34
Tabla 7. Troncales principales de la red	36
Tabla 8. Jerarquía de la troncal 1	37
Tabla 9. Jerarquía de la troncal 2	38
Tabla 10. Jerarquía de la troncal 3	38
Tabla 11. Jerarquía de la troncal 4	39
Tabla 12. Jerarquía de la troncal 5	39
Tabla 13. Jerarquía de la troncal 6	39
Tabla 14. Jerarquía de la troncal 7	39
Tabla 15. Atenuación por fibra	42
Tabla 16. Perdidas por nivel en splitter	43
Tabla 17. Atenuaciones según fabricantes.....	44
Tabla 18. Atenuación total de cada contenedor en la troncal 1	45
Tabla 19. Potencias teóricas y % error con potencia medida en cada caja de la troncal 1	46
Tabla 20. Hilos disponibles en muflas.....	47
Tabla 21. Mantenimiento de las cajas Nap	48
Tabla 22. Distribución de hilos en troncal 2	54
Tabla 23. Distribución de hilos en la mufla san Ignacio.....	55
Tabla 24. Distribución de hilos del splitter	55
Tabla 25. Distribución de hilos de la troncal 4	56
Tabla 26. Distribución de hilos en la mufla plazuela bolivar	57
Tabla 27. Distribución de hilos del splitter	58
Tabla 28. Ubicación de cajas NAP en nuevos tramos	61
Tabla 29. Ubicación de muflas en nuevos tramos	61
Tabla 30. Potencia y número de usuarios conectados en cajas Nap	62

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Ecuación para el cálculo de atenuaciones totales.....	44
Ecuación 2. Ecuación para el cálculo de la potencia teórica en cada contenedor	44

INDICE DE ANEXOS

- Anexo 1. Ubicación de cajas NAP (anexo pdf)
- Anexo 2. Ubicación de cajas NAP (anexo pdf)
- Anexo 3. Potencia medida y número de usuarios en cajas NAP (anexo pdf)
- Anexo 4. Información de los empalmes dentro de las MUFLAS (anexo pdf)
- Anexo 5. Topología de la red (anexo aplicativo en google Earth)
- Anexo 6. Cálculos de potencia teórica vs Potencia medida en cajas NAP (anexo Excel)
- Anexo 7. Registro fotográfico de arreglos de cajas NAP y organización de MUFLAS (anexo carpeta con imágenes)
- Anexo 8. Topología de la red actualizado (anexo aplicativo en google Earth)

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este capítulo se describen las causas, problemáticas y el planteamiento de como se les dará solución a cada una de las actividades que generaron la realización de las prácticas profesionales.

I. INTRODUCCIÓN

La empresa VCONEXION S.A.S, se encuentra ubicada en la carrera 5 #10 - 08 Plazuela Almeyda, en la Ciudad de Pamplona Departamento de Norte de Santander, es una empresa que presta el servicio en sistemas de comunicación por fibra óptica hasta el hogar con un canal simétrico, instalaciones de cámaras de seguridad e implementación de cableado estructurado en empresas e instituciones, su proyecto inicio en junio del 2020 y el 26 de septiembre del mismo año tuvo su primer usuario y actualmente cuenta con cobertura en los municipios de Pamplona, Toledo, Labateca y San Cayetano.

Este proyecto consiste en implementar la restructuración de la red por fibra óptica hasta el hogar, con tecnología Gpon para la empresa VCONEXION S.A.S. de la Ciudad de Pamplona Departamento de Norte de Santander, proyecto que se desarrolló a lo largo de la realización las prácticas profesionales, esto con el fin de suplir la principal problemática que presentaba la empresa, que eran las limitaciones que se tenían al momento de la expansión de la red y la demora en el cubrimiento de la demanda, derivado de la falta de un diseño topológico y planificación a largo plazo de cómo quedaría la distribución de la red.

Para la restructuración de la Red, principalmente se realizó un levantamiento topológico del despliegue de la red actual, puesto que no se contaba con uno, para ello se hizo un estudio de campo completo sobre la distribución de postiería por donde pasa el cableado de la Red, ubicación de las cajas NAP, MUFLAS, su respectiva información y como se encuentran distribuidos los empalmes dentro de cada elemento mencionado, adicionalmente se realizó un cálculo y balance de potencia para cada una de las c cajas, con el fin de analizar el comportamiento de la red Gpon, basándose en la información obtenida. Como el resultado no fue el esperado, se procedió a implementar estrategias tales como, mantenimientos correctivos en las cajas NAP y muflas, cambios de splitter en las cajas, remplazo de fibras en tramos que se encontraban en mal estado, obteniendo una potencia aceptable y habilitación de más hilos, con el cual se creó un nuevo diseño para proceder a implementarlo.

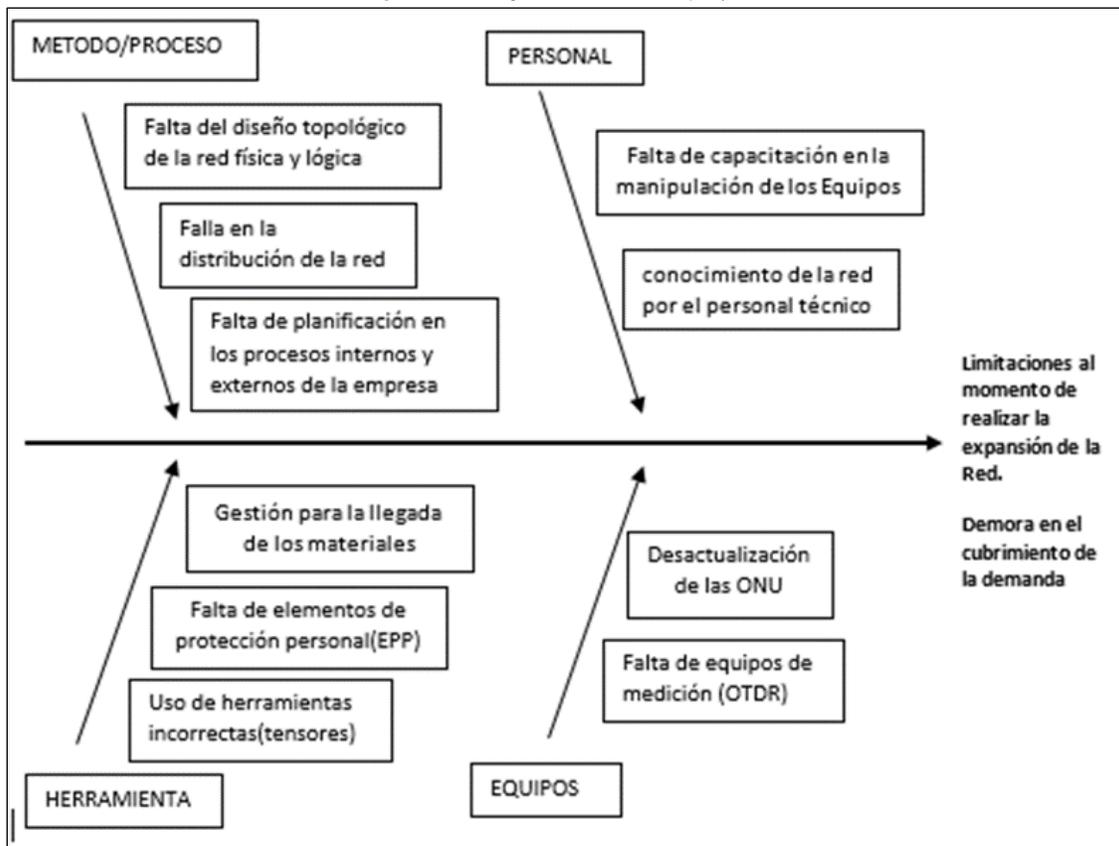
En vista de lo anterior, se obtuvo como resultado, un levantamiento topológico de la red actual, un informe sobre el estado y distribución de la postiería, muflas, cajas, tramos, potencias, splitter, empalmes, hilos habilitados y usuarios conectados, en la cual se logró obtener una visión más amplia de cómo se encuentra distribuida la red, una mejora en las potencias de las cajas y un diseño restructurado de la red para la implementación de nuevos tramos, nuevas cajas de empalme y la conexión de nuevos usuarios. Se aplicaron metodologías y estrategias de mejoramiento, reduciendo los tiempos al momento de las instalaciones, disminuyendo los gastos monetarios y obteniendo una mejora en la calidad del servicio.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

VCONEXION S.A.S. es una empresa que presta el servicio de fibra óptica hasta el hogar (FTTH), utilizando los equipos y redes de última tecnología, brindando a sus clientes una excelente conectividad en el área urbana de la ciudad de Pamplona Departamento de Norte de Santander.

La empresa VCONEXION S.A.S. actualmente no cuenta con un diseño topológico físico de la distribución de la red; lo que causa que no se realice una buena planificación de las tareas para la expansión de la misma, produciendo problemas al momento de lanzar nuevos tramos a futuro. En la Figura 1 se pueden observar efectos nocivos para el desempeño de la empresa como lo son las limitaciones al momento de realizar la expansión, debido a que no se tuvo una planificación y diseño previo cuando se inició el proyecto de la implementación de la red en la ciudad de Pamplona, lo cual implica demoras en el cubrimiento de la demanda de nuevos usuarios; los orígenes de estos problemas que se obtuvieron al realizar el análisis estructural de la empresa desde los aspectos técnicos abarcan dificultades causadas por herramientas/equipos, temáticas a nivel de personal y metodológico.

Figura 1. Diagrama de Causa y Efecto



Fuente: Correa Romero Ledys-2021.

III. JUSTIFICACIÓN

En los últimos años, la tecnología denominada fibra hasta el hogar (FTTH) ha tenido un crecimiento progresivo en comparación a las otras tecnologías, esto se debe a su gran velocidad de transmisión, su poca sensibilidad a las interferencias electromagnéticas, y su gran ancho de banda, esto favoreciendo a los usuarios quienes migraron desde otras tecnologías menos eficientes (las cuales carecen de los beneficios que permiten brindar un servicio de alta calidad) hacia la fibra óptica quien logra satisfacer las necesidades de los usuarios.

Esta tecnología, es capaz de soportar todo el ancho de banda que se tendrá en el futuro, se ha considerado una red a prueba de tecnologías futuras, con aptitud para los servicios multimedia que se ofrecerán en los próximos años. [1]

Con el fin de mejorar las problemáticas planteadas anteriormente, es importante que antes de realizar la implementación de la red, se realice un estudio previo, con su respectivo diseño, para que a futuro no se tenga problemas al momento de querer seguir expandiendo la red de fibra óptica hasta el hogar, con el fin de brindar a sus usuarios una excelente conectividad, aportando a su crecimiento tecnológico y competitivo en el mercado, garantizar un buen desempeño en el ámbito de gestión y organización empresarial.

IV. DELIMITACIÓN

OBJETIVO GENERAL

- Analizar y reestructurar el diseño de una red Gpon para la empresa VCONEXION S.A.S. de la ciudad de Pamplona Departamento de Norte de Santander

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el levantamiento topológico de la red por fibra óptica hasta el hogar de la Empresa VCONEXION S.A.S.
- Determinar el comportamiento de la red Gpon, basándose en el cálculo de potencias y empalmes dentro de cada contenedor.
- Implementar estrategias de mejoramiento de la red por fibra óptica de la empresa VCONEXION S.A.S.
- Diseñar la distribución topológica de la red para la empresa VCONEXION S.A.S.
- Implementar el diseño topológico de la red para la empresa VCONEXION S.A.S.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

En este capítulo se revisa el fundamento teórico de cada uno de los temas necesarios para llevar a cabo la elaboración del proyecto. En el estado del arte se relacionan proyectos relacionados a nivel internacional, nacional y regional. En el marco legal se dan las pautas y normativas las cuales son el soporte reglamentario para la realización del proyecto y en el marco contextual se le dará al lector la ubicación y sector de realización de las prácticas.

1. MARCO TEÓRICO

Desde que se desplegaron las primeras redes de telecomunicación, la tecnología que las define ha ido evolucionando a lo largo de su historia hasta nuestros días para ofrecer servicios de telefonía, televisión e Internet en sus respectivas variantes. Desde la década de los 90, la creciente demanda de servicios de comunicaciones intensifica la búsqueda de una infraestructura capaz de satisfacer a los usuarios y, al mismo tiempo, ofrecer una garantía de futuro al no volverse obsoleta en poco tiempo. Como producto de esta situación surgió la fibra óptica, que desde principios de siglo no sólo provoca competencia con las redes de cobre, sino que se presenta como una solución definitiva ante cualquier futura demanda de ancho de banda por cada abonado; permitiendo de esta forma un volumen de transferencia de datos óptimo tanto para los usuarios habituales como para los menos conformistas. [21]

1.1 TECNOLOGÍA FTTH

La familia FTTH, comprende un conjunto de tecnologías basadas en el transporte de señales digitales a través de fibra óptica como medio de transmisión. Existen diferentes niveles de alcance, en función del grado de acercamiento de la fibra óptica hasta el usuario final, que surgen como consecuencia de un mayor o menor abaratamiento de estos sistemas. [2]

En el siguiente cuadro, se puede observar la familia FTTH y sus respectivas características

Tabla 1. Características de las tecnologías FTTH

Denominación	Alcance	Distancia métrica
FTTN	Fiber To The Node (fibra hasta el nodo)	Fibra óptica desde la central hasta una distancia del edificio entre 1.5 – 3km
FTTC	Fiber To The Curb (fibra hasta la acera)	Fibra óptica desde la central hasta una distancia del edificio entre 300 – 600m
FTTB	Fiber To The Building Or Bussiness (fibra hasta el edificio o el negocio)	Fibra óptica desde la central hasta el cuarto de telecomunicaciones del edificio, sin incluir tendido hasta el hogar
FTTH	Fiber To The Home (fibra hasta el hogar)	Fibra óptica desde la central hasta el PTR de los hogares

Fuente: <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/8702> Agosto-2021

- **FTTH (fiber to the home)**

Como su nombre lo indica se trata de tener fibra óptica hasta el hogar, directamente desde la OLT hasta la ONT se tiene en cuenta los factores que afectan a la calidad del servicio por recomendaciones de la ITU esta red alcanza 20 km. [3]

1.2 REDES ÓPTICAS PASIVAS(PON)

- **PON (Passive Optical Network)**

En una red óptica pasiva, la fibra óptica se ramifica sucesivamente, mediante acopladores/divisores ópticos, desde la OLT hasta llegar a cada ONU. [4]

Esta tecnología dio lugar a varios estándares como APON, BPON, EPON y GPON

- **ESTANDAR GPON (Gigabit-capable Passive Optical Network)**

La Red Óptica Pasiva con Capacidad Gigabit, son redes ópticas con capacidad de alcanzar velocidades de gigabits por segundo, permitiendo brindar diversos servicios y cuyo principal medio de transmisión es la fibra óptica. Esta red se compone en sus extremos por un Terminal De Línea Óptica (OLT: Optical Line Termination) en la central de telecomunicaciones y una Terminal De Red Óptica (ONT: Optical Network Termination) con una Red De Distribución Óptica pasiva (ODN, Optical Distribution Network) que los interconecta. [5]

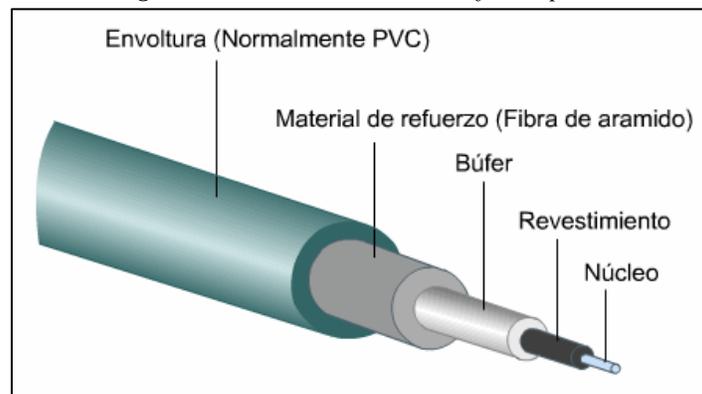
1.2 RED DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA

La red de distribución óptica consta de los siguientes elementos:

- **FIBRA ÓPTICA**

El cable de fibra óptica consiste en un centro de cristal rodeado de varias capas de material protector. Las señales se transmiten en forma de luz, lo cual permite eliminar la problemática de las interferencias. [6]

Figura 2. Estructura del cable de fibra óptica.



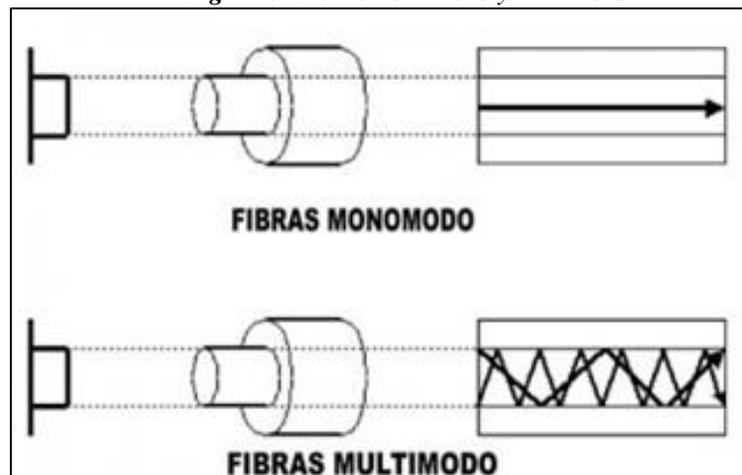
Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos30/cableado/cableado.shtml>

Los elementos de protección de la fibra se aprecian en la figura 2, y se describen a continuación:

- **La envoltura o Jackes**, es la primera protección con la que cuenta el cable de fibra óptica, es de un material resistente de PVC; se encarga de proteger todas las capas que integran hasta llegar al núcleo.
- **La protección de refuerzo o hilos de kevlar**, provee a la fibra de resistencia mecánica, contra tensiones, presiones y manejo del cable, está fabricado de un polímero muy resistente. Suele colocarse entre el revestimiento y cubierta externa.
- **El buffer o capa de amortiguamiento**, el número de buffers dependerá de la capacidad o número de hilos que tenga la fibra óptica, esta capa está hecha de un material plástico suave y en algunas ocasiones viene con un gel incluido que es útil como protección adicional, porque causa que se genere una capa oscura, impidiendo que los rayos de luz que son transportados no se vayan a dispersar hacia otras direcciones, disminuyendo las pérdidas de luz en la fibra.
- **El Revestimiento o cladding**, es de material de vidrio o plástico pose impurezas que se encargan que la luz que atraviesa el núcleo no sea afectada por el índice de refracción, obteniendo una reflexión total interna. Mide aproximadamente 125[um].
- **El núcleo**, Es el filamento por el cual se propaga la señal óptica, en fibras monomodo tiene un diámetro de 9[um] y se encuentra fabricado por dióxido de silicio. [7]

• TIPOS DE FIBRA OPTICA

Figura 3. Fibras monomodo y multimodo



Fuente: <https://www.fibraopticahoy.com/que-cable-de-fibra-optica-es-el-optimo-para-mi-instalacion/> Agosto-2021

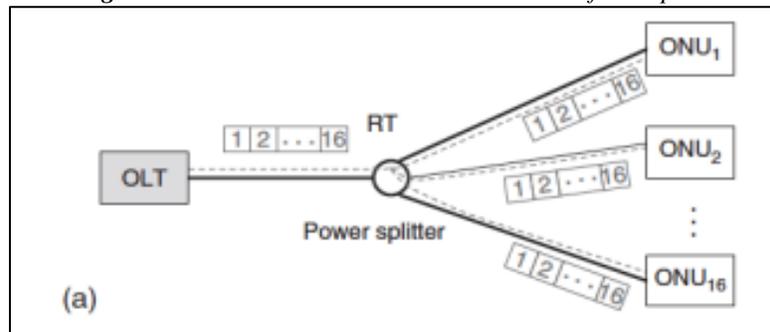
- **Fibra monomodo:** La característica principal de este tipo de fibra es el modo de propagación, puesto que permite que el haz de luz viaje en un solo camino y casi en forma paralela propagándose en el núcleo, por medio de estas fibras se puede transmitir gran cantidad de datos y a distancias extensas. [8]

- **Fibra multimodo:** En este tipo de fibra a diferencia de la monomodo su núcleo es mayor y permite que los haces de luz viajen a varios modos o caminos. El limitante de este tipo de fibra es la distancia esta no puede extenderse a más de 2 Km por este motivo es utilizado mayormente en planta interna. [8]

- **RED DE DISTRIBUCIÓN ÓPTICA (ODN, OPTICAL DISTRIBUTION NETWORK)**

Proporciona el medio de transmisión desde la OLT hasta la ONU. Está conformada por cable de fibra óptica, que es el medio por donde se transmite la señal, los divisores pasivos o splitters y los armarios. La red de distribución óptica implementada con mayor frecuencia es la red óptica pasiva. [9]

Figura 4. Distribución de una red de acceso de fibra óptica

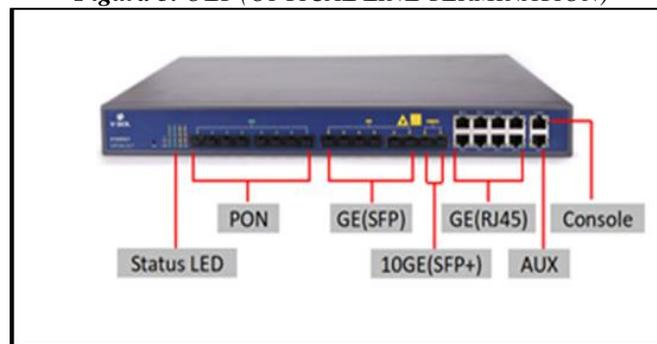


Fuente: [https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/11995/Com %2 0opticas%20V.2014-03-28%20PDF.pdf? sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/11995/Com%20opticas%20V.2014-03-28%20PDF.pdf?sequence=1&isAllowed=y) agosto-2021

- **TERMINACIÓN DE LÍNEA ÓPTICA (OLT, OPTICAL LINE TERMINATION)**

Es un elemento activo que constituye el punto de interfaz entre la red de alimentación y la red de distribución. Cuando no se implementa la de red de alimentación, la OLT se localiza en la central y tiene la capacidad de brindarle servicio a muchos consumidores conectados [10]

Figura 5. OLT (OPTICAL LINE TERMINATION)



Fuente: <https://smartnetworkgeek.com/vsol-gpon-olt-configuration-step-by-step/> Agosto-2021

- **UNIDAD DE RED ÓPTICA (ONU, OPTICAL NETWORK UNIT)**

La unidad de red óptica es el punto donde se realiza la conversión de las señales desde el formato óptico al eléctrico (en sentido descendente) y viceversa (en sentido ascendente); este dispositivo se encuentra localizado en el hogar del usuario donde finaliza la fibra óptica, estas deben estar fabricados para soportar malas condiciones ambientales. [10]

Figura 6. ONU ZTE

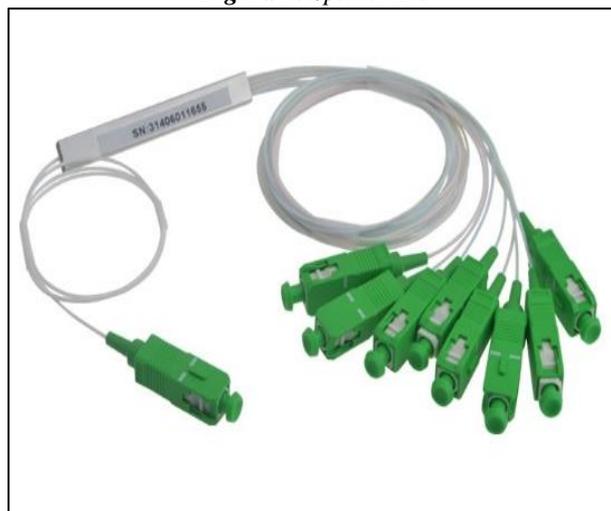


Fuente: <https://www.netq.cl/producto/zte-zxhn-f660-v6-0-ftth-onu-gpon/?v=0885de5fa089> Agosto-2021

- **DIVISORES ÓPTICOS**

Los divisores ópticos son componentes pasivos que realizan la división de la señal óptica en una red PON. Se componen de un puerto de entrada y varios puertos de salida, permitiendo a varios usuarios poder compartir una sola fibra óptica, su ancho de banda y dividir la potencia de la señal de manera proporcional. [11]

Figura 7. Splitter 1:8

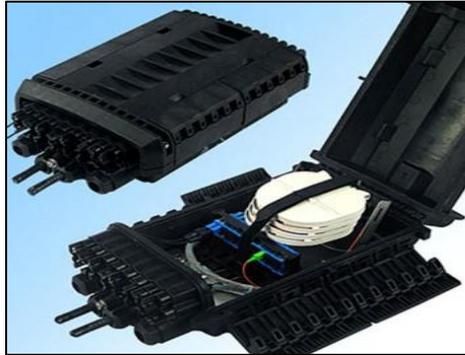


Fuente: Tomado de <https://www.gtlan.com/producto/splitter-de-fibra-optica-1x8-con-conector-2/> Agosto-2021

- **NAP (NETWORK ACCESS POINTS)**

Las cajas óptica para acceso a la red, son usadas en tendidos aéreo, estas cajas tienen como finalidad derivar o multiplicar los hilos de fibra óptica principales a diferentes puntos o usuarios y cumplen con funciones como: dar continuidad a los cables ópticos de la red de distribución para habilitar otras cajas, permitir hacer empalmes con el fin de derivar los cables a otros sectores del barrio y alojar splitters conectorizados mediante enfrentadores o adaptadores con relación 1:8, para alojar 8 cables Drop.[12]

Figura 8. Cajas NAP



Fuente: <https://www.optytech.com.ec/fibra-optica/caja-terminal-para-exteriores-812-o-16p-nap-modelo-gpj09-8205.htm> Agosto-2021

- **CAJA DE EMPALME TIPO MUFLA**

A lo largo del recorrido de la red, la fibra se verá sometida a divisiones debido a que es necesario pelar por completo una sección de la fibra para este fin, el segmento de fibra afectado se vuelve vulnerable ante tensiones o perturbaciones del exterior. Por tal motivo se acude a estas cajas de empalmes, en el extremo de esta mufla se sitúan unos tubos a través de los cuales se insertan los cables de fibra. Al pasar por estos tubos los cables de fibra se mantienen sujetos mediante abrazaderas y los miembros de refuerzo central se amarran fuertemente al soporte de la caja. Una vez en el interior, el cable va a parar a unas bandejas de empalme o casetes, que se utilizan para proteger y mantener los empalmes individuales. [13]

Figura 9. Caja De Empalme(muflas)



Fuente: https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-573319315-cierre-caja-de-empalme-mufla-fibra-optica-24-fibras-glc-tec-_JM Agosto-2021

• TIPOS DE CONECTORES DE FIBRA ÓPTICA

Los conectores de fibra óptica se utilizan para unir los extremos de dos fibras ópticas, estos suelen producir pérdidas que dependen de su tipo y de la utilidad que se le va brindar en la red. Se pueden encontrar varios tipos de conectores, entre los cuales tenemos:

Figura 10. Conectores



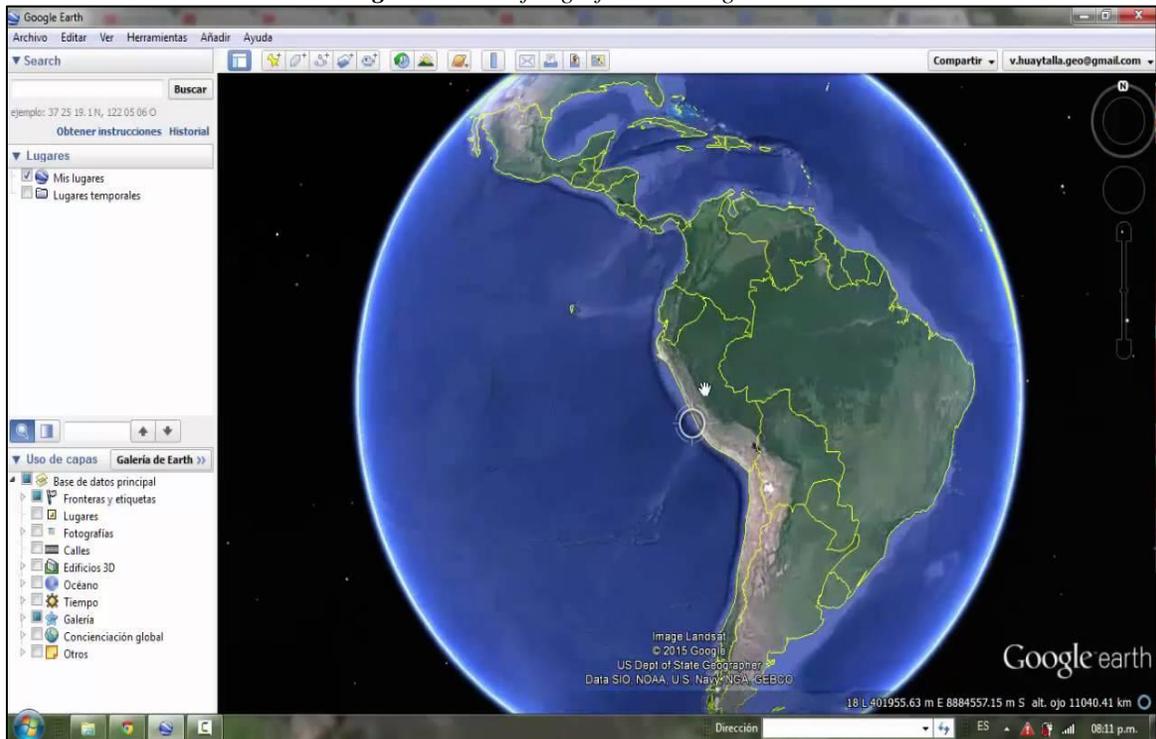
*Fuente: <https://medium.com/@clopez.stark/cuatro-tipos-comunes-de-conectores-de-fibra-óptica-4ada21a95541>
Agosto-2021*

- **Conector LC:** Conector conocido como Lucent es de la mitad del tamaño del SC, se considera un conector de cuarta generación el método de conexión está basado en los conectores RJ, su diseño permite adaptarse a requerimientos de poco espacio y por lo general mejoran el rendimiento de la conexión.
- **Conector SC:** La evolución del conector ST tiene un diseño cuadrado está conectado con dos sujetadores plásticos que permiten una fácil conexión y desconexión, el método de conexión es por presión mejorando tamaño y resisten a diferencia del ST.
- **Conector FC:** Conector similar al ST la diferencia radica en el tipo de conexión es de cierre por rosca no tiene ninguna discontinuidad óptica y es más empleado en las fibras de tipo monomodo, por ello se usa en exteriores como ejemplo sistemas de televisión de cable
- **Conector ST:** Se caracteriza por su punto es redondo cercano de los 2.5 mm su ajuste es por medio de rosca el principal uso es en fibras multimodo e instalaciones en interiores. [14]

1.3 GOOGLE EARTH

Google Earth es un sistema de información geográfica que muestra un globo terráqueo virtual que permite visualizar múltiple cartografía, basado en imágenes satelitales y además permite la creación de entidades de puntos líneas y polígonos, contando también con la posibilidad de crear mapas. [15]

Figura 11. Interfaz gráfica de Google Earth



Fuente: <https://docplayer.es/73716930-Estudio-de-factibilidad-para-la-implementacion-de-la-red-fth-en-la-empresa-puntonet-sucursal-cuenca.html> Agosto-2021

2. ESTADO DEL ARTE

2.1 INTERNACIONAL

- **Análisis Y Resolución De Fallas En La Instalación Y Operación De Una Red Gpon De Fibra A La Casa**

Marcos David Damián Torres, Universidad Nacional Autónoma De México, 2016

Análisis y muestras de los resultados conseguidos mediante el tendido de la red de fibra a la casa, tanto mediciones de potencia como mediciones con el OTDR que ayudaron a entender cómo funciona este tipo de redes y cómo interactúan los elementos que la componen, y así lograr que los servicios proporcionados a cada uno de los hogares con el servicio este libre o menos propenso a fallas, además se incluyen las particularidades que se enfrentaron en los hogares y la manera en que se solucionaron todos los inconvenientes presupuestados e inesperados.[16]

- **Análisis para optimización del presupuesto óptico sobre última milla, mediante pruebas dentro de la red GPON de CNT en la ciudad de Azogues**

Christian Eduardo Delgado y Marco Andrés Nieto, Universidad Politécnica Salesiana De Cuenca de Perú, 2019.

Se hicieron ensayos de reflectometría y potencia desde la OLT (Optical Line Terminator) hasta la NAP. Se evaluaron valores medidos con los calculados, usando los estándares por las normativas de la empresa CNT EP para cada elemento pasivo que componen la red tanto rígida como flexible. [17]

2.2 NACIONAL

- **Propuesta De Un Manual De Procedimientos De Instalación Y Mantenimiento Preventivo Y Correctivo De La Red De Fibra Óptica De La EBSA Con Canales De 10 Gbps**

Paola Andrea Sainea Molina, Universidad Pedagógica Y Tecnológica De Colombia, 2016.

Se le dio a la empresa de energía de Boyacá, recomendaciones e indicaciones en el tendido de fibra óptica, así como un protocolo de mantenimiento de la red de fibra óptica, haciendo uso de conceptos sobre pérdidas y atenuaciones en redes de fibra óptica monomodo en largas distancias, de tal manera que se cuente con herramientas necesarias para mejorar los protocolos de mantenimiento preventivo y correctivo de la red de fibra óptica, logrando disminuir el tiempo de respuesta de dichas acciones de soporte, y proporcionar un enlace seguro para el transporte de información de monitoreo, importante para el correcto funcionamiento de la empresa.[18]

- **Propuesta Para La Implementación Y Puesta En Marcha De La Red Fibra Óptica Y Suministro De Internet En Las Sedes Principales De Los Colegios Públicos Del Municipio De Chía**

Adrián Felipe Fernández Castro Y Humberto Ramiro Barajas López, Corporación Universitaria Minuto De Dios, Colombia, 2018.

Mejorar el servicio de internet en los principales colegios públicos del municipio de Chía con el fin de dar solución la problemática que surge a partir del internet deficiente que tienen en este momento y con base en esto proponer una solución para mejorar el ancho de banda por medio de fibra óptica y satisfacer las necesidades de los alumnos y docentes de estas instituciones. [19]

2.3 REGIONAL

- **Implementación De Una Red Gpon Para El Conjunto Cerrado Tamarindo Club De La Empresa TOVARSAT Telecomunicaciones S.A.S.**

Angie Lorena Montoya Barajas Pamplona, Universidad de Pamplona Norte de Santander, 2021.

En donde se tiene en consideración puntos de red, distribución, tendido de cable de fibra óptica, parámetros de diseño como cálculos matemáticos, simulaciones y configuración de los equipos, obteniendo como resultado una red GPON totalmente en funcionamiento. [20]

3. MARCO LEGAL

Además de tener conceptos claros acerca del tema de estudio a tratar también es importante determinar cuáles normas, reglamentos, resoluciones, leyes, decretos, etc. sobre los cuales se va a soportar las actividades a realizar para lograr el alcance de los objetivos propuestos.

3.1 NORMATIVA TECNICA

A continuación, destacamos los estándares internacionales desde el punto de vista técnico en los que se basa FTTH y más concretamente la tecnología de transmisión sobre la que se sustenta, la fibra óptica. La normativa es interminable, y existen una norma para prácticamente cada material, cable, método de medición y tipo de conector, lo cual supera el objetivo de este documento, por ejemplo:

- IEC 61300-3-34: Dispositivos de interconexión de fibra óptica y componentes pasivos. Componentes básicos y procedimientos de medida. Examen y medidas.
- IEC 60794-1-1: Cables de fibra óptica. Especificaciones generales.
- IEC 62221: Fibras ópticas. Métodos de medida. Sensibilidad a micro dobleces. [21]

3.2 NORMATIVA EN COLOMBIA

Para la ejecución de las obras se tendrán en cuenta las Normas UNE aprobadas por el comité 133 de la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), y que a continuación se relacionan:

- UNE 133100-2:2002: Infraestructura para redes de telecomunicaciones. Parte-2: cajas y muflas y cámaras de registro.
- UNE 133100-3:2002: Infraestructura para redes de telecomunicaciones. Parte-3: Tramos interurbanos.
- UNE 133100-4:2002: Infraestructura para redes de telecomunicaciones. Parte-4: Líneas aéreas. [21]

3.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

A continuación, se describen las normas técnicas que se deben tener en cuenta para la construcción de redes de fibra óptica en Colombia, aquí se mencionan todos los pasos a seguir, describiendo cada una de las actividades a desarrollar cumpliendo con las características específicas en cuanto a materiales, parámetros y metodología. Los parámetros mencionados dependerán de la estructura y geografía, así como los posibles obstáculos que se presenten durante la canalización en donde se debe consultar la licencia de para cada tipo de construcción.

- **ORGANISMOS REGULATORIOS.**

- ANSI: American National Standards Institute. Organización Privada sin fines de lucro fundada en 1918, la cual administra y coordina el sistema de estandarización voluntaria del sector privado de los Estados Unidos.
- EIA: ELECTRONICS INDUSTRY ASSOCIATION. Fundada en 1924. Desarrolla normas y publicaciones sobre las principales áreas técnicas: los componentes electrónicos, electrónica del consumidor, información electrónica, y telecomunicaciones.
- TIA: TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION. Fundada en 1985 después del rompimiento del monopolio de AT&T. Desarrolla normas de cableado industrial voluntario para muchos productos de las telecomunicaciones y tiene más de 70 normas preestablecidas.
- ISO: INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION. Organización no gubernamental creada en 1947 a nivel Mundial, de cuerpos de normas nacionales, con más de 140 países.
- IEEE: INSTITUTO DE INGENIEROS ELÉCTRICOS Y DE ELECTRÓNICA. Principalmente responsable por las especificaciones de redes de área local como 802.3 Ethernet, 802.5 Token Ring, ATM y las normas de Gigabit Ethernet. [21]

- **ESTÁNDARES MÁS DESTACADOS**

- ANSI/TIA/EIA-568-B
Cableado de Telecomunicaciones (Cómo instalar el Cableado)
- TIA/EIA 568-B1
Requerimientos generales
- TIA/EIA 568-B2

- Componentes de cableado mediante par trenzado balanceado
- TIA/EIA 568-B3
- Componentes de cableado
- Fibra óptica
- ANSI/TIA/EIA-758
- Norma Cliente-Propietario de cableado de Planta Externa de Telecomunicaciones. [21]

4. MARCO CONTEXTUAL

En donde se enmarca y delimita, el ámbito o el ambiente físico dentro del cual se desarrollaron las prácticas profesionales.

4.1 RESEÑA HISTÓRICA

“V conexión S.A.S, es una empresa dedicada a prestar el servicio en sistemas de comunicación por fibra óptica hasta el hogar con un canal simétrico, instalaciones de cámaras de seguridad e implementación de cableado estructurado en empresas e instituciones, fue fundada en junio del año 2020 por el Doc. CARLOS MARTINEZ y gracias a su compromiso y trabajo en equipo hoy cuenta con cobertura en los municipios de Pamplona, Toledo, Labateca y San Cayetano.”

4.2 MISIÓN

“V conexión es una empresa que presta el servicio en sistemas de comunicación por fibra óptica, utilizando los equipos y redes de última tecnología, brindando a sus clientes una excelente conectividad, aportando a su crecimiento tecnológico, competitivo y económico en su región y alrededores”

4.3 VISIÓN

“En el año 2023 V conexión será reconocida en su región y grupos de interés, como una empresa en constante crecimiento y expansión, referente en aplicación de nuevas tecnologías de comunicación por fibra óptica, una empresa honesta y transparente; que ofrece a sus clientes un portafolio de soluciones integrales para sus comunicaciones en red, contribuyendo de esta forma a su crecimiento y posicionamiento en el mercado”

4.3 VALORES

“El servicio prestado por V conexión se fundamentará en la confianza de sus clientes, responsabilidad social, respeto con las políticas de medio ambiente y sociales, altos estándares de

excelencia operativa, calidad del servicio, agilidad en la atención integral a los requerimientos de nuestros clientes”

4.4 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

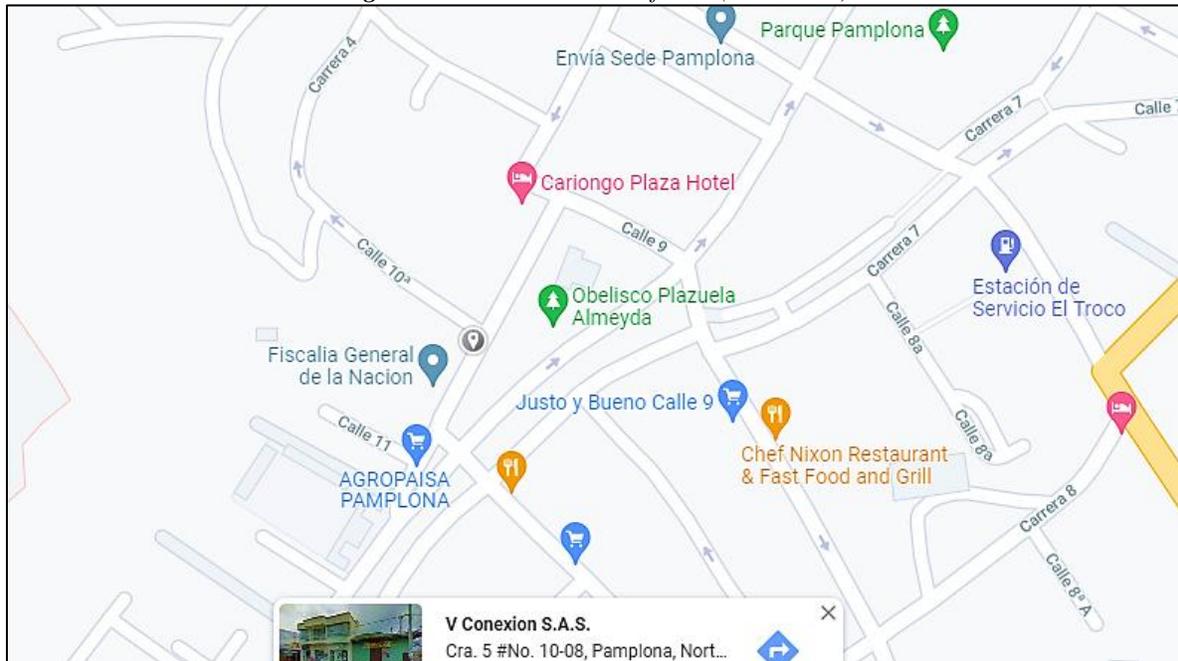
“La empresa VCONEXION S.A.S, se encuentra ubicada en la carrera 5 #10 - 08 Plazuela Almeyda, en la Ciudad de Pamplona Departamento de Norte de Santander, a continuación, se muestra la tabla 2, donde se logra observar las coordenadas de la empresa y la oficina central y la figura 12, donde se encuentra ubicado la oficina central de distribución de la red, tomada desde el software Google Maps.

Tabla 2. Ubicación de le empresa y la central de distribución (Vconexion)

	LATITUD	LONGITUD
Ubicación de la empresa	7°22'21.13"N	72°39'2.85"O
Ubicación de la oficina central de distribución de la red	7°22'38.24"N	72°38'49.31"O

Fuente: Correa Romero Ledys noviembre-2021

Figura 12. Ubicación de la oficina (Vconexion)



Nota: Google maps noviembre-2021

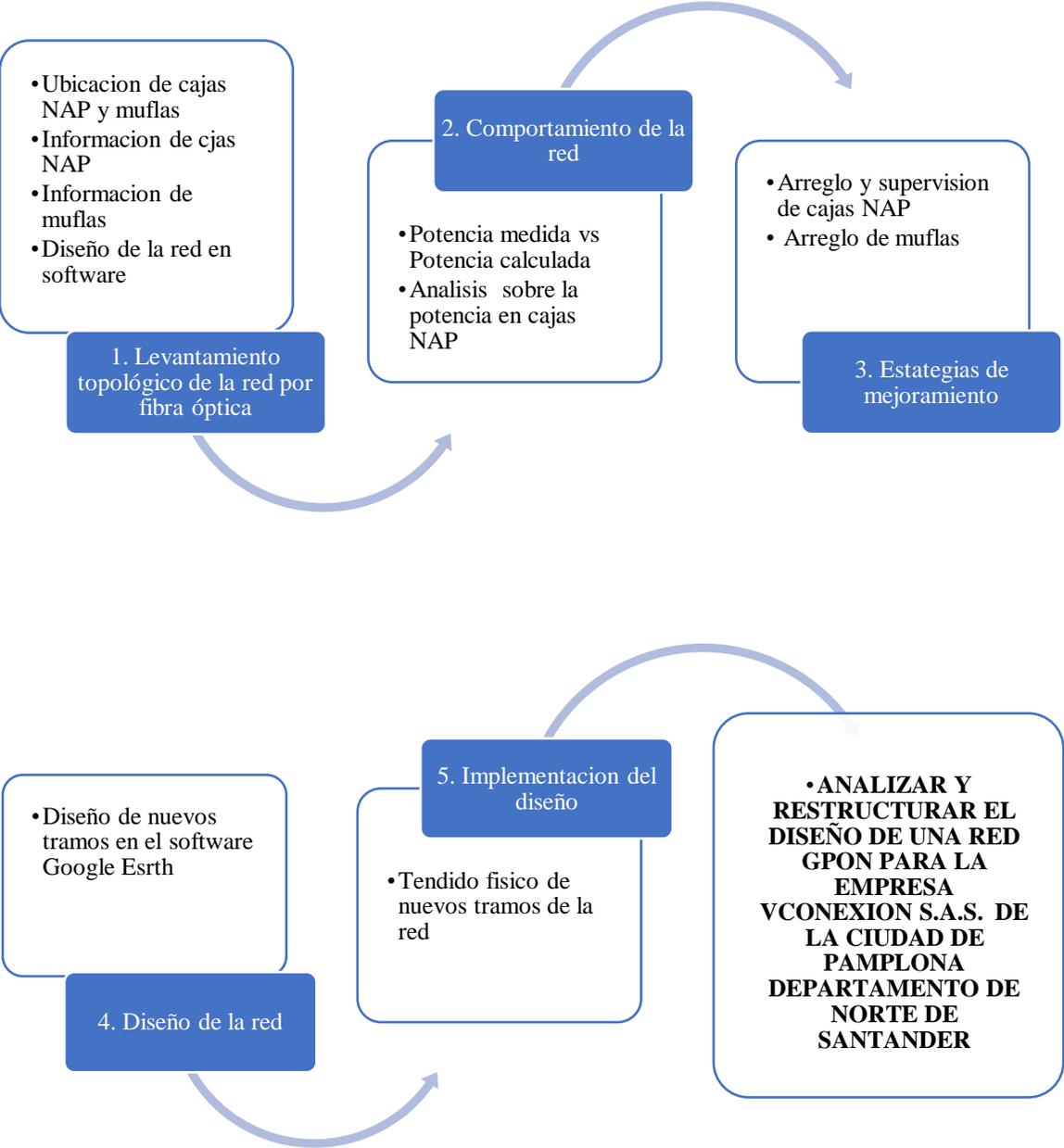
CAPÍTULO III

METODOLOGIA Y RESULTADOS

Se plasman las actividades que son necesarias para llevar a cabo cada uno de los objetivos planteados en las prácticas, se describe como se desarrollaron y se muestran los resultados obtenidos para el cumplimiento de cada una de ellas.

En la figura 13 se observa un diagrama metodológico en donde se listan las actividades planteadas para llevar a cabo los objetivos de la práctica, así mismo, más adelante se describen y se muestran los resultados obtenidos.

Figura 13. Diagrama metodológico



Fuente: Correa Romero Ledys, noviembre-2021

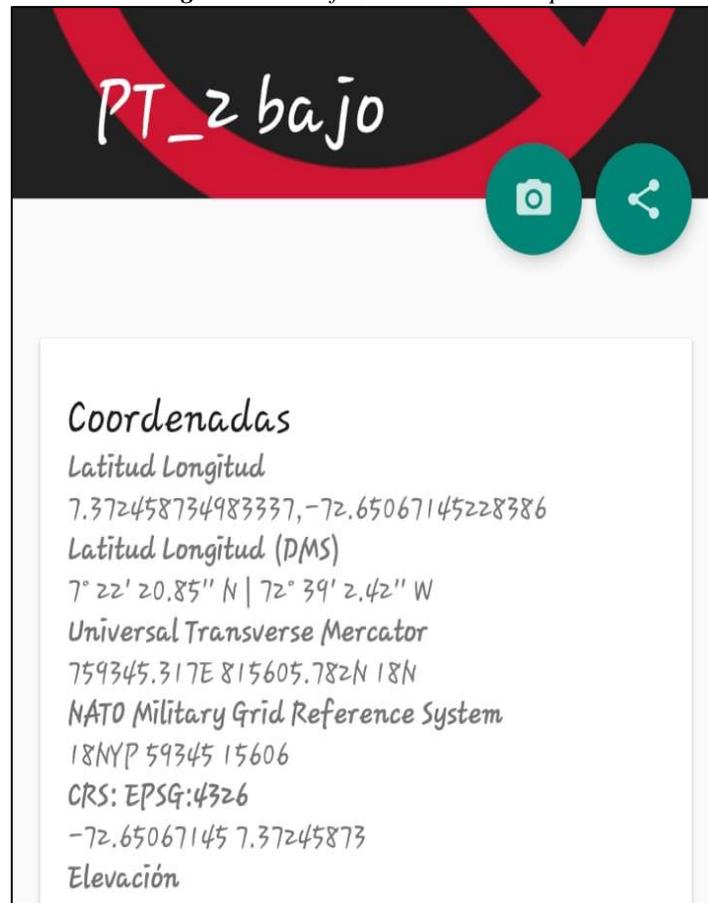
5. TOPOLOGIA DE LA RED

5.1 UBICACIÓN DE LAS CAJAS Y LAS MUFLAS.

Para la toma de coordenadas de postería, ubicación de las cajas NAP Y muflas; se hizo el recorrido de las diferentes rutas por donde pasa el tendido de la red junto con el personal técnico de la empresa y con ayuda de la aplicación UTM Geo Map se tomó la ubicación exacta de cada uno de los contenedores. En la figura 14 se observa la información que se obtiene con la aplicación, siendo la más relevante las coordenadas latitud y longitud.

El personal técnico de la empresa a cargo de la visita cuenta con certificado seguro en alturas puesto que el tendido de la red es en su mayoría aéreo, en la figura 15 se muestra el proceso de obtención de información de la caja por parte del técnico, información que servirá para el cumplimiento de actividades posteriores.

Figura 14. Interfaz de UTM Geo Map



Fuente: Correa Romero Ledys septiembre-2021

Figura 15. Medición de potencia de Caja Nap



Fuente: Correa Romero Ledys, septiembre-2021

- La información recolectada de las 172 cajas Nap está en el Anexo 1. Ubicación cajas NAP y en la tabla 3 se observa cómo se organizaron los datos obtenidos; indicando el código de la caja el cual es un serial que la identifica, su alias que es un nombre informal que se le da a la caja para referenciar su ubicación en el municipio y los datos exportados de la APP UTM Geo Maps compuesto por una coordenada (latitud y longitud) que da su ubicación exacta dentro de un software de geo-localización.

Nota: Cada caja Nap está ubicada en un poste, por lo tanto, la coordenada de la caja Nap es la misma de la postería de la red.

Tabla 3. Ubicación de cajas NAP

CAJAS NAP			
CODIGO	ALIAS	LATITUD	LONGITUD
COD 101	CAJA LAS AMERICAS BAJANDO/JORGE	7°22'53.22"N	72°38'54.48"O
COD 102	CAJA AMERICAS	7°22'54.88"N	72°38'52.72"O
COD 103	CAJA CELESTINO PUNTO DE LA U	7°22'49.68"N	72°38'51.85"O
COD 104	CAJA DRUKY	7°22'47.23"N	72°38'48.57"O
COD 105	CAJA PARTE BAJA CAMPO AMOR	7°22'50.95"N	7°22'50.95"N

Fuente: Correa Romero Ledys septiembre-2021

- Existe un total de 17 muflas presentes en la red, La información recolectada está en el Anexo 2. Ubicación de cajas de empalme (muflas), en la tabla 4 se observa cómo se organizaron los datos obtenidos; indicando el código, el cual es un serial que la identifica, su alias que es un nombre informal que se le da para referenciar su ubicación en el municipio y los datos exportados de la APP UTM Geo Maps compuesto por una coordenada (latitud y longitud) que da su ubicación exacta dentro de un software de geo-localización.

Tabla 4. Ubicación de MUFLAS

MUFLAS			
NUMERO	ALIAS	LATITUD	LONGITUD
MF1	4_JULIO	7°22'22.49"N	72°38'55.73"O
MF2	MISTRAL	7°22'19.52"N	72°39'1.81"O
MF3	ICA	7°22'10.55"N	72°39'9.68"O
MF4	DISTRITO	7°21'58.79"N	72°39'20.63"O
MF5	Y_TANQUES	7°21'52.93"N	72°39'33.32"O

Fuente: Correa Romero Ledys septiembre-2021

5.2 INFORMACION DE CAJAS NAP

Para la toma de la información relevante de las cajas Nap; se realizaron los siguientes pasos.

- Ubicación de cada contenedor (cajas Nap)
- Desplazamiento con personal técnico de la empresa
- Estado del contenedor
- Registro de: splitter e hilo que lo habilita y número de usuarios
- Medición de potencia a la salida del splitter

La información recolectada está en el Anexo 3. Potencia y número de usuarios conectados en cajas NAP y en la tabla 5 se observa cómo se organizaron los datos obtenidos; indicando el código de la caja el cual es un serial que la identifica, su alias que es un nombre informal que se le da a la mufla para referenciar su ubicación en el municipio y los datos exportados de la APP UTM Geo Maps compuesto por una coordenada (latitud y longitud) que da su ubicación exacta dentro de un software de geo-localización.

Tabla 5. Potencia y número de usuarios conectados en cajas Nap

CODIGO	ALIAS	X8	X16	HILO HABILITADO	POTENCIA (dB)	USUARIOS	OBSERVACION
COD 101	caja las américas bajando/Jorge	X		VERDE	-23,26	2	caja internamente delicada
COD 102	caja américas	X		AZUL	-22,67	0	caja en buen estado
COD 103	caja celestino punto de la U	X		VERDE	-22,57	6	caja internamente delicada
COD 104	caja druky	X		VERDE	-22,23	5	caja en buen estado
COD 105	caja parte baja campo amor	X		AZUL	-22,44	1	caja en buen estado

Fuente: Correa Romero Ledys septiembre-2021

5.3 TOMA DE MEDIDA DE LAS MUFLAS QUE SE ENCUENTRAN EN BUEN ESTADO E INFORMACIÓN DE LOS EMPALMES DENTRO DE ELLAS

Los empalmes de las muflas se organizaron de acuerdo a la tabla 6. En donde la primera columna contiene la fibra con la cantidad de hilos que entra en ella, la segunda columna contiene el buffer correspondiente a la fibra que entra, la columna 3 los hilos por buffer que existen, en la columna 4 los buffers de la fibra que salen, en la columna 5 los hilos de cada buffer que salen y en la columna 6 la dirección que toman los hilos al salir de la mufla. Los diagramas de empalmes de las demás muflas se encuentran en el anexo 4. Empalmes en contenedores (muflas).

A continuación se analizan los empalmes de la mufla “don tito”; en la tabla 6, se observa que entra una fibra de 24 hilos, de los cuales quedan disponibles, del buffer azul el hilo blanco, del buffer naranja y verde todos los hilos y son usados para empalmar con una fibra de 12hilos que va para la caja los pasteles, donde se siguen distribuyendo los hilos por las cajas seguidas a ella, y por último el buffer marrón del cual solo llega a la mufla el hilo blanco con vida, el cual se empalma para un brazo de fibra de 12 hilos que va para la caja de 5 esquinas.

Tabla 6. Distribución de empalmes en mufla don tito

MUFLA DON TITO					
ENTRA			SALE		
FIBRA	BUFFER	HILO	BUFFER	HILO	CAJA
24 HILOS	AZUL		AZUL		
		BLANCO			
	NARANJA	AZUL	AZUL 12 HILOS	AZUL	LOS PASTELES
		NARANJA		NARANJA	
		VERDE		VERDE	
		MARRON		MARRON	
		GRIS		GRIS	
		BLANCO		BLANCO	
	VERDE	AZUL		ROJO	
		NARANJA		NEGRO	
		VERDE		AMARILLO	
		MARRON		VIOLETA	
		GRIS		ROSA	
		BLANCO		AQUA	
	MARRON		MARRON		
		BLANCO		AZUL	5 ESQUINAS

Fuente: Correa Romero Ledys septiembre-2021

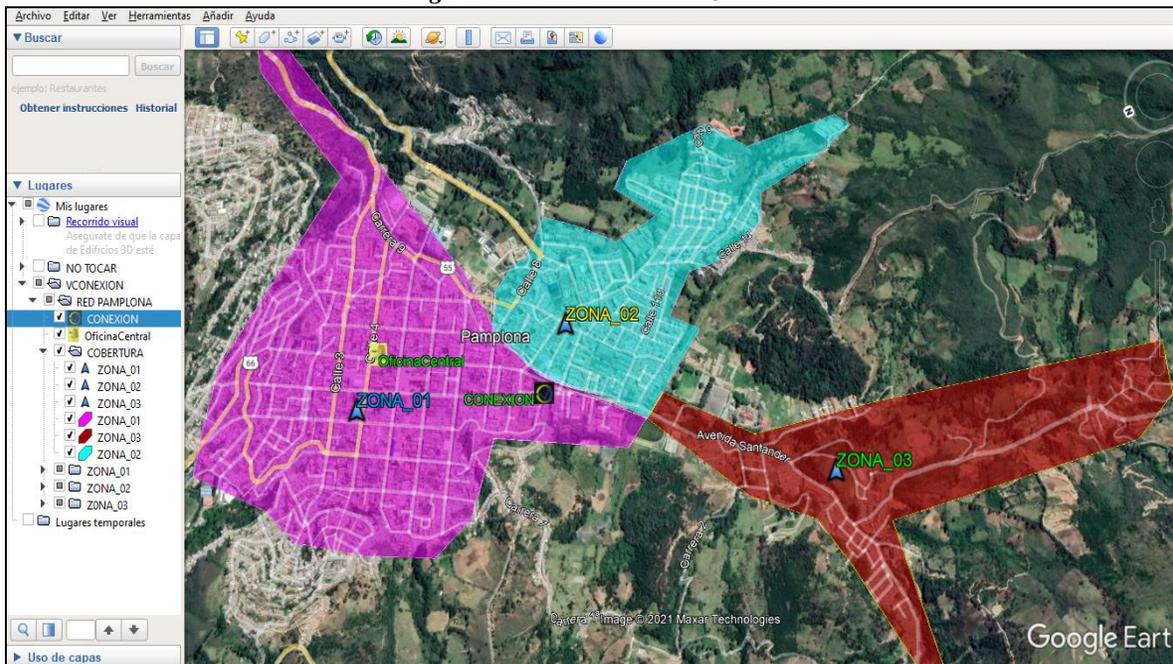
5.4 TOPOLOGÍA DE LA RED EN SOFTWARE DE GEOLOCALIZACIÓN.

La información recolectada en etapas posteriores permitió elaborar un mapa topológico de la red, el cual es un diagrama simplificado para solo observar información vital. Para esta tarea se usó el software google Earth; y se generó un archivo de extensión .kmz, que se socializó al personal de la empresa y podrá ser usado en los equipos que tengan instalado el software. Este archivo está en el anexo 5. A continuación, se explica cómo se organizó la información allí plasmada.

Se dividió a todo el sector del municipio de Pamplona en 3 zonas las cuales son: distribuciones de área del municipio de Pamplona que dependen de los barrios de influencia de la empresa; en la figura 16 se muestran estas zonas diferenciándose entre sí por el sombreado utilizado de la siguiente manera:

- Zona 1 (violeta): Comprende la Universidad, barrio el Buque, barrio las Américas, barrio San Ignacio, barrio el Guamo, barrio el Carmen, barrio Brighton, barrio San Francisco, barrio San Agustín, barrio Humilladero, barrio Galán, barrio el Camellón y centro de Pamplona.
- Zona 2 (azul): Comprende barrio 4 de Julio, barrio Afanador, barrio Cote Lamus, barrio San Pedro, barrio Nazaret, barrio las Colinas, barrio Unidos, barrio Romero, barrio la Esperanza y barrio los Sauces.
- Zona 3 (rojo): Comprende el barrio los Alpes, barrio la Fosforería, barrio Cariongo, barrio el Zulia, barrio Tanques hasta el Hostal Normandía, conjuntos San Rafael, Elimelec, Clementinas y Díaz Parada.

Figura 16. Distribución de zonas de la red



Fuente: Correa Romero Ledys octubre-2021

• TRAMOS DE LA RED

Luego de haber dividido el sector en las zonas que apreciamos anteriormente, se procedió a identificar las troncales de la red las cuales son tendidos de la red que salen directamente desde la sala principal de telecomunicaciones de la empresa Vconexion, en la tabla 7 se identifican las troncales, se muestra cuantos hilos dedicados tiene; los cuales representan la cantidad de cajas que se pueden disponer para el crecimiento de la red y el alias que es un nombre informal que tiene cada troncal para fácil ubicación por parte del personal de la empresa.

Se identificaron los brazos de la red y su respectivo nivel: Cada brazo es una extensión física de la red, los brazos de nivel 1 son hilos que salen de la troncal y alimentan el servicio en las cajas más próximas, los brazos de nivel 2 son hilos que salen de los brazos de nivel 1 y alimentan sectores más lejanos de la red y así sucesivamente con los brazos de siguiente nivel.

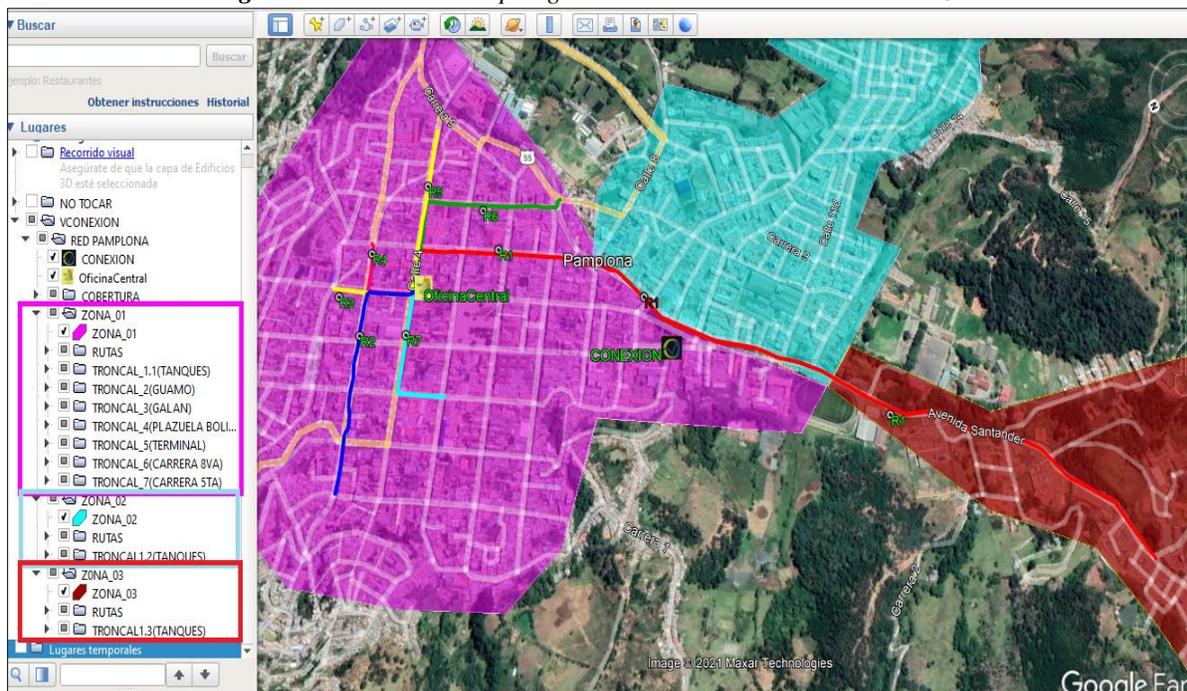
Tabla 7. Troncales principales de la red

TRONCAL	HILOS	LOS TANQUES
Troncal 1	48 HILOS	Los Tanques (R1)
Troncal 2	24 HILOS	El Guamo (R2)
Troncal 3	12 HILOS	Galán (R3)
Troncal 4	12 HILOS	Plazuela Bolívar (R4)
Troncal 5	12 HILOS	Terminal (R5)
Troncal 6	12 HILOS	Cra 8va (R6)
Troncal 7	12 HILOS	Cra 5ta (R7)

Fuente: Correa Romero Ledys octubre-2021

Como la red se distribuyó en tres zonas, la Troncal 1, quedo dividida también en tres, esto debido a que inicia desde el norte hasta el sur y pasa por las tres zonas. En la figura 17 se observa la ubicación de las troncales en el municipio de Pamplona dentro del software google Earth. (nota: los colores de cada troncal solo sirven para identificación entre ellas dentro de la imagen)

Figura 17. Distribución topológica de las troncales dentro de cada zona



Fuente: Correa Romero Ledys octubre-2021

En las tablas 8 hasta la 14 se dan a conocer las troncales y los brazos que las componen de acuerdo a su jerarquía dentro de la red, la cual va desde la Troncal, brazo nivel 1, brazo nivel 2...brazo nivel 5. Se tomó como ejemplo la troncal 2 (tabla 9) en la cual se aprecia la troncal 2(guamo), los brazos primarios que tienen como alias: Pasaje Faria, Benabitad, Cinco Esquinas y la Carrera 2da y los brazos secundarios que salen del brazo primario (carrera 2da) los cuales tiene como alias: Pasaje Faria cll4, Escalera las Margaritas y Brighton. En la figura 18 se puede ver la ubicación

topológica y creación de la troncal 2 en el software Google Earth (nota: los colores de la troncal y los brazos solo sirven para identificación entre ellas dentro de la imagen y las tablas).

Tabla 8. Jerarquía de la troncal 1

	NIVEL_01	NIVEL_02	NIVEL_03	NIVEL_04	NIVEL_05
TRONCAL 1 53 brazos LOS TANQUES	Alcaldía	hospital			
	San Andresito				
	Santa Inés				
	El Edén				
	Chapinero	Media luna			
		Iser			
	cuatro de Julio				
	El Topón	Clínica	La mistral		
			Bomberos		
			Cañaveral		
			Hilda María		
			Bavaria	Romero	
				la Esperanza	Estefanía
		San Pedro	Se menor	la Favorita	
			San Martín	villas de san Juan	
			Barrio Unidos		
			cr17 San Pedro	cra16	
				cra18	
			Sierras del Moral		
			las colinas		
			Santo Tomas	Santo Tomas cl1	
				Santo Tomas cl2	
			San Sebastián		
	Plazuela	Ludy			
		Detrás del Conjunto			
	Gardenias				
	San Francisco				
	Los Sauces	saucos Cr8A			
	La Fosforeria				
	Los Alpes				
	Elimelec				
	Díaz Parada				
	Clementinas				
	San Rafael				
	Molinos del Zulia				
	puente Ospina	El Pinar			
	Los Tanques				

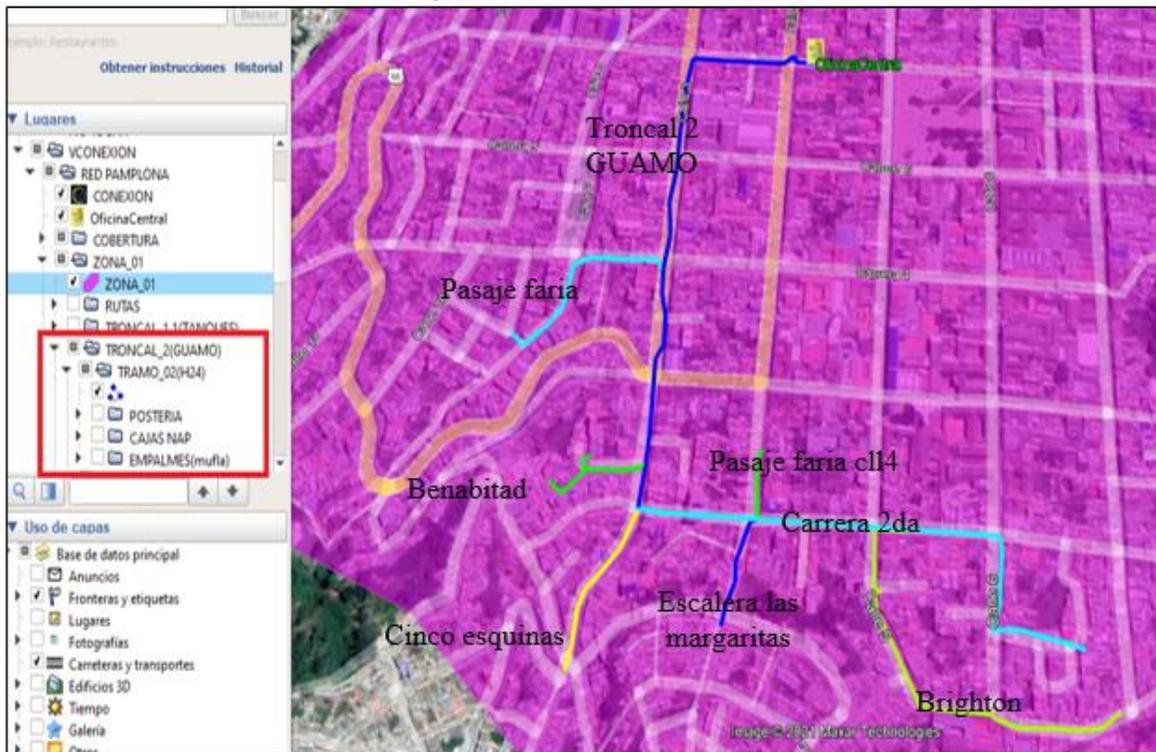
Fuente: Correa Romero Ledys octubre-2021

Tabla 9. Jerarquía de la troncal 2

	NIVEL_01	NIVEL_02
TRONCAL 2 13 BRAZOS GUAMO	pasaje faria	
	benabitad	
	cinco esquinas	
	carrera 2da	pasaje faria cll4
		escalera margaritas
		brighton

Fuente: Correa Romero Ledys octubre-2021

Figura 18. Brazos de la troncal 2



Fuente: Correa romero Ledys octubre-2021

Tabla 10. Jerarquía de la troncal 3

	NIVEL_01	NIVEL_02	NIVEL_03
TRONCAL 3 10 BRAZOS GALAN	pasaje humilladero		
	El humilladero		
	druky	semáforo de la U	las américas
			cueva del chulo
	campo amor	baldosines	san Agustín

Fuente: Correa Romero Ledys octubre-2021

Tabla 11. Jerarquía de la troncal 4

	NIVEL_01	NIVEL_02	NIVEL_03
TRONCAL 4 7 BRAZOS PLAZUELA BOLIVAR	Plazuela Bolívar	Pasaje Lara	
		La Zona	Los Cerezos
			La Dian

Fuente: Correa Romero Ledys octubre-2021

Tabla 12. Jerarquía de la troncal 5

	NIVEL_01
TRONCAL 5 2 BRAZOS TERMINAL	Pasaje La Paloma

Fuente: Correa Romero Ledys octubre-2021

Tabla 13. Jerarquía de la troncal 6

	NIVEL_01
TRONCAL 6 5 BRAZOS CARRERA 8VA	Alex
	Servientrega
	Casona
	Paseo El Rio

Fuente: Correa Romero Ledys octubre-2021

Tabla 14. Jerarquía de la troncal 7

	NIVEL_01	NIVEL_02	NIVEL_03
TRONCAL 7 11 BRAZOS CARRERA 5TA	Pasaje La Quinta		
	Bethemitas		
	Mercado	Casa Del Plástico	
		Bancolombia	
		Plazuela Almeida	El Selah
			Escalera
			Los Miserables
			San Fermín

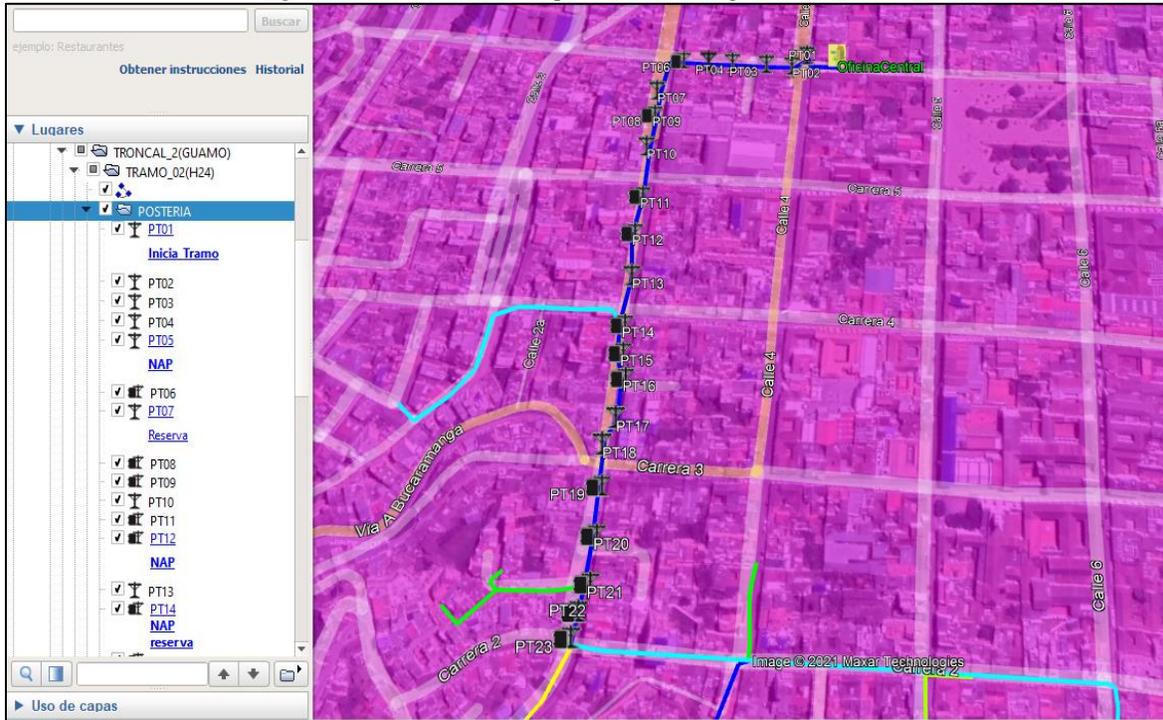
Fuente: Correa Romero Ledys octubre-2021

- POSTERÍA**

En el software Google Earth se crearon unas subcarpetas dentro de cada tramo, las cuales contienen la ubicación de las cajas Nap y a su vez de la postería presente a lo largo del tendido de la red ya que cada caja Nap está ubicada en un poste; en la figura 19 se ve en la parte izquierda una columna que contiene de manera organizada cada tramo de la red y los postes presentes a lo largo de este y además como se observa en la zona derecha se georreferencia la ubicación de la postería a lo largo de la troncal 2.

Se realizó este proceso para cada brazo de la red.

Figura 19. Ubicación de la postería a lo largo de la troncal 2.

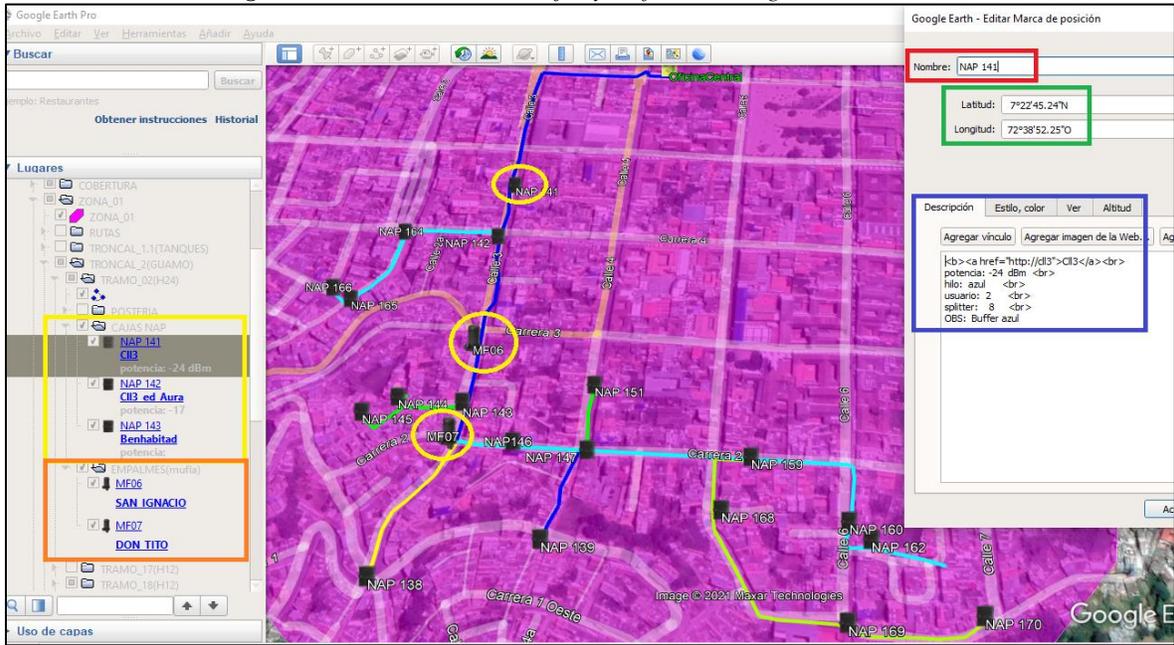


Fuente: Correa Romero Ledys octubre-2021

- **CAJAS Y MUFLAS**

En la figura 20 se observa la creación de las cajas NAP y Muflas dentro del software google Earth en este ejemplo para la troncal 2, en la figura se resalta en un recuadro amarillo el código de las cajas que existen en esta troncal y en el recuadro naranja el número de muflas, en los círculos amarillos se georreferencia la ubicación de las muflas y la caja que se tomó para el ejemplo, en el recuadro rojo se le asigna el código de la caja, en el recuadro verde las coordenadas exactas de la ubicación de la caja y por último en el recuadro azul la información del alias que se le asignó a la caja, la potencia, el hilo habilitado, los usuarios conectados, el splitter usado y por ultimo una pequeña observación.

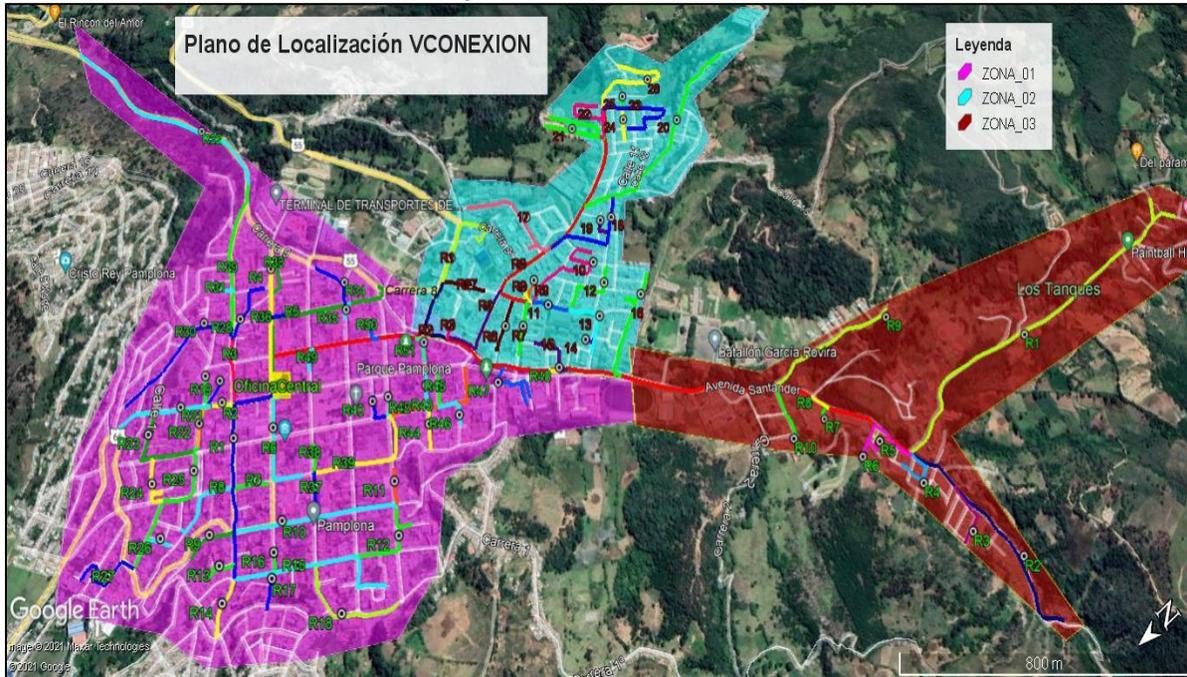
Figura 20. Ubicación de las cajas y muflas a lo largo de la troncal 2



Fuente: Correa Romero Ledys octubre-2021

En la figura 21 se observan todos los tramos de la red de la empresa Vconexion (nota: los colores de los tramos solo sirven para identificación entre ellas dentro de la imagen).

Figura 21. Tramos de la red2



Fuente: Correa Romero Ledys octubre-2021

6. BALANCE DE POTENCIA Y RELACIÓN DE EMPALMES.

6.1 BALANCE DE POTENCIAS.

Luego de realizar el levantamiento topológico de la red y obtener la información completa del número de cajas, los splitter utilizados y sus coordenadas se procede a realizar el cálculo de presupuesto óptico que confirmara la factibilidad y comportamiento teórico versus el comportamiento real dentro de cada contenedor.

Se procedió principalmente a realizar el cálculo de atenuación restando la suma del total de las atenuaciones la potencia mínima que garantiza la OLT, teniendo en cuenta que la potencia se ve afectada por:

- La distancia
- Los splitter
- Las fusiones
- Los conectores
- Las curvas excesivas, etc.

• ATENUACION POR LA DISTANCIA EN LA FIBRA

Como el alcance máximo para la fibra óptica es de 20km, será el valor que menos afectará, puesto que la troncal principal no supera los 5Km. Cabe recalcar que esta atenuación va en función a la longitud de la onda y la calidad de la fibra.

En la tabla 15, se tiene el tipo de fibra que usa la empresa, las diferentes longitudes de ondas junto con sus atenuaciones máximas, teniendo en cuenta la normativa.

Tabla 15. Atenuación por fibra

G652.D compliant	
Long. Onda	Atenuación Db/Km
1310 – 1625 nm	Max 0,4 dB/Km

Fuente: Tomado de <http://wifero.blogspot.com/2015/11/calcular-el-presupuesto-optico-de-una.html> octubre-2021

• ATENUACION POR LOS CONECTORES

Según la norma ITU cada conector tendrá una atenuación máxima de 0,5dB, perdida que enfrenta dos conectores.

Recuento de conectores

- En el puerto PON de la OLT
- Segundo nivel de splitter

• **ATENUACION POR FUSIONES**

La atenuación en las fusiones es de 0.1dB, para ello se hace un recuento desde:

- La salida del splitter de primer nivel a la fibra
- Entrada del segundo splitter
- Roturas realizadas para hacer una unión 1:1

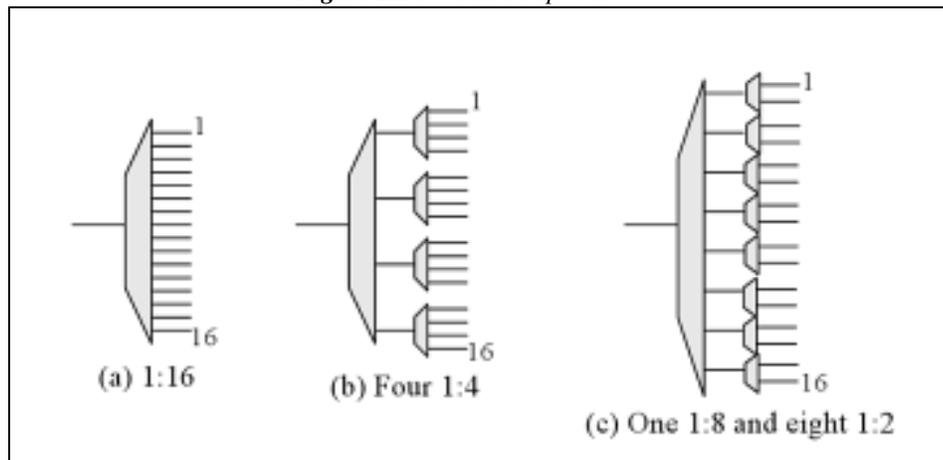
• **ATENUACION POR ENFRENTADOR**

La atenuación en los enfrenadores es de 0.1dB, y se encuentran en la ODF

• **ATENUACION POR SPLITTER**

Estos elementos son considerados uno de los que más atenuación introduce. En la siguiente figura se muestran los niveles de splitter que existen y su máxima pérdida por inserción.

Figura 22. Niveles de splitter



Fuente: <http://wifero.blogspot.com/2015/11/calcular-el-presupuesto-optico-de-una.html> octubre-2021

Tabla 16. Perdidas por nivel en splitter

Splitter	1:2	1:4	1:8	1:16	1:32	1:64
Máxima pérdida de inserción (dB)	3,6	7	10,4	11	17,1	20,02

Fuente: <http://wifero.blogspot.com/2015/11/calcular-el-presupuesto-optico-de-una.html> octubre-2021

- **MARGEN DE SEGURIDAD**

El margen de seguridad está entre 1,7 y 3dB, son ocasionados por temperaturas extremas, curvaturas excesivas afectando la cantidad de luz que pasa por la fibra.

Para el cálculo de las potencias teóricas primero se realizó el cálculo de las atenuaciones presentes en cada contenedor con la ecuación 1.

Atenuacion total

$$\begin{aligned}
 &= \textit{Atenuacion por enfrentador} \\
 &+ (\textit{Atenuacion por distancia} * \textit{DISTANCIA}) \\
 &+ (\textit{Atenuacion por conectores} * \# \textit{DE CONECTORES}) \\
 &+ (\textit{Atenuacion por fusiones} * \# \textit{DE FUSIONES}) \\
 &+ (\textit{Atenuacion por splitter} * \# \textit{DE SPLITTER}) \\
 &+ \textit{Atenuacion por margen de Seguridad}
 \end{aligned}$$

Ecuación 1. Ecuación para el cálculo de atenuaciones totales

Nota: Tomado de Sistemas de comunicaciones electrónicas Wayne Tomasi · 2003

Para el balance de potencia, las atenuaciones que se manejan dependen de los elementos que la empresa Vconexion utiliza y componen su red; los datos de estos elementos son tomados directamente de los fabricantes de cada elemento, para lo cual tenemos que:

Tabla 17. Atenuaciones según fabricantes

ATENUACIONES		UNIDAD	
Atenuación de la Fibra	0,4	dB/km	
Atenuación de los conectores	0,75	dB	
Atenuación en las fusiones	0,3	dB	
Atenuación por enfrentadores	0,1	dB	
Atenuación por splitter	1:04	7	dB
	1:08	10,4	dB
	1:16	11	dB

Fuente: Correa Romero Ledys octubre-2021

El distribuidor del servicio de internet MEDIA COMMERSE entrega a la empresa Vconexion una potencia total de 3dB, la cual va disminuyendo a medida que se atenúa a lo largo de la red, por esta razón la potencia en cada contenedor se calcula así:

$$\textit{Potencia en caja NAP} = \textit{Potencia suministrada} - \textit{Atenuacion Total}$$

Ecuación 2. Ecuación para el cálculo de la potencia teórica en cada contenedor

Fuente: Tomado de Sistemas de comunicaciones electrónicas Wayne Tomasi · 2003

- **BALANCE DE POTENCIAS DE CADA CONTENEDOR (CAJA NAP)**

Se calcularon las atenuaciones presentes en cada caja NAP; para lo cual se tomaron los datos correspondientes, se organizaron y se creó la tabla 18, luego realizo el balance de potencia como se muestra en la tabla 19. En estas tablas tenemos que:

- Columna {1}** Código de la caja
- Columna {2}** Atenuación Enfrentador = # de enfrentadores*Atenuación por Enfrentador (0,1dB)
- Columna {3}** Distancia de la caja a central (km)
- Columna {4}** Atenuación por distancia = Columna {3} * Atenuación de la Fibra (0,4dB/km)
- Columna {5}** Numero de conectores
- Columna {6}** Atenuación por conectores = Columna {5} * Atenuación por conector (0,75dB)
- Columna {7}** Numero de Fusiones
- Columna {8}** Atenuación por Fusiones = Columna {7} * Atenuación por Fusión (0,3dB)
- Columna {9}** Número de splitter
- Columna {9.1}** #splitters 1x8
- Columna {9.2}** #splitters 1x16
- Columna {10}** Atenuación por Splitter = Columna {9.1} * 10,4dB + Columna {9.2} * 11dB
- Columna {11}** Atenuación por margen de seguridad (3B)
- Columna {12}** Atenuación total = Columna {2} + Columna {4} + Columna {6} + Columna {8} + Columna {10} + Columna {11}
- Columna {13}** Código de la caja
- Columna {14}** Potencia calculada = 3dB - Columna {12}
- Columna {15}** Potencia medida de cada caja NAP
- Columna {16}** % error = ((|Columna {14} - Columna {15}|) / Columna {15}) * 100%

Nota: Para casos prácticos se tomaron 10 cajas NAP que pertenecen a la troncal 1 y se muestran en las tablas 17 y 18, la información de las demás cajas NAP se encuentra en el anexo 6, en el cual se encuentra organizada la información por troncales para mejor comprensión y se observan las operaciones matemáticas utilizadas con los cálculos respectivos del balance.

Tabla 18. Atenuación total de cada contenedor en la troncal 1

{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}		{10}	{11}	{12}
								1X 8	1X1 6			
152	0,2	0,27	0,11	1	0,75	2	0,6	1	1	21,4	3	26,06
153	0,2	0,34	0,14	1	0,75	3	0,9	1	1	21,4	3	26,39
150	0,2	0,48	0,19	1	0,75	3	0,9	1	1	21,4	3	26,44
186	0,2	0,67	0,27	1	0,75	4	1,2	1	1	21,4	3	26,82
129	0,2	0,58	0,23	1	0,75	4	1,2	1	1	21,4	3	26,78
128	0,2	0,68	0,27	1	0,75	5	1,5	1	1	21,4	3	27,12
201	0,2	0,64	0,26	1	0,75	6	1,8	1	1	21,4	3	27,41
202	0,2	0,84	0,34	1	0,75	7	2,1	1	1	21,4	3	27,79
251	0,2	0,97	0,39	1	0,75	8	2,4	1	1	21,4	3	28,14

203	0,2	1,08	0,43	1	0,75	9	2,7	1	1	21,4	3	28,48
-----	-----	------	------	---	------	---	-----	---	---	------	---	-------

Fuente: Correa Romero Ledys octubre-2021

Tabla 19. Potencias teóricas y % error con potencia medida en cada caja de la troncal 1

	{1}	{14}	{15}	{16}
152	-23,06	-21,17	8,19	
153	-23,39	-21,22	9,26	
150	-23,44	-21,52	8,20	
186	-23,82	-22,32	6,29	
129	-23,78	-22,11	7,03	
128	-24,12	-21,76	9,79	
201	-24,41	-22,79	6,62	
202	-24,79	-23,03	7,08	
251	-25,14	-24,17	3,85	
203	-25,48	-25,76	1,09	

Fuente: Correa Romero Ledys octubre-2021

6.2 CONTENEDORES APTOS PARA EXPANSIÓN DE LA RED.

• ANALISIS PARA CAJAS NAP

De los resultados obtenidos del balance de potencias, se tuvo que la potencia calculada en la totalidad de los casos siempre dio menor que la potencia medida; esto es debido a que en los cálculos de la potencia calculada se tuvieron en cuenta los datos más críticos para cada atenuación, haciendo así que se calculara la atenuación máxima en este contenedor.

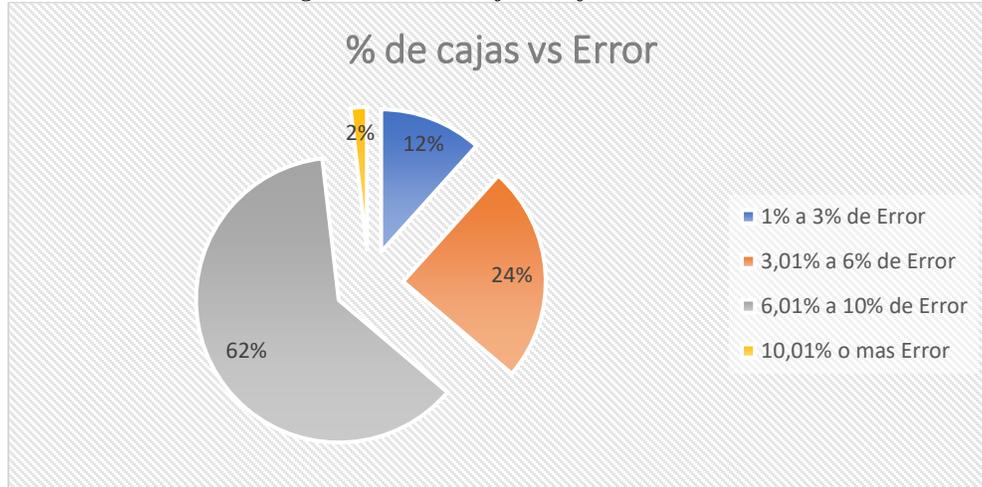
El porcentaje de error calculado en el balance de potencias muestra la diferencia entre la potencia medida y la calculada:

- Valores bajos de este dato (%error) indican valores muy próximos entre ambas potencias esto quiere decir que la red en este punto ha sufrido atenuaciones máximas en todo su trayecto; para lo cual es necesario una revisión de las cajas para mejorar esta condición.
- A medida que aumenta este dato (%error), aumenta la diferencia entre las potencias y se ve un crecimiento de la potencia medida, lo cual indica buenas prácticas en el tendido de la red debido a las bajas atenuaciones.

En la figura 22. Se observa que el 12% de las cajas están en un rango de 1 a 3%, en estas cajas se deben hacer mejoras de forma inmediata para mejorar esta relación, el 24% de las cajas están en un rango de 3,01 a 6%, son cajas con mejores relaciones de potencias pero aun así se debe planificar una intervención gradual para mejorar sus potencias, el 62% de las cajas están en un rango de 6 a 10%, son cajas con buena relación de potencias no ameritan intervención y son aptas para expansión de la red para brazos de 1 y 2 nivel y por último, el 2% de las cajas están en un

rango mayor a 10%, son cajas con buena relación de potencias no ameritan intervención y son aptas para expansión de la red para brazos de 1,2,3,4 y 5 nivel.

Figura 23. Porcentaje de cajas vs %error



Fuente: Correa Romero Ledys octubre-2021

- ANALISIS PARA MUFLAS**

Los diagramas de empalmes de las demás muflas se encuentran en el anexo 4. Información de los empalmes en las muflas. De allí se extrajeron la información de los hilos que llegan a cada mufla y están sin usar, estos hilos a solo presentar perdidas por empalmes y venir directamente de la central son potenciales para crear nuevos brazos en la red de nivel 1,2,3,4 y 5, en la tabla 20 se muestra que hilos se encuentran habilitados en las muflas para este fin; En ella tenemos el número de hilos disponibles y la información del buffer, mufla y troncal a la cual pertenece dicho.

Tabla 20. Hilos disponibles en muflas

TRONCAL 1 TANQUES			
ALIAS MUFLA	BUFFER	HILOS	NUMERO DE HILOS
Sierras Fibra 48 Hilos	Azul	Rojo	1
	Naranja	Blanco, Rojo Y Negro	3
	Verde	Blanco, Rojo Y Negro	3
	Marrón	Rojo Y Negro	2
	Gris	Todos	8
	Blanco	Todos	8
	Rojo	Todos	8
	Negro	Todos	8
Clínica Fibra De 48 Hilos	Naranja	Todos	8
	Verde	Todos	8
	Marrón	Rojo Y Negro	2
	Gris	Todos	8
	Rojo	Todos	8
	Negro	Todos	8
Y De Los Tanques Fibra De 48 Hilos	Blanco	Todos	8
	Rojo	Todos	8

Negro		Todos		8
TRONCAL 2 EL GUAMO				
ALIAS MUFLA	BUFFER	HILOS		NUMERO DE HILOS
Don Tito Fibra 24 Hilos	Azul	Blanco		1
	Naranja	Gris		1
	Marrón	Azul, Naranja, Verde, Gris, Rojo Y Negro		3
TRONCAL 3 EL GALAN				
ALIAS MUFLA	BUFFER	HILOS		NUMERO DE HILOS
New Cambridge Fibra 12 Hilos	Azul	Gris, Rojo, Negro, Amarillo, Violeta, Rosa Y Aqua		7
New Cambridge Fibra 12 Hilos	Azul	Gris, Blanco, Rojo, Negro, Violeta, Rosa Y Aqua		7
TOTAL DE HILOS				126

Fuente: Correa Romero Ledys octubre-2021

7. MANTENIMIENTO DE LA RED.

7.1 ARREGLO DE CAJAS NAP

Se realizó la visita de campo en compañía del personal técnico para el arreglo y supervisión de las cajas que se encuentran delicadas por causa de la desorganización de los hilos, para lo cual en la tabla 21, se da a conocer el código y el alias de la caja, la observación inicial generada en el momento del análisis de la red, la actividad que se realizó para el mejoramiento la cual se puede ver en las y una medida de la potencia para notar el antes y el después de la intervención.

Tabla 21. Mantenimiento de las cajas Nap

Código de la caja - alias	Observaciones	Actividad de mejoramiento	Potencia antes del mantenimiento	Potencia después del mantenimiento
101- caja las Américas bajando/Jorge	Caja internamente delicada por hilos desorganizados	Se realizó un mantenimiento correctivo de esta caja, levantando todos los hilos y volviéndolos a organizar nuevamente.	-23,26	-22,01

103 - caja celestino punto de la U	Caja internamente delicada por hilos desorganizados	Esta caja contenía bastantes usuarios conectados, por tanto se procedió avisarles con anticipación a los usuarios conectados a la caja, puesto que se tuvo que volver a fusionar varios hilos.	-22,57	-21,87
117 - caja palacio de justicia	Caja internamente delicada por hilos desorganizados	Para el mantenimiento de esta caja se tuvo que tener mucho cuidado, debido a que contiene varios empalmes de la troncal principal.	-20,03	-19,77
121 - caja entrada Almeida	Caja internamente delicada por hilos desorganizados	Esta caja no se encontraba muy desorganizada por lo que su mantenimiento fue muy rápido y eficaz.	-23,45	-23,1
222 - caja Ludy	Caja internamente delicada por hilos desorganizados	El mantenimiento para esta caja fue un poco tedioso porque su ubicación es en una de las chimeneas de un edificio, pero se logró realizar una organización de los hilos.	-24,56	-20,31
123 - caja detrás Doctor	Caja internamente delicada por hilos desorganizados	esta es una de las cajas que se encontraban más desorganizadas y de las cuales los técnicos manifestaban que cada vez que se habría se partía un hilo, por lo cual se armó desde cero la caja con nuevos empalmes	-23,79	-22,71
124 - caja fondo Almeida	Caja internamente delicada por hilos desorganizados	Esta caja al igual que la caja de la entrada del conjunto no se encontraba muy desorganizada, por lo que su proceso de mantenimiento consistió en solo reorganizar los hilos sin necesidad de volver a empalmar	-23,41	-22,03
125 - caja Cambridge	Caja internamente delicada por hilos desorganizados	Esta caja contiene varios empalmes debido a que de ella salen tres brazos, sus hilos estaban muy desorganizados por lo que provocaba que la potencia se bajara a cada momento. Se procedió a bajar la caja y realizar de nuevo varias fusiones que se	-23,79	-22,88

encontraban en mal estado.

129 - caja Chapinero Cra7	Caja internamente delicada por hilos desorganizados	Para el mantenimiento de esta caja, solo se realizó una reorganización de los hilos.	-22,11	-22,04
130 - caja Casa del Plástico	Caja internamente delicada por hilos desorganizados	Para el mantenimiento de esta caja, solo se realizó una reorganización de los hilos.	-23,83	-23,12
148 - caja Capilla Bethlemitas Vitaly	Caja internamente delicada por hilos desorganizados	Para el mantenimiento de esta caja se realizó una reorganización de los hilos y nuevas fusiones.	-22,87	-21,65
201 - caja Puente chapinero	Caja internamente delicada por hilos desorganizados	Para el mantenimiento de esta caja se realizó una reorganización de los hilos y nuevas fusiones.	-22,79	-22,32
241 - caja la favorita	Caja internamente delicada	Para el manteniendo de esta caja solo se reorganizo los hilos.	-23,34	-22,78
256- caja carrera17 con 10a	Caja internamente delicada por hilos desorganizados	Esta caja no se encontraba muy desorganizada por lo que su mantenimiento fue muy rápido y eficaz.	-24,87	-23,03
257 - caja carrera17 con 12	Caja internamente delicada por hilos desorganizados	Esta caja no se encontraba muy desorganizada por lo que su mantenimiento fue muy rápido y eficaz.	-24,86	-23,16
258 - caja carrera16a con 10a	Caja internamente delicada por hilos desorganizados	Esta caja no se encontraba muy desorganizada por lo que su mantenimiento fue muy rápido y eficaz.	-24,35	-23,22
259 - caja carrera16 parque san pedro	Caja internamente delicada por hilos desorganizados	Esta caja no se encontraba muy desorganizada por lo que su mantenimiento fue muy rápido y eficaz.	-24,44	-23,59

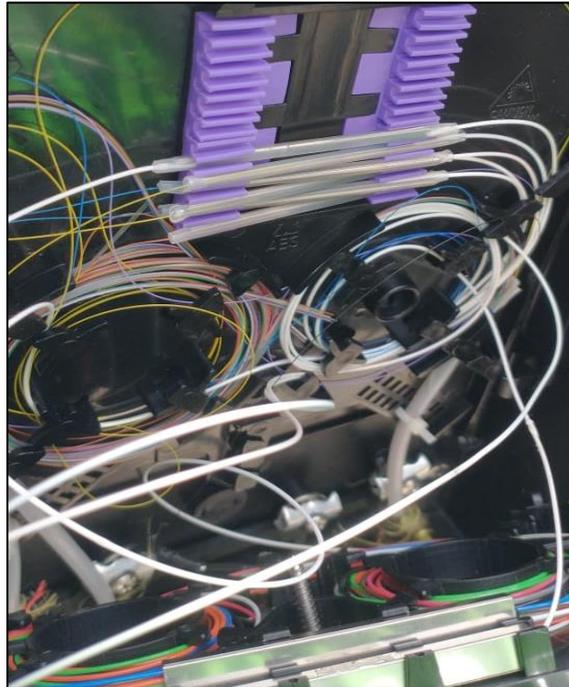
260 - caja carrera15 con 10a	Caja internamente delicada por hilos desorganizados	Esta caja no se encontraba muy desorganizada por lo que su mantenimiento fue muy rápido y eficaz.	-24,54	-23,32
261 - caja nazarenos cr18 con 10a	Caja internamente delicada por hilos desorganizados	Esta caja no se encontraba muy desorganizada por lo que su mantenimiento fue muy rápido y eficaz.	-24,62	-23,43
301 - caja Zulia	Caja internamente delicada por hilos desorganizados	Se realizó un mantenimiento correctivo de esta caja, levantando todos los hilos y volviéndolos a organizar nuevamente.	-26,17	-25,21
302 - caja espíritu santo	Caja internamente delicada por hilos desorganizados	Se realizó un mantenimiento correctivo de esta caja, levantando todos los hilos y volviéndolos a organizar nuevamente.	-26,11	-25,02
303 - caja elisain romerito	Caja internamente delicada por hilos desorganizados	Se realizó un mantenimiento correctivo de esta caja, levantando todos los hilos y volviéndolos a organizar nuevamente.	-26	-25,21
305 - caja frente clementinas	Caja internamente delicada por hilos desorganizados	Se realizó un mantenimiento correctivo de esta caja, levantando todos los hilos y volviéndolos a organizar nuevamente.	-24,4	-23,31
306 - caja clementinas	Caja internamente delicada por hilos desorganizados	La ubicación de esta caja es subterránea y se encontraba llena de agua cuando se abrió, se procedió a retirarla y cambiarla por una que impidiera el paso del agua hacia dentro de ella, realizando de nuevo todos los empalmes.	-24,52	-23,24

Fuente: Correa Romero Ledys octubre-2021

A continuación, se muestra en la figura 23 el estado de una de las cajas la cual se presentaba internamente delicada por hilos desorganizados, en la figura 24 se evidencia el momento de la intervención para lo cual se procedió a bajar la caja y realizar de nuevo varias fusiones que se encontraban en mal estado para finalmente obtener un valor más óptimo de potencia y un contenedor mejor organizado como se aprecia en la figura 25.

En el Anexo 7. Se plasma un registro fotográfico de estado inicial y final del mantenimiento de cajas NAP y organización de hilos en MUFLAS

Figura 24. Caja NAP en mal estado



Fuente: Correa Romero Ledys octubre-2021

Figura 25. Arreglo de la caja NAP



Fuente: Correa Romero Ledys octubre-2021

Figura 26. Caja Nap en buen estado

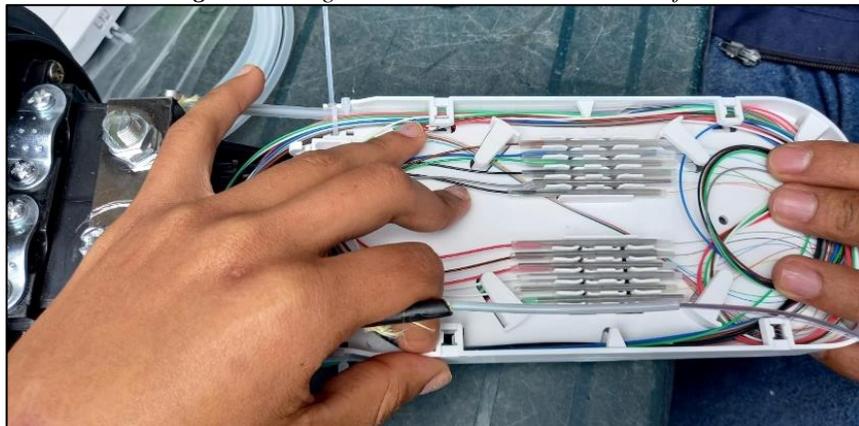


Fuente: Correa Romero Ledys octubre-2021

7.2 ARREGLO DE MUFLAS

Se realizó la visita a las muflas y se verifico que no existía ninguna de ellas en estado delicado. Durante el transcurso de las practicas se hizo parte en el proceso que hace la empresa Vconexion para la creación de nuevos tramos en los cuales se desmontan las muflas para empalmar los hilos respectivos y se vuelven a organizar para el montaje de esta en la red, en la figura 26 se muestra como se organizan los hilos dentro de una mufla. En el Anexo 7. Se plasma un registro fotográfico de estado inicial y final del mantenimiento de cajas NAP y organización de hilos en MUFLAS.

Figura 27. Organización de hilos dentro de mufla



Fuente: Correa Romero Ledys octubre-2021

8. ANALISIS Y DISEÑO DE NUEVOS TRAMOS

8.1 ANALISIS DE NUEVOS TRAMOS.

La red de la empresa VCONEXION va creciendo a medida que se integran nuevos usuarios, por esto su topología va cambiando a medida que se lanzan nuevos tramos, antes de realizar el diseño topológico de la distribución física de la red, se realizó el siguiente análisis y diseño.

Debido al crecimiento de la solicitud de conexión de nuevos usuarios en zonas próximas a la Troncal2(Guamo) y la Troncal4(Plazuela Bolívar), se planifico:

- **TRONCAL 2**

La troncal 2, está compuesta por una fibra de 24 hilos y se encontraba distribuida como lo muestra el esquema de la tabla 22. Donde se aprecian los hilos que salen de la central y en que contenedor quedan para habilitar su uso.

Tabla 22. Distribución de hilos en troncal 2

		ENTRA		SALE	
FIBRA	BUFFER		HILO	CAJA	
24 Hilos	Azul	1	Azul	Lucio	
		2	Naranja	Benabitad Entrada	
		3	Verde	Benabitad Centro	
		4	Marrón	Benabitad Fondo	
		5	Gris	Libre	
		6	Blanco	Libre	
	Naranja	7	Azul	Mufla Don Tito	
		8	Naranja		
		9	Verde		
		10	Marrón		
		11	Gris		Libre
		12	Blanco		Mufla Don Tito
	Verde	13	Azul	Mufla Don Tito	
		14	Naranja		
		15	Verde		
		16	Marrón		
		17	Gris		
		18	Blanco		
	Marrón	19	Azul	Caja Guatapuri	
		20	Naranja	Caja Faria Entrada	
		21	Verde	Caja Faria Centro	
		22	Marrón	Caja Faria Fondo	
		23	Gris	Caja Edificio aura	
		24	Blanco	Libre	

Fuente: Correa Romero Ledys noviembre-2021

4	Marrón	Marrón	Tramo Bajando Hacia el Mercado – R21
5	Gris	Gris	
6	Blanco	Blanco	
7	Rojo	Rojo	Tramo Subiendo hacia Brighton – R22
8	Negro	Negro	
9	Azul	Amarillo	
10	Naranja	Violeta	Tramo paso del burro –R19
11	Verde	Rosa	
12	Marrón	Aqua	
13	Gris	Azul	buffer Marrón
14	Blanco	Naranja	
15	Rojo	Verde	
16	Negro	Azul	

Fuente: Correa Romero Ledys noviembre-2021

Como se puede observar en la tabla 24, se analizaron y diseñaron 4 nuevos tramos a la red que son:

- Tramo carrera 3ra – R20
- Tramo Bajando Hacia el Mercado – R21
- Tramo Subiendo hacia Brighton – R22
- Tramo paso del Burro –R19

• TRONCAL 4

La troncal 4, está compuesta por una fibra de 12 hilos y se encontraba distribuida como lo muestra el esquema de la tabla 25. Donde se aprecian los hilos que salen de la central y en que contenedor quedan para habilitar su uso.

Tabla 25. Distribución de hilos de la troncal 4

		ENTRA	SALIDA
FIBRA	BUFFER	Empalmes	Caja
12 Hilos	Azul	Azul	Caja Humilladero
		Naranja	Caja Boreal
		Verde	Tramo Coopmotilón
		Marrón	Libre
		Gris	Libre
		Blanco	Libre
		Rojo	Pasaje Los Cerezos
		Negro	Pasaje Rosa Mercedes
		Amarillo	Caja Empalme Los Cerezos

	Violeta	Caja Coopmotilon
	Rosa	Dian
	Aqua	Libre

Fuente: Correa Romero Ledys noviembre-2021

Teniendo en cuenta los datos mostrados, se identifican 3 hilos disponibles en esta troncal, los cuales se encuentran resaltados en color verde, los cuales son: el hilo marrón, el hilo gris y el blanco del buffer azul.

Para seguir expandiendo la red, se decide remplazar la caja de la Plazuela Bolívar por la mufla Plazuela Bolívar, ya que la caja contiene muchos empalmes y las cajas no están destinadas para este fin sino para la conexión de usuarios.

A continuación, se muestra una tabla con las distribuciones de los empalmes dentro de la Mufla Plazuela Bolívar.

Tabla 26. Distribución de hilos en la mufla plazuela bolívar

MUFLA PLAZUELA BOLIVAR				
ENTRA				
FIBRA	BUFFER	EMPALMES		CAJA/ MUFLA/SPLITTER
12 HILOS	AZUL	AZUL	AZUL	CAJA HUMILLADERO
		NARANJA	NARANJA	CAJA BORIAL
		VERDE	VERDE	TRAMO COPMOTILON
		MARRON	SPLITTER X16	LIBRE
		GRIS	AMARILLO	LIBRE
		BLANCO		LIBRE
		ROJO	ROJO	PASAJE LOS CEREZOS
		NEGRO	NEGRO	PASAJE ROSA MERCEDES
		AMARILLO	AMARILLO	CAJA EMPALME LOS CEREZOS
		VIOLETA	VIOLETA	CAJA COPMOTILOM
		ROSA	ROSA	DIAN
		AQUA	AQUA	LIBRE

Fuente: Correa Romero Ledys noviembre-2021

En la mufla se realizarán nuevamente los empalmes que se ven en la tabla 26, y se toma el hilo marrón del buffer azul y se fusionara con un splitter de 1:16, en el cual se usarán los hilos de salida para habilitar nuevamente la caja que se remplaza por la mufla, se empalmaran 8 hilos para futuras conexiones de cajas para el ramo detrás del humilladero, 5 hilos para el tramo de Coopmotilón y 2 hilos para el tramo del pasaje Lara.

El splitter 16 que se muestra en la anterior tabla tiene la distribución que se muestra en la tabla 27, la cual es un diagrama de empalmes del splitter, donde se ven los empalmes de los hilos de este.

Tabla 27. Distribución de hilos del splitter

		Empalme a splitter y salidas de línea			
		Empalme		Salida – Destino - Ruta	
Origen: Mufla Plazuela Bolívar	Destino: plazuela /Detrás del humilladero/Coopmotilon/boreal	1	Azul	splitter X8	Caja Plazuela Bolivar
		2	Naranja	Azul	tramo detrás del humilladero
		3	Verde	Naranja	
		4	Marrón	Verde	
		5	Gris	Marrón	
		6	Blanco	Gris	
		7	Rojo	Blanco	
		8	Negro	Rojo	
		9	Azul	Negro	
		10	Naranja	Azul	
		11	Verde	Naranja	
		12	Marrón	Blanco	
		13	Gris	Marrón	
		14	Blanco	Gris	
		15	Rojo	Verde	tramo
		16	Negro	Marrón	Pasaje Lara

Fuente: Correa Romero Ledys noviembre-2021

Como se puede observar en la tabla 27, se analizaron y diseño 1 nuevo tramo a la red el cual es:

- Tramo detrás del Humilladero

9. IMPLEMENTACION DE NUEVOS TRAMOS.

9.1 LANZAMIENTO DE NUEVOS TRAMOS.

En la figura 27, se observa el diseño de los 5 tramos que se analizaron en compañía y asesoramiento técnico de la empresa Vconexion. En la imagen se resaltan en color amarillo las muflas (mufla san Ignacio y mufla plazuela bolívar), en color azul se resalta la distribución de las cajas que pertenecen a os nuevos tendidos de red y las líneas hacen referencia a las troncales y los nuevos tramos (nota: los colores de las líneas solo sirven para diferenciarlas en la figura).

Figura 30. Tendido de fibra en tramo detrás del humilladero



Fuente: Correa Romero Ledys noviembre-2021

Figura 31. Armado de caja NAP en tramo Hacia el mercado



Fuente: Correa Romero Ledys noviembre-2021

Figura 32. Realización de caja empalmes en tramo paso del burro –R19



Fuente: Correa Romero Ledys noviembre-2021

La ubicación de los contenedores que se instalaron en los nuevos tramos se muestra a continuación en la tabla 28 y 29.

Tabla 28. Ubicación de cajas NAP en nuevos tramos

CAJAS NAP			
CODIGO	ALIAS	LATITUD	LONGITUD
COD 1-101	CAJA SAN IGNACIO	7°22'52.14"N	72°38'56.63"O
COD 1-102	CAJA LOS TRECE	7°22'34.88"N	72°39'5.33"O
COD 1-103	CAJA LOS TRECE CLL 7ma	7°22'35.37"N	72°39'9.26"O
COD 1-104	CAJA DIAGONAL CLUB HUMILLADERO	7°22'40.49"N	72°38'39.40"O

Fuente: Correa Romero Ledys noviembre-2021

Tabla 29. Ubicación de muflas en nuevos tramos

NUMERO	ALIAS	LATITUD	LONGITUD
MF18	SAN_IGNACIO	7°22'48.45"N	72°38'57.78"O
MF19	PLAZUELA BOLIVAR	7°22'39.44"N	72°38'41.73"O

Fuente: Correa Romero Ledys noviembre-2021

En la tabla 30 se muestra cuantos usuarios hay en cada caja NAP, su potencia, el hilo habilitado y su identificación.

Tabla 30. Potencia y número de usuarios conectados en cajas Nap

ALIAS	CODIGO	X8	X16	HILO HABILITADO	POTENCIA (dB)	USUARIOS	OBSERVACION
caja san Ignacio	COD 1- 101	X		AZUL	-22,85	1	caja en buen estado
caja los trece	COD 1- 102	X		AZUL	-23,18	1	caja en buen estado
caja los trece N6	COD 1- 103	X		NARANJA	-23,39	1	caja en buen estado
caja diagonal club humilladero	COD 1- 104	X		AMARILLO	-21,92	1	caja en buen estado

Fuente: Correa Romero Ledys noviembre-2021

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES

En este capítulo se realizan hipótesis lógicas y además relevantes sobre los datos que fueron expuestos en el capítulo anterior, para así mostrar el resultado de las prácticas profesionales.

10. CONCLUSIONES

- El mapa topológico permite identificar y georreferenciar los elementos de la red dentro del municipio de Pamplona, allí se pueden observar con más detalle la ubicación y la información relevante de elementos como cajas Nap, muflas o el mismo tendido de la fibra a lo largo de todos los tramos que abarca la red de la empresa Vconexion. Además, en la plataforma utilizada permite organizar mejor la red, logrando distribuirla por zonas y tramos denominados troncales, lo que ayuda a delimitar sectores de la red para posteriores trabajos y también para nuevas extensiones de tramos a futuros.
- Para el balance de potencias, se midió la potencia a la salida del splitter de cada caja Nap y para la potencia calculada primero que todo se obtuvieron las atenuaciones más críticas a lo largo de la red y se calculó dicha potencia. Se identificó que, al comparar la potencia calculada con la potencia medida, la potencia medida siempre dio más grande que la potencia calculada, esto quiere decir, que las cajas están teniendo un excelente comportamiento en cuanto a potencia, ya que el tendido de la red se está realizando de forma adecuada, reduciendo las atenuaciones a lo largo de toda la red. Las diferencias que se encontraron entre la potencia calculada y la potencia medida fueron diferencias entre el 1 y el 10% de estos dos valores en el peor de los casos, esto indica que según los técnicos de la empresa Vconexion el 12% de las cajas que están en un rango entre el 1 al 3% de diferencia entre potencia medida y potencia calculada requieren mejoras de forma inmediata, el 24% de las cajas que están en un rango dentro del 3.01 a 6% de diferencias entre estas potencias, muestran mejores relaciones de potencias, pero aun así se debe planificar una intervención gradual para mejorar sus potencias. El 62% de las cajas están en un rango entre el 6 y 10% de diferencia entre potencia medida y potencia calculada, lo cual indica una buena relación de potencia y no amerita intervención y son aptas para expansiones de la red de uno y segundo nivel, y por ultimo las cajas que están en un rango mayor al 10% son cajas con una buena relación de potencia, no ameritan intervención y son aptas para expansión de la red para brazos de uno, dos, tres, cuatro y hasta 5 niveles. Para la expansión de la red a partir de las muflas, se tomaron las muflas más alejadas de la red, se identificaron los hilos que no se habían utilizado, tomando como conclusión que los contenedores posteriores a ella también le llegaba ese mismo hilo y que eran aptas en cualquier punto de la red para futuras expansiones como se identifican en el libro. Cabe recalcar, que la potencia de estos hilos se ve atenuada solamente por los empalmes que se realizan a lo largo del tendido de la red hasta la mufla final. Lo que indica que son atenuaciones muy bajas porque solamente se tienen en cuenta las atenuaciones por empalme y por distancia.
- Al comenzar las prácticas profesionales se pudo observar que la red no presentaba muchos inconvenientes y su condición de funcionamiento no era malo, todos los usuarios que

existían contaban con el servicio y eran pocos los casos particulares en donde no había conexión por determinadas circunstancias, al realizar el barrido o la visita a todas las cajas Nap y muflas, se identificó desorganización en algunas cajas Nap y habían unas de ellas interiormente delicadas, no se podían abrir porque existía la posibilidad de romper hilos y dejar sin servicio a varios usuarios. Para el desarrollo de estas actividades se usaron horarios que no interfirieran con la prestación del servicio de Internet, generalmente en horas de la noche o medio día. Se desmontaron las cajas Nap, se reorganizaron los hilos, se volvieron hacer los empalmes y se volvió a montar las cajas Nap a sus respectivos postes, había unos contenedores que hubo la necesidad de cambiarle el splitter y volver a realizar las fusiones. Al finalizar el barrido y el arreglo de estas cajas Nap se pudo verificar mediante la medición de sus potencias que hubo un aumento significativo de la potencia en la salida del splitter que alimenta a los usuarios como se puede apreciar en la tabla 21, en donde se muestran las cajas intervenidas y la actividad de mejoramiento que se realizó. Para los contenedores denominados muflas, no se encontraron muflas internamente delicadas por hilos desorganizados, pero cada vez que se intervenía para el lanzamiento de nuevos tramos o hacer algún trabajo dentro de la red, se tenía que desmontar la mufla para poder realizar los respectivos empalmes y reorganizarla nuevamente y volverla a montar.

- En el diseño de la distribución topológica de la red se puede observar que la red de la empresa Vconexion está bien distribuida, a medida que aumentan los usuarios, esta red va creciendo, por eso hubo la necesidad de partir de un diseño para saber por dónde se van hacer los nuevos tendidos de red y que hilos se van a utilizar. De acuerdo a la información recolectada durante el transcurso de las prácticas profesionales, se analizaron métodos que ya existían para la expansión de la red y poder utilizar hilos de forma organizada para estos fines, el caso es para la mufla San Ignacio y la mufla de la Plazuela Bolívar. En la caja de la Plazuela Bolívar se evidenció que había muchos empalmes y las cajas no son destinadas para tener tantos empalmes sino unos pocos y para conectar usuarios, por lo que se decidió reemplazarla por una Mufla, facilitando de esta manera la organización de los empalmes y los hilos dentro de ella, la implementación de un splitter y la fusión de muchos más hilos para habilitar cajas a futuro. Esta información se llevó al software google Earth y ahí se puede apreciar por donde pasaron esos nuevos tramos y en qué sector quedaron ubicados los contenedores que pertenecen a ellos.
- Para la implementación del diseño topológico que se planteó, se dirigió con el personal técnico de la empresa Vconexion a los sectores donde se montaron los nuevos tramos, se llevaron los materiales y las herramientas necesarias para hacer estos trabajos, se ubicaron las muflas por donde iban a salir estos tramos y se realizó el empalme de la salida del splitter a la fibra que iba ser dirigida hacia esos nuevos sectores, y de ahí en adelante se empezaron a instalar los diferentes contenedores que pertenecen a ellas.

CAPÍTULO V

RECOMENDACIONES

En este capítulo se incluyen recomendaciones a tener en cuenta para en el ámbito profesional y en el ámbito académico.

11. RECOMENDACIONES

- Para la expansión e implementación de nuevos tramos, es necesario realizar con anticipación un análisis y un plan de diseño que tenga en cuenta el crecimiento de la red e identificar las zonas por donde se desea expandir la red y revisar a fondo como quedarían distribuidos los hilos que salen directamente desde la central, la atenuación total que sufre la fibra óptica en la red y primordialmente la estimación de potencia óptica que se necesita para transmitir la señal, esto con el fin de que los usuarios disfruten de un buen servicio sin que los dispositivos sufran algún daño por exceso de potencia.
- Considerar los estándares de la red GPON, como el trato que se le da a la fibra al momento de realizar su tendido, organización de los hilos dentro de cada contenedor y buenas practicas al realizar los empalmes, esto con el fin de evitar presentar inconvenientes futuros.
- Es muy importante que el personal técnico de la empresa, realicen una capacitación completa de como manipular la fibra no solo al momento del tendido, sino cuando se arman los respectivos contenedores, para contar con un equipo cada vez más competente y profesional y capaz de realizar todas las funciones que se derivan al montar una red de fibra óptica.
- Es necesario mantener el diseño de la red actualizado, para poder llevar un mejor manejo de los hilos que se van utilizando en la implementación de los nuevos tramos.
- Se recomienda llevar una base de datos actualizada con: la potencia y el puerto del splitter al que se conecta un nuevo usuario, con el fin de organizar más a detalle la información de las cajas Nap para facilitar trabajos de mantenimiento y arreglos de la red.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] TINOCO ALVEAR, J (2011). Estudio y diseño de una red de fibra óptica FTTH para brindar servicio de voz, video y datos para la urbanización los Olivos ubicada el sector Toctesol en la parroquia Borrero de la ciudad de Azogues (Tesis de licenciatura). UNIVERSIDAD POLITECTICA SALESIANA, SEDE CUENCA, CUENCA - ECUADOR. Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1076/12/UPS-CT002134.pdf>
- [2] GALEANO CORCHERO, J (2009). Diseño e instalación de una red FTTH (Ingeniería Técnica en Sistemas de Telecomunicación). UNIVERSIDAD CARLOS III. DEPARTAMENTO DE TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES, MADRID. Recuperado de: <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/8702>
- [3] CEDILLO DELGADO, C.E, NIETO ALVAREZ, M.A (2019). Análisis para la optimización del presupuesto óptico sobre última milla, mediante pruebas dentro de la red Gpon de CNT en la ciudad de Azogues (ingeniero). UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA, CUENCA - ECUADOR. Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17414/4/UPS-CT008325.pdf>
- [4] BOQUERA, E. M. C. (2005). Comunicaciones Ópticas. Díaz de Santos.
- [5] CARRERA FLORES, A.K. (2016). “Diseño de una red de planta externa FTTH con tecnología GPON para la población de Barreiro Nuevo, de la ciudad de Babahoyo, Provincia de Los Ríos” (MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIONES). PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR, ECUADOR. Recuperado de: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/13130>
- [6] DAMIÁN TORRES, M (2016). Análisis y resolución de fallas en la instalación y operación de una red GPON de fibra a la casa (ingeniero). UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, México. Recuperado de: [http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/11257/tesis.pdf? sequence=1](http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/11257/<a href='\)
- [7] TELECOM, A. (05 DE 02 DE 2013). Fibra óptica- Que es y cómo funciona. Obtenido de <http://www.alebentelecom.es/servicios-informaticos/faqs/fibra-optica-que-es-y-como-funciona>

- [8] BARRERA MOREANO, R. B. (2014). *Red de fibra óptica con tecnología Gpon para el mejoramiento de los servicios de telecomunicaciones de la empresa Puntonet S.A en la ciudad de Ambato* [Tesis de licenciatura]. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO. Recuperado de: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6912/1/Tesis_t859ec.pdf
- [9] VERBEL SIERRA, A. A. & PERÉZ ÁLVAREZ, R. J. (2013). *Análisis y diseño de una red de fibra al hogar FTTH (fiber to the home), a la urbanización Barcelona de Indias*. [Tesis de licenciatura]. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR. Recuperado de: <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0064390.pdf>
- [10] RODRÍGUEZ YAGUACHE, F. A. (2015). *Diseño de una red de distribución óptica (ODN) multiservicio con tecnología Gpon en el sector occidental de la ciudad de Loja para la Corporación Nacional de Telecomunicaciones E.P.* [Tesis de licenciatura]. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA. Recuperado de: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11412/1/Rodr%C3%ADguez%20Yagua che%2C%20Felipe%20Andr%C3%A9s.pdf>
- [11] ESPINOZA BRIGGS, C. E. & BAQUE CHOEZ, J. R. (2010). Estudio, análisis y propuesta de la implementación de una red Gpon para la UCSG. [Tesis de licenciatura]. UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL. Recuperado de: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/8545/1/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-213.pdf>
- [12] ALTAMAR CARRILLO, H. J. & PUERTA LOZANO, J. M. (2021). Diseño de una red de fibra óptica para el suministro de internet hogar en la comunidad del barrio Altos de Aeromar - Santa Marta, Magdalena. [Tesis de licenciatura]. UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA. Recuperado de: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/36370/2/2021_red_fibra_internet.pdf
- [13] PRIETO ZAPARDIEL, J. (2014). Diseño de una red de acceso mediante Fibra Óptica [Tesis de licenciatura]. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN. Recuperado de: https://oa.upm.es/33869/1/PFC_jaime_prieto_zapardiel.pdf
- [14] RIOS TORRES, P. N. & SERRATOS ZAVALA, R. (2013). Establecer los parámetros de configuración óptimos para la realización de empalmes por fusión de arco en splitters categoría

1:8 para una red Gpon. [Tesis de licenciatura]. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. Recuperado de: <http://132.248.9.195/ptd2013/agosto/0698714/0698714.pdf>

- [15] AURELIO MORALES (2018), Archivos de Google Earth – MappingGIS recuperado de: <https://mappinggis.com/tag/google-earth/>
- [16] DAMIAN TORRES, M D (2016). Análisis y resolución de fallas en la instalación y operación de una red GPON de fibra a la casa (Tesis de licenciatura). UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, MEXICO. Recuperado de: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/11257/tesis.pdf?sequence=1>
- [17] CEDILLO DELGADO & NIETO ALVAREZ., C E. M A. (2019). Análisis para la optimización del presupuesto óptico sobre última milla, mediante pruebas dentro de la red Gpon de CNT en la ciudad de Azogues. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17414/4/UPS-CT008325.pdf>
- [18] SAINEA MOLINA, P. A (2016). Propuesta de un manual de procedimientos de instalación y mantenimiento preventivo y correctivo de la red de fibra óptica de la EBSA con canales de 10 Gbps (Tesis de licenciatura). UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA, TUNJA. Recuperado de: <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1717/1/TGT-401.pdf>
- [19] FERNÁNDEZ CASTRO & BARAJAS LÓPEZ., A F. H R. (2018). Propuesta para la implementación de la red de fibra óptica y suministro de internet en las sedes principales de los colegios públicos del municipio de Chía. Recuperado de: <https://1library.co/document/y962rpvy-propuesta-implementacion-suministro-internet-principales-colegios-publicos-municipio.html>
- [20] MONTOYA BARAJAS, A L (2021). Implementación de una red Gpon para el conjunto cerrado Tamarindo club de la empresa Tovarsat Telecomunicaciones S.A.S. (Tesis de licenciatura). UNIVERSIDAD DE PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER
- [21] ALEJANDRO CARBALLAR, Comunicaciones Ópticas: “Introducción a la Fotónica de Comunicaciones”. Dpto. de Ingeniería Electrónica, Universidad de Sevilla, 2002.