

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA Y SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**



**ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED ÓPTICA PASIVA CON
CAPACIDAD DE GIGABIT PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE
TELECOMUNICACIONES EN LA URBANIZACIÓN LA
RINCONADA – JULIACA**

TESIS

PRESENTADA POR:

HENDEL HUANCA CHOQUE

LUIS RODRIGO MIRANDA MARAZA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PUNO – PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA.

ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED ÓPTICA PASIVA CON
CAPACIDAD DE GIGABIT PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE
TELECOMUNICACIONES EN LA URBANIZACIÓN LA RINCONADA –
JULIACA.

TESIS PRESENTADA POR:

HENDEL HUANCA CHOQUE

LUIS RODRIGO MIRANDA MARAZA

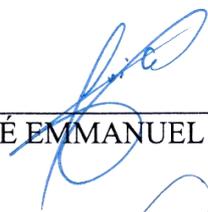
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO.



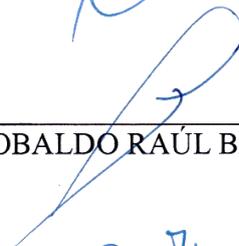
APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE:



Dr. JOSÉ EMMANUEL CRUZ DE LA CRUZ

PRIMER MIEMBRO:



Mg. TEOBALDO RAÚL BASURCO CHAMBILLA

SEGUNDO MIEMBRO:



M.Sc. EDDY TORRES MAMANI

DIRECTOR / ASESOR:



Mg. LUIS ENRIQUE BACA WIESSE

Área : Telecomunicaciones

Tema : Tecnología GPON para los usuarios en rinconada Juliaca-Perú.

FECHA DE SUSTENTACIÓN 14 DE MAYO DE 2019

Dedicado, a todos los futuros ingenieros de la EPIE-Puno, para que sea de guía útil en sus futuras investigaciones, y las personas que requieran de dichos conocimientos.

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer en primer lugar a Dios, por el cuidado y protección que nos brindó en el desarrollo de dicha investigación y por los logros alcanzados en nuestra carrera profesional en ingeniería electrónica.

Quiero agradecer el esfuerzo incondicional de mis padres en la culminación de esta Tesis, agradecer a los ingenieros por el apoyo brindado en el proceso de dicha investigación y culminación, y a mi futura esposa por ser paciente y persistente en dicha culminación de mi investigación.

HENDEL HUANCA CHOQUE.

A mis padres, porque sin sus consejos no habría podido lograr esta meta, porque me enseñaron a levantarme de cada tropiezo y ser perseverante en mis objetivos, y a mis hermanos por su apoyo emocional e incondicional.

LUIS RODRIGO MIRANDA MARAZA

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE TABLAS	11
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS.....	12
RESUMEN	13
ABSTRACT.....	14
I. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1 Planteamiento del Problema.....	17
1.2 Antecedentes de la Investigación.....	18
1.3 Hipótesis de la Investigación.....	19
Hipótesis General.....	19
Hipótesis Específicas.....	19
1.4 Objetivos de la Investigación.....	19
Objetivo General.....	19
Objetivos Específicos.....	20
II. REVISIÓN DE LITERATURA	21
2.1 Planta Externa.....	21
2.1.1. Definición:.....	21
2.1.2 Planta Externa y sus Elementos que la Componen	23
2.1.3. Red Primaria.....	26
2.1.4 Simbología.....	27
2.2. Fibra Hasta El Hogar (FTTH).....	28
2.2.1. Definición.....	28
2.2.2. Arquitectura.....	30
2.2.3. Instalación De Redes FTTH	33
2.2.4. Red Óptica Pasiva (PON).....	34
2.2.4.1. Definición.....	34
2.3. Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit (GPON)	35
2.3.1 Definición:.....	35
2.3.2. Arquitectura de Red GPON.....	36
2.3.3. Trama Downstream (Canal Descendente).....	36
2.3.4. Trama Upstream (Canal Ascendente)	38
2.3.5. Elementos.....	40

2.3.6. Estándares.....	42
2.3.7. Recomendaciones UIT.	44
III. MATERIALES Y MÉTODOS	45
3.1 Materiales.....	45
3.1.1 OLT	45
3.1.2 Repartidor Óptico Modular (ODF).....	46
3.1.3 Cordón Óptico.	47
3.1.4 Fibra Óptica Monomodo.	48
3.1.2 Bondades De La Fibra Óptica.	49
3.1.3. Características de la Fibra Óptica.....	50
3.1.4. Bandejas de Empalme o Caja de Empalme.	50
3.1.6. Caja Terminal Óptica (CTO).....	51
3.1.7. Caja de Acceso Universal con Divisores (DIVI-CAU).....	52
3.1.8 Spliter Óptico.....	54
3.1.9 Router Óptico (ONUS).....	55
3.1.10 Acometida Drop.	55
3.1.11 Suspensión Preformada.	56
3.1.12 Anclaje Preformado.....	57
3.1.13. Soporte para Caja de Empalme.	58
3.1.14 Cruceta para Soporte de Cable.	59
3.2 Equipos de Medición para la Red GPON	60
3.2.1. OTDR.	60
3.2.4. Power Meter.	61
3.2.5 Empalmadora Óptica.....	61
3.2.6. Odómetro Medidor.	62
3.3 Método de Investigación Descriptiva - Experimental.....	63
Análisis.....	63
Variable Independiente:.....	63
Variable Dependiente:	63
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	64
4.1 Diseño de la Red GPON para la Urbanización la Rinconada Juliaca.	64
4.1.1 Topología Árbol Estrella (Red Semirrígida).	65
4.1.2 Análisis de Red Existente.....	67
4.1.3 Análisis de Demanda en la Zona a Implementarse.	68

4.1.4 Diseño del Perfil Óptico.	76
4.1.5 Red GPON.....	79
4.1.6 Especificaciones de Construcción.	82
4.1.7 Cálculos de Predida de Enlace de Fibra.	92
4.1.8 Presupuesto Estimado para la Implementación del Proyecto.	97
CONCLUSIONES	102
RECOMENDACIONES.....	104
Impactos Esperados.....	104
Impactos en Ciencia y Tecnología	104
Impactos Económicos.....	104
Impactos Sociales	104
Impactos Ambientales	104
REFERENCIAS.....	105
ANEXOS	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 2.1 Planta Externa	21
Figura N° 2.2 Red interna de Telefonía.....	24
Figura N° 2.3 Exterior de la central telefónica.....	25
Figura N° 2.4 Red Primaria.....	26
Figura N° 2.5 Red Secundaria.....	27
Figura N° 2.6 Evolución de FTTX	30
Figura N° 2.7 Comunicación punto a punto.....	31
Figura N° 2.8 Multiplexación de la señal telefónica	32
Figura N° 2.9 Esquema de red GPON.....	33
Figura N° 2.10 Arquitectura tecnológica.	36
Figura N° 2.11 Arquitectura de GPON	36
Figura N° 2.12 Formato de la Trama Downstream.....	37
Figura N° 2.13 Principio GPON Transmisión Downstream	38
Figura N° 2.14 Principio GPON Transmisión Upstream Sincronizado por la OLT	38
Figura N° 2.15 Formato de la Trama Upstream.....	39
Figura N° 2.16 Encapsulamiento GPON.....	40
Figura N° 2.17 OLT	41
Figura N° 2.18 Router Óptico o llamado ONT.....	42
Figura N° 2.19 Estructura de un sistema GPON.....	43
Figura N° 3.1 OLT (concentrador óptico).....	45
Figura N° 3.2 (Armario para cable fibra óptica).....	47
Figura N° 3.3 Cordones ópticos.	48
Figura N° 3.4 Cable de fibra óptica Monomodo PKP	49
Figura N° 3.5 Bandeja de empalme.	51
Figura N° 3.6 Caja terminal óptica CTO.	52
Figura N° 3.7 Modelo de instalación de cables.....	53
Figura N° 3.8 Contenido del kit.....	54
Figura N° 3.9 Trabajo de SPLITER Óptico.	55
Figura N° 3.10 Router Óptico o llamado ONT.....	55
Figura N° 3.11 Cable DROP (acometida óptica).....	56
Figura N° 3.12 Suspensión preformada.....	57

Figura N° 3.13 Suspensión preformada.	57
Figura N° 3.14 Anclaje preformado	58
Figura N° 3.15 Adecuación del Anclaje Preformado.....	58
Figura N° 3.16 Soporte para caja de empalme	59
Figura N° 3.17 Cruceta para Reserva de Cables.....	59
Figura N° 3.18 OTDR (Reflectómetro de dominio del tiempo óptico).....	60
Figura N° 3.19 Power meter	61
Figura N° 3.20 Empalmadora óptica.	61
Figura N° 3.21 Odómetro medidor.	62
Figura N° 4.1 Redes existentes en planta externa.....	64
Figura N° 4.2 Red Flexible y Rígida.....	65
Figura N° 4.3 Sectorización de las Zonas	66
Figura N° 4.4 Cuadro estadístico.....	70
Figura N° 4.5 Plano de google earth tramo Alimentador.	72
Figura N° 4.6 Tramo de red Primaria de la estructura Existente.....	73
Figura N° 4.7 La rinconada Juliaca, tramo distribuidor.....	74
Figura N° 4.8 Plano de red distribución, zona la rinconada.....	75
Figura N° 4.9 Diseño para la colocación de las CTOs.....	76
Figura N° 4.10 Perfil para empalmes.	77
Figura N° 4.11 Plano de Diseño.	81
Figura N° 4.12 Uso de la guía pasa cable.	83
Figura N° 4.13 Trabajo subterráneo.	83
Figura N° 4.14 Uso de brazo para mejor acondicionamiento.	84
Figura N° 4.15 Cruce americano.	85
Figura N° 4.16 Cruceta para reserva de cable en aéreo.....	86
Figura N° 4.17 Desarrollo de cable en cruceta.	86
Figura N° 4.18 Acondicionamiento de DIVICA.....	87
Figura N° 4.19 Ubicación de una CTO.....	88
Figura N° 4.20 Fusión en CTO.	89
Figura N° 4.21 Orden y ubicación de Spliter en el DIVICAU.	90
Figura N° 4.22 Preparación de DIVICAU.	91
Figura N° 4.23 Cordón óptico de medición.....	92

Figura N° 4.24 Pérdidas de enlace red GPON.	93
Figura N° 4.25 Medida de CTO hasta central de transmisión.....	94
Figura N° 4.26 Mediciones de CTO.	94
Figura N° 4.27 Calculo de pérdida y potencia con el equipo Power Meter.	95
Figura N° 4.28 Comparación de eficacia transmisión GPON con COBRE	101
Figura N° 8.1 Arrostramiento.....	108
Figura N° 8.2 Modelos de posición de una riostra	109
Figura N° 8.3 Riostra con dos alcas.....	110
Figura N° 8.4 Riostra con dos alcas y cimientos.	111
Figura N° 8.5 Acoplamiento de postes.	112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Simbología de la red de planta externa.	28
Tabla N° 2: Código de colores de los tubos.....	49
Tabla N° 3: Código de colores de las fibras.	49
Tabla N° 4: Encuesta abonados	69
Tabla N° 5: Cantidades evaluadas de todos los usuarios.....	70
Tabla N° 6: Encuesta realizada sobre GPON.	71
Tabla N° 7: Clientes existentes y nuevos.	71
Tabla N° 8: Pérdidas generadas en cada segmento óptico.....	92
Tabla N° 9: Medidas de pruebas potencia y atenuación.....	96
Tabla N° 10: Cuadro de uso de materiales.	98
Tabla N° 11: Cuadro de valorización de mano de obra.....	99
Tabla N° 12: Modo de sincronismo y potencia de GPON.....	100
Tabla N° 13: Símbolos de Materiales	115
Tabla N° 14: Símbolos de instalaciones de cables múltíparas.....	116

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

- CTO (Caja Terminal Óptica)
- PON (Red óptica pasiva)
- OLT (Terminal de Línea Óptica)
- ONT (Terminal de Red Óptica)
- ONU (Unidad de Red Óptica)
- ODF (Destino óptico final)
- APON (Red óptica pasiva con Transferencia asíncrono)
- BPON (Red Óptica Pasiva de Banda Ancha)
- GPON (Red Óptica pasiva con capacidad de Gigabit)
- EPON (Red Óptica pasiva Ethernet)
- ATM (Modo de transferencia asíncrona)
- RDSI (Red Digital de Servicios Integrados)
- EFM (Ethernet in the FirstMile, Ethernet en la primera milla)
- IEEE (El Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica)
- UIT Unión Internacional de Telecomunicaciones
- TC (Convergencia de Transmisión)
- PMD* (dispersión del modo de polarización)
- ODN (Nueva red de distribución óptica)
- RF (Radiofrecuencia)
- TDM (tiempo de división Múltiple)
- TDMA (tiempo de división de Acceso Múltiple)
- PCBd (Bloque de Control Físico)
- GEM (modelo de equipamiento general)
- PLSu (Secuencia de Energía de Nivelación Upstream)
- WDM (Multiplexación por División de Longitud de Onda)

RESUMEN

El crecimiento de población y el aumento de nuevas tecnologías a generado saturación en la red de telecomunicaciones en el Perú y el mundo, lo cual es muy perceptible, en el departamento de Puno provincia San Román, que la mayoría de los clientes presentan reclamos sobre los distintos servicios en telecomunicaciones. Para poder mejorar ésta congestión tecnológica es necesario replantearse toda la infraestructura de red de telecomunicaciones tanto en infraestructura como en tecnología, teniendo como objetivo principal de dicha investigación el estudio de cómo realizar el análisis y diseño de una red óptica haciendo uso de la le tecnología GPON (red óptica de acceso pasiva con capacidad de gigabit), para mejorando los servicios de telecomunicaciones para la urbanización la Rinconada – Juliaca, en un determinado área, mostrando como resultado las ventajas en cuanto a estabilidad y versatilidad de los equipos como de la misma red. Mejorando la capacidad y velocidad de transmisión, en comparación con las tecnologías existentes. dando como resultado una red robusta y duradera, y con un muy bajo costo de mantenimiento.

Palabras claves: GPON, Planta Externa, Velocidad y Capacidad de Transmisión, FTTH.

ABSTRACT

Population growth and the increase of new technologies have generated saturation in the telecommunications network in Peru and the world, which is very noticeable, in the department of Puno province San Román, that the majority of customers complain about the different services in telecommunications. In order to improve this technological congestion it is necessary to rethink the entire telecommunications network infrastructure both in infrastructure and technology, having as main objective of this research the study of how to perform the analysis and design of an optical network using the GPON technology (passive access optical network with gigabit capacity), to improve telecommunications services for the La Rinconada - Juliaca urbanization, in a certain area, showing as a result the advantages in terms of stability and versatility of the equipment as in the same network . Improving the capacity and speed of transmission, compared to existing technologies. resulting in a robust and durable network, and with a very low maintenance cost.

Keywords: GPON, External Plant, Speed and Transmission Capacity, FTTH.

I. INTRODUCCIÓN

La demanda de los usuarios por los servicios en telecomunicaciones como son: televisión en alta definición, video conferencia, video juegos en línea, entre otros, han ido incrementándose muy rápidamente, generado la saturación de estos servicios.

Se optó por evaluar una nueva tecnología ya implementada en otros países desarrollados como España, Chile, entre otros, obteniendo como desafío llevar la información desde la central de transmisión hasta el hogar de los clientes. De esta manera la red pasiva con capacidad de gigabit, es una buena solución a las demandas impuestas por los usuarios y nuevos clientes en este servicio.

Esta red GPON no sufrirá ninguna distorsión por las ondas magnéticas, otras señales analógicas y eléctricas generados por las líneas de cobre, ya que solo serán haces de luz a través de hilos de vidrio los que lleven la información de un punto a otro. Esta línea de fibra óptica transporta una cantidad robusta de datos, desde la central de transmisión hacia múltiples usuarios a la vez. Siendo de fácil instalación y brindar nuevas ampliaciones sobre la misma red GPON. Obteniendo así beneficios de estabilidad y flexibilidad.

Mostrando así una significativa calidad al momento de suministrar múltiples servicios como voz datos y televisión con un solo punto de acceso.

Este medio de transmisión óptico tendrá una ganancia económica, tanto para la empresa como para los clientes. Tenido un estándar promedio de costo de mantenimiento de la misma red. Es decir, las veces que se requiera de mantenimiento serán mínimas.

De acuerdo a lo expuesto, surge la necesidad que tiene las distintas empresas en adecuar los servicios de telecomunicaciones tradicionales, para que formen parte de una red

convergente pasiva que ofrezca mejores beneficios tecnológicos para los usuarios como para el crecimiento de su propia red.

En el presente trabajo de investigación se muestra el análisis y diseño de una red óptica pasiva con capacidad de gigabit para mejorar los servicios de telecomunicaciones para la urbanización la rinconada – Juliaca. Con una breve explicación de la red óptica GPON.

Primero, se muestra temas referidos al planteamiento del problema, antecedentes de la investigación y los objetivos.

Segundo, se desarrolla la revisión literaria, marco conceptual conjuntamente a la hipótesis de la investigación.

Tercero, se detallan los resultados y discusiones obtenidos a partir de la del desarrollo de la investigación.

Seguidamente se muestran el resumen y conclusiones de dicha investigación, las recomendaciones que se proponen, y finalmente, se encuentra la bibliografía que es soporte de la investigación.

1.1 Planteamiento del Problema.

La demanda de los usuarios por los servicios con mayor ancho de banda, como son: televisión en alta definición, videoconferencia, videojuegos en línea, entre otros, son nuestra principal causa de investigación en mejorar los servicios con los que cuenta la red de telecomunicaciones.

Las redes actuales en cobre no son capaces de soportar este gran ancho de banda para estas nuevas tecnologías de computadoras teléfonos y aplicativos en conjunto. El incremento poblacional de esta nueva generación, en nuestra ciudad de Juliaca, genera mayor demanda de usuarios y por ende el aumento del ancho de banda en la red, la misma red de cobre tiene limitaciones en cuanto a la calidad de transmisión y recepción de datos, y está limitada a una cantidad mínima de usuarios, es por esto que nace la tecnología de fibra óptica como un medio de transmisión de más capacidad cuyo mayor desafío es llevar la información al hogar de los clientes. De esta manera aparece la red pasiva con capacidad de gigabit (GPON) como una buena solución a las exigencias de los usuarios. Haciendo nos la siguiente pregunta:

¿Cómo mejorar significativamente la calidad del servicio y disminuir los costos de consumo al utilizar una sola red de acceso?

Esta nueva tecnología óptica en telecomunicaciones, tendrá a medio y largo plazo una ganancia económica, tanto para la empresa como para los clientes, ya que de un solo hilo se proporcionará los múltiples servicios para muchos usuarios a la vez. Esta nueva red disminuirá en gran medida los campos magnéticos y eléctricos generados por las líneas de cobre, ya que solo serán haces de luz los que viajen a través de la red de planta externa.

1.2 Antecedentes de la Investigación.

El proyecto realizado en ciudad de Lima, muestra el estudio y diseño de una red de fibra óptica FTTH para brindar servicio de voz video y datos para la urbanización los olivos, ubicada en el sector TOCTESOL, en la parroquia borrero de la ciudad e azogues, hecha por Juan Diego TINOCO ALVEAR, en el 2011, solucionando las mismas demandas impuestas por nuestros usuarios en Juliaca la rinconada, mejorando el ancho de banda y brindando una mejor tecnología en planteamiento de crecimiento poblacional.

La empresa Misticón dedicada la tecnología FTTX, desplegó la primera red FTTH única dedicada en 2013. Partiendo de la ciudad de Arequipa, la compañía también se está expandiendo en Lima y provincias. Misticón opera una red de 10 Giga bit GPON con velocidades de usuarios finales que van desde 6 Mbit/s a 100 Mbit/s. La compañía ofrece tantos servicios empresariales y residenciales.

La Corporación Nacional de Telecomunicaciones Entidad Pública (CNT E.P.) es la empresa estatal de telefonía fija del Ecuador. Entre los servicios que presta se tiene telefonía fija local, regional e internacional, provisión de servicios de acceso a internet y desde el 2010 presta servicios móviles de telefonía celular haciendo uso de las redes pasivas FTTH, teniendo el uso de la GPON.

En Chile se realizó la investigación sobre “Diseño de una red FTTH con tecnología GPON para un sector de Paillaco”, la investigación muestra todo lo que respecta al diseño de una red de fibra al hogar (FTTH), desde una visión preliminar del porqué utilizar fibra óptica como solución, el proceso de diseño de Planta externa, equipos más utilizados, problemas más comunes encontrados en la implementación, y las formas de despliegue físico de la fibra. Hecha por Alonso Esteban QUINCHAGUAL ROMERO y Nicolás Hernán Rodríguez FORMANTEL VALDIVIA – Chile 2013. Dando nos una facilidad en la

elaboración de nuestro proyecto, por ser nueva la tecnología aplicada al sector de telecomunicaciones, y mejorar nuestra red de planta externa.

Siendo en el Sur. Un Proyecto Piloto que dio inicio a la tecnología GPON, para luego extenderse a nivel nacional con este mismo tipo de infraestructura tecnológica en los diferentes departamentos y Empresas que brindan sus servicios en nuestro país.

1.3 Hipótesis de la Investigación.

Hipótesis General.

- La Red óptica pasiva con capacidad de gigabit permitirá mejor calidad de transmisión y recepción para los servicios de telecomunicaciones para urbanización la rinconada Juliaca.

Hipótesis Específicas.

- La Red óptica pasiva con capacidad de gigabit, presenta una mejor velocidad y capacidad de transmisión y recepción, para la red de planta externa en la urbanización la rinconada Juliaca.
- El nuevo diseño de la red óptica pasiva con capacidad de gigabit, brindara mejoras respecto a la red de planta externa en la urbanización la rinconada Juliaca.

1.4 Objetivos de la Investigación.

Objetivo General.

- Analizar y diseñar una Red óptica pasiva con capacidad de gigabit, para mejora de los servicios de telecomunicación de la urbanización la rinconada Juliaca.

Objetivos Específicos.

- Analizar las características que presenta la Red óptica pasiva con capacidad de gigabit, en cuanto a la; velocidad y capacidad de trasmisión y recepción para la red de planta externa en la urbanización la rinconada Juliaca.
- Diseñar una nueva red óptica pasiva con capacidad de gigabit, para la red de planta externa de la urbanización de la rinconada Juliaca.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

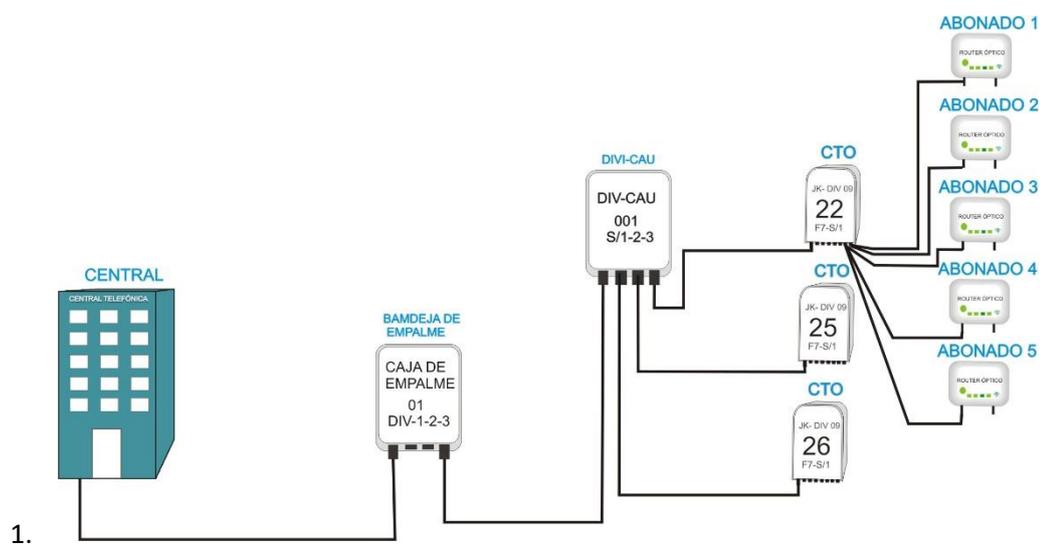
2.1 Planta Externa.

2.1.1. Definición:

Es la estructura externa de una central de distribución de internet, voz y Tv. Conformada por dos tramos, una llamada red primaria y la otra red secundaria.

Compuesta por un conjunto de elementos e instalaciones exteriores, para entrelazar la comunicación entre los usuarios y la central telefónica, con los servicios especiales tales como: transmisión de datos, voz, televisión.

Figura N° II.1 Planta Externa



Elaboración Propia

La infraestructura de planta está compuesta por tendidos de cables de cobre multipar o coaxial, y dentro de este mismo margen se encuentra cable de fibra óptica. Tanto subterránea como aéreo.

Planta externa está conformada por una serie de estructuras previamente evaluadas y trazadas según el área geográfica y poblacional con el que se cuenta, contenido por

cámaras subterráneas interconectadas por tubos PVC subterránea mente, y por postes de concreto en parte área.

Planta externa, se sub divide en dos tramos de trabajo, una llamada red primaria y la otra red secundaria, que está compuesto por los elementos como:

- Gabinete de distribución primaria (OLT)
- Cables de alimentación instalados general mente en os conductos subterráneos y empalmados en las cámaras subterráneas o registro (red primaria).
- Cables de distribución, instalados en postes, fachadas e interiores de edificios. (red secundaria)
- Cajas terminales y de interconexión.
- Cables de acometida óptica, instalados en postes, fachados o patios de interiores de edificios.
- Rotures ópticos, instaladas en el interior de los edificios o los usuarios (ONU).
- Crucetas, soportes y aisladores para postes.

Pero para su mejor instalación en campo, se debe cumplir ciertas condiciones generales que garantices su correcto funcionamiento bajo aspectos técnicos y económicos. Esta se puede resumir en las siguientes condiciones:

- Suficiencia: que satisfaga todos los requerimientos planteados en un determinado periodo de tiempo y crecimiento poblacional contemplado en el proyecto.
- Elástica: contar con la capacidad de seguir el paso de la evolución tecnológica y estructural en los próximos periodos, que permita la ampliación de elementos de planta externa y su desarrollo tecnológico de la misma.

- Económica: deberá compensar los intereses del capital invertido, por ser una razón de mucha importancia da una condición obligatoria a no realizar instalaciones innecesarias.
- Calidad de transmisión: planta externa como plan de transmisión, debe cumplir la satisfacción de todos los usuarios en las demandas o solicitudes que se les haga, llegando así a cumplir las características razonables de calidad de acuerdo a las normativas de telecomunicaciones.

2.1.2 Planta Externa y sus Elementos que la Componen

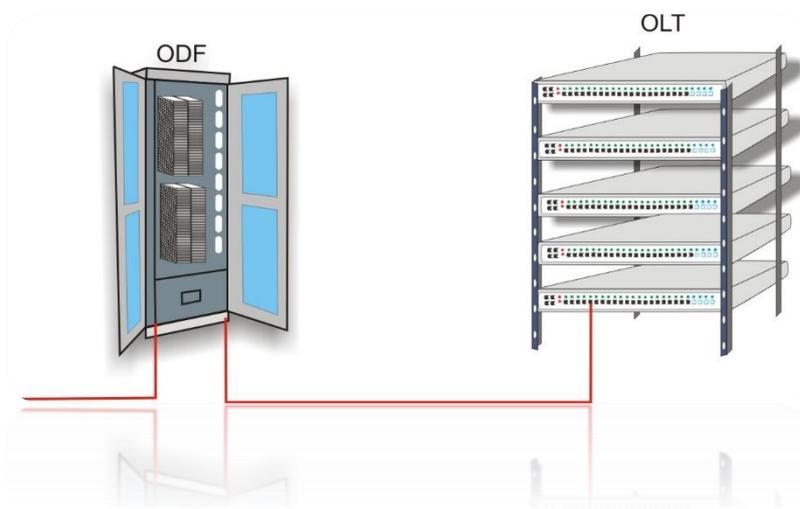
Considerando como punto de origen la central telefónica y como punto final la estación del abonado, los elementos que intervienen en la conexión óptica y que conforman la red de planta externa son:

- OLT - Concentrado óptico
- ODF- Destino óptico final
- Cordones ópticos.
- Fibras Monomodo óptico
- Cajas de Empalme
- CTOs
- Cajas de derivación DIVI-CUA
- Divisores (Splitter)
- ONT (terminal de nodo óptico), puntos de empalme.
- ONU (Router óptico)
- Acometidas ópticas
- Crucetas, Soportes de cable, anclaje y suspensión Preformada para cable de fibra óptica.

Como podemos apreciar planta externa está compuesto por una serie de elementos que están dentro como fuera de la central, todas ellas componen la estructura de dicha red.

En el capítulo de Materiales y Métodos se mencionará la descripción de dichos elementos. Y si usted está interesado en la parte Técnica de dichos equipos, es decir la forma de trabajar y ensamblarlos, en la sección de los anexos podrá obtener referencia de cómo trabajar de dichos equipos y hermanitas.

Figura N° II.2 Red interna de Telefonía



Elaboración Propia

Como podemos apreciar en dicha imagen, esta sección está ubicada en la parte interior de la central telefónica, donde llegan los terminales de cables ópticos o salen las puntas de los cables alimentadores para cada sector.

Todos ellos parten del equipo concentrador llamado OLT, que se encarga de administrar de manera conjunta y paralela la información de cada abonado, como un servidor.

Seguidamente para intercomunicar el OLT y ODF se hace mediante cordones ópticos ya destinados de distintas medidas de pendiente de donde esté ubicado los equipos. En la figura 02. Podemos apreciar que se interconecta la OLT con el armario llamado ODF,

que su función principal es la organizar cada hilo óptico, procedente del exterior en numeración creciente desde el primer hilo hasta el último, (256 hilos ópticos), en este ODF, las terminales ópticas tienen que estar ya conectorizadas con puntas de enlace, para intercomunicar el OLT y ODF.

Figura N° II.3 Exterior de la central telefónica



Elaboración Propia

Como podemos apreciar de manera general una vez que uno se encuentra en la parte exterior de la central telefónica, los únicos medios de comunicación son los cables de F.O., y estos son estructurados en dos secciones, la de red Primaria y la red secundaria. En la primera sección se aprecia el cable alimentador se empalmada en una bandeja de empalme lo cual se denominará ONT, porque es un punto de enlace de una fibra con otra. Para la administración de varias ramificaciones. Llegando así al DIVI-CUA, punto de concentración de hilos de las CTOs, llegado a este punto uno hace el uso de un Splitter óptico, para su demultiplexar hilos, los cuales a partir de uno se subdividen en 8 hilos más. Estos viajan a través de los postes para llegar finalmente a las CTOs, los cuales también cuentan con Splitter ópticos para 8 abonados. Finalmente, de este punto se saca para el servicio de los abonados con acometidas ópticas no mayores de 300 metros. Donde el cliente usa un router óptico para su descifrar la información óptica y se pueda usar múltiples servicios o como lo vea por conveniente el cliente.

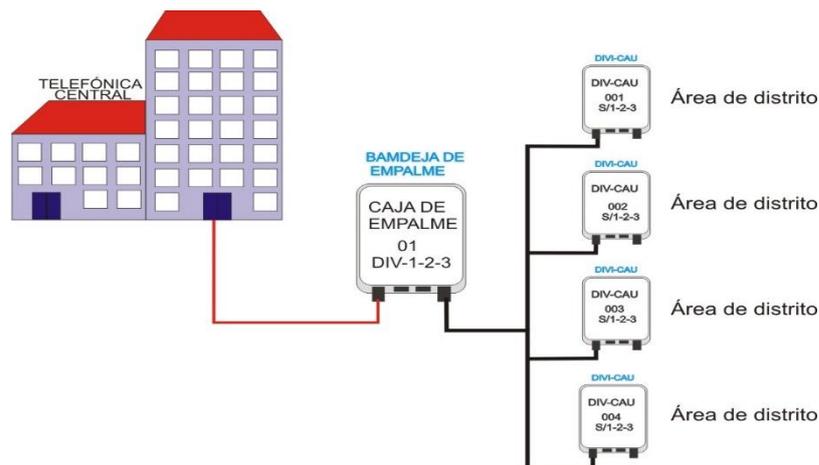
2.1.3. Red Primaria.

Se denomina red primaria, porque esta red, es la que sostiene los diferentes puntos de interconexión, llamada también red principal porque une diferentes puntos de concentración o expansión, de los diferentes usuarios con los que cuenta la red. Llamados también cables alimentadores o red de alimentación.

La red primaria está estructurada por una serie de cables que salen de la central, hasta un DIVI-CAU, los cuales generalmente son llevados de manera subterránea, es decir salen de la central telefónica subterráneamente a una cámara subterránea y estas se interconectan entre cámaras subterráneas, hasta llegar al punto de un DIVI-CAU, el cual está ya ubicado de forma aérea.

Las rutas de red primaria parten desde los (ODF) ubicados en la central telefónica, y salen hasta el DIVI-CAU de cada zona. Son cables de mayor capacidad por lo que se necesita alimentar muchos DIVI-CAUs, son de 128 – 256 fibra óptica. que sirven de tramos alimentadores.

Figura N° II.4 Red Primaria

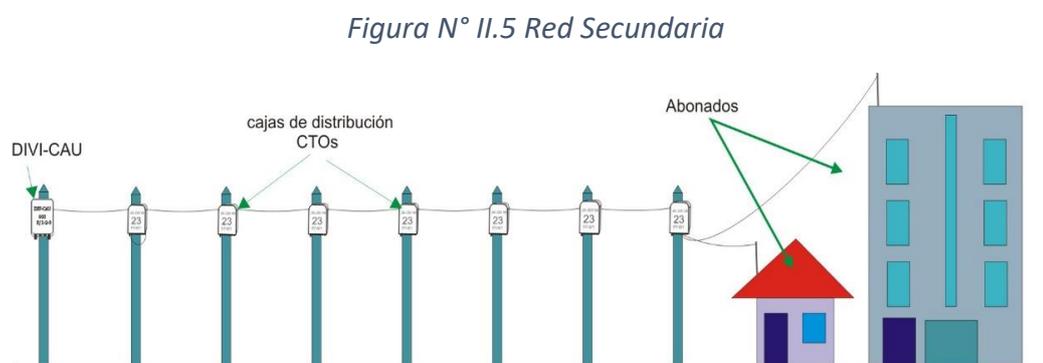


Elaboración Propia

Este segmento está comprendido entre las cajas de concentración (DIVI-CAU) a las cajas de distribución (CTOs), es decir son tramos de cables de poca longitud en comparación a la red primaria, los cuales son de poca capacidad. E interconecta desde los DIVICAU hasta las CTOs que posterior mente estas llegan a los abonados.

Es una infraestructura comprendida por postes de 9 a 11 metros dependiendo de normatividad con la que se cuenta, anclas, collarines cables aceros mensajeros, que conforman esta red.

Los cables con los que se cuentan, son de una capacidad de 16, 32 o 64 en algunos tramos. Pero por ser de poca capacidad no quita la importancia que se debe tener hacia las CTOs, ya que de manera muy expansiva se tiende los cables de fibra óptica, para que posteriormente se tenga una ampliación de a la misma red, con el objetivo de abastecer a todos los clientes posibles.



Elaboración Propia

2.1.4 Simbología

Lo que se pretende mostrar a continuación es la forma adecuada de la comprensión de los símbolos usados el diseño y estructura de planta externa y podernos familiarizar para el diseño de nuestra red óptica.

Tabla N° 2.1: Simbología de la red de planta externa.

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	CONDUCTO VACANTE
	DUCTO Y CABLES COAXIAL, MULTIPAR, F.O.
	CONDUCTO CON TAPON
	CONDUCTO SELLADO
	SUB CONDUCTOS VACANTES
	SUB CONDUCTO OCUPADO CON F.O.
	DUCTO OCUPADO CON CABLE MULTIPAR
	DUCTO OACUPADO CON 2 CABLES MULTIPAR
	DUCTO OCUPADO CON CABLE COAXIAL
	DUCTO OCUPADO CON CABLE F.O. Y COAXIAL
	DUCTO OCUPADO CON 2 CABLES F.O.
	BANDEJA DE EMPALME
	POSTE EXISTENTE
	INSTALACIÓN DE POSTE NUEVO
	DESMONTE DE POSTE
	INSTALACIÓN DE POSTE Y ANCLA NUEVA
	POSTE CON ANCLA
	POZO A TIERRA EXISTENTE
	DIVI-CAU
	CAJA TERMINAL ÓPTICA
	TENDIDO AÉREO , SUBTERRAREO.

Elaboración Propia

2.2. Fibra Hasta El Hogar (FTTH).

2.2.1. Definición.

FTTH viene del vocablo inglés que se entiende que la fibra óptica llega hasta el domicilio del abonado, es decir que sale fibra óptica de la central y llega fibra hasta él hogar.

Es parte también de la tecnología de FTTX, que consiste básicamente en la utilización de cables de fibra óptica lo más cerca posible al abonado mejorando las distintas necesidades que requiere dicho abonado.

La innovación de esta tecnología se da debido a las características que poseen en transmisión y recepción todo ello a través de un solo hilo de fibra óptica.

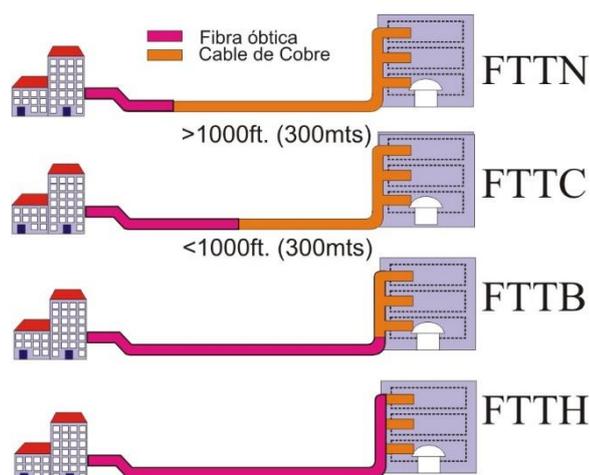
La evolución tecnología y el mejoramiento informático a través del tiempo ha ido aumentando rápidamente, lo que a generando una gran demanda de mayor capacidad y velocidad de la que se tenía. Entrando nuevas tecnologías, de manera acelerada.

En la imagen posterior se puede observar la evolución de dicha tecnología de manera figurativa, la cual también explicaremos a continuación de manera muy resumida.

- FTTN: en la primera imagen se observa que la fibra óptica se lograba transmitir hasta el nodo, por ello la denominación Fibra Óptica hasta el nodo.
- FTTC: en la siguiente imagen se observa que esto fue evolucionando y mejorando y se denomina fibra hasta el gabinete (Capinet), que este proyecto duro muy poco tiempo en su implementación. Se trabajó con los DSLAN.
- FTTB: luego avanzo un poco más la fibra llevo hasta los clientes de mayor demanda como: universidades, hospitales, hoteles, etc. Llamada así fibra hasta el edificio (building).
- FTTH: y en la que actualmente nos encontramos es la fibra hasta el hogar, con la que actual mente se pretende analizar y diseñar la nueva red.

En la figura 06, se muestra la evolución y hasta dónde es que se llegó con el avance tecnológico que se tuvo en estos años.

Figura N° II.6 Evolución de FTTX



Fuente: Introducción FTTH. Manual de construcción GPON. Año 2017

2.2.2. Arquitectura.

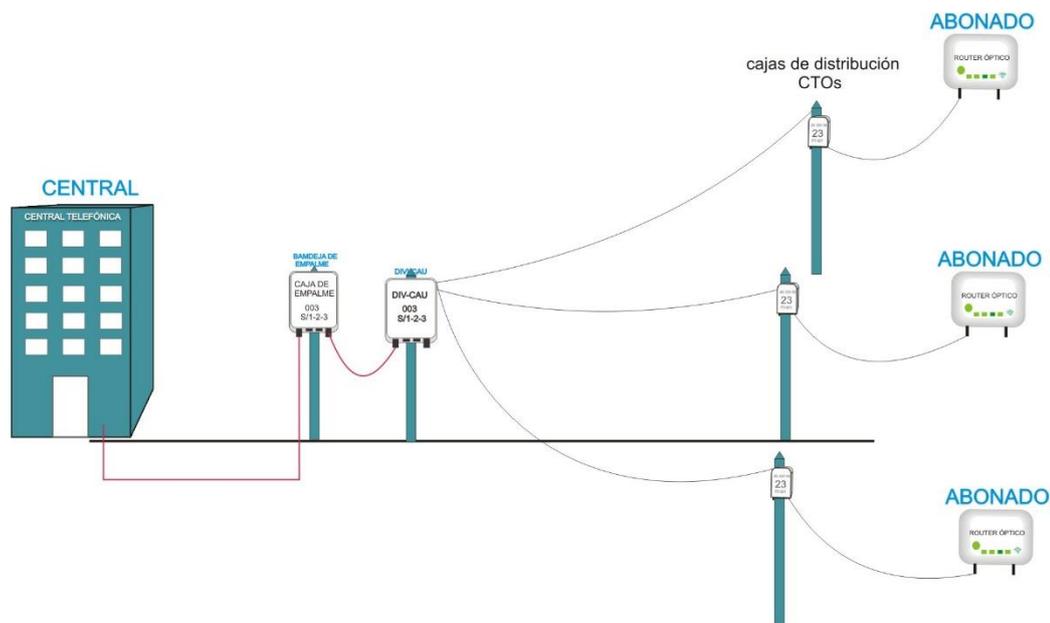
Los tipos de interconexión entre el abonado y la central de distribución que presentan los servicios, se realizan a través de 2¹ configuraciones, las cuales se detallan continuación.

3.2.2.1 Configuración Punto A Punto.

La red punto a punto consiste en la interconexión desde la central telefónica hasta cada abonado, consiguiendo de esta manera el uso personalizado de la línea, sin tener que compartir con ningún otro abonado. De esta manera ofrece una capacidad de transmisión prácticamente ilimitada e independiente.

Es común el uso de este tipo de configuración en zonas industriales o empresariales, ya que requiere un ancho de banda bastante amplio, el cual se distribuya y comparte entre los abonados de la empresa con efectividad.

Figura N° II.7 Comunicación punto a punto

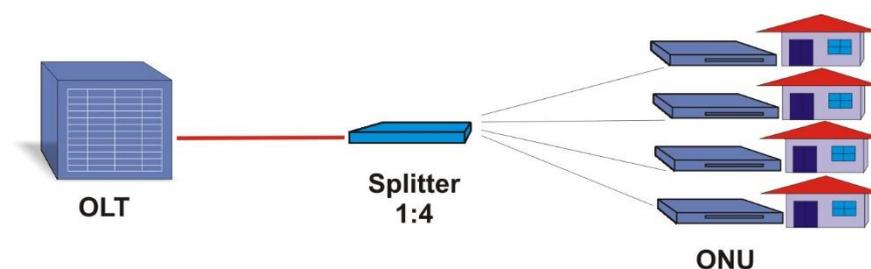


Elaboración Propia

3.2.2.2. Configuración Punto a Multipunto.

Las redes punto a multipunto se basa fundamental mente en las redes FTTH. A este modelo de configuración se le denomina redes PON, y está basada en divisores ópticos pasivos. Que dividen la señal óptica de entrada a varias señales de salida. Los divisores ópticos introducen perdidas al sistema, por lo que su uso está limitado a las consideraciones de potencia de la red.

Figura N° II.8 Multiplexación de la señal telefónica



Fuente: [sites.google.com/site/proyecto de fin de carrera 2014](https://sites.google.com/site/proyecto-de-fin-de-carrera-2014)

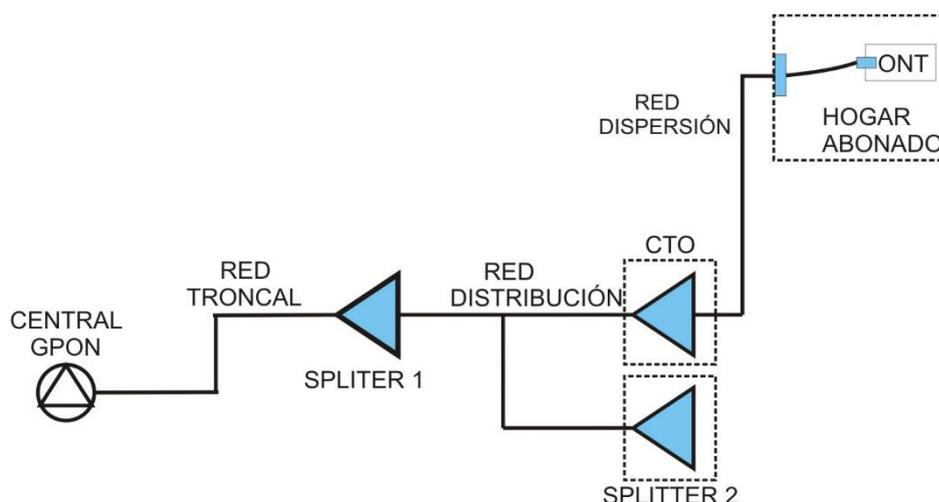
La red de acceso entre el abonado y la central de distribución puede realizarse con una o dos fibras ópticas dedicadas a cada usuario (una conexión punto-punto que resulta en una topología en estrella) o una red óptica pasiva (del inglés Passive Optical Network, PON) que usa una estructura arborescente con una fibra en el lado de la red y varias fibras en el lado abonado.

Las arquitecturas basadas en divisores ópticos pasivos se definen como un sistema que no tiene elementos electrónicos activos en el bucle y cuyo elemento principal es el dispositivo divisor de haz (*splitter*). Dependiendo de la dirección del haz de luz, divide el haz entrante y lo distribuye hacia múltiples fibras o lo combina dentro de una misma fibra.

La filosofía de esta arquitectura se basa en compartir los costes del segmento óptico entre los diferentes terminales, de forma que se pueda reducir el número de fibras ópticas. Así, por ejemplo, mediante un *splitter* óptico, una señal de vídeo se puede transmitir desde una fuente a múltiples usuarios.

La topología en estrella provee de 1 fibra dedicada a un usuario. Proporcionando el mayor ancho de banda.

Figura N° II.9 Esquema de red GPON



Elaboración Propia

2.2.3. Instalación De Redes FTTH

Para la instalación y/o mantenimiento de redes FTTH se utilizan instrumentos electrónicos de precisión denominados analizadores FTTH que miden diferentes parámetros de las señales utilizadas en la tecnología de telecomunicaciones. Entre los parámetros a medir se deben encontrar la potencia óptica, pérdidas de empalmes, reflectancia, etc.

FTTH es un término que utilizan de forma confusa hasta los propios operadores de telefonía. A veces, emplean esas siglas cuando dejan la fibra óptica en la ciudad, es decir solo hasta los armarios o concentradores ópticos, y no llegan hasta el abonado. Esto es un error grave: para que una ICT (infraestructura común de telecomunicaciones) se considere que es FTTH, como mínimo la fibra debe pasar al PTR del usuario (punto de terminación de red). A partir de este punto, la instalación ya depende del usuario y este puede decidir que hace con el medio de transmisión de datos. Es decir, si continúa con fibra óptica, o por cable cobre.

No hay que confundir el PTR con la roseta. Es diferente, aunque similares: el PTR separa la instalación de la vivienda de la comunidad de vecinos. Si esto se produce en la arqueta de entrada, no debe considerar FTTH, sino las derivaciones de estas que ya mencionamos anteriormente como FTTN, FTTC, que son aproximaciones de fibra hacia los usuarios.

2.2.4. Red Óptica Pasiva (PON)

2.2.4.1. Definición.

Una red óptica pasiva (del inglés Passive Optical Network, conocida como PON) permite eliminar todos los componentes activos existentes entre el servidor y el cliente introduciendo en su lugar componentes ópticos pasivos (divisores ópticos pasivos) para guiar el tráfico por la red, cuyo elemento principal es el divisor óptico (conocido como splitter). La utilización de estos sistemas pasivos reduce considerablemente los costes y son utilizados en las redes FTTH.

2.2.4.2. Estructura y Funcionamiento de una red PON.

Una red óptica pasiva está formada básicamente por:

- Un módulo OLT (Optical Line Terminal – Terminal de Línea Óptica) que se encuentra en el nodo central.
- Varias ONUs (Optical Network Unit - Unidades de red Óptica) que están ubicadas en el domicilio del usuario.
- Un divisor óptico (splitter).

La transmisión se realiza entonces entre la OLT y la ONU que se comunican a través del divisor, cuya función depende de si el canal es ascendente o descendente.

En definitiva, PON trabaja en modo de radiodifusión utilizando splitters (divisores) ópticos o buses.

2.3. Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit (GPON)

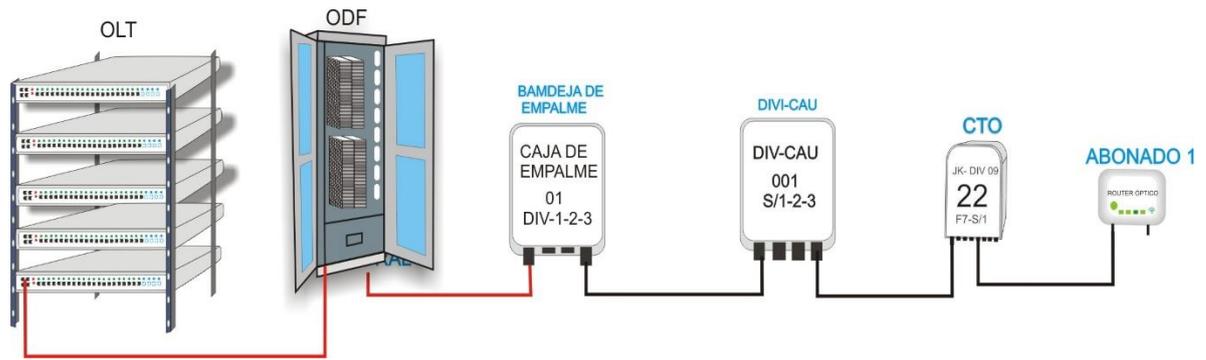
2.3.1 Definición:

Es una tecnología de acceso de telecomunicaciones que utiliza fibra óptica para llegar hasta el usuario es decir, el último tramo se compone de fibra óptica.

Esta tecnología de fibra óptica brinda una mayor velocidad de recepción y transmisión de datos a través de una sola fibra, con una arquitectura de punto a multipunto (demultiplexor), permitiendo llegar fibra óptica al hogar (FTTH), teniendo acceso al servicio conocido como Triple Play (Video, Voz y Datos). Esta Surgió con la necesidad de potenciar las redes de cobre, que en un momento se llegó a creer que pasaron hacer obsoletas. Ahora, brindan soluciones adecuadas a cada necesidad tecnológica.

Como ya se menciona fue un proceso evolutivo de las redes de telecomunicaciones lo que hoy en día se pretende implementar, previamente a los análisis hechos y su posterior diseño.

Figura N° II.10 Arquitectura tecnológica.

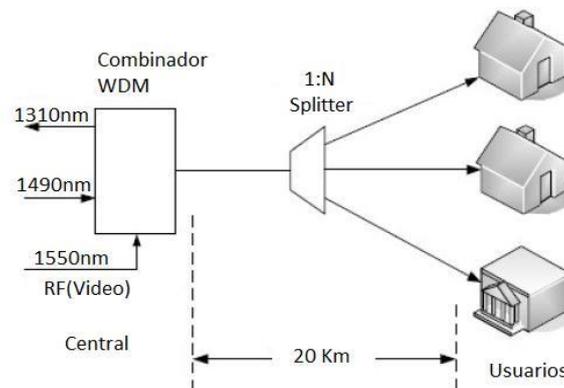


Elaboración propia

2.3.2. Arquitectura de Red GPON.

Partiendo desde la central telefónica se conecta por medio de una fibra Monomodo hacia un Splitter cercano a los usuarios finales. Es en este punto es donde se realiza la división de la fibra en N rutas a los suscriptores. (Figura II-7)

Figura N° II.11 Arquitectura de GPON



Fuente: Departamento de informática, Juan C. Ballesta P. 2011

2.3.3. Trama Downstream (Canal Descendente)

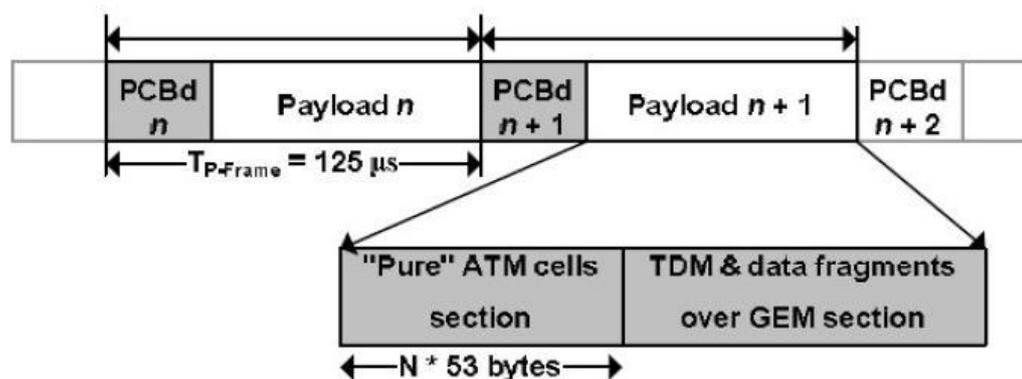
En canal descendente, una red GPON va desde el OLT hacia el ONU de usuario, en forma de red punto-multipunto donde la OLT envía una serie de contenidos que pasan por los divisores y llegan a las unidades ONU, cuyo objetivo es el de filtrar los contenidos

y enviar al usuario sólo aquellos que vayan dirigidos a él. Se utiliza una multiplexación en el tiempo (TDM) para enviar la información en diferentes instantes de tiempo

La trama Downstream consiste de un bloque de control físico PCBd (Bloque de Control Físico) y la partición GEM. La trama Downstream provee una referencia común de tiempo para el PON y provee un control de señalización común para el Upstream.

La duración de la trama GPON Figura 12. es de $125\mu\text{s}$ para ambas tasas de datos Downstream. La Longitud del PCBd es la misma para ambos y depende de la velocidad y del número de estructuras de asignación por trama. Si no hay datos para el envío, la trama todavía es transmitida y utilizada por el tiempo desincronización.

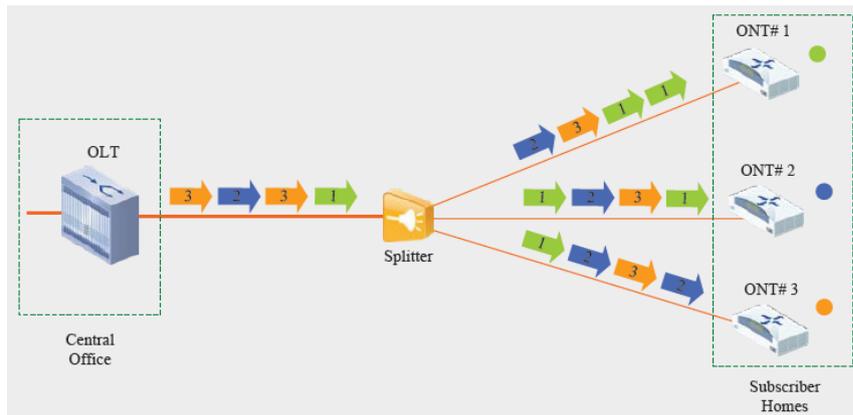
Figura N° II.12 Formato de la Trama Downstream.



Fuente: Tesis de grado, Ingeniero en electrónica telecomunicaciones y redes, Riobamba

– Ecuador.2017

Figura N° II.13 Principio GPON Transmisión Downstream

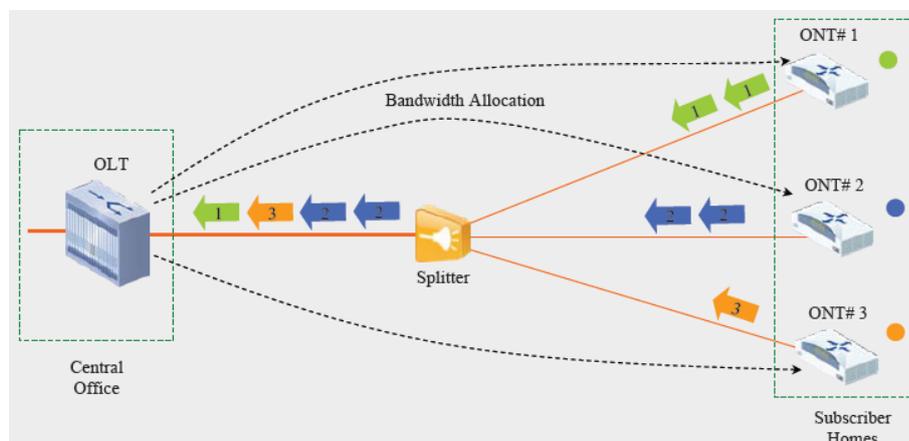


Fuente: <http://epongpon.blogspot.com>. 2017

2.3.4. Trama Upstream (Canal Ascendente)

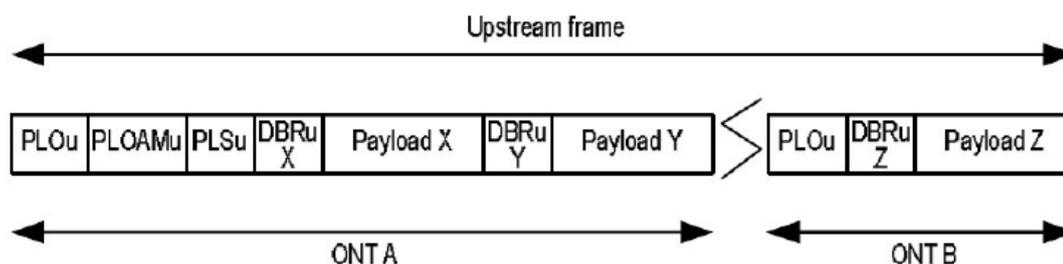
El funcionamiento de la Red GPON Upstream Figura 14. la ONT toma el tráfico del puerto de usuario y lo mapea en tramas GEM. La forma de realizar la transmisión de los datos es utilizando TDMA por medio de Time Slots asignados por la OLT. Por las condiciones de la red en donde la distancia entre las ONT y la OLT no es igual en todas las topologías es necesario evitar las colisiones sincronizando los tiempos de transmisión de las ONT de manera que el máximo tiempo de envío es de 5ms.

. Figura N° II.14 Principio GPON Transmisión Upstream Sincronizado por la OLT



Fuente: <http://epongpon.blogspot.com> 2017

Figura N° II.15 Formato de la Trama Upstream.



Fuente: Tesis de grado, Ingeniero en electrónica telecomunicaciones y redes, Riobamba

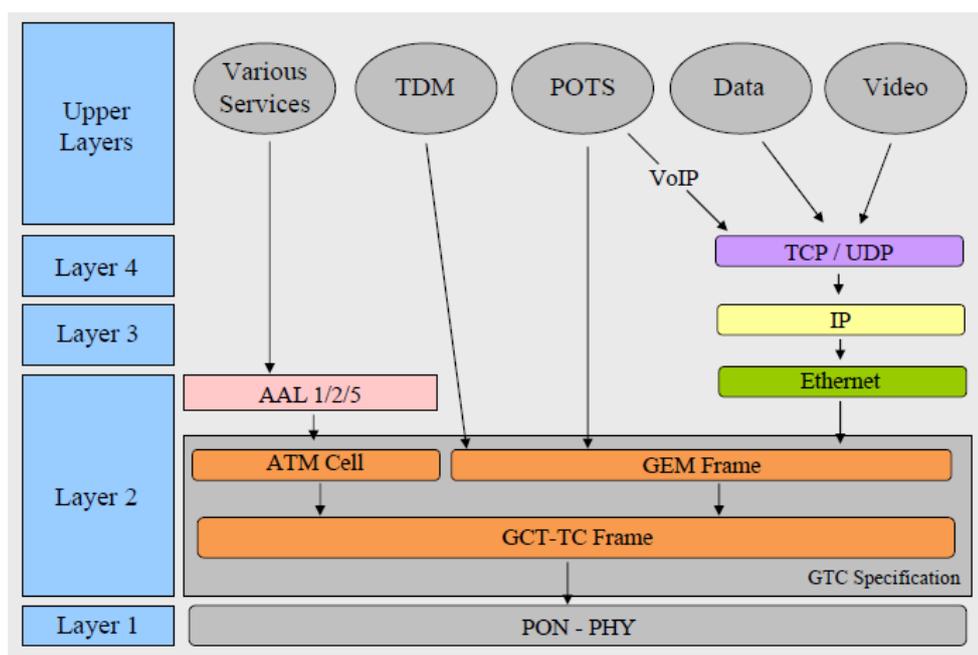
– Ecuador. 2017

En canal ascendente una GPON es una red punto a punto donde las diferentes ONUs transmiten contenidos a la OLT. Por este motivo también es necesario el uso de TDMA para que cada ONU envíe la información en diferentes instantes de tiempo, controlados por la unidad OLT. Al mismo tiempo, todas las ONU se sincronizan a través de un proceso conocido como “Ranging” que consiste en medir el tiempo de propagación (round TripDelay) para cada ONT en particular.

La longitud de la trama Figura 15. es la misma, como en Downstream, para todas las tasas de transmisión. Cada trama contiene un número de transmisiones desde uno o más ONUs. Durante cada asignación de período de acuerdo con el control de la OLT, la ONU puede enviar desde 1 hasta 4 overhead PON y datos de usuario.

Las tramas ATM y las GEM se encapsulan directamente en las tramas GTC que finalmente son las transportadas por la Red PON.

Figura N° II.16 Encapsulamiento GPON.



Fuente: Tesis de grado, Ingeniero en electrónica telecomunicaciones y redes, Riobamba

– Ecuador. 2017

El propósito de la trama GEM es brindar un servicio orientado a tramas, como una alternativa de a ATM, con el fin de acomodar eficientemente tramas Ethernet y TDM.

Según los servicios que esté atendiendo la ONT se puede configurar para atender al menos un tipo de tramas ATM o GEM.

2.3.5. Elementos.

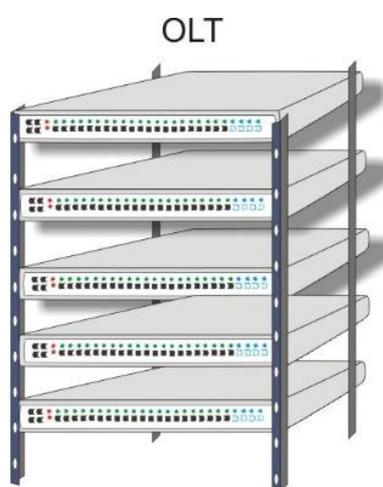
Los elementos que trabajan en este estándar ya se fueron mencionando en cada una de las definiciones anteriormente mencionadas, en la parte superior de la definición de GPON, pero las mencionaremos porque son de mucha importancia en la comprensión de los mismo para los futuros lectores de esta investigación

2.3.5.1. Terminal De Línea Óptica (OLT).

Es un elemento Pasivo situado en la central telefónica. Desde éste punto parten las fibras ópticas hacia los usuarios. Cada OLT suele tener capacidad para dar servicio a varios usuarios.

Este equipo agrega el tráfico proveniente de los clientes y lo encamina hacia la red de agregación. Realiza funciones de router para poder ofrecer todos los servicios demandados por los usuarios.

Figura N° II.17 OLT



Elaboración Propia

2.3.5.2. Terminal de Red Óptica (ONT).

La ONT, es el elemento situado en casa del usuario donde termina la fibra óptica y ofrece las interfaces de usuario. Estas interfaces han evolucionado de mega ethernet a giga ethernet a la par que las velocidades ofrecidas a los usuarios. Actualmente no existe interoperabilidad entre elementos, por lo que debe ser del mismo fabricante que la OLT.

Figura N° II.18 Router Óptico o llamado ONT



Elaboración Propia

Interfaces que pueden alcanzar velocidades de hasta 1 Gbit/s. Se suelen utilizar en usuarios residenciales y empresas para ofrecer servicios de conectividad a Internet e IPTV.

2.3.6. Estándares.

ITU-T G.984.3

- ✓ Canal descendente: 2.488 Gb/s
- ✓ Canal ascendente: 1.244 Gb/s
- ✓ Transmisión óptica de potencia: 1.5 dBm a 3 dBm.
- ✓ Transmisión óptica de pérdida: -22 dB, -25 dB
- ✓ Longitud de onda de trabajo:

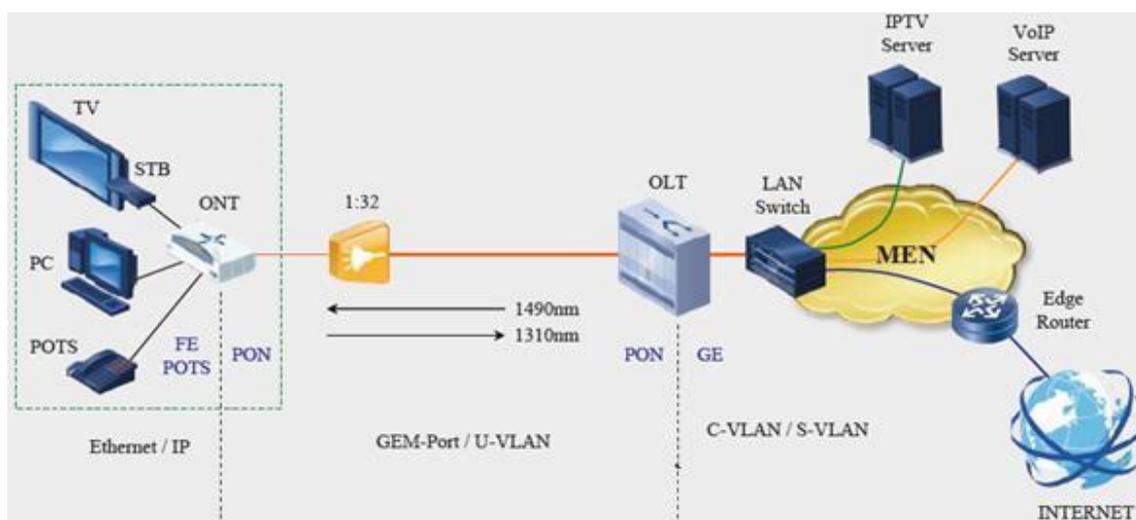
CATV 1550 nm.

Canal descendente: 1490 nm.

Canal Ascendente: 1310 nm.

- ✓ PON: máximo de 128 ONU
- ✓ Distancia máxima: 20 Km

Figura N° II.19 Estructura de un sistema GPON.



Fuente: Tesis de grado, Ingeniero en electrónica telecomunicaciones y redes, Riobamba – Ecuador. 2017

La capacidad con la que se trabaja en esta red, cubre las expectativas comerciales como domiciliarias mejorando sus prestaciones en el transporte de servicios IP y con una nueva capa de transporte diferente, él envió de la señal en forma ascendente y descendente con rangos de 1.24Gbps y 2.4Gbps para el primer caso y de 2.5Gbps para el segundo ya sea de forma simétrica o asimétrica llegando bajo ciertas configuraciones a entregar hasta 100Mbps por usuario. Entre las principales diferencias que se presentan sobre sus antecesores.

Soporte completo para voz (TDM Multiplexación por División de Tiempo, SONET). Alcance nominal de 20Km con un presupuesto de 60Km dentro de las recomendaciones establecidas.

Seguridad en el tráfico debido a la operación en modo de radiodifusión para la transmisión en modo descendente heredado del estándar PON.

Con lo anotado, el proveedor se ve poco afectado en lo que respecta a cambios de equipos de los clientes, ya que se pueden seguir ofreciendo los mismos servicios típicos sobre los elementos instalados si fuese el caso, pero con mayor eficiencia.

2.3.7. Recomendaciones UIT.

Debido a la necesidad de brindar al usuario mejores costos, competitividad y diversidad de marcas, se han propuesto un conjunto de recomendaciones que regulan las diferentes características de los equipos desarrollados para el soporte del estándar GPON, a continuación, se presentan las cinco recomendaciones aprobadas en la UIT.

UIT-T G.984.1: Se trata de la introducción hacia el estándar GPON, presentando características generales de funcionamiento y constitución, con el fin de llegar a la convergencia de equipos, así como mostrar la topología utilizada.

UIT-T G.984.2: Se describe una red flexible de acceso en fibra óptica capaz de soportar los requisitos de banda ancha de los servicios a empresas y usuarios residenciales.

UIT-T G.984.3: Denominada como la especificación de la Capa de Convergencia de Transmisión TC (Convergencia de Transmisión), expone los formatos de trama, el método de control de acceso, el método rango, la seguridad en redes GPON.

UIT-T G.984.4: Especificación de la interfaz de control y gestión OMCI de la terminación de red óptica ONT, donde el análisis se enfoca en los recursos y servicios procesados de una base de información de gestión o manejo MBI independiente del protocolo de comunicación entre OLT y ONT.

UIT-T G.984.5: Recomendación que sugiere el rango de bandas y longitudes de onda que se reservan para en un futuro, implementar señales de nuevos servicios, usa la técnica de multiplexación de información (WDM), para aprovechar de mejor manera en el caso de nuevas redes ópticas pasivas, en virtud del manejo recomendable de las ODN.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales.

3.1.1 OLT

Es un equipo especialmente diseñado para actuar como plataforma de comunicación en centrales de redes FTTx de pequeña escala, realizando la conversión de tráfico Ethernet en señal óptica, según el estándar EPON IEEE 802.3.

Es equipada con 2 puertas de uplink Gigabit Ethernet “Combo” y 2 puertas PON SFP. Estas últimas son activadas por Transceptores Ópticos – suministrados separadamente – que proporcionan las interfaces ópticas de conexión. La OLT trabaja en velocidad nominal de 1,25Gbps de downstream y 1,25Gbps de upstream, posee cobertura de 20km y soporta hasta 64 ONUs por puerta PON. Con console RS-232 y puerta de gestión remota Ethernet, es posible acceder el sistema de gestión de la OLT. De entre otras funciones, es posible realizar la configuración independiente de puertas y de banda de acceso, además de ofrecer soporte a la OAM IEEE 802.3ah, como Indicación de Fallas.

Figura N° III.1 OLT (concentrador óptico)



Elaboración Propia

3.1.2 Repartidor Óptico Modular (ODF).

Llamado también El repartidor óptico modular, diseñado para planta interna, para terminar una alta densidad de fibras pudiendo llegar en su totalidad hasta 1536 F.O. en un único armario o bastidor, y diferenciado este por módulos individuales de hasta 128 F.O. con terminación en formato SC, con diferentes posibilidades de acabados según las necesidades, pues podemos incluir módulos de splitters y módulos para almacenaje de F.O.

La principal ventaja de su diseño es la entrada de los cableados permanentes, pues todos ellos se han de realizar por la parte superior del armario, entrando a éste por su parte central y desde está vamos haciendo la distribución del diferente cableado a cada módulo según las necesidades de cada emplazamiento. Esto nos permite dejar totalmente libres los laterales para ser utilizados con los cableados de parcheos, y creando áreas de almacenamiento independientes para estos latiguillos.

Esta característica permite que se utilice una longitud única para el latiguillo de parcheo dentro del bastidor, dicha longitud es de 5 metros, con esta medida se garantiza interconexiones entre dos partes del repartidor, y dejar reserva en los módulos de almacenamiento. Incorpora caminos de enrutado que permiten conducir los latiguillos dentro de una fila de bastidores, sin necesidad de salir a una canaleta externa y sin producir aglomeraciones de fibra.

Figura N° III.2 (Armario para cable fibra óptica)

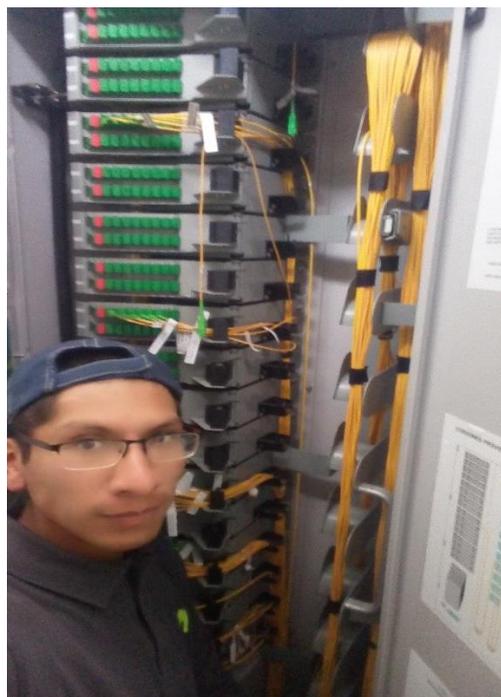


Elaboración Propia

3.1.3 Cordón Óptico.

Los cordones ópticos son cables de fibra óptica de corta longitud (usualmente entre 5 y 30 m.) de uso interior con dos extremos conectorizadas, usualmente en presentación simplex (una sola fibra) o duplex (2 fibras) aunque pueden presentarse arreglos multifibra. Los cordones de fibra pueden interconectar directamente dos equipos activos, conectar un equipo activo a una caja pasiva (ODF) o interconectar dos cajas pasivas conformando en este caso un sistema administrable de cableado (Cross Connect). En este último caso, patch cords son conectados entre el equipo activo OLT y el ODF porción interna.

Figura N° III.3 Cordones ópticos.



Elaboración Propia

3.1.4 Fibra Óptica Monomodo.

El cable de fibra óptica es una estructura diseñada especialmente para el transporte de información a nivel óptico (haz de luz). Y múltiples utilidades en el ámbito tecnológico, médico y científico.

Siendo una estructura de vidrio o plástico, fabricada a partir de cuarzo puro mezclada con dióxido de silicio y aditivos que forman las partes concéntricas para el recubrimiento de dicho hilo.

Las fabricaciones de estos cables generalmente son de 16 a 256 fibras ópticas Monomodo, totalmente dieléctricos, con cubierta caucho dieléctrico para instalación en planta externa tanto en conductos subterráneos como en tendidos aéreos

3.1.2 Bondades De La Fibra Óptica.

- Las fibras y cables ópticos Monomodo son insensibles a la pérdida por flexión.
- La expectativa de vida de la fibra Monomodo en caso de radio de curvatura es reducido, ya que solo se puede doblar un máximo de 45°.
- Las fibras ópticas son de fácil transporte e instalación. Por lo que con facilidad se puede llevar a lugares de difícil acceso.
- La durabilidad en el medio ambiente es de mucho provecho, ya que en cualquier medio trabajan con la misma calidad de fabricación.
- La reparación en caso de ruptura del mismo cable es muy sencilla y práctica.

Figura N° III.4 Cable de fibra óptica Monomodo PKP



Fuente: Especificación de ADIF, ITU-T G652D, Edición 5ª, 2015

Tabla N° 2 Código de colores de los tubos.

N° Tubo	Número de fibras en el cable				
	16	32	64	96	128
1	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco
2	Blanco	Rojo	Blanco	Blanco	Blanco
3	Rojo	Azul	Rojo	Blanco	Rojo
4	Rojo	Verde	Rojo	Rojo	Rojo
5	Azul	Negro	Azul	Rojo	Azul
6	Azul	Negro	Azul	Rojo	Azul
7	Verde			Azul	
8	Verde			Azul	
9				Azul	
10				Verde	
11				Verde	
12				Verde	

Fuente: Especificación de ADIF, ITU-T G652D, Edición 5ª, 2015

Tabla N° 3: Código de colores de las fibras.

Fibra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Color	Rojo	Verde	Azul	Amarillo	Violeta	Naranja	Marrón	Gris	Negro	Rosa	Turquesa	Blanco
Abrev.	Rj	V	Az	Am	Vi	Nr	M	G	N	R	Tq	B

Fuente: Especificación de ADIF, ITU-T G652D, Edición 5ª, 2015

3.1.3. Características de la Fibra Óptica.

Los parámetros de las fibras ópticas son compatibles con la recomendación ITU-T G.652.

Características de transmisión de la fibra cableada:

- Media/ máxima a 1310 nm: 0,35 / 0,37 dB/km.
- Media / Mínima a 1550 nm: 0,21 / 0,30 dB/km.
- PMD* \leq 0,20 ps/km^{1/2}.
- PMD link \leq 0,10 ps/km^{1/2}.
- Longitud de onda de corte(λ_{cc}) \leq 1260nm.

3.1.4. Bandejas de Empalme o Caja de Empalme.

Estructura de caucho rectangular diseñada para concentración de cables o puntos de fusión, también es de uso externo de forma área o subterránea.

Cuenta con dos caras una de soporte de las bandejas de empalme, con cuatro entradas para los cables fibra, y la otra para cubrir con ganchos de presión y una franja hermética.

Figura N° III.5 Bandeja de empalme.



Elaboración Propia

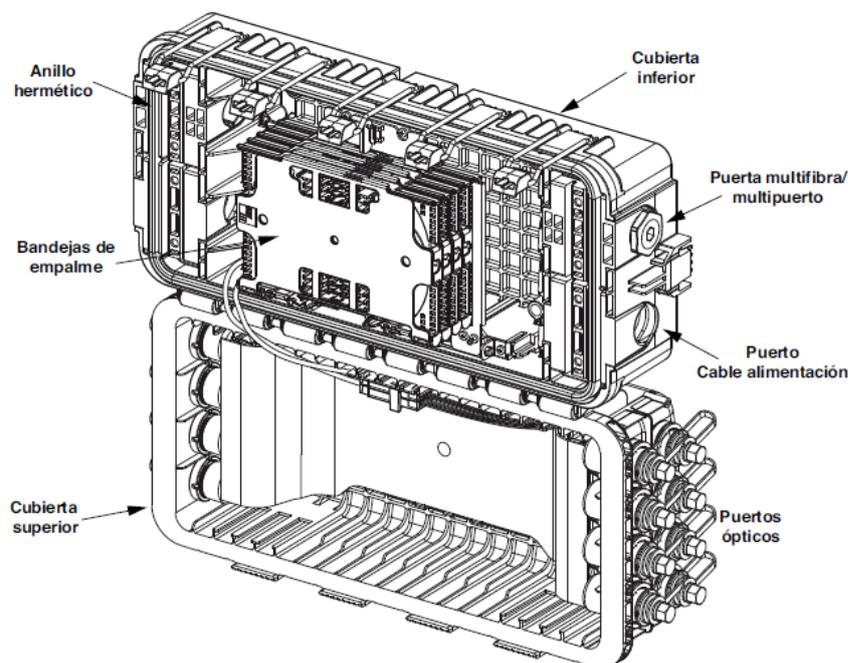
Al igual que en las tres cajas de empalmes se sigue la configuración ya mencionada se instala de izquierda a derecha.

Donde generalmente el cable alimentador se ubica en la primera ranura de dicha bandeja y en la parte de la izquierda se encuentra el cable distribuidor 1 y luego 2 y así sucesivamente los que se cuentan con la instalación de dicha red.

3.1.6. Caja Terminal Óptica (CTO)

La (CTO) sirve para exteriores que proporciona una protección del medioambiente y para la distribución de cables de acometida de abonado y para la terminación y segregación de cables de fibra óptica de una red FTTH.

Figura N° III.6 Caja terminal óptica CTO.



Fuente: Manual de construcción, Electroson Telecomunicaciones, 2015.

La caja de empalme Óptica consiste en dos carcasas plásticas selladas herméticamente a través de un anillo de silicona y un sistema de apertura mecánico con tensores plásticos.

Internamente la CTO está equipada con 5 ó 6 bandejas de empalme, 8 o 16 puertos ópticos preconectorizados (según configuración) y 4 bocas de cable con sus correspondientes herrajes de obturación y sujeción (2 por cada lado) que permiten la instalación de cables óptico.

3.1.7. Caja de Acceso Universal con Divisores (DIVI-CAU)

Llamada así por que posee un nivel de sellado que permite su instalación en cualquier lugar de la red de planta externa.

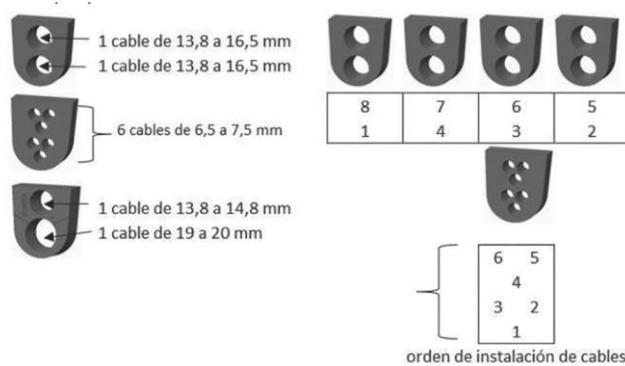
Cuenta con la facilidad de instalación, La cubierta y la base se cierran exclusivamente mediante broches de presión que facilita la apertura y cierre de una manera rápida a la

vez que confieren un elevado grado de hermeticidad. La caja dispone de cuatro puertos de entrada de cables, con obturadores dobles para 2 entradas por cada puerto, incluso obturador para 6 cables PKP. Los puertos se enumeran del 1 al 4 empezando por el lado izquierdo de la caja, hacia el lado derecho.

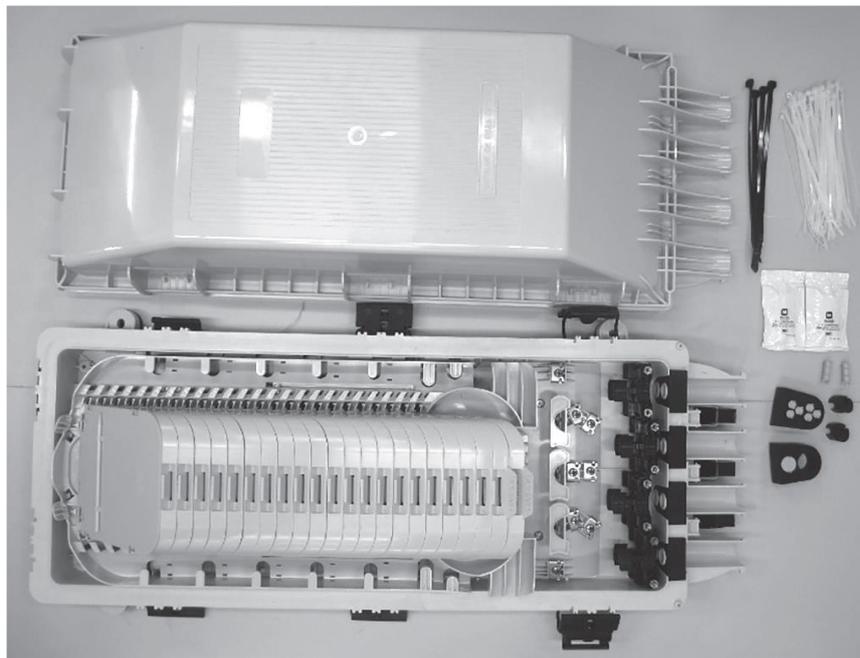
Dispone de una zona para almacenamiento del cable de alimentación. Cuenta con entradas de cable selladas. En el guiado de los tubos holgados se mantiene en todo momento el radio de curvatura. La fijación de los cables es rápida y sencilla. Dispone de un sistema de acceso a las bandejas cómodo y de rápida instalación, absorbiendo las variaciones de longitud de los tubos holgados por efectos térmicos.

Cuenta con bandejas específicas para la instalación de divisores con carcasas removibles de anclaje rápido. Las bandejas de empalme y divisores se encuentran instaladas sobre una base giratoria que permite de una manera cómoda el acceso a la parte posterior para el guiado de fibras entre las bandejas de alimentación, distribución y las de divisores. A su vez, bajo el conjunto de bandejas cuenta con bandejas para mantenimiento de cables en caso de rotura

Figura N° 3.7 Modelo de instalación de cables.



Fuente: Manual de construcción, Electroson Telecomunicaciones, 2015.

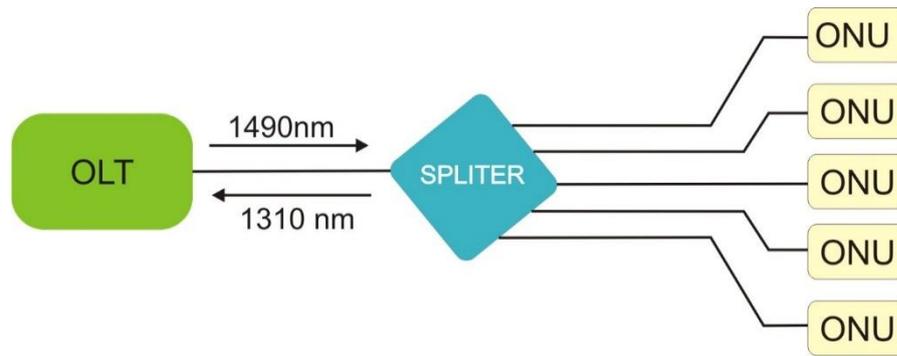
Figura N° III.8 Contenido del kit

Fuente: Manual de construcción, Electroson Telecomunicaciones, 2015.

3.1.8 Spliter Óptico.

El divisor óptico es un componente esencial utilizado en la arquitectura de redes FTTH PON, en las que una sola entrada óptica se divide en múltiples salidas. Esto permite el despliegue de la topología Punto a Multipunto (P2MP) con un solo puerto OLT que sirve a múltiples ONT. Las ramificaciones más comunes en las que se divide un divisor son 1: 2, 1: 4, 1: 8, 1:16 y 1:32. Aunque están disponibles otras ramificaciones que, por lo general, están personalizadas y son de alta calidad.

Figura N° 3.9 Trabajo de SPLITER Óptico.



Elaboración Propia

3.1.9 Router Óptico (ONUS).

(Optical Network Unit - Unidad de Red Óptica) que están ubicadas en el domicilio del usuario.

La transmisión se realiza entonces entre la OLT y la ONU que se comunican a través del divisor, cuya función depende de si el canal es ascendente o descendente.

En definitiva, PON trabaja en modo de radiodifusión utilizando splitters (divisores) ópticos o buses.

Figura N° III.10 Router Óptico o llamado ONT



Elaboración Propia

3.1.10 Acometida Drop.

Es el medio de transmisión más eficiente, que su performance es mucho más elevada que las redes de cable tradicionales. En la actualidad este tipo de redes se usa cada vez más en los tendidos de telecomunicaciones y datos, dado que facilitan el envío

de un enorme volumen de datos a grandes distancias, a una velocidad más elevada que la que se logra con los cables convencionales. La fibra óptica en nuestros días, es el camino de transmisión más vanguardista –al menos en lo que refiere a medios que usan cable. Y aunque por lo común esta se aplica a redes troncales, también a redes locales, cuando la inversión –tanto en despliegue como en obras- realmente lo amerita.

Uno de los componentes que resultan importantes para el correcto funcionamiento de estos tendidos de fibra es el cable drop, que es un cable de naturaleza óptica que resiste a inclemencias dado que su núcleo está cubierto por fuera con polímero que además no es inflamable; este cable lleva un refuerzo conformado por alambre galvanizado de acero que le ofrece aún mayor resistencia, y por lo tanto es un componente que resiste muy bien en un medio externo expuesto a la intemperie.

Figura N° III.11 Cable DROP (acometida óptica).



Fuente: Catálogo de compra fibra, producto cable óptico drop-mini, Fibracem, 2015

3.1.11 Suspensión Preformada.

La Fabricación de este material es para los trabajos estáticos que se tienen, en los tendidos de cables de tramos suspendidos de un punto a otro de cable de Fibra óptica, fabricada en aluminio fundido cuenta con protección de neopreno y varillas preformadas de aluminio de alta resistencia.

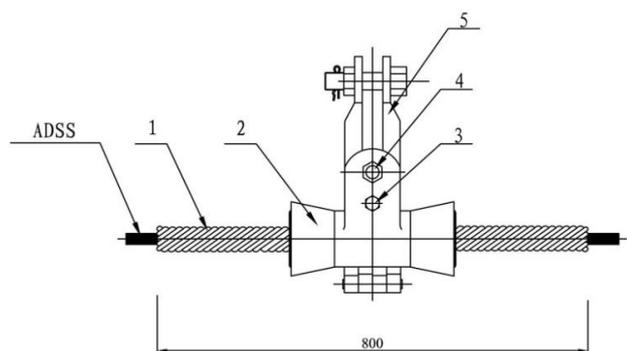
Esta Grapa de Suspensión proporciona mejor protección al cable. Esta protección se consigue debido a la acción conjunta de mango de neopreno.

Figura N° III.12 Suspensión preformada.



Fuente: catálogo, Comunicamos tu mundo con el mundo, 2015

Figura N° III.13 Suspensión preformada.



Ac

Fuente: Catálogo, Comunicamos tu mundo con el mundo, 2015.

3.1.12 Anclaje Preformado.

La estructura de este material es, de alambres helicoidalmente unidos e impregnados con polvo abrasivo.

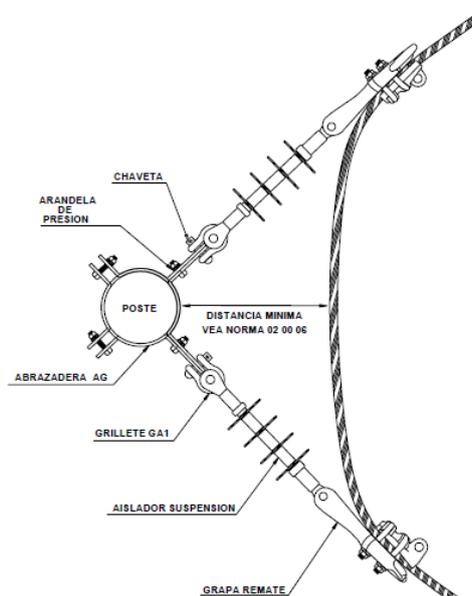
Se utiliza para unir o tensar por ambos extremos el cable tendido para poder tenerlo tensado, de un punto final a otro inicial, como en trayectorias curvas en las que se tenga que hacer una curvatura a la trayectoria o dar un giro de 90°. Una vez instalado el empalme conformado, se obtiene una retención que supera a la ruptura del cable.

Figura N° III.14 Anclaje preformado



Elaboración Propia

Figura N° III.15 Adecuación del Anclaje Preformado.



Fuente: catálogo, Comunicamos tu mundo con el mundo, 2015

3.1.13. Soporte para Caja de Empalme.

Material fabricado especial mente para contener cajas de empalme como bandejas de empalmes y CTOs. Los cuales son de metal galvanizado para evitar la oxidación del mismo y cuenta con una estructura de cruz en ambos lados para ser sujetados en el poste.

Figura N° III.16 Soporte para caja de empalme



Elaboración Propia

3.1.14 Cruceta para Soporte de Cable.

Este material fue fabricado para el almacenamiento de la reserva del cable fibra óptica que se enrolla alrededor de dicha cruceta, de forma que se acondicione la red y proteja al cable tendido.

Su posicionamiento en el poste se realiza a través del soporte de fijación (a compresión), que tiene como concepto adaptarse a las diversas situaciones que se presentan.

Figura N° III.17 Cruceta para Reserva de Cables



Elaboración Propia

3.2 Equipos de Medición para la Red GPON

3.2.1. OTDR.

El OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) es un instrumento óptico-electrónico usado para diagnosticar una red de fibra óptica.

El OTDR es utilizado para medir la longitud del cable instalado desde un punto inicial al final, y visualizar los eventos que presenta dicha red óptica en cada tramo como su atenuación, pérdidas en los empalmes y conectores utilizados en toda la trayectoria tendida. También puede ser utilizado para detectar fallos, tales como roturas de la fibra.

El funcionamiento de este equipo, OTDR consiste en conectar una de los extremos de fibra óptica para poder diagnosticar todas las pérdidas y cantidad de empalmes realizados, ya que el equipo emite unos impulsos ópticos llegando así a realizar los cálculos correspondientes. También extrae, del mismo extremo de la fibra, luz que ha sido dispersada y reflejada de vuelta desde puntos de la fibra con un cambio en el índice de refracción.

La intensidad del pulso devuelto es integrada como una función del tiempo, y representada en función de la longitud de la fibra.

Figura N° III.18 OTDR (Reflectómetro de dominio del tiempo óptico)



Fuente: catálogo de venta, equipos de medición, 2010.

3.2.4. Power Meter.

Llamado también medidor de potencia, que sirve para mostrar la potencia en vatios o para analizar y medir armónicos.

Figura N° III.19 Power meter



Fuente: catálogo de venta, equipos de medición, 2010.

3.2.5 Empalmadora Óptica.

Este equipo sirve para fusionar los hilos ópticos con los que se pretende tender la red óptica. La bondad del equipo es unir los hilos ópticos luego de ello sellarlos en un manguito térmico para evitar la ruptura del hilo fusionado. El manejo de este equipo se realiza con el personal calificado en el área. Lo cual brinda los niveles de corte y fusión en cada empalme que realiza en dicha máquina.

Figura N° III.20 Empalmadora óptica.



Fuente: Conectronica, venta de equipos ópticos, 2012

3.2.6. Odómetro Medidor.

Tiene el significado en griego de hodós "camino" y métron "medida", es un instrumento de medición que nos ayuda a calcular la cantidad de cable que entra en cada extensión de CTOs, es decir esta herramienta nos proporciona las medidas exactas de los tramos a tender desde la central telefónica, hasta los puntos finales de cada una de nuestras cajas terminales.

Tanto para un diseño nuevo como para la posterior certificación de la obra. Las medidas de esta herramienta están dadas en metros.

Figura N° III.21 Odómetro medidor.



Fuente: Wikipedia, wiki, Odómetro, 2012.

3.3 Método de Investigación Descriptiva - Experimental

El método planteado es Descriptivo, porque se trata de mostrar las características de la nueva red en comparación con la anterior, brindando una mejor optimización de la tecnología y sus productos materiales, este nivel de investigación se guía por la experimentación pues es la única metodología que permite establecer relaciones de causa-efecto entre variables. Es decir, la validez interna queda garantizada con el uso comparativo de herramientas de medición en cuanto a la transmisión óptica, la calidad de transmisión que se tiene (uso de herramientas de medios ópticos).

Análisis.

Se buscó información en tecnologías y demás recursos de investigación referidos a GPON, para proceder a analizarlos y sintetizar todo el contenido existente en la presente tesis, con la finalidad de contribuir y aportar nuevos conocimientos en el campo de las telecomunicaciones.

Variable Independiente:

Tecnología GPON, frente a las tecnologías que le preceden.

Variable Dependiente:

A partir del análisis de la red óptica pasiva con capacidad de Gigabit podemos afirmar que las variables dependientes son:

- ✓ Velocidad de Tx y Rx.
- ✓ Capacidad Tx y Rx.

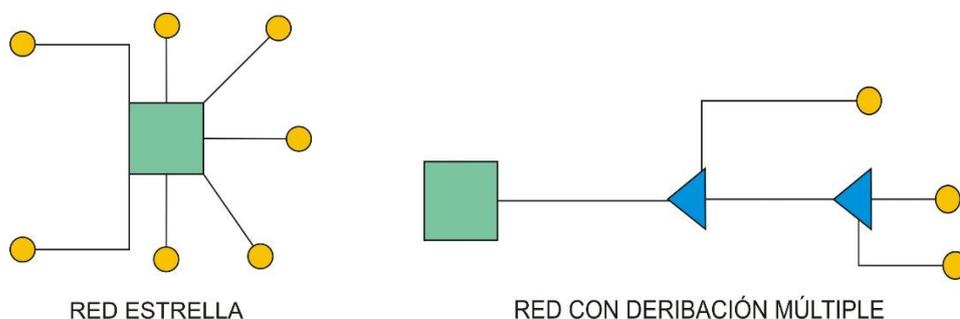
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Diseño de la Red GPON para la Urbanización la Rinconada Juliaca.

Para poder empezar con la construcción de nuestra red, debemos considerar las redes existentes en la estructura ya diseñada y existente.

Las redes se pueden constituir de dos maneras distintas una red rígida o flexible, sin embargo, como ya sabemos la red antigua todavía siguen la red rígida llamada también topología de árbol y la red flexible llamada también red radial.

Figura N° IV.1 Redes existentes en planta externa.



Elaboración Propia

Por lo que nuestra red GPON, en vista de estas consideraciones, entendemos que hoy en día se desarrollaron ambas redes.

Gracias a las investigaciones y los nuevos desarrollos tecnológicos, sea podido integrar a las redes semirrígidas las nuevas tecnologías, porque al realizar un cambio de infraestructura, sería un gasto demasiado insulso y exorbitantemente alto, y una recuperación económica demasiado grande, por ello con la infraestructura existente se realizará el diseño GPON.

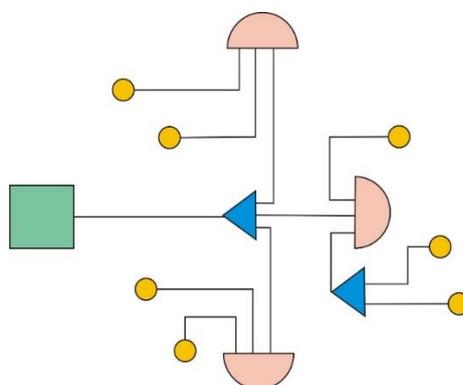
4.1.1 Topología Árbol Estrella (Red Semirrígida).

La topología árbol también conocida como topología jerárquica. Esta tipología árbol tiene nodos periféricos individuales, es decir como su propio nombre lo dice todo nace desde una central o tramo principal des fraccionándose en tramos secundarios, los cuales trabajan de manera individual.

La topología estrella como su nombre lo indica, es una interconexión entre los mismos puntos de enlace, reduciendo la posibilidad de fallo de la red, conectando los nodos a un nodo central. Todos los nodos periféricos se pueden comunicar con los demás transmitiendo o recibiendo del nodo central solamente.

Al investigar estas redes concluimos que nuestra red sería una red semirrígida, establece que para la demanda fundamental predecible y su importancia relativa depende de la capacidad de los puntos terminales, es decir la cantidad de adonados que se tengan. Para la construcción de nuestra red tomaremos como fundamento que los hilos destinados a la parte flexible de la red se extraigan de un empalme o también llamado punto de concentración, de este modo se asegura los hilos de la parte rígida de la red no estén expuestos a las influencias aleatorias de las otras ramificaciones.

Figura N° IV.2 Red Flexible y Rígida



Elaboración Propia

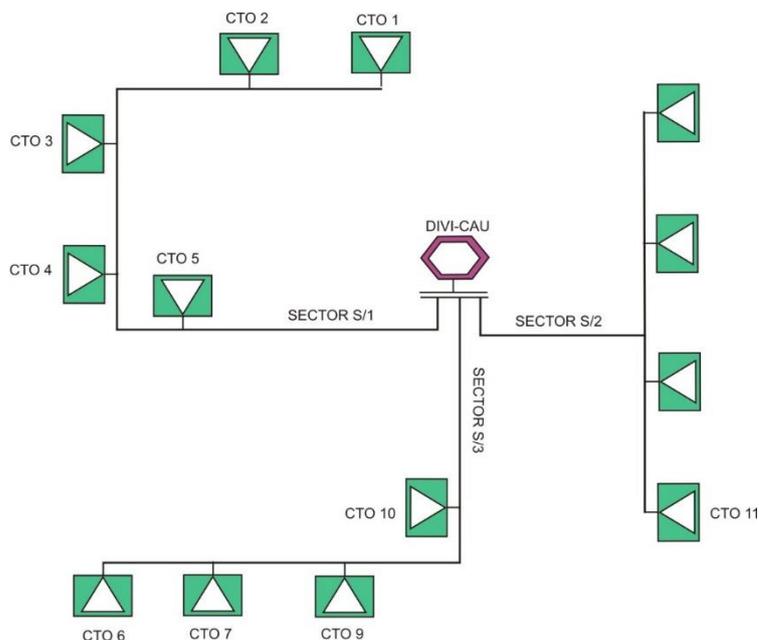
Como podemos apreciar en la Figura 42. el tramo de la red Primaria, que parte desde la OLT hasta el DIVI-CAU, se convierte en nuestra red rígida topología estrella, seguidamente desde el DIVI-CUA hasta el abonado o llamado también ONUs son las redes Flexibles, topología árbol, con el objetivo de finalizar la red en una topología anillo, las cuales se toma en consideración las siguientes recomendaciones:

Considerar estratégicamente los puntos de concentración (DIVI-CUA)

La capacidad del punto de repartición o segmentación de hilos, debe cubrir con holgura el abastecimiento de los usuarios y las nuevas demandas de los abonados en cuanto a nuevas instalaciones. Se considera este punto por ser la zona de diseño para una zona residencial.

Ninguna caja terminal óptica debe depender de otra caja. Es decir, los hilos de segmentación salientes del DIVI-CUA, deben llegar directamente hasta las CTOs, salvo se tenga una reconcentración de CTOs, en una bandeja de empalme.

Figura N° IV.3 Sectorización de las Zonas



Elaboración Propia

Como se puede apreciar en la figura 43, solo se distribuye con un mismo cable de distribución, pero dentro de dicho cable se designa un solo hilo para cada CTO.

Generalmente los DIVI-CUA se colocan en zonas distantes de la central telefónica, ya que el objetivo del proyecto consiste en llevar fibra hasta los hogares, pues los cables de alimentación deben ser aprovechados al máximo. Y los cables a los abonados deben ser de menor posible longitud.

4.1.2 Análisis de Red Existente.

Como ya sabemos, en la actualidad se cuenta con redes existentes dedicadas al servicio de Triple Play (Datos, voz, Tv), los cuales tienen una infraestructura ya establecida, la cual contempla una próxima migración tecnológica en dicha infraestructura, lo que facilita el desarrollo de una nueva red.

Para poder desarrollar una nueva red topológica, es necesario el conocimiento básico de la red existente, lo que facilitará el diseño nuevo con la tecnología GPON, como el conocimiento de la infraestructura subterránea comprendida por cámaras, interconexiones de ductos subterráneos, y de forma aérea los postes con cajas terminales ya conectorizadas, líneas de tramos normativos, entre otros.

Teniendo como base este fundamento ya expuesto sobre Planta Externa, lo que se realizará ahora es plasmar nuestra tecnología GPON con la base estructural existente, es decir la red de cobre con que cuentan actualmente los abonados. Lo que en principio se hará es un análisis estadístico de la demanda de los abonados, para poder saber dónde es conveniente realizar la instalación de CTOs, seguir el diseño topología árbol para trazar los planos desde la central hasta la zona de distribución o concentración de cables.

Al realizar un diseño de red GPON, uno analiza luego diseña de acuerdo a la demanda a los abonados de la zona residencial la Rinconada Juliaca, para que la transmisión y

recepción de los datos sea efectiva y de manera muy robusta, teniendo mínimas pérdidas y mayores ganancias.

4.1.3 Análisis de Demanda en la Zona a Implementarse.

Primero, se hace un detalle de los abonados existentes y luego se evalúa la amplitud de clientes que se tendrán que abastecer y un 10% de un supuesto incremento en el proceso de la ejecución del proyecto y cumplir las expectativas de los abonados. Y la inversión económica.

En el siguiente cuadro se muestra un análisis estadístico de la zona a la cual se pretende brindar este servicio GPON, siendo la cantidad de 700 personas las que viven dentro de este margen urbanístico, que algunas de ellas conforman familias y otras aun no, en la zona la rinconada - Juliaca.

Como podemos ver un fragmento de la zona evaluada en la Tabla 4

Tabla N° 4: Encuesta de domicilios a diseñar.

SECTOR POR MANZANA	CANTIDAD DE DOMICILIOS	CANTIDAD DE ABONADOS	USUARIOS QUE TIENE EL SERVICIO DE INTENET	SI DESEAN MIGRAR A F.O.	NO DESEAN MIGRAR A F.O.	SOLICITAN LINEA NUEVA	POSIBLES CANDIDATOS A FUTURO
13-1-S/N	17	19	14	9	5	2	2
20-2-A	22	25	20	10	10	1	4
15-3-B	16	20	15	7	8	1	4
1-S/N	2	3	2	1	1	1	0
20- 22-A	24	29	13	5	8	2	2
13-4-D	16	27	15	11	4	2	3
16-5-C	19	24	14	9	5	3	2
18-6-S/N	22	26	19	8	11	2	2
8-7-S/N	9	14	7	6	1	1	1
9-8-S/N	10	14	10	5	5	3	1
16-9-S/N	22	24	20	13	7	1	3
36-28-B	37	40	20	9	11	1	4
18-23-G	21	26	15	7	8	2	4
20-20-H	33	37	20	11	9	1	3
32-18-I	40	60	30	15	15	1	4
19-16-J	40	46	19	12	7	2	5
35-15-K	52	65	45	16	29	1	4
29-13-F	47	50	20	7	13	3	5
32-12-E	47	51	30	15	15	2	6
9-29-S/N	5	10	3	2	1	1	3
9-11-	10	13	5	3	2	1	2
17-10-S/N	29	30	20	5	15	2	3
9-25-S/N	20	23	15	6	9	1	2
10-26-C	20	24	12	8	4	3	1
TOTAL	580	700	403	200	203	40	70

Elaboración Propia

En dicha tabla se muestra que las zonas de acuerdo al Mapa o croquis se han sectorizado por letras y números, como se puede apreciar la tabla desglosa de manera ordenada primeramente los domicilios, esto lo podemos visualizar en el plano de la figura 48, en la siguiente columna se observa la cantidad de usuarios o familias que radican en dichos domicilios, luego los usuarios que actualmente cuentan con el servicio y los que desean

migrar a esta nueva tecnología, y las nuevas solicitudes del servicio a implementarse, con una posible cantidad de solicitud dentro del proceso de ejecución del proyecto.

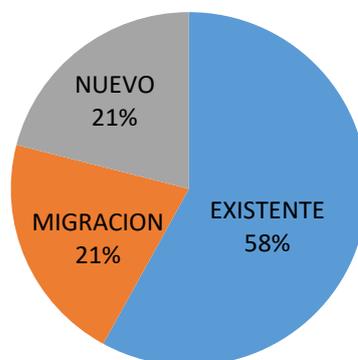
Tabla N° 5: Cantidades evaluadas de todos los usuarios.

MDF	ARMARIO	CAJA	ABONADO	REQUERIMIENTO GPON	
(DEPARTAMENTO PUNO - JULIACA)	A5025	CAJAS EVALUADAS DESDE 01- 22	CANTIDAD DE ABONADOS EVALUADOS 403	SI DESEAN	200
				NO DESEAN	203
				TOTAL	403

Elaboración Propia

En el cuadro N°5 se muestra el resumen del cuadro anterior donde se saca las aproximaciones de acuerdo a las multiplicaciones con las que se cuentan en nuestro diseño.

Figura N° IV.4 Cuadro estadístico



Elaboración Propia

El área evaluada pertenece a la rinconada Juliaca, en el anexo se muestra un cuadro de los clientes evaluados, no se puso en esta sección por el tamaño del cuadro en total fueron 22 cajas evaluadas, la cantidad de 403 abonados evaluados.

Tabla N° 6: Encuesta realizada sobre GPON.



Elaboración Propia

Con esta información se nos facilitó la distribución de las CTOs, ya que la demanda de los usuarios es la gran prioridad a la cual se somete nuestro Proyecto y la de las empresas que brindan dichos servicios.

Tabla N° 7: Clientes existentes y nuevos.

TOTAL CLIENTES	200
NUEVAS SOLICITUDES	40
POSIBLES AMPLIACIONES	80
TOTAL	320

Elaboración Propia

Los cuales en vista de que los clientes son 240 abonados se les brindara los servicios que disponga la red GPON, y con una futura ampliación de 80 clientes en las distintos Sectores que requieran, ya en total la red esta para poder soportar 320 abonados.

Esta tabla es la suma total de los usuarios que se les proporcionara la tecnología GPON, y a la que nos proyectaremos, incluye las ampliaciones de nuevos usuarios y de usuarios que quieran contar con el servicio de GPON.

Otra de las consideraciones que se debe tener en cuenta es que, hasta fecha no se cuenta con este tipo de tecnología en nuestro País. Y por ser la primera está en etapa de prueba, dando el servicio a modo de prueba a los abonados que desearon migrara a esta tecnología, siendo sin costo alguno por seis meses, luego de esta prueba los usuarios decidirán si regresan al anterior servicio o desean permanecer con el nuevo.

A continuación, se muestra la red primaria con la que se comenzará el diseño, desde una toma de Google Earht. Realizar un trazo desde la central hasta la urbanización la Rinconada.

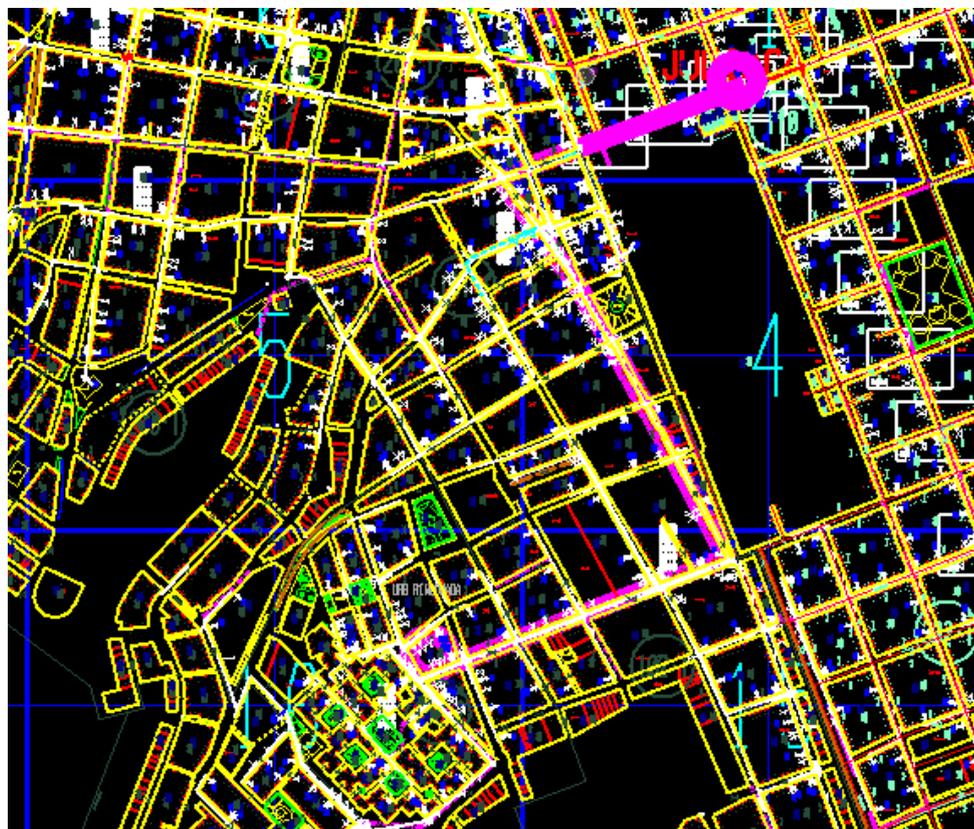
Figura N° IV.5 Plano de google eahr tramo Alimentador.



Fuente: Imagen de Google Earth.

Recurriremos a los datos de la infraestructura de red existente. Que cuenta toda red telefónica. Podemos comenzar a analizar las rutas de mayor y mejor acceso.

Figura N° IV.6 Tramo de red Primaria de la estructura Existente.



Elaboración Propia

Como podemos apreciar nuestra ruta será trazada de manera subterránea ya que toda la red de alimentación dorsal de telefonía e internet estuvo diseñada de esta manera. Solo la parte de alimentación de dicha red o también llamada red primaria será aérea.

El análisis hecho en campo, demanda que las vías a utilizarse, sean ducterías libres o que no se hayan utilizado, por que al pretender llevar por la misma vía, uno se encuentra con cables de multipar existentes, los cuales son de gran capacidad, saturando por completo la vía, y por ende como nuestra nueva infraestructura también a futuro crecerá, es mejor utilizar una vía nueva (ruta nueva). Para que así se tenga un orden y mejor rotulo de la misma red a implementarse.

En algunos puntos de acceso, y en otros de derivación se tendrá que liberar los cables de multipar existentes. Para su posterior retiro, quedando solo la red de FTTH.

Una vez que llegamos al armario, trazamos un nuevo análisis.

Como en el caso anterior mostraremos desde una vista satelital nuestra área de trabajo.

Figura N° IV.7 La rinconada Juliaca, tramo distribuidor



Fuente: Imagen de Google Earth.

Seguida mente recurrimos a los datos de la red existente, para que nuestro trazo de la red nueva de distribución, llegando a la conclusión que la topología de la red secundaria está trazada de manera aérea, lo que facilita, el acceso para las tomas de servicio para los clientes, también basados en la red antigua.

Las medidas de poste a poste y las orientaciones de estos ya están definidos y trazados en el campo.

Figura N° IV.8 Plano de red distribución, zona la rinconada.



Elaboración Propia

Como podemos apreciar en el croquis nos toca solo hacer la designación de los lugares en donde se tendrá que instalar las CTOs. Y con temblar las rutas de los postes ya existentes para el acceso de los usuarios.

Cuando uno compara los datos que cuenta planta externa existente y los nuevos datos, uno no podrá notar la diferencia si esta modificada o mantiene el diseño ya que en el campo uno realmente evalúa esta situación, en caso de coincidir los datos, solo uno se certifica los datos de la red existente.

Figura N° IV.9 Diseño para la colocación de las CTOs.



Elaboración Propia

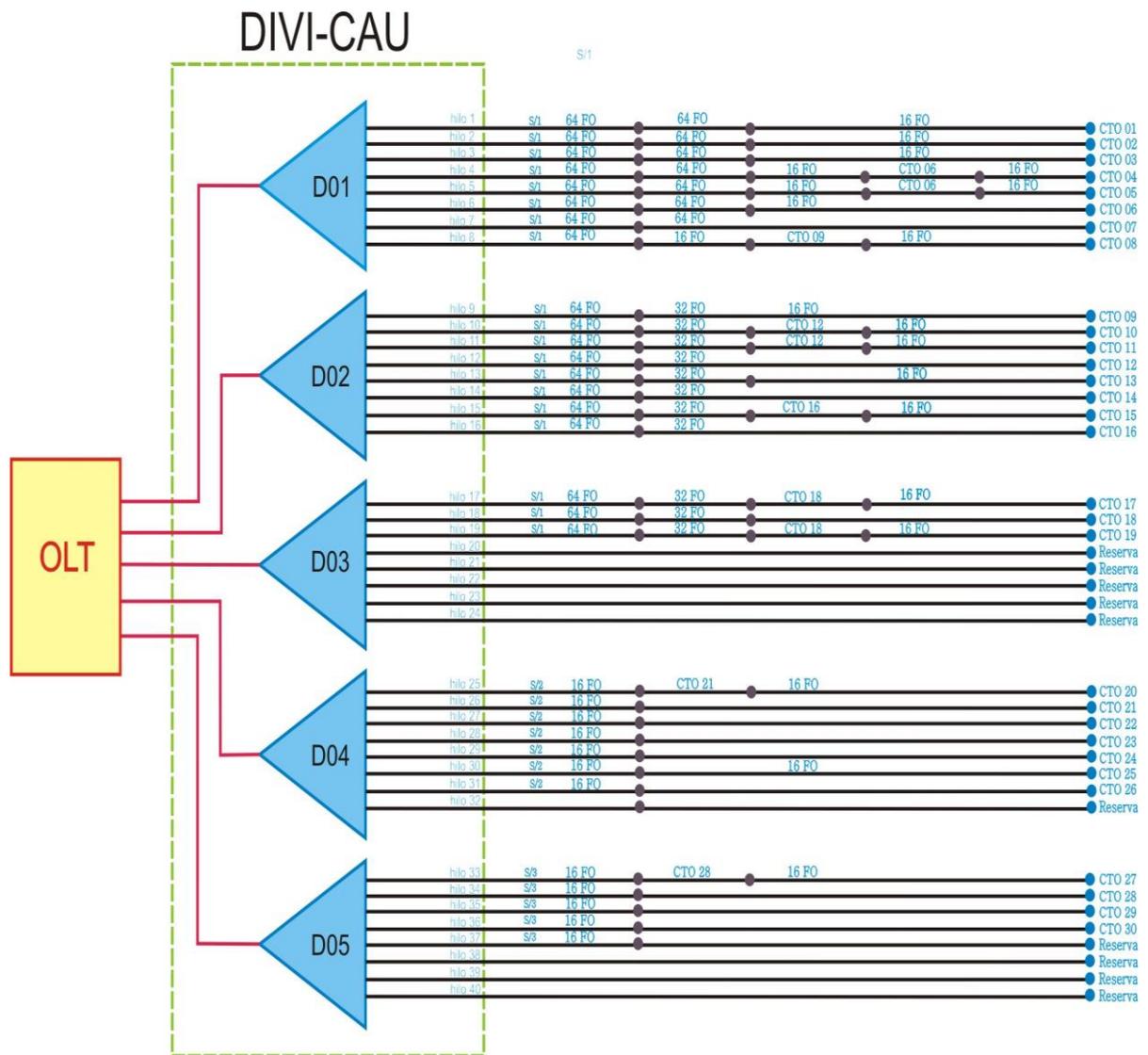
Como se observa de esta manera quedaría la distribución de la red GPON, para la zona evaluada, la distribución hecha es en base a los datos estadísticos que se tienen al inicio del diseño, que fueron de una gran ayuda para poder realizar dicha distribución.

4.1.4 Diseño del Perfil Óptico.

En este paso, nosotros de manera independiente realizamos la distribución de las cantidades de CTOs, y sus posibles empalmes en dicha trayectoria desde las OLT hasta ONUs.

Este trabajo se realiza por los parámetros ya establecidos en la normativa FTTH.

Figura N° IV.10 Perfil para empalmes.



Elaboración Propia.

Como podemos apreciar de esta manera simbólica es que se realiza la distribución de las diferentes redes para los usuarios ya que multiplexa cada hilo, con el uso de los Splitter 1x8, donde se aprecia un esquema desde la central hasta cada CTO.

Cada Splitter trabaja con una Multiplicación de 1x8, lo que se resume a usar 5 unidades de hilos Alimentadores estos se demultiplexarán en 40 hilos para la red de distribución, pero no se harán uso de su totalidad por que de acuerdo a nuestro análisis solo necesitamos

240 líneas siendo un total de 30 CTOs. Quedando de reserva 10 CTOs, que contemplan 80 abonados a futuro.

Este diseño sirve para poderse guiar de manera práctica la numeración la distribución que se tenga, de acuerdo a la cantidad de CTOs.

Cada punto es un empalme que se realizara para poder interconectar nuestra red, desde la central del tramo de red de alimentación hasta la red de distribución.

Y los números que llevan consigo las líneas son la capacidad de cable con que serán distribuidas, hasta llegar a las cajas de terminal óptico. En algunos casos están escritas los nombres de las CTOs, los cuales indican que están siendo alimentadas desde una CTOs. Por qué recordemos los cables llegan desde el DIVI-CAU, hasta cada CTO, lo cual tender cable solo para cada CTOs, sería un gasto insulso pudiendo dar una continuidad desde la CTO ya proyectada.

Cada Splitter con el que cuenta nuestra red es de 1x8, por ello nuestra mínima cantidad de cable de capacidad es de 8 F.O. hasta un máximo de 16 por cada CTO.

En las OLTs, se tendrá como máximo tres sectores llamados S/x,

S/1, S/2, S/3, sectorizados por Divisores llamados divisor 1, divisor 2, divisor 3, tal renombre hará que la red se pueda ampliar en futuro por sectores.

Vale aclarar que la distribución a los clientes será de 240 usuarios los que cuenten con este servicio y 240 para la próxima ampliación en caso lo requiera, es decir por cada CTO, se tendrá 8 hilos activos y 8 hilos muertos, incluido para poder ampliar 10 CTOs más que sería un total de 160 abonados.

Es importante contar con la demanda de los usuarios para la correcta ubicación de dichas CTOs, no necesariamente un divisor tendrá los 8 CTOs.

En los planos ya diseñados que más adelante se mostrarán se podrán apreciar los diferentes sectores con los que se expusieron.

4.1.5 Red GPON.

Esta es la parte que toma mayor énfasis ya que toda la parte teórica se vuelca en la práctica, es decir datos que en el campo y el diseño se concretizan para formar así el diseño esperado.

Como ya se expuso en esta parte es donde nosotros debemos ser bastante cuidadosos, ya que un error de cálculo saturaría la red de distribución.

Lo primero que se ve es las zonas donde la demanda es sumamente exigente, es sectorizar las zonas y sombrearemos donde mayor será ocupará el sector 1, y así consecutivamente el sector 2 y por último el sector 3.

Elegimos tres sectores, porque la cantidad de rutas que se tiene son tres, el resto son ramas secundarias, lo que se logra al identificar las ramificaciones principales es evitar tender cable innecesario en lugares que en un futuro no serán necesarias las ampliaciones o posibles nuevas instalaciones. En los tramos secundarios o segmentos de menor capacidad se podrán instalar de reservas que se dejen para puntos de empalmes o hasta poder de una misma CTO alimentar otra, tomado en cuenta que el par de hilos designados a dicha CTO, serán únicamente para la CTO asignada y no podrá compartir o ampliarse a partir de dichos hilos nuevas CTOs.

Como podemos apreciar en nuestro plano podemos observar que las manchas en los planos nos muestran la cantidad de clientes que requieren de los servicios. Como el color azul significa donde se requiere más de color rojo medianamente y verde poco.

Luego de evaluar esta situación gracias los datos estadísticos con los que se hicieron, podemos empezar a distribuir por manzanas salvo donde se requiera un poco más se podrá poner 2 CTOs por manzanas, lo realizaremos de manera que alcance a cubrir la zona.

Ubicamos en un nuevo plano las CTOs, en lugares estratégicos juntamente con el caculo de la capacidad de cable que será necesario para cubrir la zona con las CTOs correspondientes

Como se pudo analizar para el Sector/1 se tendrá que suministrar 19 CTOs, para el sector 2 se tendrá 8 CTOs y finalmente para el sector 3 la cantidad de 4 CTOs.

Ahora trazaremos la extensión y capacidad cable, como sabemos que por cada CTO uno dispone de 2 hilos del tramo DIVI-CAU. de donde salen nuestros hilos Spliteados, lo que nos indica que para nuestro sector 3 solo será necesario para cubrir dicha red un cable de 16 fibras ópticas y para el sector 2 también uno de 16 F.O. para nuestro sector de mayor capacidad seria uno de 64 F.O. realizamos este cálculo teniendo en cuenta la duplicidad de hilos con que cada CTO cuenta.

Y la ramificación generalmente siempre se tendrá que poner como valor mínimo 16 F.O. para nuestro caso.

Ahora podremos ver el diseño final de nuestra red secundaria.

Figura N° IV.11 Plano de Diseño.



Elaboración Propia

Nuestro cable de tramo secundario cuenta con cables de capacidad de 64/32/16 Fibras Ópticas, los que se instalarán de acuerdo al plano ya trazado

Con un cable de 64 fibras ópticas cubriremos la zona a alimentar. Para calcular la cantidad de cable que será necesario y tomar las rutas más convenientes, es necesario del uso del programa Micro Station, en el cual ya cuenta con medidas exactas de los cables como de las limitaciones de poste a poste y los sifones con los que se encuentren. Las especificaciones que trabajo se detallarán a continuación.

4.1.6 Especificaciones de Construcción.

Las especificaciones de construcción están divididas en 2 segmentos los celadores y empalmadores.

4.1.6.1. Celadores:

- ✓ En la instalación de cable subterránea mente, en primer lugar, se debe contar con una guía para las vías a utilizar
- ✓ Cada 500 metros de recorrido de Fibra en subterráneo debe dejarse una reserva de Cable de Fibra Óptica de 30 metros.
- ✓ El cable de fibra óptica debe ser fijado con Grapas en cada cámara subterránea.
- ✓ Después de la instalación del cable en Ducto debe obturarse la vía utilizada.
- ✓ En las puntas iniciales como finales de los tramos es necesario la reserva de cable de 15 metros.
- ✓ Contar con cinta rotuladora para las puntas como reservas que se tenga, para posteriormente cuando el empalmador trabaje con los cables no tenga dificultad de identificar las puntas de empalme

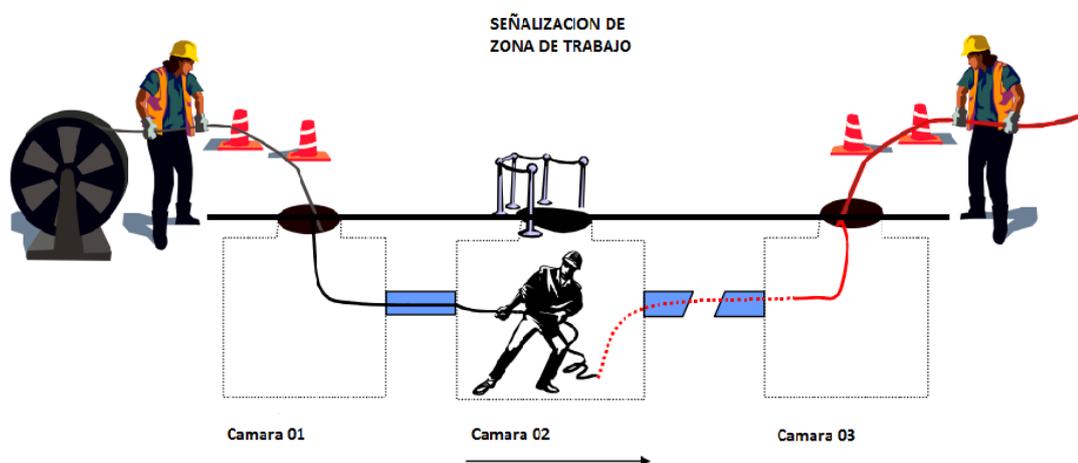
Figura N° IV.12 Uso de la guía pasa cable.



Elaboración Propia

Forma técnica de trabajo con los implementos de seguridad se muestran a continuación

Figura N° IV.13 Trabajo subterráneo.



Fuente: Manual de Construcción FTTH,

Como se puede apreciar en la figura 53, es muy explícita y resumida la forma en cómo se debe trabajar.

- Los cables deben estar en buenas condiciones tanto en el tendido subterráneo y aéreo.
- El tendido aéreo se debe cumplir las siguientes especificaciones técnicas:
- Para la instalación del cable de Fibra Óptica es necesario se utilice poleas o rodillos mecánicos.
- El recorrido de cable de fibra óptica siempre debe ser instalado por el 1er nivel del poste, que en algunos puntos donde se tenga un exceso de cables se puede optar por usar Chapa especial colocadas manualmente por los técnicos para su mejor acondicionamiento de cables.
- El recorrido de la Fibra debe ser instalado por la parte posterior del poste es decir en sentido hacia la fachada, caso contrario lo requiera será por la parte externa.
- En todo recorrido de Fibra Óptica que este a menos de 50 cm de una fachada debe utilizarse brazo de sección o separación para evitar que el cable este expuesto a manipulación y /o daños de terceros.

Figura N° IV.14 Uso de brazo para mejor acondicionamiento.



Elaboración Propia

A. Anclaje preformado para cable fibra óptica (retención):

Se debe utilizar este Kit de Anclaje en los siguientes casos:

- En toda instalación de un Divicau.
- En total instalación de un CTO.
- En cajas de empalme aéreo.
- En todos los finales o donde se dobla una cuadra del recorrido del Cable de Fibra Óptica.

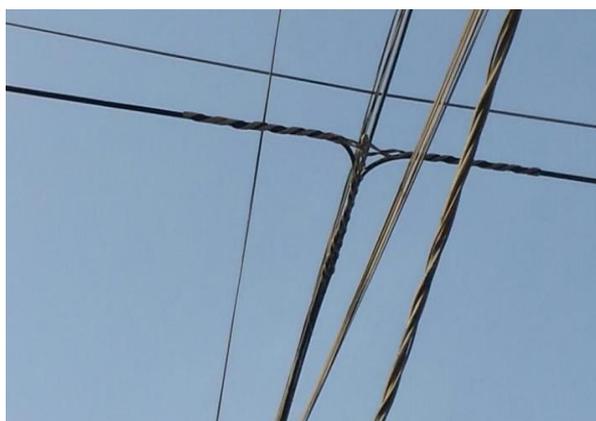
B. Suspensión preformada para cable de fibra óptica: línea recta

- El kit de suspensión preformada debe utilizarse en todos los vanos rectos o pasantes del recorrido de fibra óptica

Nota: En cruces americanos y Vanos Flojos se debe utilizar mensajero 3/16, asimismo el cable de Fibra óptica debe ser devanado con alambre para devanar.

- Cruce Americano.
- Vanos Flojos.

Figura N° IV.15 Cruce americano.



Elaboración Propia

Cruceta:

En toda reserva de cable de Fibra Óptica sea en Divicau o en Caja de empalme debe utilizarse de forma obligatoria una cruceta para poder dejar la reserva de Cable de Fibra Óptica como se detalla en la siguiente figura:

Figura N° IV.16 Cruceta para reserva de cable en aéreo



Elaboración Propia

Figura N° IV.17 Desarrollo de cable en cruceta.



Elaboración Propia

Caja de acceso universal DIVICAU.

- Limpiar el perímetro de la base de la caja.
- Extender vaselina por el perímetro de la base de la caja.
- Las entradas libres deben llevar el tapón de plástico en los obturadores de cable.
- Colocar la tapa de la caja y cerrar los broches
- Colocar los cintillos en los soportes del cable.
- Ubicar la caja de manera que los cables estén apuntando hacia abajo.
- Empotrarla en soporte de caja esto sujeta al poste previamente.

A continuación, se detalla la manera de ubicación en la figura.

Figura N° IV.18 Acondicionamiento de DIVICA.



Elaboración Propia.

Caja Terminal Óptica (CTO):

- Capacidad de hasta 16 conectores reforzados de F.O. SC/APC.
- Consta de tapa, base, tapa intermedia y una base extraíble, realizadas en policarbonato de alta resistencia.
- Bandejas de empalme de fácil acceso, fijación y obturación mecánica de los cables, tapa incluida.
- Sistema de seguridad de cierre.
- Grado de protección: IP 65.
- Los materiales están diseñados para una duración mínima de 20 años.
- Etiquetar cada cable para su identificación.

Figura N° IV.19 Ubicación de una CTO.



Elaboración Foto.

Como se explicó de forma resumida, como deberían estar las distintas cajas y la forma de adecuación correspondiente que se tiene para cada equipo.

4.1.6.2 EMPALMADORES.

En esta sección de manera general, se explica ya que en todos los empalmes que se realicen, tanto en las CTOs, DIVICAU, Bandejas, o en los misma central. Se debe considerar los siguientes puntos.

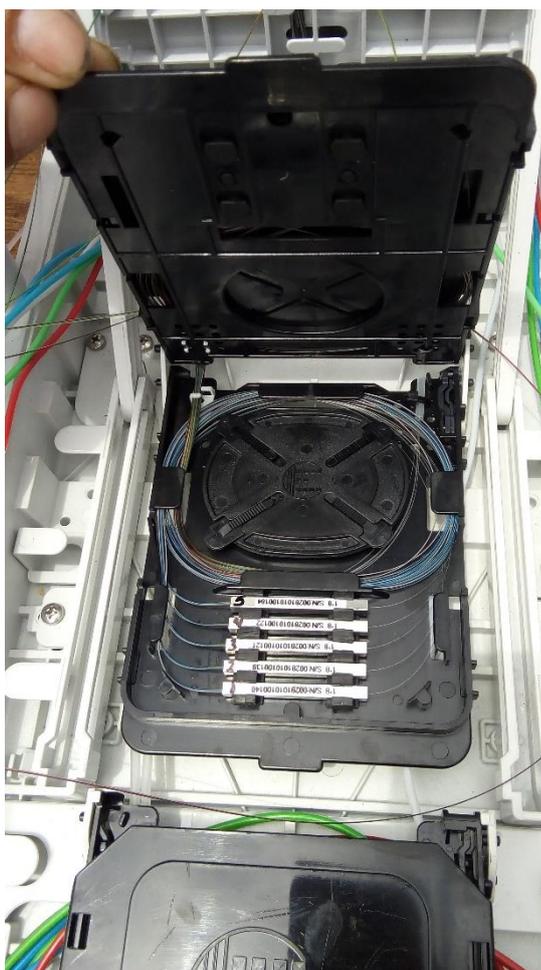
Figura N° IV.20 Fusión en CTO.



Elaboración Foto

Como podemos apreciar la preparación de la CTO y sus acabados deben estar de la forma com se ve en la fogura 58, y los hios bien acondicionados cada ranura de la bandeja esta diseñada exactamente para la ubicación de los magnitos fusionados.

Figura N° IV.21 Orden y ubicación de Spliter en el DIVICAU.



Elaboración Propia

Como se ve en la figura 59, podemos visualizar de manera que cada bandeja tiene un espacio diseñado para 5 Spliter que en total se tiene 2 bandejas para 10 Spliters. La posición y rotuladas para identificarlo correspondiente en caso de tener una haberia o tenga que cambiarse por otra.

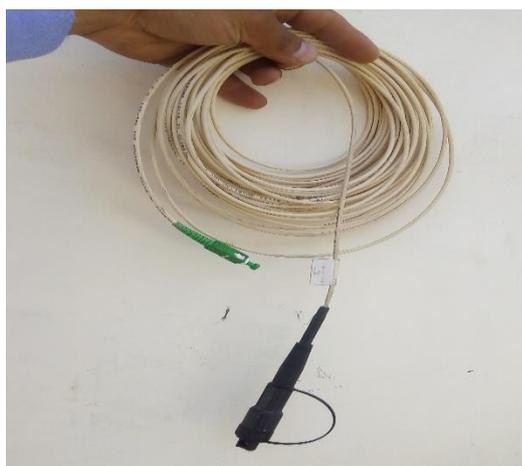
Figura N° IV.22 Preparación de DIVICAU.



Elaboración Propia

En la siguiente figura 60, se muestra el acabado de como se debe preparar y como debe quedar un DIVICAU. Lo que mas estético posible que se pueda tener para su correspondiente peinado, siendo en este punto donde se concentra el cable alimentador y el distribuidor para cada usuario o CTOs.

Figura N° IV.23 Cordón óptico de medición



Elaboración Propia

Este cordón de medición es usado cuando ya se tiene empalmada todos los puntos de empalme, como las bandejas, Divicau, CTOs, y son denominados también técnicamente como puntas de pruebas.

Con el uso del OTDR. Se identifica y mide las atenuaciones y macro corbarutas que tengan. En caso de que el empalme este generando reflectancia, se volvera a fusionar nuevamente y de encontrarse daños en la trayectoria del cable se tendra que cambiar todo el tramo de dicho tendido por una nuevo cable.

4.1.7 Cálculos de Predida de Enlace de Fibra.

Los parametros de medida que se debe considerar en cada punto de prueba son:

Tabla N° 8: Pérdidas generadas en cada segmento óptico.

ATENUACION TOTAL	Items (dBs)
Perdida de atenuacion del Splitter	-10.6
Perdida de fusion del empalme	0.1
Adaptadores de atenuacion o prueba	0.3
Atenuacion de fibra (longitud de cable)	0.35

Elaboración Propia

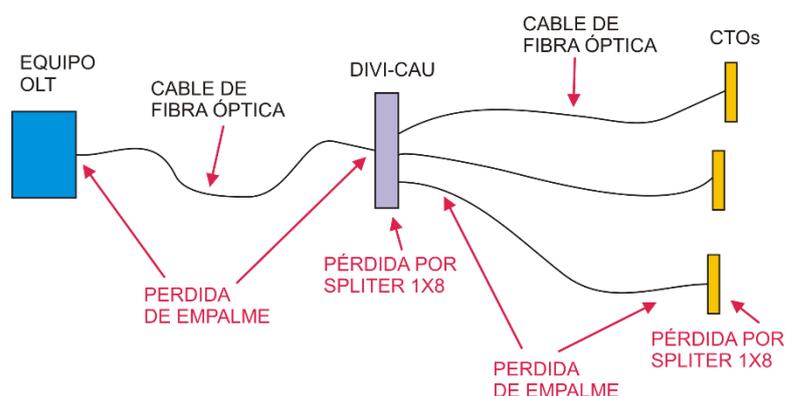
Como se podrá apreciar uno tienen que sumar las medidas en cada punto de empalme, como a continuación se mostrará en la figura 68.

Las dos consideraciones en cuanto los cálculos de pérdida, son los puntos de empalme que se genera incluyendo las atenuaciones de tramos de la central y el DIVI-CAU, también del DIVI-CUA y las CTOs, y las perdidas establecidas por el fabricante en los Splitter 1x8.

Las sumas de todas estas pérdidas son mínimas, lo que genera que no sean al 100% de Tx y Rx. A continuación, se muestra el cálculo y suma de dichos parámetros

Perdidas Máximas = Potencia media salida del transmisor – Receptor

Figura N° IV.24 Pérdidas de enlace red GPON.



Elaboración Propia

Figura N° IV.25 Medida de CTO hasta central de transmisión.

Identificadores

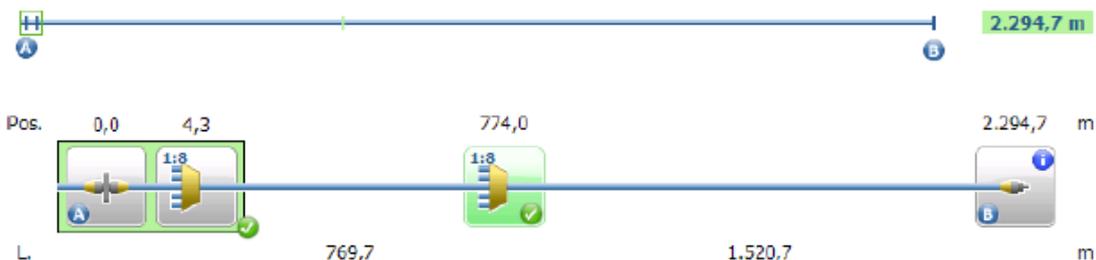
Cable ID	Fiber ID
	Fiber45

Resultados de iOLM

Longitud de tramo: 2.294,7 m
 Estado de adquisición: Finalizada

Longitud de onda (nm)	Pérdida de tramo (dB)	ORL de tramo (dB)
1625	20,040	61,66

Vista de tramo



Elaboración Propia.

Figura N° IV.26 Mediciones de CTO.

Informe de iOLM



Umbral de correcto/incorrecto del iOLM

	Longitud de onda (nm)	Pérdida de tramo (dB)		ORL máx. (dB)	Longitud de tramo (m)	
		Mín.	Máx.		Mín.	Máx.
Umbral de correcto/incorrecto personalizados	1625	0,000	22,000	15,00	0,0	20,000

Umbral personalizado de correcto/incorrecto en los elementos

	Pérdida máx. (dB)	Reflectancia máx. (dB)
Conector	0,300	-50,0
Primer conector	0,750	-40,0
Último conector	0,750	-40,0
Divisor 1:8	10,500	-50,0

Parámetros y configuración de iOLM

Configuración de prueba: PON 2 Splitters 1x8 1x8 IOR (1550 nm): 1,468325
 Tamaño núcleo fibra: 9 µm Retrodispersión (1550 nm): -81,87 dB
 Fibra de lanzamiento: 0,0 m
 Fibra de recepción: 0,0 m

Elaboración Propia

El equipo es una gran ayuda con respecto a las mediciones que se realizan al momento de probar si los tramos de tendido y empalmes se encuentran en buenas condiciones.

$$\text{Potencia entregada} = \text{potencia de salida} - \sum \text{perdidas empalmes y Splitter} \dots \text{ Ecu. (1)}$$

$$PE = 19.5 - (10.5 + 0.003 + 0.750 + 0.750 + 10.50)$$

$$PE = 19.5 - 22.5$$

PE = -3 potencia en buenas condiciones.

Esta medición es de la ventana de 1550 TV, en la ventana de 1490, es la de datos e teléfono. Los cálculos son de la misma manera solo que la potencia de bajada para la ventana 1490 es de 3.5db – 4db.

$$\text{Potencia entregada} = \text{potencia de salida} - \sum \text{perdidas empalmes y Splitter} \dots \text{ Ecu. (2)}$$

$$\text{Ventana 1550 PE (-1,-3)} = \text{PS (18.5-19.5)} - \sum (21.5 - 25.5)$$

$$\text{Ventana 1490 PE (-17.5 , -23.5)} = \text{PS (+2.5, +3.5)} - \sum (21.5 - 25.5)$$

Figura N° IV.27 Calculo de pérdida y potencia con el equipo Power Meter.



Elaboración Propia

Cálculos de las mediciones de potencia de los 30 CTOs.

Tabla N° 9: Medidas de pruebas potencia y atenuación.

N° CTO	POTENCIA 1550 dbm	POTENCIA 1310 dbm
1	-1.5	-17.55
2	-1.58	-18.2
3	-1.57	-19.2
4	-2.1	-17.99
5	-2.3	-18.87
6	-1.57	-19.66
7	-2.07	-20.24
8	-2.16	-21.54
9	-2.24	-19.54
10	-2.3	-19.5
11	-3	-21.48
12	-1.35	-21.54
13	-2.5	-22.54
14	-3	-23.5
15	-2.87	-22.14
16	-1.99	-22.14
17	-2.77	-20.12
18	-3.1	-23.45
19	-2.16	-18.23
20	-2.24	-19.24
21	-2.3	-18.45

22	-3.01	-18.23
23	-1.35	-17.45
24	-2.5	-19.48
25	-3	-19.85
26	-2.87	-21.45
27	-1.99	-23.01
28	-2	-20.09
29	-2.6	-18.12
30	-3	-18.99

Elaboración Propia

4.1.8 Presupuesto Estimado para la Implementación del Proyecto.

En esta etapa es cuando uno saca el valorizado de un estándar del costo de cada material, la mano de obra que intervendrá en la ejecución de este trabajo.

La evaluación presupuestal es general desde la central hasta las CTOs, y la mano de obra también está contemplado desde la central hasta las CTOs, ya en su posterioridad la instalación a cada cliente es otro costo no considerado dentro de este Proyecto.

Costo de materiales a utilizarse en el Proyecto.

Tabla N° 10: Cuadro de uso de materiales.

ITEM	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	UND.	PRECIO UNIT S/.	CANT.	PRECIO TOTAL S/.
1	ALAMBRE DESNUDO P/DEVANAR 0.045"	M	50	1	50.00
2	ALCAYATA TIPO J-1 3/8 X 5	UN	2	60	120.00
3	ALCOHOL ISOPROPILICO	L	11.5	5	57.50
4	ANCLAJE PREFORMADA P/CABLE FIBRA OPTICA	JGO	15	90	1350.00
5	ARANDELA CURVA P/PERNO PASADOR 5/8	UN	1	20	20.00
6	ARANDELA PLANA P/VARILLA DE ANCLA 5/8	UN	1	2	2.00
7	BANDEJA ALTA DENSIDAD P/ 128 F.O	UN	4500	1	4500.00
8	BLOCK CONCRETO PARA ANCLA	UN	34.5	2	69.00
9	BRAZO PARA ANCLA VERTICAL	UN	10	5	50.00
10	CABLE ACERO MENSAJERO Y RETENIDAS 1/4"	M	2.28	500	1140.00
11	CABLE F.OPT. MONOMODO PKP 256 FIBRAS	M	3	2000	6000.00
12	CABLE F.OPT.MONOMODO PKP 128 FIBRAS	M	2.8	600	1680.00
13	CABLE F.OPT.MONOMODO PKP 16 FIBRAS	M	2	2500	5000.00
14	CABLE F.OPT.MONOMODO PKP 32 FIBRAS	M	2.3	3000	6900.00
15	CABLE F.OPT.MONOMODO PKP 64 FIBRAS	M	2.2	200	440.00
16	CAJA DE ACCESO UNIVERSAL PARA SPLITTERS	KITS	300	1	300.00
17	CAJA EMPALME 128/96 FIBRAS OPTICAS	KITS	150	2	300.00
18	CAJA EMPALME 256 FIBRAS OPTICAS	KITS	170	1	170.00
20	CAJA EMPALME 64/48 FIBRAS OPTICAS	KITS	150	3	450.00
21	CAJA T. ÓPT. EXT. CONECT. REF. C/SPLIT	KITS	350	30	10500.00
22	CHAPA CRUCE	UN	6.43	15	96.45
23	CINTA ACERADA PESADA 1/2 X 30 M	M	70.02	10	700.20
24	CINTA AIS.PVC NEGRA 3/4-20	UN	1	10	10.00
25	CINTILLO NYLON P/AMARRE CPA-2 215 MM	UN	0.35	200	70.00
26	CINTILLO NYLON P/AMARRE CPA-3 360 mm	UN	0.38	500	190.00
27	COLLARIN P/POSTE 9/250/2/140/275	UN	23.71	5	118.55
28	ESPUMA OBTURADORA D/DUCTOS	UN	35.8	30	1074.00
29	ETIQUETA ROTULADO CABLE FIBRA OPTICA	UN	3.7	50	185.00
30	HEBILLA ACERADA 1/2	UN	0.72	260	187.20
31	HILO GUIA P/PASAR CABLE DE TIRO	M	1.5	3000	4500.00
32	MANGUITO TERMOR. EMPALME FIBRA OPTICA	UN	1.5	150	225.00
33	PAÑO SIN SOLVENTE P/FIB.OPT(280 TISSUES)	CAJA	45.5	1	45.50
34	PERNO CABEZA CUADRADA 5/8 X 10	UN	5.6	5	28.00
35	PROTECTOR CABLE TIPO U PCA-2	UN	10.5	5	52.50
36	REPARTIDOR OPTICO ALTA DENSIDAD	UN	580	8	4640.00
37	SOPORTE PARA CABLE DE FIBRA OPTICA	UN	16.8	4	67.20
38	SOPORTE PARA CAJA EMPALME 128/96 F.O.	UN	25	2	50.00
39	SOPORTE PARA CAJA EMPALME 64/48 F.O.	UN	25	3	75.00
40	SPLITTER 1X8	UN	90.8	5	454.00
41	SUSPENSION PREFORMADA CABLE FIBRA OPTICA	JGO	15	25	375.00
TOTAL S/.					52242.10

Elaboración Propia

Valorización de mano de obra que contempla el proyecto.

Tabla N° 11: Cuadro de valorización de mano de obra.

ITEM	DENOM. ABREV.	UN	TOTAL	P.B. CONCEP.		TOTAL H. BAREMO			
			UND.	CANAL.	CELAD.	EMP.	CANAL.	CELAD.	EMP.
1	CORREGIR ANOMALÍA DE POSTE	UN	5		3.2			16	
2	DEMOLER Y REPONER VEREDAS	M	2	2.5			5		
3	DESMONTAR POSTE SIN BASAMENTO O SIN ELIMINAR BASAMENTO	UN	2		2.1			4.2	
4	EMPALMAR F.O.	UN	140			0.95			133
5	INSTALAR ALAMBRE MENSAJERO Y ACCESORIOS (INCLUYE DEVANADO)	M	500		0.04			20	
6	INSTALAR ANCLA Y RIOSTRA CON TIRANTE	UN	2		6.78			13.56	
7	INSTALAR CABLE DE FIBRAS ÓPTICAS EN DUCTO O CENTRAL TELEFÓNICA	M	2400		0.08			192	
8	INSTALAR CABLE DE FIBRA ÓPTICA AÉREO	M	5500		0.08			440	
9	INSTALAR CABLE DE FIBRA ÓPTICA EN EDIFICIO	M	200		0.15			30	
10	INSTALAR CABLE EN CENTRAL	M	200		0.68			136	
11	INSTALAR CAJA DE EMPALME FIBRA ÓPTICA	UN	36			2.11			75.96
12	INSTALAR O DESMONTAR TUBO DE SALIDA O PROTECTOR "U" EN POSTE O FACHADA	UN	15		1.41			21.15	
13	INSTALAR ODF DE ABONADO Y/O BANDEJA EN RACK O GABINETE	KITD	1			2			2
14	INSTALAR ODF DE ALTA DENSIDAD CON TODOS SUS COMPONENTES	UN	6			4			24
15	INSTALAR POSTE	UN	2		7.15			14.3	
16	INSTALAR SOPORTE PARA CRUCE AÉREO CON CABLE DE ACERO (MENSAJERO)	UN	4		1.27			5.08	
19	MEDIDA RETROESPARCIMIENTO EN UNA F. O. DE ABONADO	UN	30			0.3			9
20	MEDIDA RETROESPARCIMIENTO EN UNA F. O. DE ENLACE	UN	30			0.9			27
21	OBTURAR Y/O SELLAR CONDUCTO OCUPADO O VACANTE	UN	30		0.2			6	
22	PREPARAR EXTREMO(S) CABLE DE F.O. CON SANGRADO	UN	20			4			80
23	PREPARAR EXTREMO(S) CABLE DE F.O. SIN SANGRADO	UN	30			2.5			75
24	PREPARAR TUBO(S) CABLE DE F.O. CON SANGRADO	UN	25			0.4			10
25	PREPARAR TUBO(S) CABLE DE F.O. SIN SANGRADO	UN	40			0.15			6
26	RETIRAR AGUA Y LIMPIAR CÁMARA SUBTERRÁNEA	UN	15		1.5			22.5	
27	SOLDAR Y DESOLDAR TAPAS DE C.R. Y/O ARQUETAS	UN	15	1.68			25.2		
			total	4.18	21.44	17.31	30.2	904.79	441.96

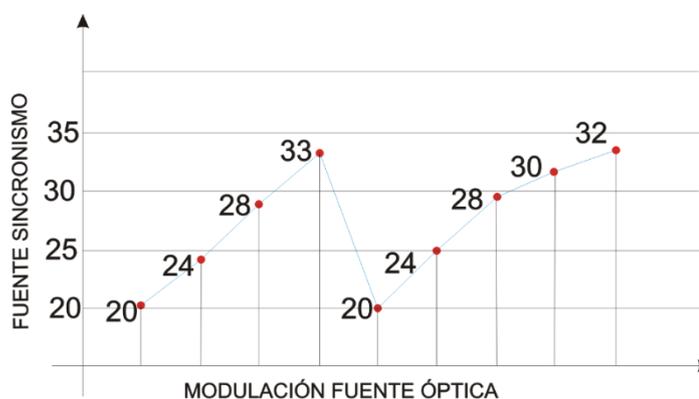
UNIDAD PARA MATERIAL DE FERRETERIA	Uno	2.52		1	2.52
Unidad para material de obras civiles	Uno		1		
BONIFICACION PLANTA EXTERNA	Uno	57.25		1	57.25
		TOTAL	30.2	980.56	441.96

Elaboración Propia

En lo que podemos apreciar, los cuadros ya mostrados nos muestran una aproximación del costo de inversión, los costos que se pusieron son los que uno puede encontrar en el mercado. Tanto para el uso de materiales como mano de obra. Esto se debe considerar variable dependiendo de la entidad que contrate los servicios o que ella misma adquiera los productos a utilizar.

El presente proyecto mejorara, la infraestructura existente de la red de planta externa, con la red óptica pasiva con capacidad de gigabit, mostrando así una mayor calidad transmisión y recepción para los clientes, y a diferentes empresas particulares que requieren de estos servicios. Optimizando el ancho de banda y la velocidad de transmisión con la que se trabaja en la actualidad.

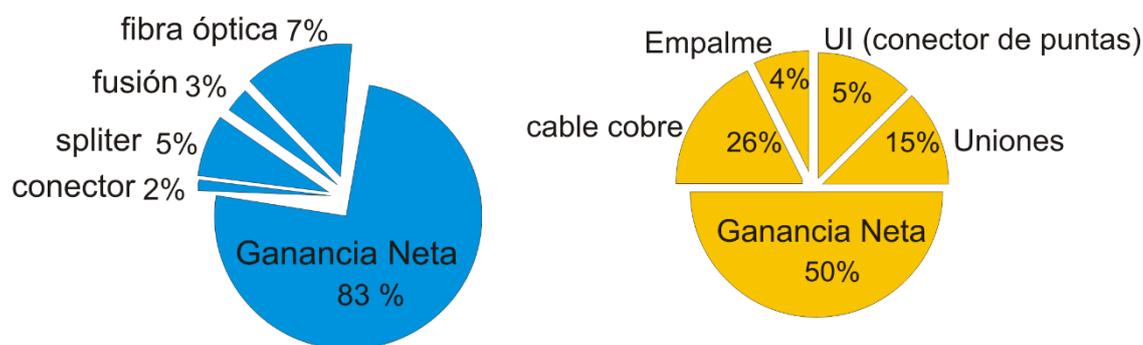
Tabla N° 12: Modo de sincronismo y potencia de GPON.



Elaboración Propia

A continuación, mostraremos una comparación en la que se ve las ventajas y ganancias que se obtuvo con la nueva red GPON en comparación con la anterior que se tenía que era de Multipar o llamada red de Cobre.

Figura N° IV.28 Comparación de eficacia transmisión GPON con COBRE



Elaboración Propia

Como podemos apreciar en la figura comparativa de los porcentajes de ganancia de velocidad y capacidad de mejora de los servicios, son más del 30% de efectividad.

En la red de cobre se daba a los clientes 10 Mbs los cuales solo llegaban a un máximo de 5- 6 Mbs, los cuales ahora con la fibra óptica se ofrece esa misma capacidad de 10 Mbs y llegan al cliente 9 – 9,45 Mbs. Y las mejoras lo podemos apreciar en la tabla 09. La cual muestra cada perdida por CTOs.

Como podemos apreciar la dicha comparación se realiza por los puntos de empalme, la cantidad de interconexión que se emplearon para dicha continuidad tanto ópticos como de cobre. Y las perdidas por longitud lineal del cable hacer utilizado en dicha red.

La Red de Fibra óptica mejoro de los 20 Mbps que se suministraban a los clientes a 200 Mbps por cliente. La capacidad operativa de un máximo de 10 clientes por caja o punto de distribución a 16 clientes de distribución por CTOs.

CONCLUSIONES

En la presente tesis se ha podido llegar a las siguientes conclusiones:

- **Primera:** El análisis y diseño óptico, con capacidad de gigabit, mejoró los servicios de telecomunicación en la urbanización la Rinconada Juliaca, brindando una mejor distribución y organización de dicha red Triple Play, teniendo un decremento del 35% en costo.
- La nueva red óptica brinda un avance tecnológico del 80%, en comparación con la red de cobre, llegando al 75% de estándar en telecomunicaciones a nivel mundial, ya que los servicios brindados en su mayoría están en los Gigabit/segundo, y que con la red de cobre solo se llegaba a los Megas/segundo.
- **Segundo:** El análisis hecho de dichas características, mostró un aumento del 80% en cuanto a la velocidad en la que se trabajaba, siendo que la red de cobre solo llegaba a un máximo de 20 MB/seg., con una atenuación de 8 – 10 MB. La red óptica se llega a 200 MB/seg., con una atenuación de 5 MB – 14MB dependiendo del punto de acceso a dichos servicios. La capacidad de dicha red tuvo incremento del 20% en cada sector de distribución, la máxima capacidad que podía soportar la red de cobre fue de 300 clientes por armario, lo que hoy con esta nueva red GPON cuenta con 450 clientes, y una proyección de crecimiento de un 10% más para futuras ampliaciones.
- **Tercero:** Se diseñó una red FTTH con estándar GPON para la red de planta externa de la urbanización de la Rinconada Juliaca, tomando como referencia otros proyectos hechos en Chile, España entre otros, lo cual mejoró la distribución para los tres niveles existentes en la infraestructura de Planta Externa, ya que contará en adelante con una sola red, la de FTTH. Los abonados como la empresa

muestran su satisfacción en dicha infraestructura mejorada a un 60 % de la adecuación de dichos cables en la distribución.

- Se tiene un mejor control de la red automáticamente monitoreada desde la central de Lima, esto se ve reflejado hasta en un 85% de respuestas inmediatas a las fallas, lo que anteriormente se esperaba de 1 a 2 meses, ahora en la red FTTH dichas solicitudes y reclamos son atendidos dentro de las 72 horas.

RECOMENDACIONES

Impactos Esperados

Impactos en Ciencia y Tecnología

Se pretende optimizar el sistema de telecomunicaciones, para estar a nivel de los países con desarrollo tecnológico, teniendo así el acceso a la información de una manera más óptima, estando así al mismo margen de las tecnologías y poder compartir información en el mismo estándar de los demás países.

Impactos Económicos

Menos inversión en el mantenimiento de la red óptica pasiva con capacidad de gigabit, tanto para los usuarios como para la empresa administradora de los servicios de red.

Impactos Sociales

Brida una mejor comunicación entre usuarios, acceso a informaciones de alta capacidad, e imágenes y video de alta definición. Brindando una satisfacción al usuario, el uso de teleconferencia video-llamadas, entre otros.

Impactos Ambientales

Evita la saturación de las vías de transmisión desde la central hasta los clientes, mostrando una mejor distinción de la red de planta externa. Con acceso al incremento de 4/5 población, con un mismo estándar de información.

REFERENCIAS

- Comunidad Andina. Recuperado el 2012, Burguete, C. G. (2012).
- Sistemas de Televisión por Cable. Recuperado el 2011, de CINIT Cervantes, M., Pesantez, D., Rosales, G., & Aranda, A. I. (2011).
- Diseño de seguridad en una Red GEPON orientada a servicios X-Play. Recuperado el 2012.
- Deluxe, T 2016, *Arquitectura y funcionamiento de las redes GPON*. (2016).
- Fernández, S. (2016). Proyecto Innovación sobre Fibra y Redes.2016

Tesis

JUAN DIEGO TINOCO ALVEAR “ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED 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.” Ecuador-2011.

ARTURO OSVALDO OJEDA SOTOMAYOR, “ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED FTTH EN UN CAMPUS UNIVERSITARIO Y UNA VIVIENDA RESIDENCIAL” Lima-2009.

MARIA SOL GOMEZ BOSSANO y ADRIANA PAOLA MOREJON GAIBOR, "ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED DE ACCESO GPON PARA LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES TRIPLE PLAY (VOZ, VIDEO Y DATOS) EN EL SECTOR ORIENTAL DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA”. Ecuador 2012.

Páginas Web

WIKIPEDIA. (5 diciembre 2017). Planta Externa. 25/01/2018, de Wikipedia Sitio web:
https://es.wikipedia.org/wiki/Planta_externa).

Ing. Miguel Veintimilla. (2014). **Red Primaria**. 25/01/2018, de SlideShare Sitio web:
<https://es.slideshare.net/ryanpier/red-primaria>).

SUBTEL. (2015). Red de telefonía básica - Subtel. 25/01/2018, de Secretaría de telecomunicaciones Sitio web:
www.subtel.gob.cl/images/stories/articles/.../asocfile/anexo_vi_1_diseno_tecnico.pdf

WIKIPEDIA. (5 diciembre 2017). Planta Externa. 25/01/2018, de Wikipedia Sitio web:
https://es.wikipedia.org/wiki/Planta_externa).

WIKIPEDIA. (3 de diciembre 2017). GPON. 26/01/2018, de Wikiédia Sitio web:
<https://es.wikipedia.org/wiki/GPON>).

WIKIPEDIA. (1 diciembre de 2017). POSTE. 27/01/2018, de Wikipedia Sitio web:
<https://es.wikipedia.org/wiki/Poste>).

WIKIPEDIA. (3/02/2018). FIBRA ÓPTICA. 3/02/2018, de wikipedia Sitio web:
https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_%C3%B3ptica).

CABLE DE FIBRA OPTICA MULTITUBO, TIPO PKP. 3/02/2018, de CABLESCOM ZARAGOZA Sitio web:
http://cablescom.com/wp-content/uploads/2015/11/HP_EE5102A_e.pdf).

AUTOMATICRALL. (08/2015). REMATE CONFORMADO PARA CABLE CERO MESAJERO. 3/2/2018, de Humbrall, S.A. de c. v. Sitio web: <http://wp.humbrall.com/wp-content/uploads/2015/08/automaticrall-09-ec.pdf>).

(PLP Argentina. (2017). Cruceta para Reserva de Cables. 3/02/2018, de PLP Argentina

Sitio web: <http://www.plp.com.br/ar/operaciones-internacionales/item/454-cruceta-para-reserva-de-cables>).

http://www.proasetel.com/paginas/articulos/mercado_internet.htm

http://www.conniq.com/InternetAccess_FTTH-architecture.htm

<http://www.fibraopticahoy.com/curso-instalaciones-ftth-los-barrios-cadiz/>

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2911/1/98T00026.pdf>

<http://www.monografias.com/trabajos14/acceso-atm/acceso-atm2.shtml>

<http://www.adslayuda.com/vdsl.html>

https://www.itochu-cable.co.jp/products/ftth/item_1002

<https://www.electrosonteleco.com/productos/>

<http://www.electrosonteleco.com/producto/caja-de-empalme-de-fibra-optica-con-acceso-universal-para-alojar-divisores-divicau-e/>

<http://www.electrosonteleco.com/productos/red-de-fibra-optica/red-de-distribucion/>

<http://www.electrosonteleco.com/producto/caja-de-empalme-de-fibra-optica-para-red-de-http://www.dspace.espol.edu.ec>

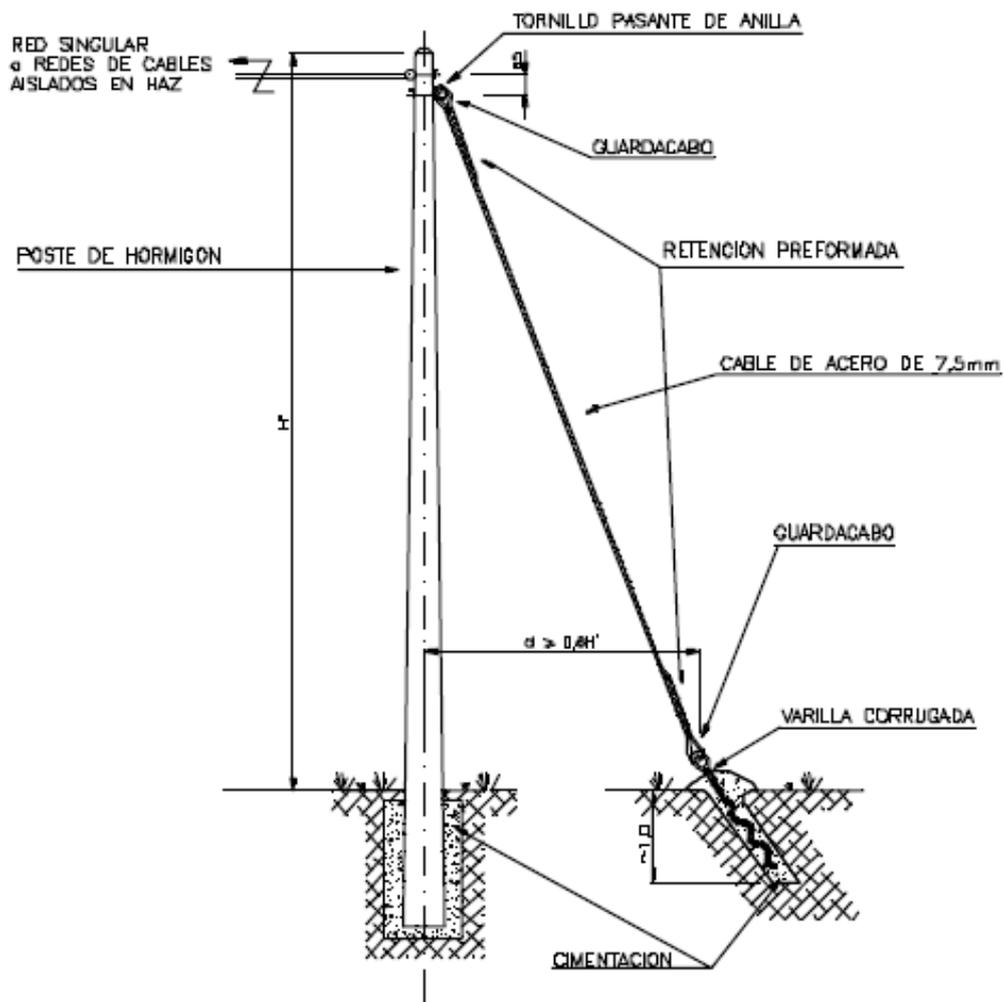
ANEXOS

1.1 ANEXOS

Anexo A

Riostras o Tirantes

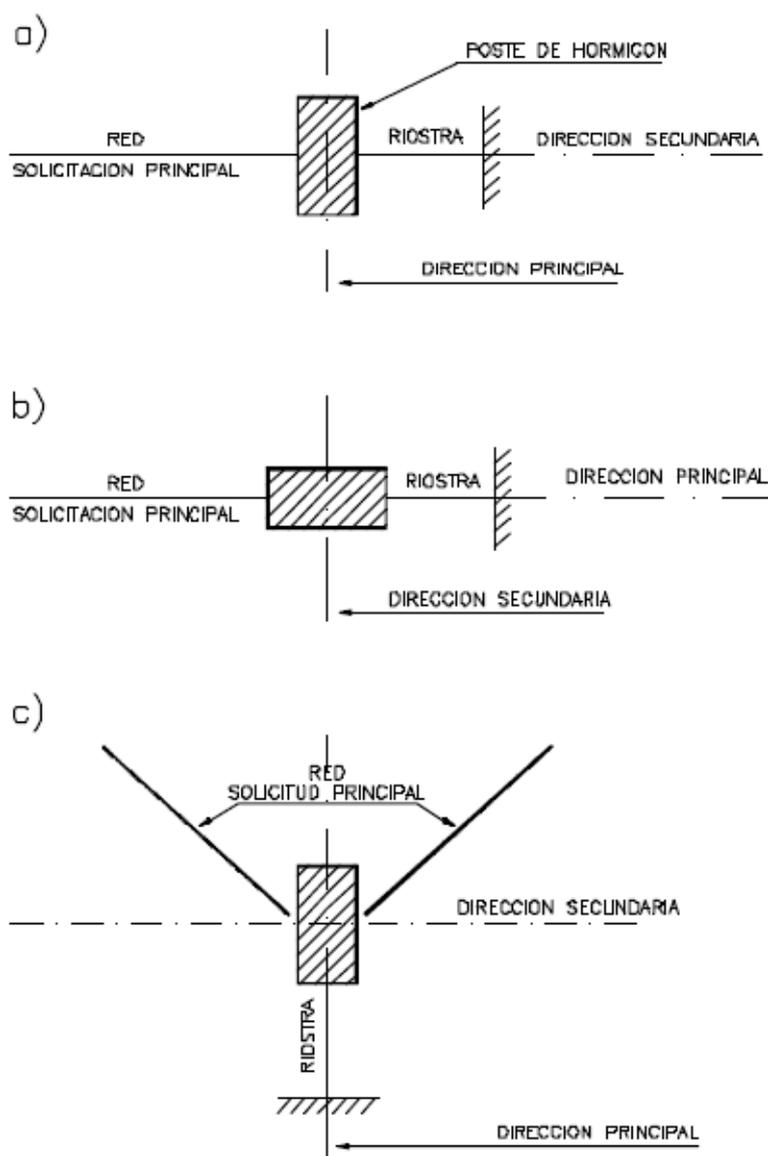
Figura N° 0.1 Arrostramiento



Arrostramientos y Acoplamientos de Postes. Serie hasta 1600

Posibles combinaciones poste-riostra.

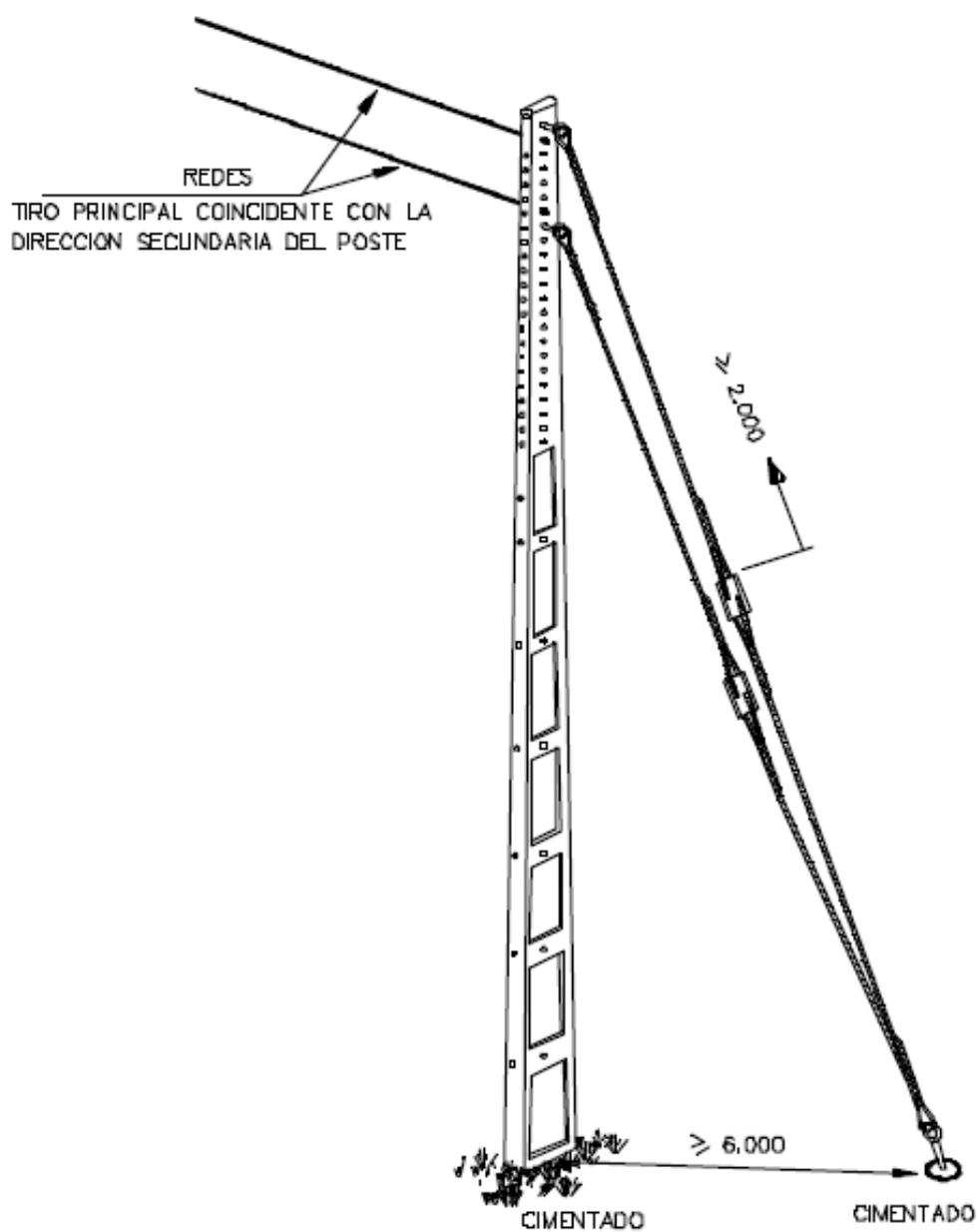
Figura N° 0.2 Modelos de posición de una riostra



Arriostramientos y Acoplamientos de Postes. Serie hasta 1600 da N

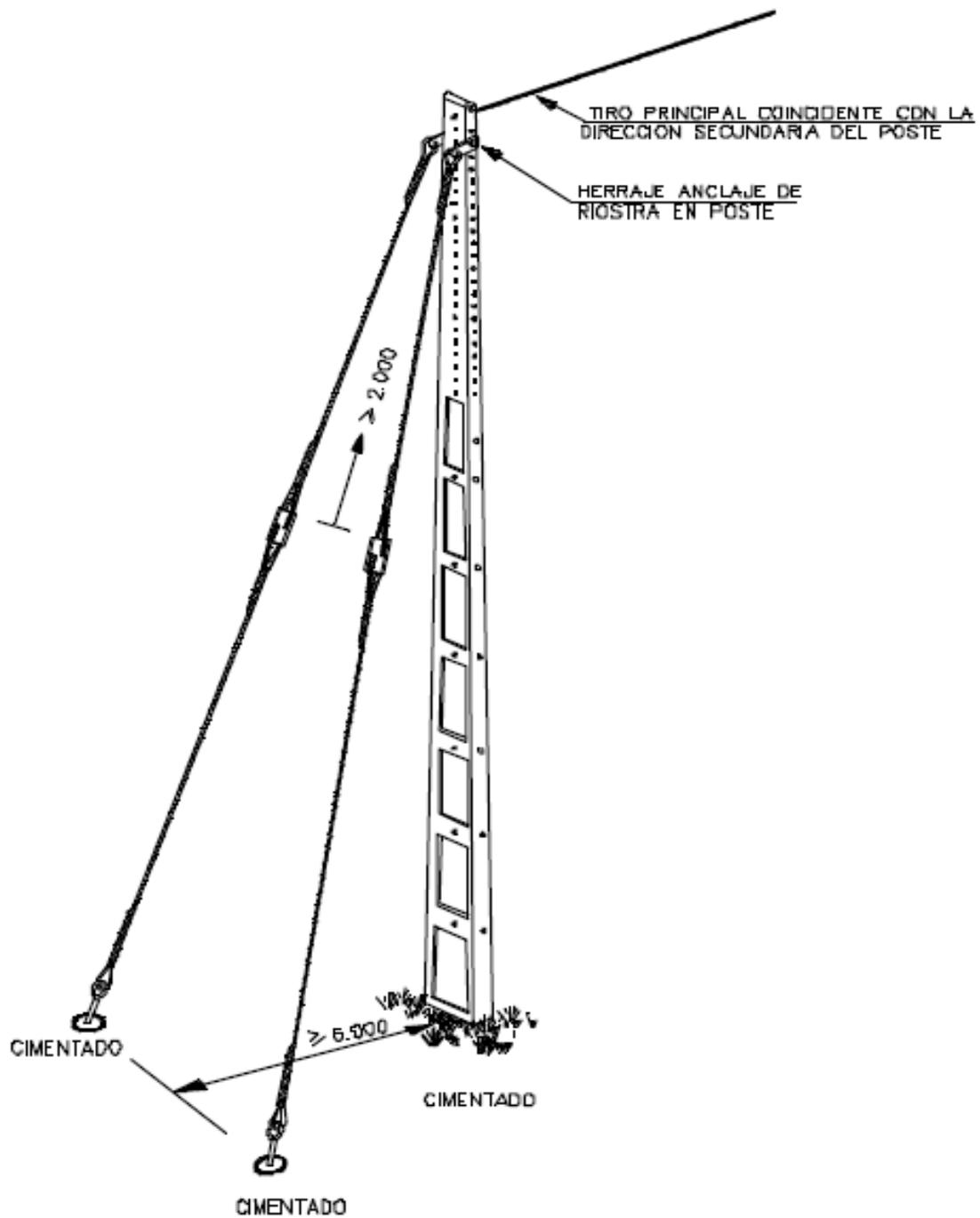
1. Dos riostras. Alzados.
 - a) Riostras situadas en un mismo plano vertical y punto de anclaje.

Figura N° 0.3 Riostra con dos alcas.



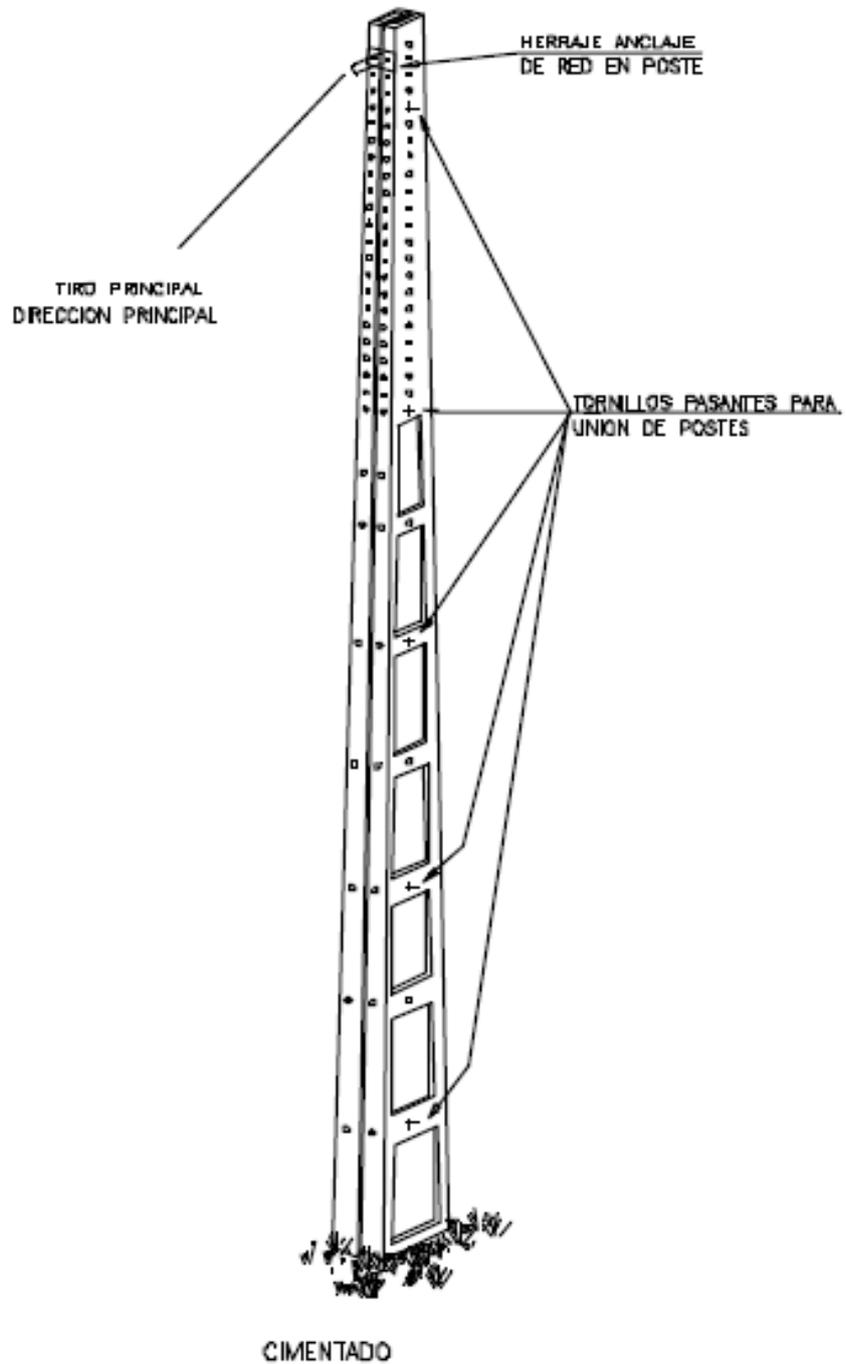
- b) Riostras situadas en distintos planos verticales y puntos de anclaje.

Figura N° 0.4 Riostra con dos alcas y cimientos.



2. Acoplamiento de Postes, "Agemelados".

Figura N° 0.5 Acoplamiento de postes.



1.2 Simbología de planos.

Estos símbolos son utilizados para el diseño y la lectura de los planos, que se realizan en planta externa ya que son casi similares a los de eléctricos.

Símbolos de uso obligatorio para la presentación de los planos del proyecto de infraestructura para su aprobación

ELEMENTO	SIMBOLO (COTAS EN mm.)	ELEMENTO	SIMBOLO (COTAS EN mm.)
CAJITA DISPERSION 10"		CAJITA DISPERSION EN NICHOS 10"	
CAJITA DISPERSION 20"		CAJITA DISPERSION EN NICHOS 20"	
TERMINAL			
COLUMNA DE 7 MTS. HUECA		CAÑO SUBIDA	
CAMARA DE 40X40		CAMARA DE 60X60	
2 DUCTOS CANALIZADOS DE PVC DE Ø 100mm		2 DUCTOS ENTERRADOS DE POLIETILENO DE Ø 60mm	

ELEMENTO A REPRESENTAR	SÍMBOLO
RETENIDAS	
Retenida de ancla	
Dos retenidas con una ancla	
Dos retenidas con dos anclas	
Retenida de banqueta	
Retenida de tempestad	
Retenida de puntal	
Retenida de estaca y ancla	
Retenida de poste a poste	
Retenida de poste a poste y ancla	

Conexión a tierra	
POSTES	
Poste de concreto reforzado	
Poste de madera	
Poste de acero troncocónico	
Poste existente	

ELEMENTO A REPRESENTAR	SÍMBOLO
Brecha	
Vía de ferrocarril	
Puente	
Arroyo	
Canal de riego principal	
Río	
Pantano	
Tubos para agua	
Drenaje	
Tubos para gas	
Cable de televisión	
Línea aérea telefónica	
Canal de riego secundario	

Tabla N° 13: Símbolos de Materiales

SIMBOLOS ESPECÍFICOS A PLANOS DE INSTALACIONES PARTICULARES	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Salida en pared para teléfono directo.
	Central privada.
	Consola de operación de Centralita Telefónica.
	Bloque de conexión. Ejemplo: de 50 pares identificados desde la A1 hasta la A5.
	Caja de distribución final. (C.D.F)
	Caja de distribución intermedia (C.D.I.)
	Nicho de distribución principal (NDP). Ejemplo: NDP de 30 pares.
	Terminal del cable de llegada.
	Caja de paso.
	Pozo de revisión.
$P \varnothing 1\frac{1}{2} / 20p$	Tubería en pared o techo indicando su diámetro, número de pares, y el material (P=Plástico, M=Metal).
$M \varnothing 2" / 30p$	Tubería en el piso indicando su diámetro, número de pares, y el material (P=Plástico, M=Metal). Nota: En caso de que se trate de canales, se indicará el ancho por el alto en vez del diámetro de la tubería.
	Cable que baja, cable que sube.
	Bloque de conexión. Ejemplo: de 50 pares identificados desde la A1 hasta la A5.

Tabla N° 14: Símbolos de instalaciones de cables múltiparas.