



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

TRABAJO DE TITULACIÓN

**CARRERA: INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y
TELECOMUNICACIONES**

TEMA: Estudio y Diseño de una red de Planta Externa con Fibra Óptica y su integración a un equipo GPON para brindar servicios TRIPLE-PLAY.

AUTOR: Edison Javier Suárez Bravo

TUTOR: Ing. Wilmer Albarracín Mg.

AÑO: 2015

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Graduación certifico:

Que el Trabajo de Titulación “Estudio y Diseño de una red de Planta Externa con Fibra Óptica y su integración a un equipo GPON para brindar servicios TRIPLE-PLAY”, presentado por el señor Edison Javier Suárez Bravo, estudiante de la carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y certificación.

Quito D.M. Marzo del 2015.

TUTOR

Ing. Wilmer Albarracín Mg.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

El abajo firmante en la calidad de estudiante de la Carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones declara que los contenidos de este Trabajo de Titulación, requisito previo a la obtención del Grado de Ingeniería en Electrónica Digital y Telecomunicaciones, son absolutamente originales, auténticas y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito D.M. Marzo del 2015.

Edison Javier Suárez Bravo
C.C. 1712404712

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado, aprueban el Trabajo de Titulación de acuerdo con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Tecnológica Israel para Títulos de Pregrado.

Quito D.M. Marzo del 2015.

Para constancia firman:

TRIBUNAL DE GRADO

PRESIDENTE

MIEMBRO 1

MIEMBRO 2

AGRADECIMIENTO

Este trabajo de titulación en primera instancia lo dedico a Dios por permitirme llegar a cumplir este logro, a mi familia por todo el amor y apoyo incondicional que me han brindado, al Ing. Wilmer Albarracín Mg. por su dedicada labor en la culminación del presente proyecto, a todos mis compañeros y maestros por haber formado parte de cada etapa hasta llegar a la culminación de esta meta.

DEDICATORIA

Con un infinito amor, a mis padres Luz Angélica (+) y Víctor; por ser el más grande ejemplo de esfuerzo, lucha y constancia para lograr las metas propuestas y por llenarme de su amor incondicional en cada paso dado a lo largo de mi vida.

A mis hijos Alexander y Mathias, por brindarme a través de su amor el más grande aliciente para seguir adelante en la lucha constante por cumplir cada uno de mis sueños, por cada día contagiarme de su alegría y ganas de vivir y enseñarme a descubrir el amor más puro y sincero, el de un padre por sus hijos. Les amo hijos míos.

A mi amada esposa Paola, por su amor, paciencia y apoyo desde el día en que empezamos a compartir nuestras vidas hasta este último paso para llegar a ser un profesional.

Edison Javier

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	i
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLA.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
Problema de Investigación: presentación y argumentación	2
Objetivo General	2
Objetivos Específicos	2
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	3
1.1. Introducción	3
1.2. CARACTERÍSTICAS Y PARÁMETROS DE FIBRA ÓPTICA.....	4
1.2.1. Ventajas de las fibras ópticas	4
1.2.2. Desventajas de las fibras ópticas.....	5
1.2.3. Clasificación de las fibras ópticas	6
1.2.4. Norma.....	7
1.2.5. Capacidad	8
1.3. PON: Red Óptica Pasiva (Passive Optical Network)	9
1.3.1. Tipos de redes PON	10
1.3.2. Redes XDSL.....	12
1.3.3. Tecnología ADSL.....	13
1.3.4. ADSL2.....	14
1.3.5. ADSL2+.....	14
1.4. GENERALIDADES DE LA ODN	15
1.4.1. Elementos activos de la red.....	15
1.4.2. Elementos pasivos (ODN)	16
1.4.3. Distribuidor o repartidor general (ODF).....	17
1.4.4. Red Feeder (troncal).....	18
1.4.5. Distritos	18

1.4.6.	Armarios (FDH)	18
1.4.7.	Caja de distribución óptica (NAP)	19
1.4.8.	Caja de distribución principal (FDB).....	19
1.4.9.	Caja de distribución secundaria (FDF).....	20
1.4.10.	Red de distribución	20
1.4.11.	Red de distribución interna.....	20
1.4.12.	Red de dispersión	20
1.4.13.	Sistemas de puesta a tierra.....	21
1.5.	MANGAS DE EMPALME.....	21
1.6.	SPLITTERS (Divisores)	21
1.7.	POSTES.....	22
1.8.	HERRAJES	22
1.8.1.	Herraje terminal o de retención.....	23
1.8.2.	Herraje de suspensión o de paso	23
1.8.3.	Herraje tipo brazo farol	23
1.8.4.	Preformado para fibra óptica ADSS.....	23
1.8.5.	Thimble Clevis	24
1.8.6.	Herraje de pozo	24
1.8.7.	Portareservas en galería de cables	24
1.8.8.	Portareservas en pozo.....	24
1.8.9.	Subida a poste para fibra óptica	25
1.8.10.	Manguera corrugada.....	25
1.8.11.	Tapón simple o guía de 38 milímetros (1 ¼ pulgada).....	25
1.8.12.	Tapón ciego de 38 milímetros (1 ¼ pulgada)	25
1.8.13.	Tapón trifurcado.....	25
1.8.14.	Tapón ciego de 110 milímetros (4 pulgadas).....	25
1.9.	IDENTIFICADORES	26
1.10.	HERRAJES EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN INTERNA AÉREA.....	26
1.10.1.	Herrajes en la red de distribución interna canalizada	27
1.10.2.	Cables en la red de dispersión.....	27
1.10.3.	Herrajes en la red de dispersión aérea.....	28
1.10.4.	Elementos en la red de distribución interna canalizada	28
1.11	ARQUITECTURA DE LA RED GPON	28

CAPÍTULO 2: DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA ESTUDIADO Y BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INVESTIGATIVO REALIZADO 30

CAPÍTULO 3: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	32
3.1. MODELOS DE RED GPON.....	32
3.1.1. Modelo masivos/casas (más de 96 clientes) splitter conectorizado	33
3.1.2. Modelo masivos/urbanizaciones (hasta 48 clientes) splitter conectorizado	33
3.1.3. Modelo masivos/urbanizaciones (hasta 48 a 96 clientes).....	35
3.1.4. Modelo masivos/edificios splitter conectorizado	36
3.1.5. Modelo parque industrial.....	37
3.1.6 Modelo móvil 3G y 4G.....	38
3.1.7. Vista macro de una red FTTH	39
3.2. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO GEOREFERENCIADO PARA REDES FTTH	40
3.2.1. Definición de la ubicación de la demanda	40
3.2.2. Recopilación de planimetría georeferenciada del área donde se va a desarrollar el diseño	40
3.2.3. Coordinación con los gobiernos autónomos descentralizados	41
3.2.4. Coordinación con empresas eléctricas zonales.....	41
3.2.5. Establecimiento de la ubicación de la OLT.....	42
3.3 CENSO Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN GEOREFERENCIAL.....	43
3.3.1. Equipos, implementos y herramientas para realizar el levantamiento de la información georeferenciada.....	43
3.3.2. Censo	43
3.4. LEVANTAMIENTO GEOREFERENCIAL DE ELEMENTOS DE RED EXISTENTES	44
3.5. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN GEOREFERENCIADA TOMADA CON EL GPS	44
3.6. DISEÑO DE LA RED DE DISPERSIÓN	46
3.7. DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN INTERNA	48
3.7.1. Cables en la red de distribución interna	48
3.7.2. Empalmes de fibra óptica de distribución interna	48
3.7.3. Identificación de la red de distribución interna.....	49
3.7.4. Consideraciones finales para la red de distribución interna.....	50
3.8 DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.....	51
3.8.1. Cables en la red de distribución	53
3.9. DISEÑO DE LA RED FEEDER.....	53
3.9.1. Cables en la red feeder.....	53
3.9.2. Empalmes de fibra óptica feeder.....	54
3.9.3. Herrajes en la red feeder canalizada.....	55
3.9.4. Elementos en la red feeder canalizada	55
3.9.5. Identificación de la red feeder	55

3.9.6. Consideraciones finales para la red feeder	56
3.10 OBRA CIVIL, CANALIZACIÓN Y POZOS	57
3.11. COSTO/BENEFICIO	58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
CONCLUSIONES.....	59
RECOMENDACIONES	60
BIBLIOGRAFÍA.....	61
ANEXOS	62
ANEXO 1: GLOSARIO DE TERMINOS / NORMAS	63
ANEXO 2: GPS.....	65
ANEXO 3: PROTOCOLO DE PRUEBAS RED GPON	67
ANEXO 4: PLANTILLA INFRAESTRUCTURA FTTH	69
ANEXO 5: PARAMETROS DE RED GPON	72
ANEXO 6: CONECTORES OPTICOS.....	74
ANEXO 7: ODF CROSSCONECCIÓN	76
ANEXO 8: DIVISION EN CASACADA.....	78
ANEXO 9: CONFIGURACION DE SEVICIOS TRIPLE PLAY.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Servicios Triple Play en una solución GPON.....	3
Figura 1.2: Descripción general de los cables de Fibra Óptica.....	7
Figura 1.3: Código de colores cable fibra óptica	8
Figura 1.4: Diagrama lógico de una red GPON.....	9
Figura 1.5: Topología PON	12
Figura 1.6: Espectro de frecuencias de las tecnologías ADSL	14
Figura 1.7: Elementos de la ODN	15
Figura 1.8: OLT.....	15
Figura 1.9: ONT	16
Figura 1.10: Elementos de la ODN	17
Figura 1.11: Distribuidor o repartidor ODF	17
Figura 1.12: Armario FDH.....	18
Figura 1.13: Caja de distribución óptica NAP	19
Figura 1.14: Caja de distribución principal FDB	19
Figura 1.15: Caja de distribución secundaria FDF.....	20
Figura 1.16: Manga de empalme.....	21
Figura 1.17: Splitters	21
Figura 1.18: Poste.....	22
Figura 1.19: Herrajes terminales o de retención.....	26
Figura 1.20: Herrajes de suspensión o de paso	27
Figura 1.21: Arquitectura de la red GPON	29
Figura 3. 1: Modelo masivo splitter conectorizado.....	33
Figura 3. 2: Modelo masivo/urbanizaciones splitter conectorizado.....	34
Figura 3. 3: Modelo masivo/urbanizaciones	35
Figura 3. 4: Modelo masivo/edificios splitter conectorizado.....	36
Figura 3. 5: Modelo parque industrial	37
Figura 3. 6: Modelo móvil 3G y 4G.....	38
Figura 3. 7: Modelo red FTTH.....	39
Figura 3. 8: Plano georeferenciado	41
Figura 3. 9: Plano ubicación OLT	42
Figura 3. 10: Censo Mariscal, mostrado en un plano georeferencial.....	44
Figura 3. 11: Archivo de datos georeferenciados en un archivo .dxf en AutoCAD.....	45
Figura 3. 12: Información georeferenciada posteditada	45
Figura 3. 13: Diseño red de dispersión.....	47
Figura 3. 14: Identificación de cables en empalme de distribución interna	49
Figura 3. 15: Identificación de cables de fibra óptica.....	50
Figura 3. 16: Diseño de red de distribución interna	51
Figura 3. 17: Identificación de cables en empalme feeder.....	54
Figura 3. 18: Identificación de cables de empalme feeder.....	56
Figura 3. 19: Diseño red feeder.....	56
Figura 3. 20: Diseño de red de canalización	57
Figura 3. 21: Costo / Beneficio	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Características de la fibra óptica	4
Tabla 1.2: Ventajas de las fibras ópticas	4
Tabla 1.3: Desventajas de las fibras ópticas	5
Tabla 1.4: Clasificación de las fibras ópticas.....	6
Tabla 1.5: Capacidad de los cables de fibra óptica	8
Tabla 1.6: Arquitecturas FTTX.....	10
Tabla 1.7: Servicios XDSL	13
Tabla 1.8: Capacidad del cable de fibra óptica	26
Tabla 3. 1: Presupuesto óptico modelo masivo splitter conectorizado33	
Tabla 3. 2: Presupuesto óptico modelo masivo/urbanizaciones splitter conectorizado.....	34
Tabla 3. 3: Presupuesto óptico modelo masivo/urbanizaciones.....	35
Tabla 3. 4: Presupuesto óptico modelo masivo/edificios splitter conectorizado.....	36
Tabla 3. 5: Presupuesto óptico modelo parque industrial	37
Tabla 3. 6: Presupuesto óptico móvil 3G y 4G	38
Tabla 3. 7: Presupuesto óptico	39
Tabla 3. 8: Diseño de red de acceso FTTH.....	40
Tabla 3. 9: Datos de la estación Mariscal Sucre	42

INTRODUCCIÓN

La necesidad de acceso a la información del usuario es cada día más exigente. Por esta razón, las empresas operadoras de servicios de telecomunicaciones han empezado a apostar por la convergencia de servicios para las redes, transportando voz, datos y video.

En ese sentido, la tecnología GPON ofrece mayor ancho de banda, mayor eficiencia de transporte para servicios IP y una especificación completa y adecuada para ofrecer todo tipo de servicios. Esta tecnología significa, para las operadoras, más ingresos, menos complejidad, más flexibilidad y capacidad para acomodar los servicios actuales y futuros con los que se podrán mantener y captar más usuarios.

Para un óptimo diseño de la red GPON se debe analizar el dimensionamiento de los equipos. Para esto, se deben considerar los requerimientos básicos que deben tener los equipos, tomando en cuenta un diseño elaborado y los valores calculados de las pérdidas que se pueden producir. Por ello es necesario considerar una marca que ofrezca garantía, calidad y rendimiento para un diseño eficiente y confiable. Esta selección de la mejor alternativa es importante para que la red sea robusta frente a cualquier falla y ofrezca servicios de calidad a los clientes.

Por otro lado, las redes GPON permiten una convergencia total de todos los servicios de telecomunicaciones. Los servicios Triple Play en las operadoras separan el video e Internet. La tecnología GPON permite una integración total de todas las capas de red. También, la arquitectura hasta el hogar, basada en fibra, supone grandes ahorros respecto a las arquitecturas de cobre, reduciendo el número de centrales y, como se mencionó anteriormente, genera grandes ahorros ya que permite ofrecer servicios de próxima generación, incluso totalmente unicast, sobre una misma red completamente IP (Internet Protocol).

Lo dicho anteriormente permitirá que las operadoras no tengan que instalar y mantener redes paralelas para cada servicio. Esto podrá ser trasladado a medio plazo en tarifas más baratas a los abonados por servicios mucho más potentes.

Problema de Investigación: presentación y argumentación

Los servicios Triple Play, últimamente, han soportado una gran demanda debido a la creciente evolución de las tecnologías, en el uso de un mayor Ancho de Banda que, por el incremento de tráfico, las redes actuales de acceso por cobre no soportan. La red actual de accesos en el sector de la Mariscal Sucre, de la ciudad de Quito, por las características físicas del cobre y la distancia entre centrales, nodos, armarios, cajas de distribución y usuarios finales, no permite alcanzar Anchos de Banda altos para poder entregar al cliente final servicios Triple Play eficientemente.

Una red de Planta Externa con Fibra Óptica y su integración a un equipo GPON brindará servicios Triple Play al sector Mariscal Sucre, buscando la mejora de las redes de comunicaciones capaces de ofrecer un mejor servicio a menor costo.

Objetivo General

Diseñar una red de Planta Externa de Fibra Óptica e integrarla a un equipo GPON, para brindar el servicio TRIPLE-PLAY en el sector de la Mariscal Sucre de la ciudad de Quito.

Objetivos Específicos

- Recopilar información sobre redes de Planta Externa con Fibra Óptica y compararlas con las ya existentes y así ajustarla al requerimiento del estudio propuesto.
- Analizar la situación actual sobre las redes de Planta Externa con Fibra Óptica y la implementación, a gran escala, en el sector de la Mariscal Sucre, de la ciudad de Quito.
- Diseñar una red de Planta Externa con Fibra Óptica para la integración con un equipo GPON a fin de brindar servicios TRIPLE-PLAY eficientemente.

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. Introducción

En el presente capítulo se revisará la red GPON y las diferentes tecnologías de acceso con un estudio que indique las principales características de cada una de ellas: anchos de banda y distancias con las que se puede operar satisfactoriamente.

También se podrá determinar las ventajas y desventajas que traerá la implementación de la tecnología GPON al usar mayores velocidades de transmisión en voz, datos y video.

Los proveedores del servicio Triple Play utilizan varias tecnologías de acceso, siendo las más utilizadas las de cobre y las de fibra óptica. Actualmente, la provisión de servicios se está inclinando por la tecnología GPON, ya que la misma brinda mejores condiciones de servicio al cliente final, por las diferentes aplicaciones que se pueden obtener, como un ancho de banda más alto. (Rivera, 2012, pág. 57)

En la Figura 1.1 se muestra un diagrama completo de servicios Triple Play utilizando una red de acceso GPON.

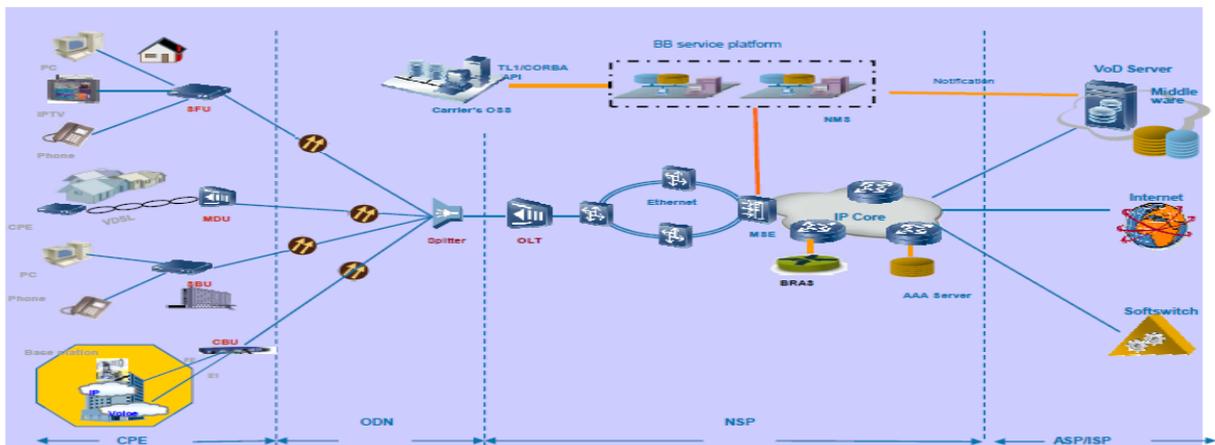


Figura 1.1: Servicios Triple Play en una solución GPON

Fuente: (TE Connectivity, 2014, pág. 14)

1.2. CARACTERÍSTICAS Y PARÁMETROS DE FIBRA ÓPTICA

La fibra óptica es una guía de onda dieléctrica cilíndrica, por cuyo interior viaja la información como ondas electromagnéticas, con la particularidad de ser muy cortas, iguales o muy próximas a las ondas de la luz visible, es decir, ondas submilimétricas.

El método de transmisión consiste en modular los parámetros de la luz, conforme a la señal de información y guiarla a su destino a través de un medio óptico que es, en este caso, una fibra muy delgada de vidrio silicoso u otro material adecuado constituido de un núcleo con un índice de refracción n_1 , un manto o envoltura de índice de refracción n_2 y un recubrimiento.

Tabla 1.1: Características de la fibra óptica

Núcleo o alma	Es la porción conductora de luz; es el centro dieléctrico en una fibra óptica, cuyo índice de refracción es mayor que el índice de refracción del medio que la envuelve
Manto o envoltura	Forro exterior o envoltura fundido al núcleo de la fibra.
Recubrimiento	Envoltura de protección mecánica que evita la penetración de rayos de luz.

Fuente: Investigador

La luz se propaga en forma recta en un medio cuyo índice refractivo es uniforme, y es refractada o reflejada en la frontera entre dos medios cuyos índices refractivos sean diferentes. Estos tres, rayo recto, rayo refractado y rayo reflejado, se conocen como los tres caracteres básicos de la luz.

1.2.1. Ventajas de las fibras ópticas

Tabla 1.2: Ventajas de las fibras ópticas

Bajas pérdidas de transmisión	Las fibras ópticas tienen pérdidas de potencia mucho más bajas que los cables de pares balanceados o los cables coaxiales que utilizan cobre. Esto significa lograr distancias de transmisión mucho mayores con una misma potencia sin necesidad de repetidores.
Ancho de Banda amplio	Los cables de fibra óptica ofrecen menores pérdidas para una misma frecuencia de transmisión. Esto significa que se puede enviar una mayor (mucho mayor) cantidad de información a través de la fibra óptica en un mismo tiempo.

Tamaño pequeño y menor peso	Los cables de fibra óptica son más pequeños en diámetro y más livianos en peso que sus contrapartes metálicos. Un cable de fibra óptica puede acomodar un mayor número de “núcleos” ya que el diámetro típico de las fibras es de 125 um y, por ende, mucho menor que los cables metálicos. Esto representa grandes ventajas en el tendido de cables.
Inmunidad a las interferencias electromagnéticas	Debido a que el vidrio no es un material conductor (eléctrico), los cables de fibra óptica no son afectados por la inducción electromagnética externa (cables de alto voltaje, ondas de radio o televisión, etc.).
Aislamiento eléctrico	Debido a que la fibra óptica está construida de vidrio, que es un material aislante (a la electricidad), no es necesario preocuparse acerca de los lazos a tierra, la conversación cruzada de fibra a fibra es muy baja y los problemas de interfaces entre los equipos se ven muy simplificados.
Seguridad de las señales	Con el uso de la fibra óptica se logra un mayor grado de seguridad de las señales. Éstas están bien confinadas dentro de la fibra y cualquier filtración de luz hacia afuera la absorbe el recubrimiento plástico del cable. En aplicaciones donde la seguridad de la información es un factor importante, tales como las militares, financieras, redes de datos, etc., este factor puede ser determinante en la decisión de uso de este medio de transmisión.
Ahorros de recursos	El cuarzo, que es el principal componente de la fibra óptica, tiene menor precio que el cobre. Además, para construir una fibra óptica se requiere una menor cantidad de material que en el caso de los cables metálicos. Esto es un factor importante para los productores de fibra óptica y tiene una relación directa con el precio final del cable.

Fuente: (CNT E.P, 2014, pág. 11)

1.2.2. Desventajas de las fibras ópticas

Tabla 1.3: Desventajas de las fibras ópticas

Conversión electro óptica	Antes de enlazar una señal eléctrica de comunicación a una fibra óptica, la señal debe cambiar al espectro luminoso. Esto se lleva a cabo por medios electrónicos en el extremo del transmisor que dan un diseño propio a la señal de comunicaciones, transformándola en una señal óptica usando un LED o un láser de estado sólido. La señal se dispersa por la fibra óptica y en el extremo receptor de la fibra debe cambiar, nuevamente, en una señal eléctrica antes de ser utilizada.
Camino homogéneos	Se necesita un camino físico directo para el cable de fibra óptica. El cable se puede enterrar directamente, situar en tubos o disponer en cables aéreos a lo largo de vías homogéneas. Para localizaciones con campos montañosos, o algunos entornos urbanos, pueden ser más adecuados otros métodos de comunicación sin hilos.

Instalación especial	Ya que en la fibra óptica prevalece el vidrio de sílice, son necesarias técnicas especiales para la ingeniería e instalación de los enlaces. Ya no se aplican los métodos usuales de instalación de cables de hilos, como por ejemplo, sujeción, soldadura y wire-wrapping. También se requiere un aprovisionamiento adecuado para probar y poner en servicio las fibras ópticas.
Reparaciones	Un cable de fibra óptica que ha resultado averiado no es fácil de reparar. Los métodos de reparación requieren un equipo de técnicos con mucha capacidad y experiencia en el manejo del equipamiento. En algunas situaciones puede ser necesario reparar el cable entero. Este problema puede ser aún más complejo si hay un gran número de usuarios que necesitan de ese servicio. Es importante por ello, el diseño de un sistema personal que cuente con rutas físicamente diversas, que permitan enfrentar tales contingencias.

Fuente: (CNT E.P, 2014)

1.2.3. Clasificación de las fibras ópticas

Las fibras ópticas se clasifican fundamentalmente en dos grupos, según el modo de propagación.

Tabla 1.4: Clasificación de las fibras ópticas

Fibras ópticas multimodo	Son aquellas que pueden llevar y transmitir varios modos de propagación.
Fibras ópticas monomodo	Son aquellas que, por su especial diseño, pueden llevar y transmitir en un solo modo de propagación ya que tienen un ancho de banda muy elevado.

Fuente: (CNT E.P, 2014)

La fibra óptica monomodo que se utiliza en la red corresponde a dos modelos:

- ✓ En lo que pertenece a los parámetros de las fibras para las necesidades específicas de las redes de acceso, G.652D de UIT-T o mejor dentro del patrón.
- ✓ En lo que pertenece a los parámetros de las fibras ópticas monomodo para extensas longitudes o enlaces troncales, para aplicaciones terrestres y submarinas G.655 de UIT-T. (CNT E.P, 2014).

En la Figura 1.2 se muestra descripción general de los cables de fibra óptica, aplicaciones y capacidades.

NOMBRE / IMAGEN	DESCRIPCION	APLICACION	CAPACIDAD
LOOSE TUBE (tubo holgado) 	Las fibras se encuentran dentro de un buffer (tubo de plástico), de manera holgada. Los buffers se encuentran alrededor de un elemento central.	Redes acometidas canalizadas, aéreas con sujeción y directamente enterrada.	Manejan altas capacidades de cables. (6 a 96 hilos)
CENTRAL LOOSE TUBE 	Contienen un solo buffer central.	Recomendados para redes acometidas canalizadas	Manejan bajas capacidades de cables hasta 12 hilos.
AEREOS – ADSS 	Puede ser tipo loose tube o central loose tube. No tiene partes metálicas.	Se utiliza para tendidos aéreo.	Manejan altas capacidades de cables. (6 a 96 hilos)
AEREOS – FIGURA 8 	Su nombre se debe a su forma física. Consta de un mensajero de acero pegado al cable. (cubierto por la misma chaqueta)	Se utiliza para tendidos aéreo.	Manejan altas capacidades de cables. (6 a 96 hilos)
CABLE PLANO 	Es de forma ovalada-plana, fácil manipuleo, liviano. Suele ser tipo central loose tube.	Se utiliza para acometidas.	Bajas capacidad de cables hasta 24 fibras
PATCHCORDS 	Se constituye por un hilo de fibra con una chaqueta de 2 mm y 2 conectores en los extremos.	Los patchords conectan el ODF con el equipo activo (uso interior).	2 fibras
PIGTAILS 	El pigtail es un hilo de fibra con una cubierta de 900 μm , sus longitudes son variables y pueden tener cualquier tipo de adaptador.	Se fusiona con un hilo del cable de fibra óptica y conectarse a un adaptador del ODF, tienen conector solo en uno de sus extremos.	1 fibra

Figura 1.2: Descripción general de los cables de Fibra Óptica
 Fuente: (CNT E.P, 2014)

1.2.4. Norma

Los cables de fibra óptica para Feeder y Distribución deberán cumplir la norma ITU-T G.652D.

Los cables de fibra óptica para Dispersión y Distribución Interna deberán cumplir la norma ITU-T G.657.A1 o G.657.A2.

A continuación, en la Figura 1.3 se muestra la identificación de los hilos del cable de fibra óptica en función de la Norma TIA/EIA 598:

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

Figura 1.3: Código de colores cable fibra óptica
Fuente: (TE Connectivity, 2014)

1.2.5. Capacidad

En la Tabla 1.5 se muestra la capacidad de los cables en las diferentes partes de la red de fibra óptica.

Tabla 1.5: Capacidad de los cables de fibra óptica

Capacidad de los Cables de Fibra Óptica		
APLICACIÓN	CAPACIDAD	TIPO
FEEDER	288, 144 hilos.	DUCTO (G.652D)
DISTRIBUCIÓN	96, 72, 48, 24, 12 hilos.	ADSS o DUCTO (G.652D)
DISPERSIÓN	2 hilos.	ADDS, DUCTO o FIG. 8 (G.657.A1 o G.657.A2)
DISTRIBUCIÓN INTERNA	48, 24, 12 hilos.	DUCTO LSZH (G.657.A1 o G.657.A2)

Fuente: Investigador

1.3. PON: Red Óptica Pasiva (Passive Optical Network)

El concepto de red óptica pasiva (PON) fue propuesto originalmente por investigadores de British Telecom, en el año 1987, con el ánimo de disponer de un tipo de red FTTH que fuese económicamente viable y, a la vez, lo suficientemente flexible como para acomodar nuevos servicios en la medida que fueran apareciendo .

Aunque los esfuerzos iniciales se centraron en demostrar la paridad en cuanto a costo con respecto a otras infraestructuras, basadas en el uso de cables de cobre al transportar telefonía básica y servicios de banda estrecha (TPON o “Telephony over PON”), pronto quedó claro que dicho concepto era válido para poder soportar servicios de banda ancha basados en el transporte de señales ATM, dando lugar a las denominadas redes APON (ATM – PON) (Stallings, 2002, págs. 130-135).

Las redes GPON (Gigabit Passive Optical Network) están diseñadas para brindar servicios que requieren un gran ancho de banda como, por ejemplo, la IPTV o televisión de alta definición. “Estas redes permiten brindar servicios Triple Play (voz, datos y video) con velocidades de acceso mayores a 50Mbps, para el Internet, con bajos costos de mantenimiento y operación” (Stallings, 2002, pág. 140). Para llevar la fibra óptica lo más cerca posible del usuario, han surgido las Arquitecturas FTTX (Fibra hasta “X”, donde “X” es sustituida por el lugar donde la fibra es llevada) que reducen el uso de cobre (Vallejo, 2012) (Malfer & Quezada Daniel, 2009).

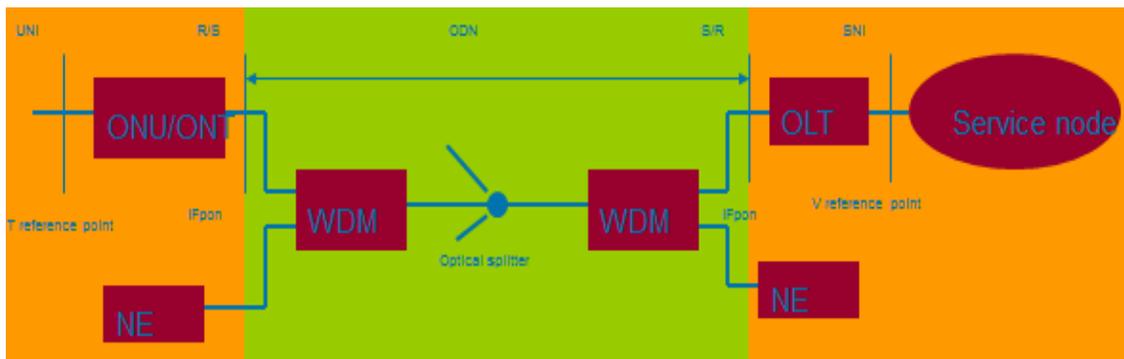


Figura 1.4: Diagrama lógico de una red GPON
Fuente: (TE Connectivity, 2014, pág. 13)

Entre las Arquitecturas FTTX se pueden citar:

Tabla 1.6: Arquitecturas FTTX

FTTH (Fiber to the Home)	Fibra hasta la casa
FTTB (Fiber to the Building)	Fibra hasta el edificio
FTTA (Fiber to the Apartment)	Fibra hasta el departamento
FTTC (Fiber to the Curb)	Fibra hasta la acera
FTTCa (Fiber to the Cabinet)	Fibra hasta la cabina

Fuente: Investigador

1.3.1. Tipos de redes PON

Las redes PON se dividen en tres:

- APON (Asynchronous Transfer Mode over Passive Optical Network)

Especificada en la recomendación ITU-T G.983, fue la primera red que determino la FSAN (Full Service Access Network), un conjunto formado por siete operarios de telecomunicaciones, con el objetivo de juntar las especificaciones para el acceso de banda ancha a los usuarios finales (Vallejo, 2012).

- BPON (Broadband PON - Red Óptica Pasiva de Banda Ancha)

Se basa en el estándar APON y ha sido ratificada en la recomendación ITU-T G.983, con la diferencia que puede soportar otros estándares de banda ancha y ofrece servicios como acceso Ethernet o distribución de video. Alcanza una velocidad de 155 Mbps fijos, tanto en el canal descendente como en el ascendente; pero, fue modificado para admitir tráfico asimétrico que alcanza 622 Mbps en el canal descendente y en el canal ascendente 155 Mbps. También admite tráfico simétrico en donde el canal descendente y el canal ascendente alcanzan 622 Mbps, pero su costo es muy elevado y tiene limitaciones técnicas (Vallejo, 2012).

- GPON (Gigabit-capable PON)

Estandarizada por ITU-T y nombrada Gigabit-capable PON (GPON), fue aceptada en 2003-2004 y ha sido normalizada en las recomendaciones G.984.1, G.984.2, G.984.3 y G.984 (Vallejo, 2012).

GPON es un estándar de las redes PON que alcanza una velocidad superior a 1 Gbps, soporta varias tasas de velocidad con el mismo protocolo, incluyendo velocidades simétricas de 622 Mbps, 1.25 Gbps, y asimétricas de 2.5 Gbps en el enlace descendente y 1.25 Gbps en el ascendente.

Tiene un alcance de 20 km, aunque actualmente el estándar ha sido apto para alcanzar los 60 km, el máximo número que puede soportar una misma fibra es de 64 usuarios, pero puede alcanzar a soportar hasta 128 usuarios.

GPON usa multiplexación WDM (Wavelength Division Multiplexing), la cual permite que la información viaje tanto ascendente como descendente en la misma fibra óptica.

GPON es un modelo muy fuerte, pero a la vez muy complicado de implementar que ofrece:

- ✓ Soporte global multiservicio: incorporando voz (TDM, SDH, SONET), Ethernet 10/100 Base T, Frame Relay, ATM y muchas más.
- ✓ Alcance físico de 20 km
- ✓ Soporte para algunas tasas de transferencia, incluyendo tráfico simétrico de 622 Mbps, tráfico simétrico de 1.25 Gbps y asimétrico de 2.5 Gbps en sentido descendente y 1.25 Gbps en sentido ascendente.
- ✓ Facilidades de gestión, operación y mantenimiento, desde el equipo OLT al modem de usuario ONT.
- ✓ Seguridad a nivel de protocolo ya que cuenta con la cualidad multicast del protocolo (Vallejo, 2012).

GPON brinda un amplio soporte de servicios, insertando voz (SONET, TDM, SDH), ATM Ethernet, Frame Relay, líneas arrendadas, extensiones viiiBless, etc., mediante el uso de un método de encapsulación conocido como GEM (GPON Encapsulation Method). GPON brinda una mejora de la confiabilidad de la red de acceso usando SDH (Jerarquía Digital Sincrónica) como cambios de protección automáticos y cambios de protección forzosos; sin embargo, se les considera como opcionales, ya que la utilización de esta tecnología implica la realización de sistemas económicos (Vallejo, 2012, pág. 67).

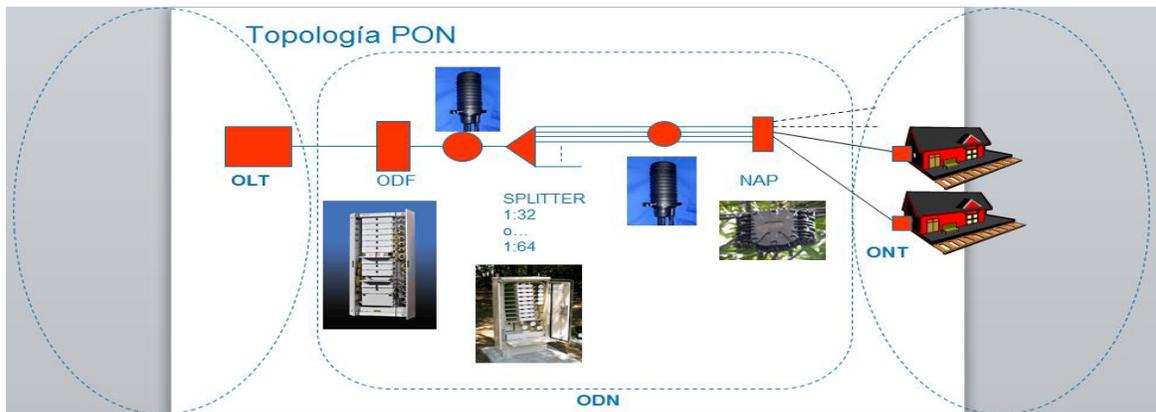


Figura 1.5: Topología PON
Fuente: (TE Connectivity, 2014, pág. 12)

1.3.2. Redes XDSL

XDSL (digital subscriber lines o líneas digitales de abonado) es un grupo de técnicas que se utilizan para proveer servicio de banda ancha a través de cable de cobre.

Las tecnologías XDSL surgieron para obtener que la red de cobre, que actualmente se encuentra instalada para el servicio telefónico, se pueda cambiar adicionalmente en una línea de acceso que nos permita la transportación de datos a una gran velocidad. En XDSL se utilizan módems en ambos extremos de la línea para permitir el flujo de datos.

Los modelos de servicios XDSL son:

- **Simétricos:** La velocidad de downstream (red-abonado) y upstream (abonado-red) son iguales, aquí tenemos: shdsl, sdsl y hdsl.
- **Asimétricos:** la velocidad de downstream (red-abonado) es mayor a la de upstream (abonado-red), aquí tenemos: adsl, vdsl, entre otros (Malfer & Quezada Daniel, 2009).

En la Tabla 1.7 se muestran los diferentes tipos de servicio XDSL:

Tabla 1.7: Servicios XDSL

TIPO	Significado de iniciales	Velocidades Down/Up links	Soporte de voz analógica	Distancia Km.	Esquema de modulación/codificación
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line	8Mbps/1Mbps	Si	5.5	DMT ¹ / CAP ²
HDSL	High bit-rate Digital Subscriber Line	1.5-2Mbps/1.5-2 Mbps	No	4.6	2B1Q ³
SDSL	Single line Digital Subscriber Line	784Kbps/784Kbps	No	6.9	2B1Q
SHDSL	Single – pair High bit- rate Digital Subscriber Line	2.3Mbps/192Kbps	No	6.5	TC-PAM ⁴
VDSL	Very high data rate Digital Subscriber Line	12-52Mbps/6-26Mbps	No	9	QAM
IDSL	ISDN Digital Subscriber Line	144Kbps/144Kbps	No	5.5	2B1Q

Fuente: (Contreras, 2009, pág. 21)

A mayor distancia, menor ancho de banda ya que en grandes distancias aumenta mucho la atenuación y disminuye la relación Señal a Ruido (SNR) del par de cobre (Malfer & Quezada Daniel, 2009, pág. 35).

1.3.3. Tecnología ADSL

ADSL (Línea de Abonado Digital Asimétrica) comparte el par de cobre de la línea telefónica tradicional para la transmisión de datos, por lo cual utiliza frecuencias superiores a la de la banda de voz (4KHz).

Entre las principales características de ADSL se tiene:

- Utiliza frecuencias que llegan hasta 1,1MHz.

- Maneja un rango de frecuencias que permite el uso del servicio telefónico y el servicio de datos sin que se presente interferencia entre ambos.
- Permite mayor caudal en downstream que en upstream (Malfer & Quezada Daniel, 2009).

1.3.4. ADSL2

ADSL2 es un estándar que presenta mejoras sobre ADSL.

Características:

- Mayor ancho de banda.
- Mayores distancias alcanzadas.
- Mejoras en el manejo de potencia y consumo.

1.3.5. ADSL2+

- Evolución sobre ADSL2.
- El ancho de banda utilizado se duplica y llega a 2.2 MHz.
- Velocidad de descarga (downstream) llega hasta 26 Mbps para circuitos cortos.
- Mayor distancia (>5.5 Km aprox.) (Malfer & Quezada Daniel, 2009).

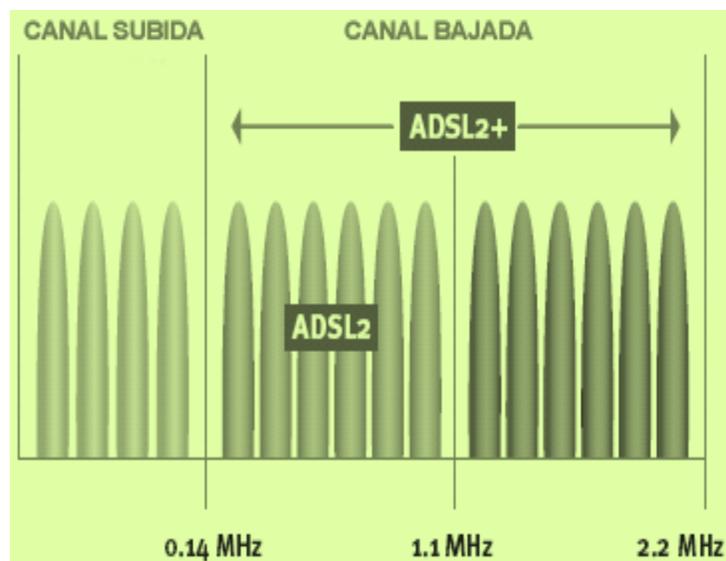


Figura 1.6: Espectro de frecuencias de las tecnologías ADSL
Fuente: (Perea, 2009, pág. 25)

1.4. GENERALIDADES DE LA ODN

La ODN conforma todo el conjunto de elementos pasivos que interconectan un equipo final con la central local, empieza desde el cliente final, transitando la red de dispersión, la red de distribución y la red feeder (troncal), instaladas en forma aérea o subterránea. Se debe garantizar un presupuesto óptico de máximo 25 dB, desde el equipo activo OLT hasta la ONT instalada en el usuario.

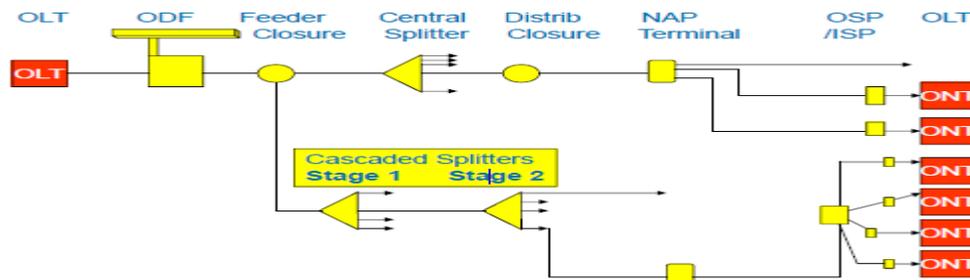


Figura 1.7: Elementos de la ODN
Fuente: (TE Connectivity, 2014, pág. 15)

1.4.1. Elementos activos de la red

OLT

La OLT (Terminal de Línea Óptica) es usada para suministrar servicios como Internet de alta velocidad, Voz sobre IP y Televisión por medio de IPTV, todo esto a través del GPON (Red Óptica con Capacidad Gigabit). La OLT trabaja en grupo con la ONT (Terminal de Red Óptica) para brindar los servicios. La OLT es parte a la Red de Acceso (Donoso, 2011).



Figura 1.8: OLT
Fuente: Investigador

ONT

Es un aparato que se ubica en la casa del usuario en instalaciones FTTH/GPON. Transforma la línea de fibra óptica en interfaces Ethernet típicas suponiendo, por lo tanto, el final de la línea de fibra. Es el equivalente al PTR (Punto de intervención de la red) en las instalaciones telefónicas tradicionales (Donoso, 2011, pág. 28).

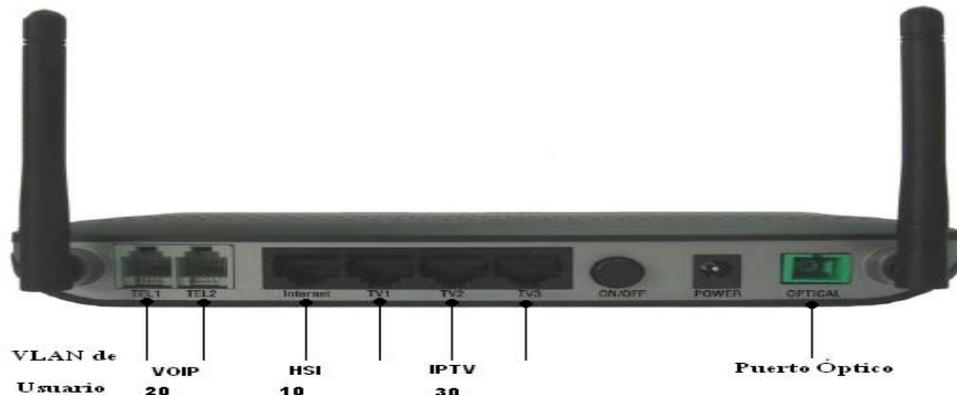


Figura 1.9: ONT
Fuente: Investigador

1.4.2. Elementos pasivos (ODN)

- Repartidor o distribuidor principal (ODF)
- Armarios
- Mangas
- Splitters (divisores)
- NAP (Network Access Point)

1.4.4. Red Feeder (troncal)

Interconecta el distribuidor (ODF) con los Armarios, está constituida por cables de fibra óptica que inician de la central y se distribuyen hacia armarios de repartición. Generalmente van por canalización en subductos, es la parte troncal de la red.

1.4.5. Distritos

Son las zonas en las que se divide una ciudad geográficamente en función de la red. Cada zona tiene su armario. También se habla de zonas directas en donde el ODF (más una manga) reemplazan al armario.

1.4.6. Armarios (FDH)

Están ubicados en un determinado punto del sector y es el sitio de enlace entre la red de feeder y la red de distribución por medio de splitters de 1xn. Permiten, en forma independiente, el aumento de red feeder y de red de distribución.



Figura 1.12: Armario FDH
Fuente: Investigador

1.4.7. Caja de distribución óptica (NAP)

Es un punto de conexión entre la red de distribución y las conexiones individuales de cada abonado. Adicionalmente son puntos de corte para trabajos de operación y mantenimiento.



Figura 1.13: Caja de distribución óptica NAP
Fuente: Investigador

1.4.8. Caja de distribución principal (FDB)

La caja de distribución principal FDB se utiliza al ingreso de edificios o urbanizaciones para interconectar la red feeder con la red de distribución interna de cada inmueble.



Figura 1.14: Caja de distribución principal FDB
Fuente: (TE Connectivity, 2014, pág. 21)

1.4.9. Caja de distribución secundaria (FDF)

La caja de distribución secundaria FDF se utiliza para interconectar la red de distribución con la red de dispersión en edificios.



Figura 1.15: Caja de distribución secundaria FDF
Fuente: (TE Connectivity, 2014, pág. 12)

1.4.10. Red de distribución

Es la red que une el armario de distribución (FDH) y las cajas de distribución (NAP) y está constituida por splitters, cables de fibra óptica aéreos, murales, subterráneos, empalmes y cajas de distribución.

1.4.11. Red de distribución interna

Es la red que une la caja de distribución principal (FDB) y la caja de distribución secundaria (FDF).

1.4.12. Red de dispersión

Son los cables de fibra óptica que van desde la caja de distribución óptica (NAP) hasta la roseta óptica. Ésta se divide en dos tramos, el primero hasta un punto de transición (FDF) y luego continúa con un cable interior en el cliente final, terminando en la roseta.

1.4.13. Sistemas de puesta a tierra

Se instalará sistemas de tierra en todos los armarios los cuales deben cumplir con una resistencia máxima 5Ω (Ohmios). (S. Nilsson-Gistvik, 2007)

1.5. MANGAS DE EMPALME

Las mangas que se usan son de cierre mecánico, con la posibilidad de intervenir a su interior algunas veces. El sistema de sellado es con gel reticulado para que se logre un cierre hermético del empalme. (CNT E.P, 2014)



Figura 1.16 Figura 1.16: Manga de empalme
Fuente: (Investigador)

1.6. SPLITTERS (Divisores)

Dispositivos que permiten dividir la señal óptica de entrada en N ramas de salida con mínimas pérdidas. La necesidad de distribución de múltiples señales los hace fundamentales en las nuevas redes FTTH PON.

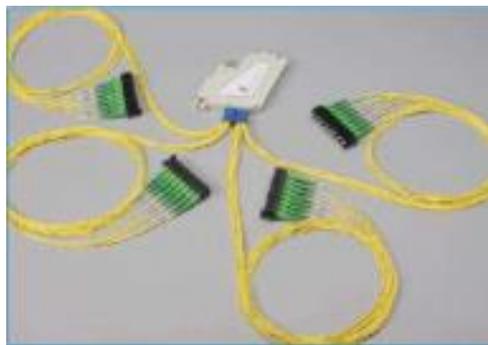


Figura 1.17: Figura 1.17 Splitters
Fuente: (Investigador)

1.7. POSTES

Se utilizan postes de hormigón armado de 10 y 12 metros de longitud y son proyectados dependiendo de la geografía del terreno y del vano del cable que será instalado.

En la ubicación de los postes se evitará que estos queden situados cerca a puertas, ventanas, cerramientos, estacionamientos o que de alguna manera interfieran con la libre circulación y acceso de las personas a los inmuebles.

La ubicación de los postes cerca de las esquinas no será menor de 2 metros en relación con el ángulo formado por el cruce de calles o avenidas y terminación de aceras. (CNT E.P, 2014)



Figura 1.18: Poste
Fuente: (Investigador)

1.8. HERRAJES

Los herrajes son piezas de acero galvanizado, que nos permiten sujetar el cable de fibra óptica aéreo al poste.

1.8.1. Herraje terminal o de retención

Se lo denomina herraje tipo A.

Se lo emplea:

- En la instalación de la caja de distribución (NAP).
- En caso de un empalme aéreo.
- Cuando el tendido del cable de fibra óptica aéreo presente un cambio de trayectoria.
- En las subidas a poste.
- En donde se tengan reservas de cable de fibra óptica.

La distancia máxima entre dos herrajes tipo A no debe superar el vano máximo del cable de fibra óptica establecido por el fabricante.

1.8.2. Herraje de suspensión o de paso

Se lo denomina como herraje tipo B.

Lo instalamos cuando existen trayectorias rectas, revisando que cada par herrajes de paso se instala un herraje terminal siempre y cuando no se supere el vano máximo del cable de fibra óptica establecido por el fabricante.

1.8.3. Herraje tipo brazo farol

El herraje tipo brazo farol puede medir desde 0,50 m hasta 1,50 m. Se lo utiliza para retirar el cable de posibles obstáculos o complicaciones en la ruta de instalación del cable. Dependiendo de la dirección del cable y de la tensión a ser soportada por el herraje se suelda un herraje tipo A o tipo B al brazo farol.

1.8.4. Preformado para fibra óptica ADSS

Son utilizados para sostener la fibra óptica tipo ADSS en el Herraje tipo A, a través de unos guardacabos especiales llamados Thimble Clevis (en vanos superiores a 100 metros) que protegen la zona del lazo de la retención.

Cada preformado tiene una gama de diámetro de aplicación, la misma que dependerá del diámetro exterior del cable de fibra óptica utilizado.

1.8.5. Thimble Clevis

El Thimble Clevis es una especie de guardacabos mediante el cual se engancha el preformado al brazo extensor del herraje de retención y debe ser utilizado siempre que se supere vanos de 100 metros.

1.8.6. Herraje de pozo

Se encuentra dentro de las cámaras o pozos de revisión de la red de canalización, se lo instala a un metro encima del nivel del suelo del pozo sobre una pared lateral y es donde se colocan las mangas de empalme.

1.8.7. Portareservas en galería de cables

Permite la fijación y organización apropiada de las reservas de cable de fibra óptica (30 metros) proyectada en la central. Se proyecta un portareserva por nodo.

Debe estar ubicado en un lugar, dentro de la estación, que garantice el buen estado de la fibra óptica.

1.8.8. Portareservas en pozo

Permite la fijación y organización adecuada de las reservas de cable de fibra óptica proyectadas cada 400 metros. La reserva de 20 metros de fibra óptica se la forma y sujeta alrededor de la losa del pozo.

1.8.9. Subida a poste para fibra óptica

Está formada por un conducto galvanizado de 5 metros de distancia y 51 mm (2 pulgadas) de diámetro. Brinda protección frente a probables averías originadas en el trayecto de la subida del cable entre el pozo al poste.

1.8.10. Manguera corrugada

Se emplea para recubrir el cable de fibra óptica al momento de guiarla por la estructura del pozo (salvo en los que se coloque reserva o empalme), recorrido en túneles hasta el rack del ODF.

1.8.11. Tapón simple o guía de 38 milímetros (1 ¼ pulgada)

Sirve para sellar en presencia de fibra alrededor del monoducto.

1.8.12. Tapón ciego de 38 milímetros (1 ¼ pulgada)

Utilizado para obturar los subductos de 36 mm de diámetro externo libres.

1.8.13. Tapón trifurcado

Se usa para fijar subductos de 36 mm de diámetro externo con ductos de 110 mm (4 pulgadas) de PVC (canalización).

1.8.14. Tapón ciego de 110 milímetros (4 pulgadas)

Se usa para fijar ductos de 110 milímetros (4 pulgadas) de PVC (canalización) libres.
(CNT E.P, 2014)

1.9. IDENTIFICADORES

Sirven para identificar los cables de fibra óptica aéreos y canalizados. Se deben considerar un identificador por poste y uno al ingreso del pozo. En caso de tener reservas de cable en pozo considerar una al ingreso y una a la salida del mismo.

1.10. HERRAJES EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN INTERNA AÉREA

Se especificarán tres tipos de herrajes para la red de distribución interna aérea:

- **Herraje terminal o de retención:** Se utiliza uno en poste por cada NAP, considerando además la configuración de este herraje que va a depender de la cantidad de cables de fibra óptica que estén cruzando por el poste y los cambios de dirección del cable. Se tienen los siguientes tipos de herrajes:

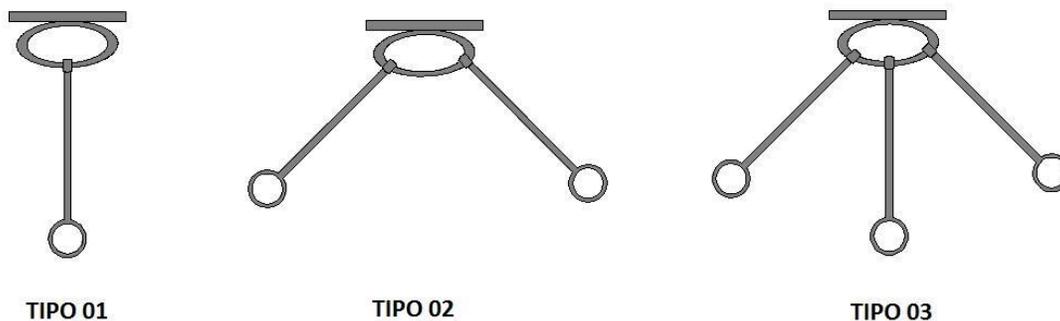


Figura 1.19: Herrajes terminales o de retención
Fuente: (CNT E.P, 2014, pág. 12)

En lo que respecta a los preformados se debe guardar la consideración del diámetro del cable de fibra óptica que se esté utilizando de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 1.8: Capacidad del cable de fibra óptica

CAPACIDAD DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA	PREFORMADO *DATOS REFERENCIALES
48 HILOS	12-2.8 mm
24 HILOS	12-2.8 mm
12 HILOS	12-2.8 mm

Fuente: Investigador

- **Herrajes de suspensión o de paso:** se utiliza uno en poste por cable siempre que su trayectoria no presente cambios de dirección y que no supere el vano especificado por el fabricante del cable de fibra óptica a ser instalado.

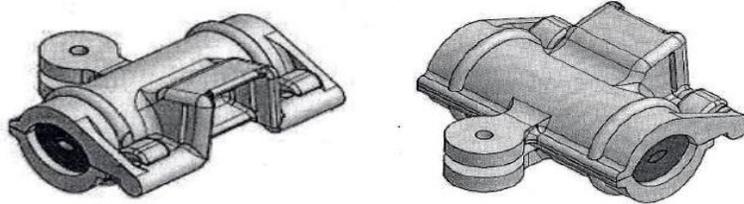


Figura 1.20: Herrajes de suspensión o de paso
Fuente: (CNT E.P, 2014, pág. 15)

- **Herraje de dispersión:** Se diseñará un herraje de dispersión en todos los postes que intervengan en el área de cobertura del proyecto, contengan o no cables.

1.10.1. Herrajes en la red de distribución interna canalizada

- **Herraje de pozo:** en caso de no existir, se proyectará al menos un juego de herraje por pozo.

1.10.2. Cables en la red de dispersión

- **Cables de dispersión aéreos.** Se los emplea para el tendido aéreo, puede ser ADSS y utilizará los herrajes correspondientes a cada tipo de cable.
- **Cable de dispersión mural.** Es el cable canalizado que se instala de manera adosada en las fachadas de las casas, utilizando grapas tipo gancho y clavos de acero.
- **Cable de dispersión canalizado.** Este cable se utiliza para el tendido a través de los ductos de canalización.

1.10.3. Herrajes en la red de dispersión aérea

Son herrajes en forma de ganchos metálicos que se colocan en los postes para soportar el cable DROP, se debe proyectar un kit por poste y en NAPs terminales dos postes adicionales.

1.10.4. Elementos en la red de distribución interna canalizada

- **Manguera corrugada:** se cuantificará 4 metros por cada pozo.
- **Tapón simple o guía de 38 milímetros (1 ¼ pulgada):** se proyectan dos por cada cable de fibra óptica que atraviese el pozo.
- **Tapón ciego de 38 milímetros (1 ¼ pulgada):** se proyecta de acuerdo a los subductos libres en el pozo.
- **Tapón trifurcado:** se proyecta uno por cada triducto a ser instalado en canalización existente.
- **Tapón ciego de 110 milímetros (4 pulgadas):** se proyecta de acuerdo a los ductos libres en cada pozo. (CNT E.P, 2014)

1.11 ARQUITECTURA DE LA RED GPON

La ODN (Red de distribución óptica) está formada por un cable feeder (troncal) que conecta el puerto del ODF y la entrada principal de splitter primario 1xn o 2xn; y, dependiendo del nivel de atenuación, a través de cables de distribución se conectan las salidas de los splitters secundarios del tipo 1xn a los equipos terminales (ONUs) a través de una caja de distribución y cables tipo Drop o de acometida (Labella, 2011, p. 34).

En la Figura 1.21 se muestra la arquitectura de la red GPON.

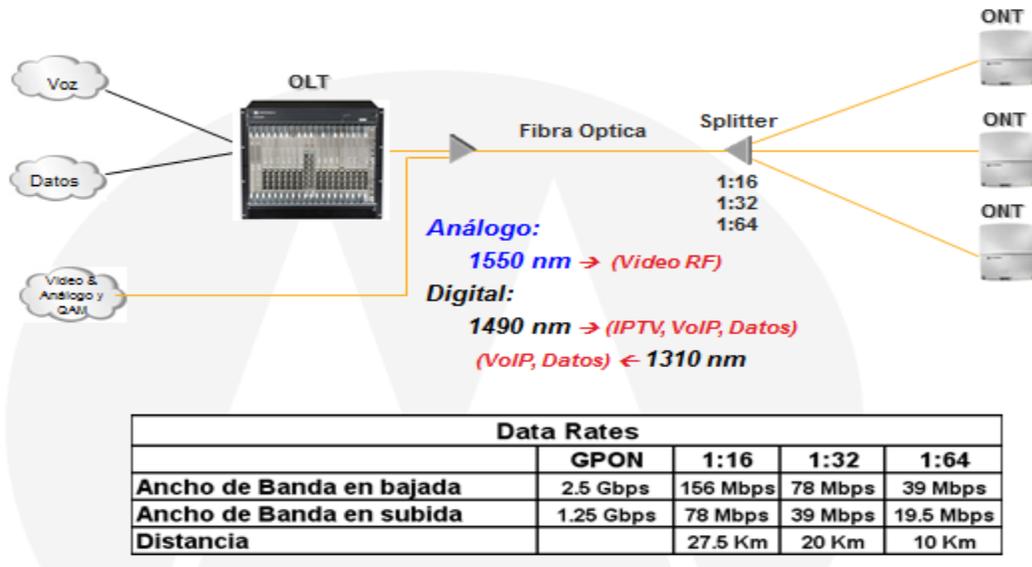


Figura 1.21: Arquitectura de la red GPON
Fuente: (TE Connectivity, 2014)

CAPÍTULO 2

DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA ESTUDIADO Y BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INVESTIGATIVO REALIZADO

De acuerdo a la demanda de servicios de Internet y Datos de Banda Ancha y al proceso de investigación inicial realizado en el presente estudio, se conoce que la red actual de accesos, en el sector de la Mariscal Sucre, por las características físicas del par de cobre y la distancia entre centrales, nodos, armarios, cajas de distribución y usuarios finales, no permite alcanzar Anchos de Banda altos para poder entregar al cliente final servicios Triple Play.

Se ha planteado como objetivo general una alternativa tecnológica utilizando una red de fibra óptica ODN e integrada a un equipo GPON, para brindar servicios Triple Play en el sector de la Mariscal Sucre.

Los objetivos específicos propuestos complementarán al objetivo general con la recopilación de información necesaria para la implementación futura, realizando un análisis de la situación actual de la red de acceso, lo que permitirá tomar decisiones para la actualización de la red en cuanto a capacidades de transmisión y últimas versiones de software y hardware.

Cumplidos estos objetivos se realizará el análisis técnico para la implementación de una red de fibra óptica ODN e integración a un equipo GPON y el respectivo cálculo matemático para sustentar que dicha ejecución del proyecto sea rentable.

En el presente estudio se ha planteado la siguiente hipótesis: La implementación de la red de fibra óptica ODN e integración a un equipo GPON alcanzará altos Anchos de Banda utilizando los elementos activos como pasivos de la red y así ofrecer servicios Triple Play al sector de la Mariscal Sucre.

La teoría en la que se fundamenta el presente estudio está basada en la compatibilidad tecnológica de los equipos OLT de la red de acceso con la tecnología GPON, así como también la experiencia de las diferentes empresas de telecomunicaciones en el manejo de redes de fibra óptica.

Este proyecto propone un diseño de red de fibra óptica ODN e integración a un equipo GPON para ofrecer servicios Triple Play. Los resultados obtenidos tendrán la confiabilidad y validez requeridas en función de que se defina y se limite los procedimientos que se llevarán a cabo, a través de los cuales se pretende dar respuesta al problema investigado.

A continuación se describen los diferentes métodos de investigación que se utilizaron para la obtención de los resultados:

Para la recopilación de información, comparación de tecnologías y análisis de situación actual de la red se utilizó el método de análisis y síntesis que consiste en la separación de las partes del problema para estudiarlas en forma individual. Terminado este proceso, y resumida la información obtenida en forma dispersa, se la agrupa para estudiarla en su totalidad.

En la parte de diseño se utilizó el método de investigación científica empírica, basada en la experiencia del autor en administración, instalación y mantenimiento de equipos OLT y redes de fibra óptica, sustentado en una investigación documental basada en las fuentes de información proporcionadas por los fabricantes de equipos OLT y redes de fibra óptica, en cuanto a la estructura y puesta a punto de los equipos.

CAPÍTULO 3

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados de la investigación desarrollada. Se mostrarán algunos modelos que pueden ser utilizados para el despliegue de la red GPON. Al mismo tiempo se señalará el procedimiento de diseño georeferenciado para redes FTTH.

También se explicará qué es una red de dispersión y cómo está estructurado su diseño. Se explicarán los elementos que comprende el diseño de la red de distribución interna. Por otro lado, se expone sobre el diseño de la red feeder con sus distintos elementos.

El capítulo terminará con las consideraciones a tomar en cuenta para la canalización respectiva y un análisis de costos y beneficios de la misma.

3.1. MODELOS DE RED GPON

A continuación se presentan algunos de los modelos establecidos a implementarse para el despliegue de la red GPON FTTH.

Para el diseño de la red se ha considerado, en primer lugar, seis tipos de conexiones: para casas (más de 96 clientes), para urbanizaciones (hasta 48 clientes), para urbanizaciones desde 48 hasta 96 clientes, para edificios, para parque industrial y una red móvil 3G y 4G. Al mismo tiempo, cada gráfico de conexión viene unido a las desventajas que se podrían observar en este tipo de conexiones.

3.1.1. Modelo masivos/casas (más de 96 clientes) splitter conectorizado

La figura 3.1 muestra la forma de conexión en casas:

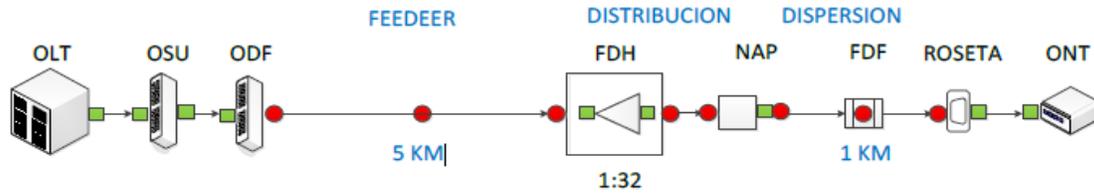


Figura 3. 1: Modelo masivo splitter conectorizado
Fuente: (TE Connectivity, 2014, pág. 23)

A continuación se muestran la plantilla para presupuesto óptico del modelo masivo splitter conectorizado.

Tabla 3. 1: Presupuesto óptico modelo masivo splitter conectorizado

PLANTILLA PARA PRESUPUESTO OPTICO			
Elementos de la Red de Fibra Optica	Cantidad	Perdida de elemento Típica (dB)	Total Perdida (dB)
Connectors (mated) ITU671=0.5dB	9	0.50	4.50
Fusion splices ITU751=0.1db average	8	0.10	0.80
Mechanical Splices ITU 751=0.1dB average		0.20	0.00
Splitters	1x2	3.50	0.00
	1x4	7.00	0.00
	1x8	10.50	0.00
	1x16	14.00	0.00
	1x32	17.50	17.50
	1x64	21.00	0.00
	2X4	7.90	0.00
	2X8	11.50	0.00
	2X16	14.80	0.00
	2X32	18.50	0.00
Fibras - Longitudes de Onda	1310nm	0.35	2.10
	1490nm	0.30	0.00
	1550nm	0.25	0.00
GRAND TOTAL (dB)			24.90

Fuente: Investigador

3.1.2. Modelo masivos/urbanizaciones (hasta 48 clientes) splitter conectorizado

En la figura 3.2 se presenta el tipo de conexión para urbanizaciones (con hasta 48 clientes).

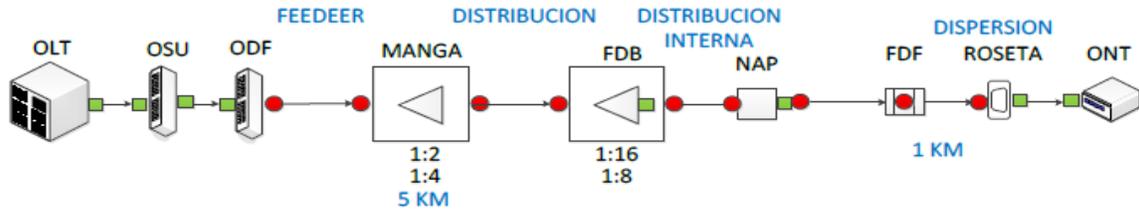


Figura 3. 2: Modelo masivo/urbanizaciones splitter conectorizado
Fuente: (TE Connectivity, 2014, pág. 12)

Este sistema ayudaría con las necesidades actuales de ancho de banda y de calidad de servicio de las urbanizaciones. Es una solución óptima para descargar de cableado innecesario a las mismas. Sin embargo, en la Tabla 1.10 se muestran las pérdidas en dB con este servicio.

Tabla 3. 2: Presupuesto óptico modelo masivo/urbanizaciones splitter conectorizado

PLANTILLA PARA PRESUPUESTO OPTICO				
Elementos de la Red de Fibra Optica	Cantidad	Perdida de elemento Típica (dB)	Total Perdida (dB)	
Connectors (mated) ITU671=0.5dB	8	0.50	4.00	
Fusion splices ITU751=0.1db average	9	0.10	0.90	
Mechanical Splices ITU 751=0.1dB average		0.20	0.00	
Splitters	1x2	1	3.50	3.50
	1x4		7.00	0.00
	1x8		10.50	0.00
	1x16	1	14.00	14.00
	1x32		17.50	0.00
	1x64		21.00	0.00
	2X4		7.90	0.00
	2X8		11.50	0.00
	2X16		14.80	0.00
	2X32		18.50	0.00
Fibras - Longitudes de Onda	1310nm	6	0.35	2.10
	1490nm		0.30	0.00
	1550nm		0.25	0.00
GRAND TOTAL (dB)			24.50	

Fuente: Investigador

3.1.3. Modelo masivos/urbanizaciones (hasta 48 a 96 clientes)

El gráfico 3.3 muestra el tipo de conexión para esta clase de viviendas.

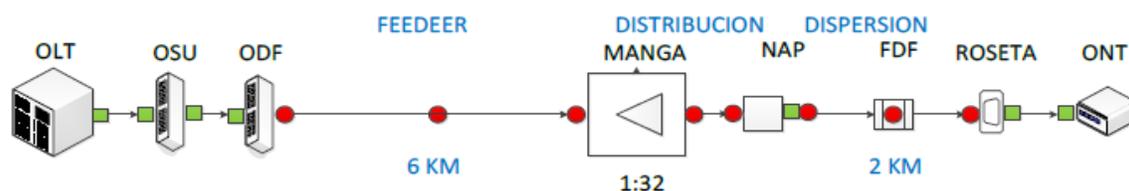


Figura 3. 3: Modelo masivo/urbanizaciones
Fuente: (TE Connectivity, 2014, pág. 14)

En la tabla 3.3. Se presenta el presupuesto óptico modelo masivo para urbanizaciones

Tabla 3. 3: Presupuesto óptico modelo masivo/urbanizaciones

PLANTILLA PARA PRESUPUESTO OPTICO				
Elementos de la Red de Fibra Optica	Cantidad	Perdida de elemento Tipica (dB)	Total Perdida (dB)	
Connectors (mated) ITU671=0.5dB	7	0.50	3.50	
Fusion splices ITU751=0.1db average	8	0.10	0.80	
Mechanical Splices ITU 751=0.1dB average		0.20	0.00	
Splitters	1x2	3.50	0.00	
	1x4	7.00	0.00	
	1x8	10.50	0.00	
	1x16	14.00	0.00	
	1x32	1	17.50	17.50
	1x64		21.00	0.00
	2X4		7.90	0.00
	2X8		11.50	0.00
	2X16		14.80	0.00
	2X32		18.50	0.00
Fibras - Longitudes de Onda	1310nm	8	0.35	2.80
	1490nm		0.30	0.00
	1550nm		0.25	0.00
GRAND TOTAL (dB)			24.60	

Fuente: Investigador

3.1.4. Modelo masivos/edificios splitter conectorizado

La figura 3.4 presenta el modelo a ser utilizado para la conexión en edificios.

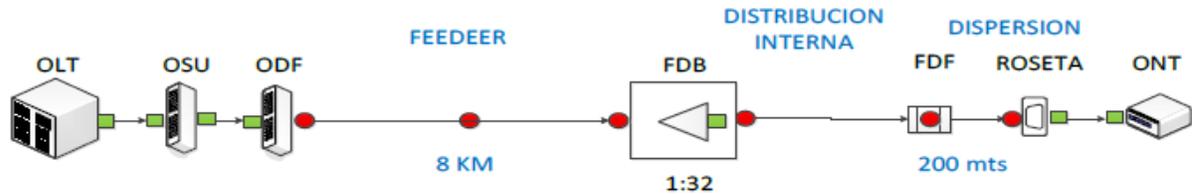


Figura 3. 4: Modelo masivo/edificios splitter conectorizado
Fuente: (TE Connectivity, 2014, pág. 12)

Para la conexión en edificios es necesario que los mismos tengan una buena protección contra desperfectos ocasionados por el agua, con desagües en el suelo y alarmas de seguridad.

A continuación, en la Tabla 3.4, se visualiza las pérdidas en dB.

Tabla 3. 4: Presupuesto óptico modelo masivo/edificios splitter conectorizado

PLANTILLA PARA PRESUPUESTO OPTICO			
Elementos de la Red de Fibra Optica	Cantidad	Perdida de elemento Tipica (dB)	Total Perdida (dB)
Connectors (mated) ITU671=0.5dB	7	0.50	3.50
Fusion splices ITU751=0.1db average	6	0.10	0.60
Mechanical Splices ITU 751=0.1dB average		0.20	0.00
Splitters	1x2	3.50	0.00
	1x4	7.00	0.00
	1x8	10.50	0.00
	1x16	14.00	0.00
	1x32	17.50	17.50
	1x64	21.00	0.00
	2X4	7.90	0.00
	2X8	11.50	0.00
	2X16	14.80	0.00
	2X32	18.50	0.00
Fibras - Longitudes de Onda	1310nm	8.2	2.87
	1490nm		0.00
	1550nm		0.00
GRAND TOTAL (dB)			24.47

Fuente: Investigador

3.1.5. Modelo parque industrial

El gráfico 3.5 indica la conexión más adecuada para el parque industrial.

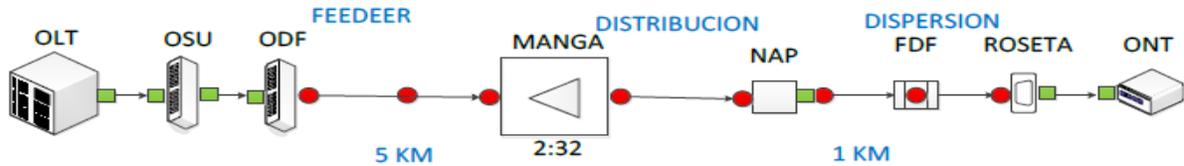


Figura 3. 5: Modelo parque industrial
Fuente: (TE Connectivity, 2014, pág. 12)

Esta conexión es ventajosa ya que en el lugar donde se encuentran concentrados los clientes, no existe la necesidad de realizar otro splitteo. “Por motivos de seguridad se realizará el tendido dejando reservas de fibra óptica en sectores con mayor concentración de clientes y zonas donde la probabilidad de daño a la fibra óptica sea relativamente alta ya sea por factores ambientales o por circunstancias ajenas a la operación del enlace que puedan afectar a la postearía”.

Sin embargo, la Tabla 3.5 señala las desventajas en dB del uso de este servicio.

Tabla 3. 5: Presupuesto óptico modelo parque industrial

PLANTILLA PARA PRESUPUESTO OPTICO			
Elementos de la Red de Fibra Optica	Cantidad	Perdida de elemento Tipica (dB)	Total Perdida (dB)
Connectors (mated) ITU671=0.5dB	7	0.50	3.50
Fusion splices ITU751=0.1db average	8	0.10	0.80
Mechanical Splices ITU 751=0.1dB average		0.20	0.00
Splitters	1x2	3.50	0.00
	1x4	7.00	0.00
	1x8	10.50	0.00
	1x16	14.00	0.00
	1x32	17.50	0.00
	1x64	21.00	0.00
	2X4	7.90	0.00
	2X8	11.50	0.00
	2X16	14.80	0.00
	2X32	1	18.50
2X64		21.30	0.00
Fibras - Longitudes de Onda	1310nm	6	2.10
	1490nm		0.00
	1550nm		0.00
GRAND TOTAL (dB)			24.90

Fuente: Investigador

3.1.6 Modelo móvil 3G y 4G

La figura 3.6 indica el tipo de conexión en este servicio.

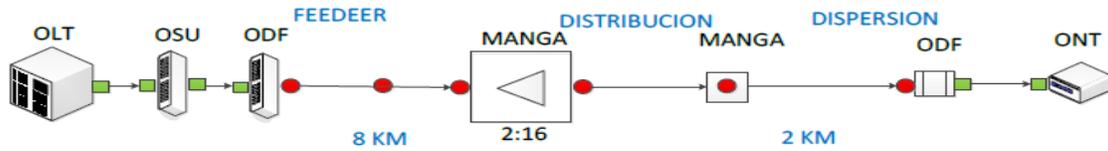


Figura 3. 6: Modelo móvil 3G y 4G
Fuente: (TE Connectivity, 2014, pág. 14)

Con este tipo de conexión, los servicios de voz, datos y video se transportan sobre la misma infraestructura. La red de despliegue de servicios es la misma e independiente de la red de acceso (Tejedor). A continuación se presenta las desventajas de este servicio en dB.

Tabla 3. 6: Presupuesto óptico móvil 3G y 4G

PLANTILLA PARA PRESUPUESTO OPTICO				
Elementos de la Red de Fibra Optica	Cantidad	Perdida de elemento Típica (dB)	Total Perdida (dB)	
Connectors (mated) ITU671=0.5dB	6	0.50	3.00	
Fusion splices ITU751=0.1db average	6	0.10	0.60	
Mechanical Splices ITU 751=0.1dB average		0.20	0.00	
Splitters	1x2	3.50	0.00	
	1x4	7.00	0.00	
	1x8	10.50	0.00	
	1x16	14.00	0.00	
	1x32	17.50	0.00	
	1x64	21.00	0.00	
	2X4	7.90	0.00	
	2X8	11.50	0.00	
	2X16	1	14.80	14.80
	2X32		18.50	0.00
Fibras - Longitudes de Onda	1310nm	10	0.35	
	1490nm		0.30	
	1550nm		0.25	
GRAND TOTAL (dB)			21.90	

Fuente: Investigador

3.1.7. Vista macro de una red FTTH

En las redes FTTH se busca conseguir estructuras simples y con bajos costos, mediante una configuración punto a multipunto con el objetivo de “disminuir el costo de la red mediante el uso de elementos pasivos sencillos, repartiendo los mismos entre algunos segmentos de la red” (Marchukov, 2011).

A continuación se presenta, en la Figura 3.7, la vista macro de una red FTTH.

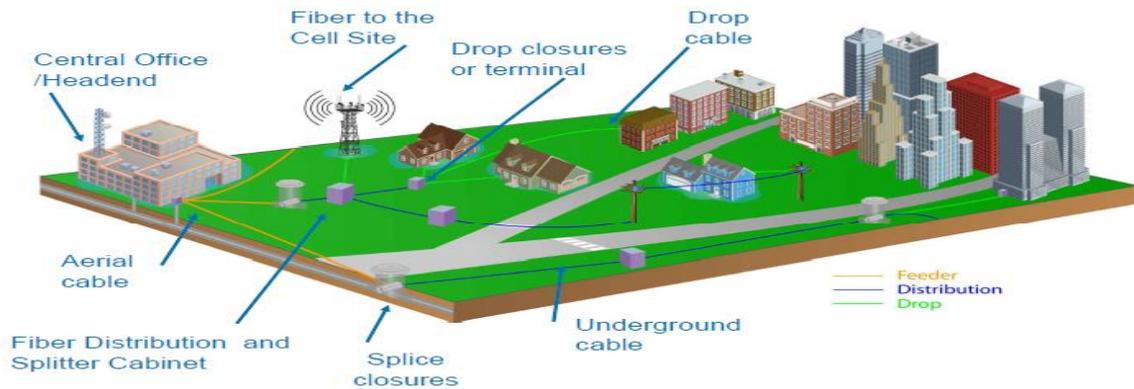


Figura 3. 7: Modelo red FTTH
Fuente: (TE Connectivity, 2014, pág. 14)

En la Tabla 3.7 se muestra cómo realizar el cálculo para obtener el presupuesto óptico.

Tabla 3. 7: Presupuesto óptico

dB BUDGET quick calculation				
		qty	unit Att(dB)	total Att(dB)
Connectors (mated)		3	0,50	1,50
Fusion splices		4	0,10	0,40
Mechanical Splices			0,10	0,00
Splitters	1x2		3,50	0,00
	1x4	1	7,00	7,00
	1x8	1	10,50	10,50
	1x16		14,00	0,00
	1x32		17,50	0,00
Fiber	1x64		21,00	0,00
	1310nm	9	0,35	3,15
	1490nm		0,30	0,00
	1550nm		0,25	0,00
GRAND TOTAL (dB)				22,55

Fuente: Investigador

3.2. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO GEOREFERENCIADO PARA REDES FTTH

Para realizar un diseño de una red de acceso FTTH, con tecnología GPON, se debe seguir la siguiente secuencia:

Tabla 3. 8: Diseño de red de acceso FTTH

* Definir conjuntamente con personal de la Gerencia Comercial la ubicación de la demanda georeferenciada para este tipo de red de acceso.
* Recopilación de planimetría georeferenciada del área donde se va a desarrollar el diseño.
* Coordinación con los gobiernos autónomos descentralizados en relación a las ordenanzas locales sobre el uso del espacio público aéreo y el soterramiento de cables.
* Coordinación con empresas eléctricas zonales para el uso de la infraestructura existente y el conocimiento de los proyectos que involucren la zona de diseño.
* Establecimiento o verificación de la ubicación de la OLT.
* Censo y levantamiento de información georeferencial.
* Diseño de la red de dispersión Drop.
* Diseño de la red de distribución interna.
* Diseño de la red de distribución.
* Diseño de la red feeder.
* Diseño de obra civil, canalización y pozos.
* Planos de la obra georeferenciados.
* Memoria técnica y volúmenes de la obra.

Fuente: Investigador

3.2.1. Definición de la ubicación de la demanda

Con la finalidad de establecer de manera clara la demanda, se debe realizar una visita conjunta con los analistas técnicos o diseñadores a los sitios donde se localiza la demanda georeferenciada para la red a proyectar.

El establecimiento de manera conjunta de las áreas de influencia de la red GPON permitirá lograr que el diseño se ajuste a las necesidades de los clientes existentes y futuros.

3.2.2. Recopilación de planimetría georeferenciada del área donde se va a desarrollar el diseño

Se debe recabar la planimetría georeferenciada del área objeto del diseño mediante fuentes confiables: IGM, INEC, Municipios, Consejos Cantonales, entre otros. Mientras mayor información se pueda conseguir en los planos (lotizaciones, oficinas públicas, ríos, quebradas, etc.) mayor será la eficiencia del diseño.

Es importante señalar que una vez conseguida la planimetría digital se debe verificar que esté en escala 1:1, ya que de esta manera se garantiza que las distancias y longitudes sean reales.

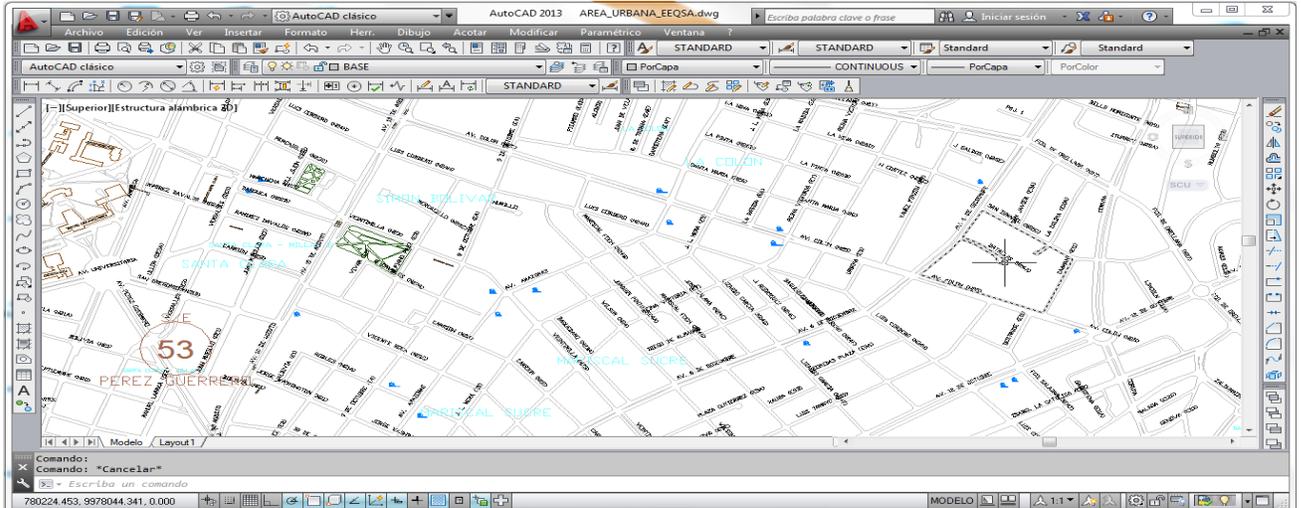


Figura 3. 8: Plano georeferenciado
Fuente: Investigador

3.2.3. Coordinación con los gobiernos autónomos descentralizados

Una vez definida la demanda y la zona de influencia del proyecto de diseño se debe coordinar, con los gobiernos municipales de cada sector, los lineamientos definidos para el uso del espacio público aéreo y las zonas de soterramiento de acuerdo a los planes de intervención de cada entidad. A partir de esta premisa, el diseñador deberá considerar estos planes para iniciar su diseño.

3.2.4. Coordinación con empresas eléctricas zonales

Del mismo modo se debe coordinar con las empresas eléctricas de cada sector la factibilidad para el uso de la infraestructura existente (postería) para el enrutamiento de los cables de fibra óptica. Se deberán verificar los proyectos futuros que tenga la entidad y que puedan afectar al diseño.

3.2.5. Establecimiento de la ubicación de la OLT

Como premisa del proyecto GPON, se considera el sitio adecuado para la ubicación de la OLT las construcciones ya existentes, sean centrales o nodos.

Se debe verificar que en el sitio escogido para la ubicación de la OLT exista el espacio físico, energía, climatización y transmisión necesarios.

Una vez definido el sitio para la OLT, se deben verificar las avenidas principales por donde posiblemente se proyectará el feeder de la ODN.

Tabla 3. 9: Datos de la estación Mariscal Sucre

PROVINCIA	PICHINCHA	
CANTÓN	QUITO	
PARROQUIA	MARISCAL	
DIRECCIÓN	AV. GRAL. IGNACIO DE VEINTIMILLA Y REINA VICTORIA	
ALTITUD (snm)	2.835	
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	0°12'15.89" S	78°29'33.44" S

Fuente: Investigador

En la figura 3.9 se presenta el plano de ubicación de la OLT.

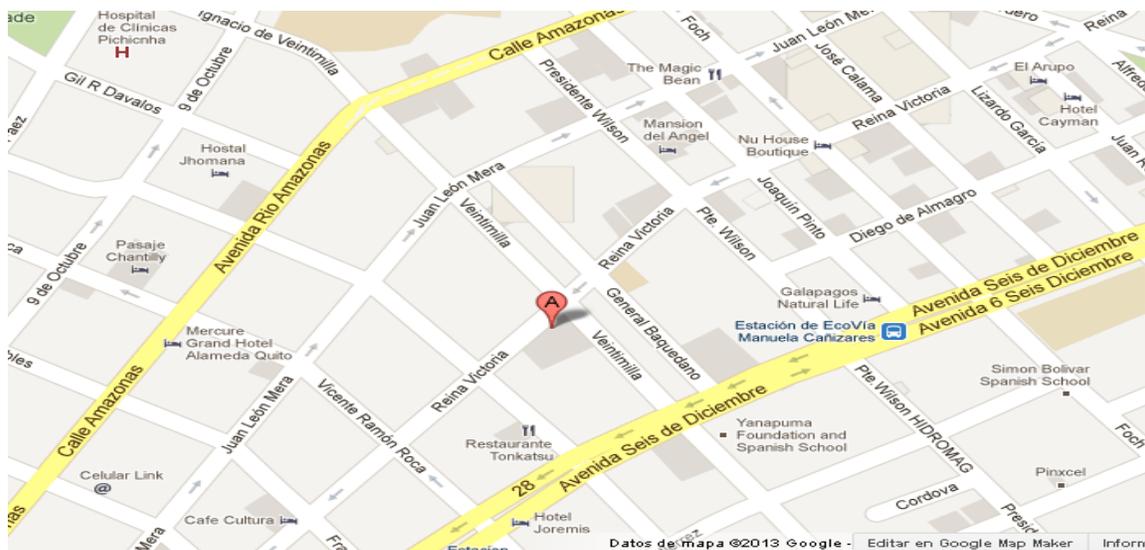


Figura 3. 9: Plano ubicación OLT

Fuente: Investigador

3.3 CENSO Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN GEOREFERENCIAL

3.3.1. Equipos, implementos y herramientas para realizar el levantamiento de la información georeferenciada

Los equipos, implementos y herramientas necesarias para realizar el levantamiento georeferenciado de los elementos de la red existentes son los siguientes:

- ✓ Receptor GPS portátil, de características similares o superiores al MobileMapper 6, que cuente con software para descarga de información tomada en campo.
- ✓ Tablero, formato para toma de datos, plano o bosquejo impreso del sitio de trabajo y esferográfico.
- ✓ Flexómetro u odómetro para medir reposiciones en el diseño.
- ✓ Llaves de armario.
- ✓ Plotter.
- ✓ Herramienta para abrir tapas de pozos y escalerilla.
- ✓ Equipo de protección personal (EPP).
- ✓ Elementos de señalización de seguridad.
- ✓ Personal para hacer el levantamiento de canalización y verificación de ductos libres.
- ✓ Vehículo.
- ✓ Cámara fotográfica.

3.3.2. Censo

Esta actividad consiste en visitar el sitio indicado por personal del área comercial donde se ubica la demanda. El procedimiento a seguir es el siguiente: recorrer cuadra por cuadra anotando en un plano de ser posible o en el formato de toma de datos los posibles clientes de cada uno de los lotes o viviendas existentes en el sitio, mientras mayor información se pueda recabar el diseño será más preciso.

Es importante indicar que se puede conseguir al momento de recopilar la planimetría un plano que contenga lotización y números de lotes o bases de datos catastrales en los diferentes Municipios.

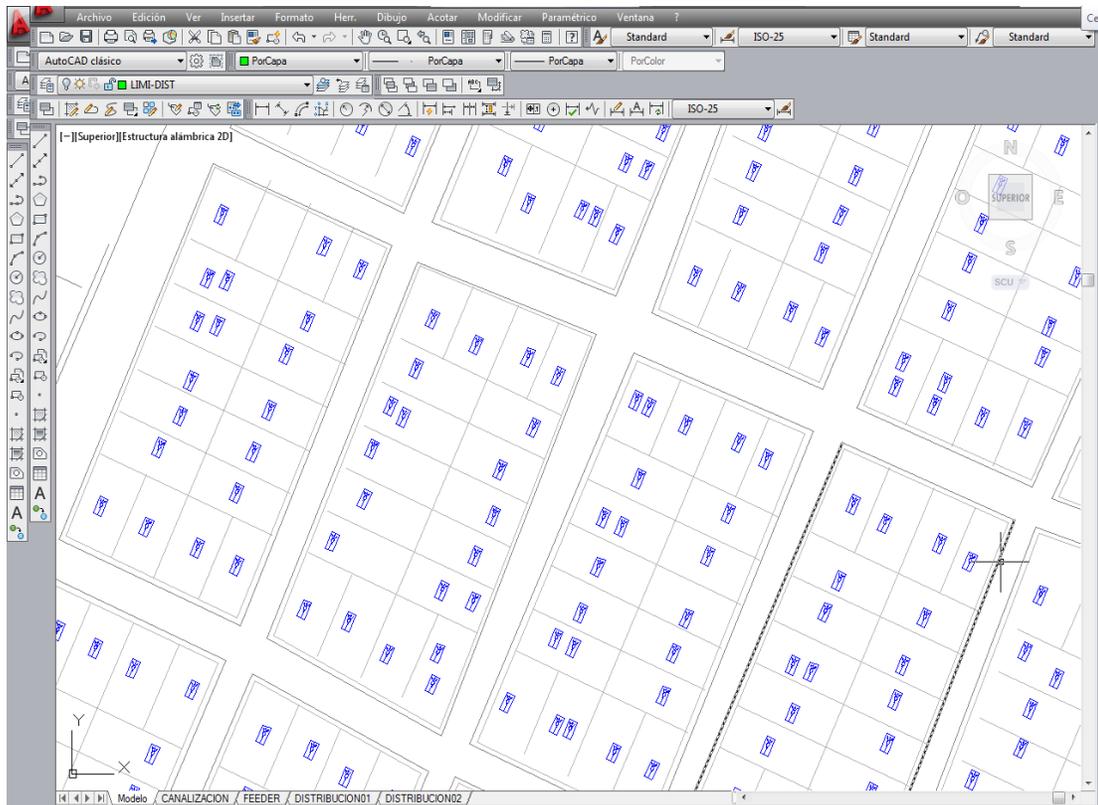


Figura 3. 10: Censo Mariscal, mostrado en un plano georeferencial
Fuente: Investigador

3.4. LEVANTAMIENTO GEOREFERENCIAL DE ELEMENTOS DE RED EXISTENTES

Para usar el GPS durante la recepción de satélites, es necesario sostener el receptor correctamente. El receptor tendrá una mejor visión del firmamento si lo sostiene con un ángulo de 45 grados con la horizontal, y no demasiado cerca de su cuerpo. Se debe procurar que no existan obstáculos entre el firmamento y el receptor. Para obtener información más detallada sobre el uso del GPS y descarga de puntos georeferenciados.

3.5. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN GEOREFERENCIADA TOMADA CON EL GPS

La información almacenada en el GPS se descargará dependiendo del tipo de GPS que se disponga y del software correspondiente del mismo.

El objetivo es obtener un archivo que pueda reconocer el software ACAD, para poder elaborar el diseño a partir de los puntos levantados en campo.

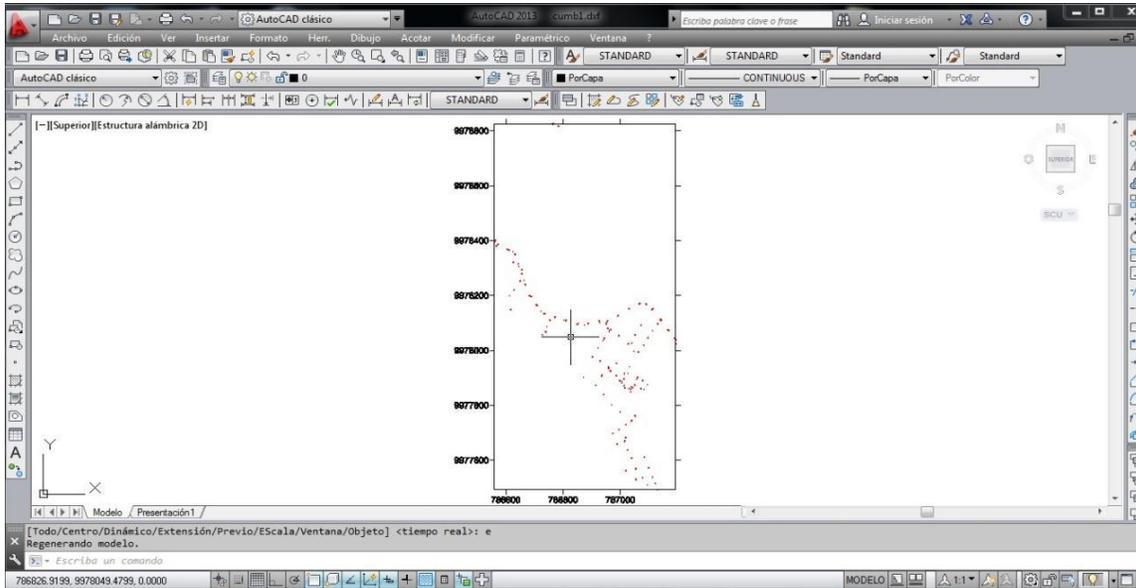


Figura 3. 11: Archivo de datos georeferenciados en un archivo .dxf en AutoCAD
Fuente: Investigador

Una vez que se cuenta con esta información se realiza la postedición de los puntos en AutoCAD, indicando qué es cada dato e insertando el bloque correspondiente. Estos elementos se transportan a la planimetría georeferenciada.

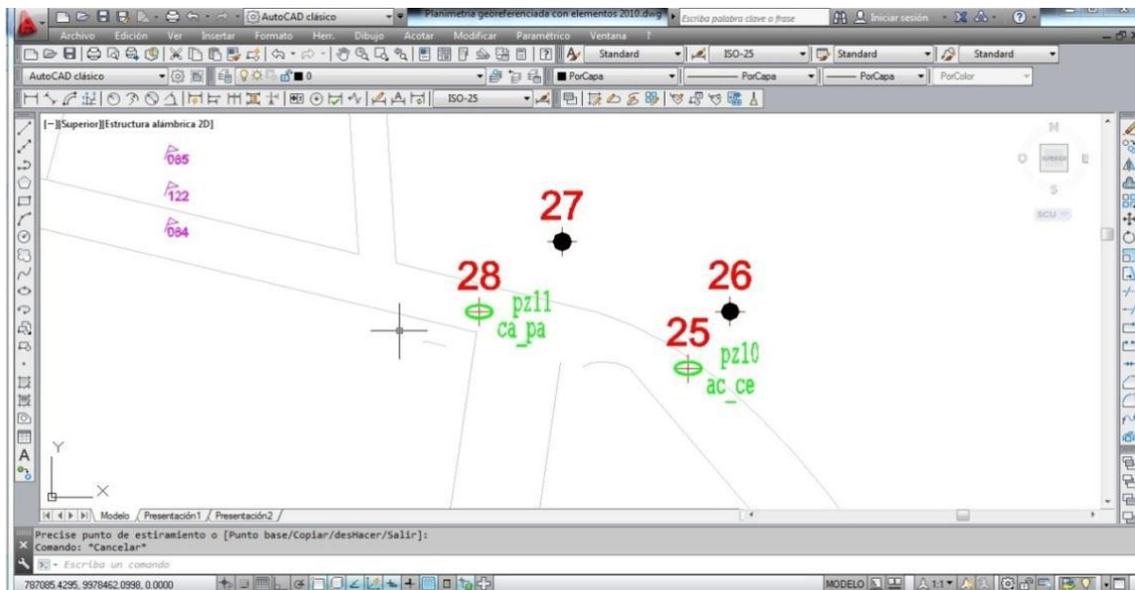


Figura 3. 12: Información georeferenciada posteditada
Fuente: Investigador

3.6. DISEÑO DE LA RED DE DISPERSIÓN

La red de dispersión se define como el área de influencia (dispersión) de una caja de distribución óptica (NAP, FDF o manga).

Para definir el área de influencia de una NAP, se considera una ocupación del 80% y un 20% para ampliación de la capacidad total de las NAP normalizadas u homologadas.

La red de dispersión no deberá sobrepasar los 300 metros de distancia.

No se deberá cruzar una vía principal o carretera de alto tráfico con cables de acometida aéreos, en este caso se deberá instalar una NAP al otro lado de la vía principal.

Cuando se haya ingresado el censo y los elementos de planta externa a la planimetría georeferenciada, se deberán dibujar los perímetros de las áreas de dispersión definidas por NAP y ubicar este elemento en poste, pared o pozo.

Una vez que se han estructurado las áreas de dispersión, se las agrupa en distritos GPON.

Por ejemplo: si un distrito contiene 24 áreas de dispersión y cada caja tiene una capacidad de 12 abonados, entonces la capacidad del distrito será de 288 clientes, se hace esta consideración ya que se dispone de armarios GPON de 9 splitters de 1 a 32. En el caso de armarios de 576 clientes se tendrán 48 áreas de dispersión y 48 cajas de distribución óptica de 12 clientes.

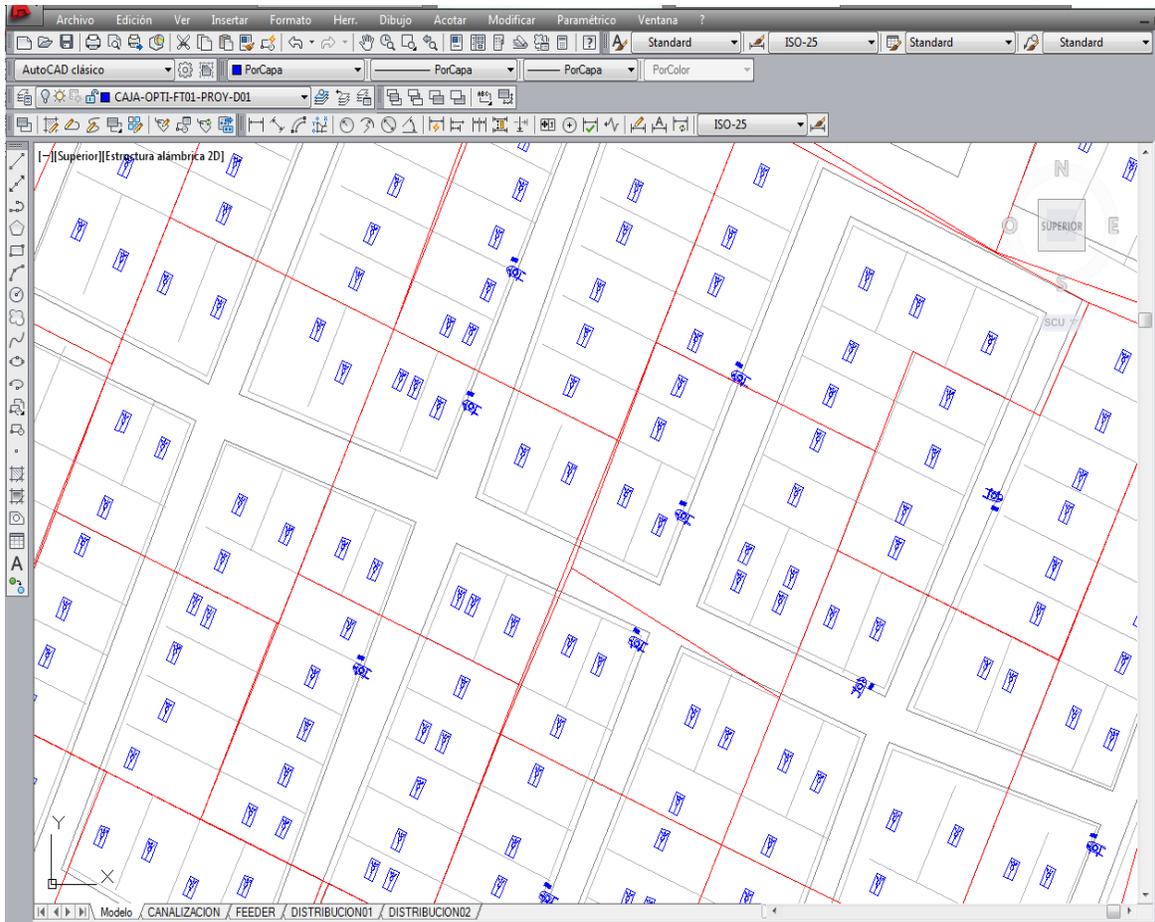


Figura 3. 13: Diseño red de dispersión
Fuente: Investigador

La red de dispersión está formada por los cables de acometida (cable drop) que van desde la NAP, pasan por la FDF, llegan a una roseta óptica y se conectan a la ONT para los modelos masivos/casas, masivos/urbanizaciones y parque industrial. Para el caso de los modelos masivos/edificios y corporativos/edificios, la red de dispersión se define como los cables DROP que salen de la FDF y llegan a la ONT.

En el modelo móvil 3G/4G la red de dispersión se considera desde la manga pasando por el ODF hasta la ONT con cable G.652D.

Para el caso de clientes masivos/edificios y corporativos/edificios la red de dispersión se compone del cable de fibra óptica drop que sale de las FDFs ubicadas en lugares específicos de acuerdo a la demanda del edificio.

3.7. DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN INTERNA

La red de distribución interna comprende los cables de fibra óptica G.652D o G.657.A1, los elementos pasivos (NAPs, FDFs) y los herrajes.

En el caso de edificios son los cables que salen de las FDBs y llegan a las FDFs (referirse a la Normativa de Diseño de Redes GPON FTTH en edificios).

Para el caso de las urbanizaciones la red de distribución interna son los cables que salen de las FDBs y llegan a las NAPs.

3.7.1. Cables en la red de distribución interna

- **Cables de distribución interna aéreos.** Se los emplea en el tendido aéreo, la característica primordial de este modelo de cable es ADSS, es decir, utiliza herrajes de retención con preformados de acuerdo al diámetro del cable.
- **Cable de distribución interna mural.** Es el cable aéreo tipo ADSS o canalizado, pero la diferencia radica en que su instalación se la realiza de manera adosada a las fachadas de las casas con elementos como abrazaderas metálicas y clavos de acero.
- **Cable de distribución interna canalizado.** Se utiliza este cable para el tendido a través de los ductos de canalización.

Ningún tramo de red aérea contendrá más de 3 cables entre existentes y proyectados siendo lo más óptimo que un solo cable sea el tendido.

3.7.2. Empalmes de fibra óptica de distribución interna

Los empalmes se emplean para la derivación de los cables de distribución interna que delimita la localización donde se colocan las NAPs, además en algunos casos se establecerán empalmes que sirvan directamente a los clientes.

Se presentan dos tipos de empalmes de fibra óptica: canalizados y aéreos.

La proyección de un empalme de distribución aéreo o canalizado tiene un máximo de tres ramales.

Dentro de lo posible eludir empalmes por ser un sitio de falla, es decir, se debe procurar sangrar la fibra óptica para que únicamente al momento de empalmar intervengan los buffers correspondientes a la NAP y los otros buffers continúen su trayecto sin ser afectados.

Para la identificación de los cables que intervienen en un empalme se toma en cuenta la nomenclatura del cable que ingresa a la manga y las derivaciones del mismo, considerando el orden de la distribución de buffers y de acuerdo a la normativa.

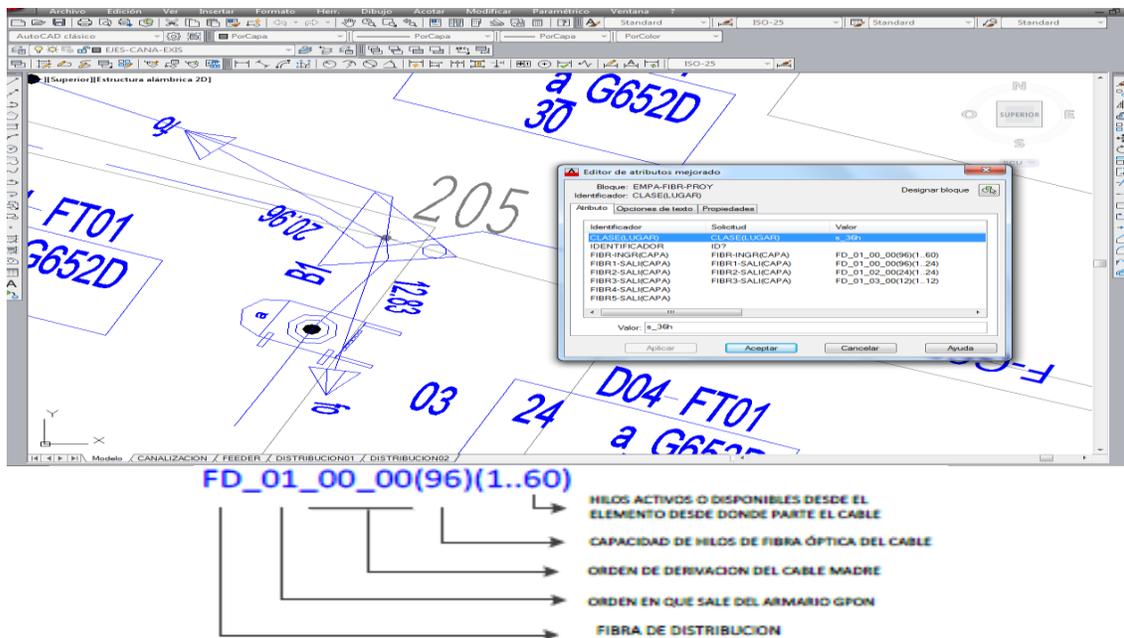


Figura 3. 14: Identificación de cables en empalme de distribución interna
Fuente: Investigador

3.7.3. Identificación de la red de distribución interna

Se realiza en series de 48 hilos señalados con una letra del alfabeto, el grupo a su vez se ramifica en 4 agrupaciones de 12 hilos. Cada grupo de 12 hilos acoge un código

alfanumérico, así: A1 al A4, B1 al B4, C1 al C4 y así sucesivamente es organizado ascendente hacia el armario GPON.

La identificación de las cajas será desde la periferia de la urbanización hacia el FDB en forma ascendente, es decir, la primera NAP de 12 hilos del grupo será la más lejana del FDB y corresponderá al número 1 y se arma con el primer buffer de la fibra que le alimenta.

Los cables se identifican con cinco campos, el primero indica el orden con que sale del FDB, el segundo y tercer campo señalan la derivación a nivel de empalme, el cuarto campo corresponde a la capacidad del cable y el quinto hace referencia a los hilos activos.

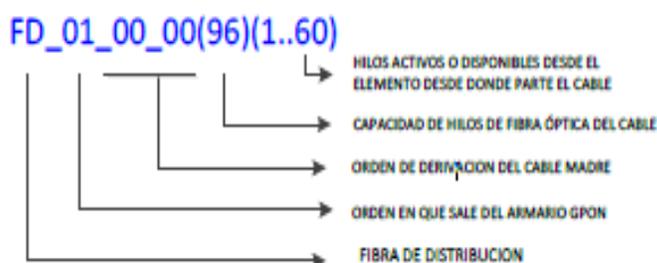


Figura 3. 15: Identificación de cables de fibra óptica
Fuente: Investigador

3.7.4. Consideraciones finales para la red de distribución interna

La longitud de cable correspondiente a la altura de una subida a pared y poste, se dispone en 8 m, esto más la distancia al centro de pozo.

La longitud del cable de fibra óptica necesario para realizar el sangrado en una NAP es de 6,5 m.

La longitud del cable de fibra óptica para realizar empalmes aéreos o canalizados mayores a 12 hilos, es de 15 m por punta del cable de derivación y 30 metros del cable a sangrar. En el caso de realizar empalmes de 12 hilos, no se considerará una manga adicional debido a que se lo realiza en la misma NAP.

Los límites de la urbanización formarán un perímetro cerrado, identificando los distritos o urbanizaciones colindantes.

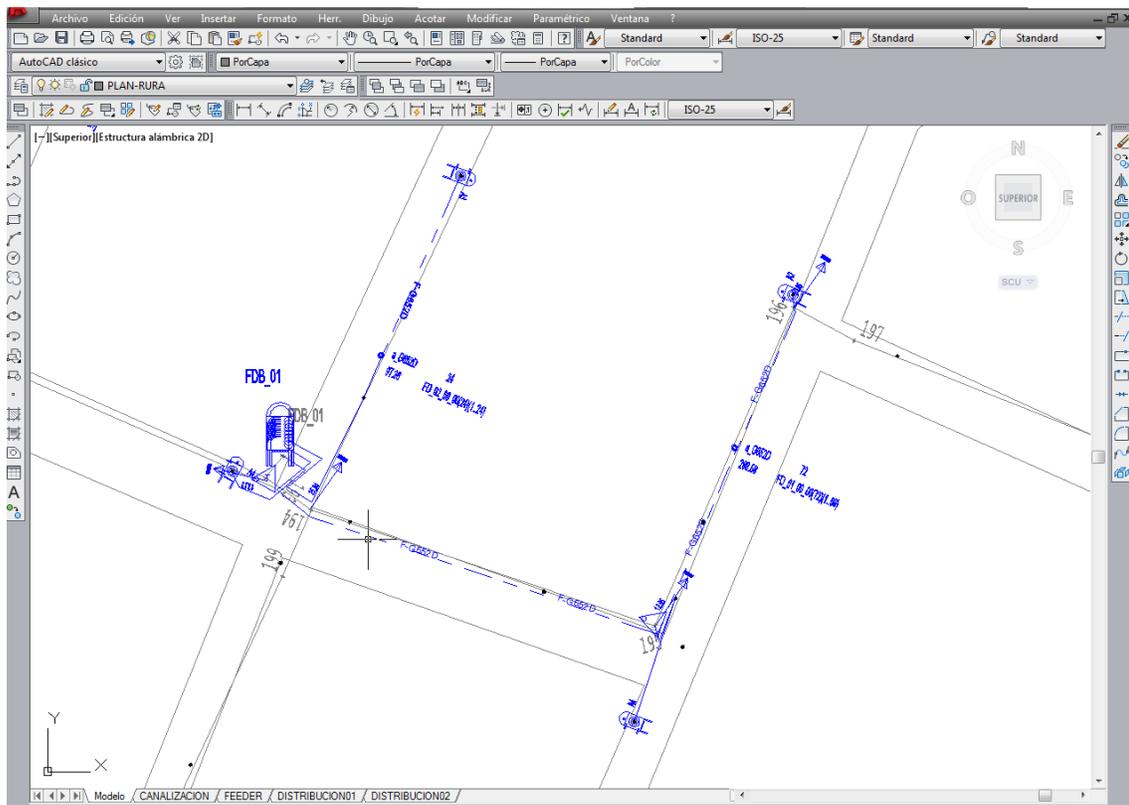


Figura 3. 16: Diseño de red de distribución interna
Fuente: Investigador

3.8 DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

La red de distribución comprende los cables de fibra óptica G.652D aéreos, canalizados o murales, cuyas capacidades van desde 12 hilos hasta 96 hilos, los elementos pasivos (mangas, NAPs, FDBs, FDFs) y los herrajes; considerando lo siguiente para cada modelo definido:

- Modelo masivos/casas: Sale desde el FDH hasta las NAPs. El área de cobertura del FDH comprende la suma de las áreas de dispersión de las NAPs que conforman, a esta se le denomina Distrito. Por ejemplo, un FDH de 288 clientes comprende hasta 24 áreas de dispersión o lo que es lo mismo hasta 24 NAPs. El FDH se debe colocar en un punto lo más céntrico posible dentro de su área de

cobertura de máximo 1 km, según el modelo de red GPON. El sitio de ubicación de los FDH depende de la infraestructura. Una vez que las NAPs han sido ubicadas, se procede a diseñar la red de distribución.

- Modelo masivos/urbanizaciones: Sale desde la manga de empalme con splitter 1:2 o 1:4 hasta la FDB con splitter de 1:16 o 1:8. La manga se ubicará de manera estratégica para que sea capaz de atender a varias urbanizaciones considerando que deberá estar lo más cerca posible de las urbanizaciones que va a servir. La FDB se ubicará a una distancia máxima de 5 km desde la central de acuerdo al modelo establecido.
- Modelo corporativos/edificios: Sale desde la manga de empalme con splitter 2:4 hasta la FDB con splitter 1:8. La manga se ubicará de manera estratégica para que sea capaz de atender a varios edificios, considerando que deberá estar lo más cerca posible de los edificios que va a servir. La FDB se ubicará a una distancia máxima de 1 km desde la manga, de acuerdo al modelo establecido.
- Modelo Parque industrial: Sale desde la manga de empalme con splitter 2:32 hasta la NAP. La manga se ubicará de manera estratégica para atender al Parque industrial, a una distancia máxima de 5 km desde la central. Las NAPs se distribuirán de acuerdo a la demanda de servicios dentro del Parque industrial, a una distancia máxima de 1 km desde la manga.
- Modelo móvil 3G y 4G: Sale desde la manga de empalme con splitter 2:16 hasta la manga de distribución. La manga de empalme con splitter se ubicará de manera estratégica para atender a varias radiobases⁴, a una distancia máxima de 8 km desde la central. Las mangas de distribución se ubicarán lo más cerca posible de las radiobases, a una distancia máxima de 2 km desde la manga con splitter.

Se debe considerar que la ubicación y área de cobertura de cada elemento debe cumplir con los modelos establecidos para redes GPON y con los presupuestos ópticos indicados.

3.8.1. Cables en la red de distribución

Las capacidades de los cables de fibra óptica G.652D sean estos canalizados, aéreos o murales para la red de distribución serán desde 12 hilos hasta 96 hilos.

- **Cables de distribución aéreos.** Se los emplea en el tendido aéreo, en el cable ADSS es la característica principal, es decir, utiliza herrajes de retención con preformados de acuerdo al diámetro del cable.
- **Cable de distribución mural.** Es el cable aéreo tipo ADSS o canalizado, pero la diferencia radica en que su instalación se la realiza de manera adosada a las fachadas de las casas con elementos como abrazaderas metálicas y clavos de acero.
- **Cable de distribución canalizado.-** Este cable se utiliza para el tendido dentro de los ductos de canalización.

Ningún tramo de red aérea contendrá más de 3 cables entre existentes y proyectados, un cable sería lo recomendable.

3.9. DISEÑO DE LA RED FEEDER

La red feeder comprende los cables de fibra óptica canalizados de gran capacidad de 144 hasta 288 hilos que salen de la OLT hasta el primer nivel de splitteo ubicado en FDHs, FDBs, mangas. Incluye también los herrajes.

La red feeder debe ser totalmente canalizada.

3.9.1. Cables en la red feeder

Las capacidades de los cables de fibra óptica G.652D canalizados para la red feeder van desde 144 hilos hasta 288 hilos en la ruta troncal. Para derivaciones de feeder se podrá utilizar cables de menor capacidad.

3.9.2. Empalmes de fibra óptica feeder

Los empalmes se emplean para dar continuidad y derivar los cables feeder que alimentan los elementos pasivos indicados en cada uno de los modelos de red GPON FTTH.

Se debe evitar los empalmes, es decir se debe procurar sangrar la fibra óptica para que únicamente al momento de empalmar se intervengan los buffers correspondientes al elemento pasivo de acuerdo al modelo utilizado y los otros buffers continúen su trayecto sin ser afectados.

Cuando se realiza un sangrado del cable troncal, para elegir el tamaño de la manga se debe considerar el número de hilos a fusionar y la cantidad de buffers sin intervenir, no necesariamente se deberá utilizar una manga de la capacidad del cable feeder.

Para la identificación de los cables que intervienen en un empalme se toma en cuenta la nomenclatura del cable que ingresa a la manga y las derivaciones del mismo considerando el orden de la distribución de buffers y de acuerdo a la normativa.

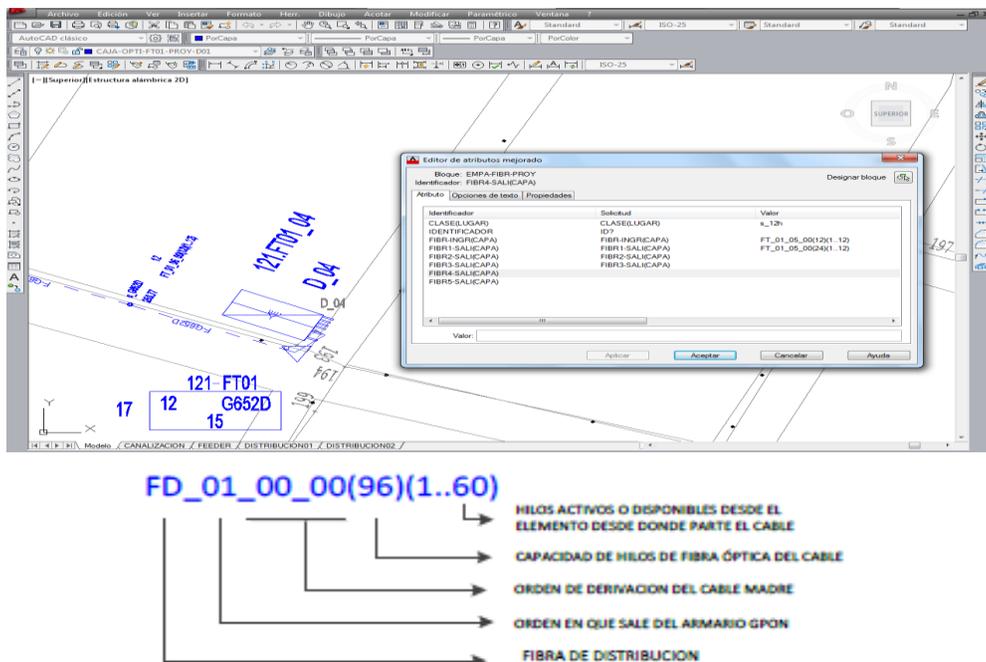


Figura 3. 17: Identificación de cables en empalme feeder
Fuente: Investigador

3.9.3. Herrajes en la red feeder canalizada

- **Herraje de pozo:** En caso de no existir, se utilizara 1 kit de herraje por pozo en el proyecto.

3.9.4. Elementos en la red feeder canalizada

- **Manguera corrugada:** Se cuantificará 4 metros por cada pozo.
- **Tapón simple o guía de 38 milímetros (1 ¼ pulgada):** Se proyectan dos por cada cable de fibra óptica que atraviese el pozo en cables de baja capacidad (menor a 144 hilos).
- **Tapón ciego de 38 milímetros (1 ¼ pulgada):** Se proyectan de acuerdo a los subductos libres en el pozo.
- **Tapón trifurcado:** Se proyecta uno por cada triducto a ser instalado en canalización existente.
- **Tapón ciego de 110 milímetros (4 pulgadas):** Se proyectan de acuerdo a los ductos libres.

3.9.5. Identificación de la red feeder

La identificación de los FDHs, FDBs, mangas será desde el más cercano a la OLT, es decir, el primer FDH, FDB o manga será el más cercano a la OLT y corresponderá al número 1 y se armará con el primer buffer del grupo asignado de la fibra que le alimenta. Los FDHs, FDBs o mangas más próximos a la central tienen la numeración más baja.

Los cables se identifican con cinco campos, el primero indica el orden con que sale de la OLT, el segundo y tercer campo señalan la derivación a nivel de empalme, el cuarto campo corresponde a la capacidad del cable y el quinto hace referencia a los hilos activos.

FT_01_00_00(288)(1..288)



Figura 3. 18: Identificación de cables de empalme feeder
Fuente: Investigador

En el diseño se considera la asignación de los primeros buffers para clientes masivos, buffers intermedios para clientes corporativos y los buffers finales para radiobases.

3.9.6. Consideraciones finales para la red feeder

La longitud del cable de fibra óptica para realizar empalmes canalizados, es de 15 m por punta del cable de derivación y 30 metros del cable a sangrar.

Debido a que el cable feeder es de gran capacidad, se consideran por cada 300 m de cable de fibra óptica una reserva de 20 m de cable.

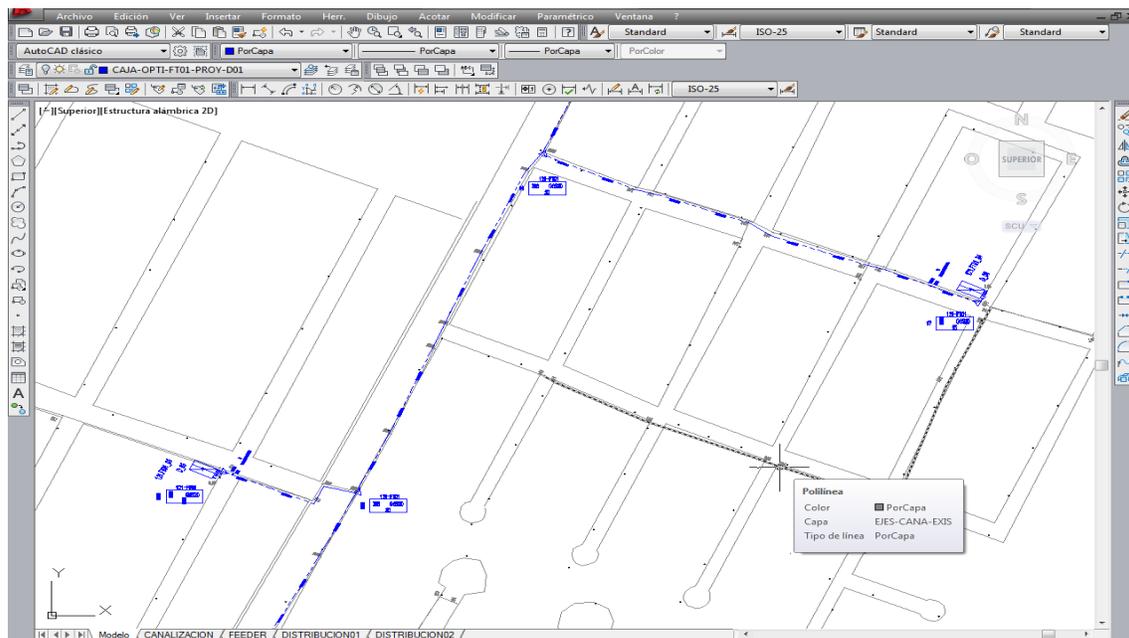


Figura 3. 19: Diseño red feeder
Fuente: Investigador

3.10 OBRA CIVIL, CANALIZACIÓN Y POZOS

Es la infraestructura civil que enlaza el distribuidor (OLT), con los elementos pasivos de los modelos establecidos, posibilitando la instalación de cables de fibra óptica de manera subterránea.

Para diseñar la canalización se calcula los cables que se van a ubicar de manera subterránea y los que pasan del subsuelo hacia la postería o pared.

Los tramos de canalización se interconectan por medio de pozos, en el caso de GPON cuando se deba aumentar canalización, se considerará los siguientes criterios:

- En vías principales se proyectará canalización de 4 vías más 2 triductos.
- Para calles secundarias se proyectará canalización de 2 vías más 2 triductos.
- Considerar la construcción de cajas de revisión de 1,2 x 1,2 m., donde se vaya a alojar un empalme de fibra óptica o una NAP.
- Para el caso del pozo de ingreso al FDH debe considerarse pozos de 80 bloques.
- Para subidas a poste se mantienen las especificaciones técnicas de canalización.
- Para la construcción de canalización telefónica, pozos en caso de ser necesarios y cajas de revisión, se considerarán las especificaciones técnicas de canalización.
- Si fuera necesario realizar reposiciones en los sitios por donde pase la nueva canalización, se mantendrán las especificaciones técnicas de canalización.

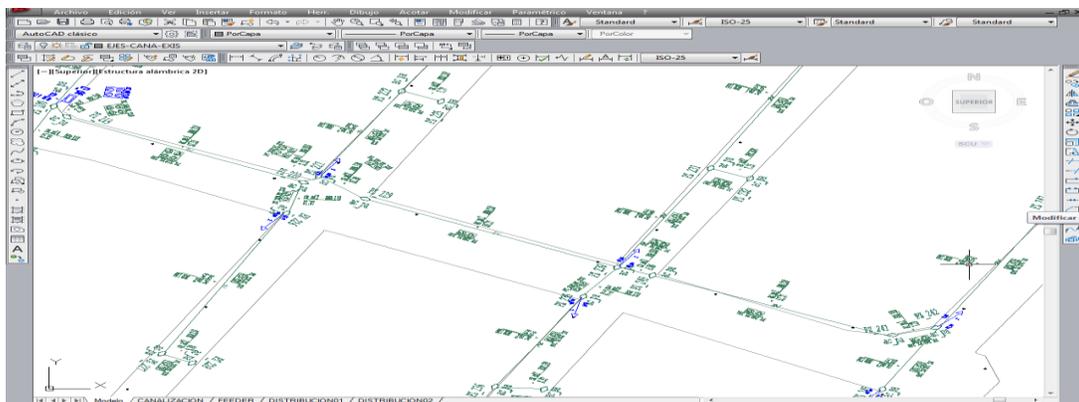


Figura 3. 20: Diseño de red de canalización
Fuente: Investigador

3.11. COSTO/BENEFICIO

Considerando las condiciones del mercado actual en cuanto al uso de los servicios Triple Play, se establece el costo/beneficio en base a los requerimientos de las familias como potenciales usuarios.

Esto se consolida con la tendencia que mantiene el Consejo Nacional de Telecomunicaciones en cuanto al promedio de disponibilidad de internet en las familias y hogares del país, y estimando que se prevé que en las poblaciones urbanas cerca del 65% de la población cuente al menos con el servicio básico de internet, por ende, se considera este indicador para el cálculo de la demanda actual y potencial.

Telefonía	32,30%	1.054
internet	25,80%	842
televisión por cable	20,40%	665
Telefonía e internet	7%	228
telefonía y Cable	1,50%	49
Internet y cable	5,50%	179
todos	2,50%	82
otros	3%	98
Internet y Otro	0,50%	16
Telefonía y Otros	0,50%	16
Telefonía e Internet y Televisión por cable	1%	33
	1,00	3.262

Figura 3. 21: Costo / Beneficio
Fuente: (Vallejo, 2012, pág. 48)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- GPON ofrece características avanzadas de transmisión a altas capacidades, lo que la hace una de las tecnologías con mayor penetración a la actualidad. Otros beneficios son su bajo número de equipos a utilizar, ahorro de consumo de energía y su fácil instalación.
- GPON ofrece gran variedad de servicios como *Triple Play* en el sector de la Mariscal Sucre a altas tasas de transmisión, facilitando al usuario tener los servicios deseados con un solo equipo de cliente (ONT).
- De acuerdo a la comparación realizada la tecnología GPON ofrece características superiores que permiten soportar cualquier tipo de servicio, que las diferentes redes de acceso tradicionales como son las guiadas por cobre.
- La implementación de la red GPON ayuda para que los servicios de *Triple Play* reduzcan los inconvenientes de interferencias y ruidos así alcanzando distancias de 20Km sin necesidad de equipos intermedios.

RECOMENDACIONES

- El equipo OLT debe tener un número mayor al calculado de *slots* para las tarjetas GPON, de esta manera se puede ampliar la capacidad de la red de acuerdo a la demanda y crecimiento poblacional del sector investigado.
- Se recomienda que los equipos de red GPON sean de la misma casa fabricante, de acuerdo a los estándares de los organismos internacionales de telecomunicaciones con eso se asegura la interoperabilidad de los equipos, evitando incompatibilidad técnica, además con el beneficio que las casas fabricantes ofrecen descuentos por paquetes de equipos.
- GPON es vulnerable a accidentes en su infraestructura exterior, al ser una topología tipo rama; así pues, al caer un hilo principal de fibra, éste causaría que un cierto número de usuarios quede sin el servicio, pero se lo puede solucionar con personal y equipos especializados para reducir tiempos de respuesta ante fallas y cortes.
- La información recopilada en internet, folletos, textos y fabricantes es extensa. Por lo cual se sugiere tener una experiencia previa en equipos GPON y redes de acceso.

BIBLIOGRAFÍA

Donoso, J. S. (enero de 2011). Recuperado el 5 de marzo de 2015, de jsaavedra@entel.cl Investigador. (s.f.).

Malfer, P., & Quezada Daniel. (25 de Diciembre de 2009). *Slideshare*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/danyteleko/xdsl-2775193>

Marchukov, Y. (2011). Desarrollo de una aplicación gráfica para el diseño de infraestructuras FTTH. Gandia.

mercado, V. I. (2012).

Moreano, R. B. (febrero de 2014). Red de fibra óptica con tecnología GPON para el mejoramiento de los servicios de telecomunicaciones de la empresa Puntonet S.A. en la ciudad de Ambato. Ambato.

Perea, J. (14 de Marzo de 2009). *Abadia Digital*. Obtenido de <http://www.abadiadigital.com/que-es-el-adsl2/>

Rivera. (2012). *Nuevas Tecnologías*. España: Paídos.

S. Nilsson-Gistvik, P. L. (2007). A guide-line on how to build fiber optic access networks-FTTX networks. *Fibre optic access to End-Users*.

Stallings. (2002). *Banda Ancha*. Barcelona: Grijalva.

TE Connectivity. (2014). Vallejo. 21.

Tejedor, R. J. (s.f.). Recuperado el 10 de marzo de 2014, de <http://www.coit.es/publicaciones/bit/bit198/opinionmillan.pdf>

Vallejo. (2012). *Investigación del mercado*.

Zhanay, D. F. (2015). Diseño de una red GPON para la ciudad de Loja, sector suroccidente. Loja.

ANEXOS

ANEXO 1

**GLOSARIO DE TERMINOS
/ NORMAS**

TERMINO	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN
OLT	Optical Line Terminal	Equipo de Central
ONT	Optical Network Terminal	Equipo de Cliente
ODN	Optical Distribution Network	Planta Externa de Fibra Óptica
FTTH	Fiber To The Home	Fibra al Hogar
ODF	Optical Distribution Frame	Distribuidor de Fibra Óptica
FDH	Fiber Distribution Home's	Armarios
NAP	Network Access Point	Caja de Distribución Óptica
FDB	Fiber Distribution Building	Caja de Distribución Principal
FDF	Fiber Distribution Floor	Caja de Distribución Secundaria

NORMAS	DESCRIPCION
ITU-T G652	<p>SERIE G: TRANSMISSION SYSTEMS AND MEDIA, DIGITAL SYSTEMS AND NETWORKS Transmission media and optical systems characteristics Optical fibre cables.</p> <p>SERIE G: SISTEMAS DE TRANSMISIÓN Y MEDIOS DE SISTEMAS DIGITALES, REDES DE TRANSMISIÓN de los sistemas comunicación ópticos características cables de fibra óptica.</p>
ITU-T G657	<p>SERIE G: TRANSMISSION SYSTEMS AND MEDIA, DIGITAL SYSTEMS AND NETWORKS Transmission media and optical systems characteristics Optical fibre cables.</p> <p>SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN, SISTEMAS DIGITALES Y LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN LAS REDES transmisión y sistemas ópticos características cables de fibra óptica.</p>

ANEXO 2

GPS

Descripción general del dispositivo



- ① Antena interna
- ② Pantalla
- ③ Botones
- ④ 
- ⑤ Puerto mini-USB
(debajo de la tapa de goma)
- ⑥ Conector MCX para antena GPS
(debajo de la tapa de goma).
Disponible sólo en los modelos
GPSMAP 62s y GPSMAP 62st.
- ⑦ Ranura de tarjeta microSD™
(debajo de las pilas). Disponible
sólo en los modelos GPSMAP 62s y
GPSMAP 62st.
- ⑧ Compartimento de las pilas

Información sobre las pilas

El dispositivo funciona con dos pilas AA.
Utiliza pilas alcalinas, NiMH o de litio.
Utiliza pilas NiMH o de litio cargadas

ANEXO 3

PROTOCOLO DE

PRUEBAS RED GPON

CONTRATISTA	
REALIZADOR	
SUPERVISOR	
FECHA	

PROTOCOLO DE PRUEBAS DE RED GPON FTTH

PROYECTO			
CONTRATO	POTENCIA OUT (dbm)	A-148dbm	A-150dbm
CENTRAL	REDES	FOURFOR	
OTDR (dbm/km)	A-151dbm	POWER METER (dbm/km)	A-148dbm / 150dbm RMA-2403

WUPP / FDR

WUPP / FDR	PLG	ATENUACION AUMENTADA	POTENCIA WUPP-FDR (dbm)	POTENCIA WUPP-DFP (dbm)	ORL (dB)	POTENCIA ALIBRE (dbm)	POTENCIA ALIBRE (dbm)	CONEXIONES 3 FDR WUPP / FDR-FDR	WUPP / FDR	PLG	ATENUACION AUMENTADA	POTENCIA WUPP-FDR (dbm)	POTENCIA WUPP-DFP (dbm)	ORL (dB)	POTENCIA ALIBRE (dbm)	POTENCIA ALIBRE (dbm)	CONEXIONES 3 FDR WUPP / FDR-FDR		
A1	1							ONE	R1	1							ONE		
	2									2									
	3									3									
	4									4									
	5									5									
	6									6									
	7									7									
	8									8									
	9									9									
	10									10									
	11									11									
	12									12									
A2	1								R2	1									
	2							2											
	3							3											
	4							4											
	5							5											
	6							6											
	7							7											
	8							8											
	9							9											
	10							10											
	11							11											
	12							12											
A3	1								R3	1									
	2							2											
	3							3											
	4							4											
	5							5											
	6							6											
	7							7											
	8							8											
	9							9											
	10							10											
	11							11											
	12							12											
A4	1								R4	1									
	2							2											
	3							3											
	4							4											
	5							5											
	6							6											
	7							7											
	8							8											
	9							9											
	10							10											
	11							11											
	12							12											

OTDR FUNCIONES

POR EL CONTRATISTA

POR LA EMPRESA

RESIDENTE

SUPERVISOR

ANEXO 4

PLANTILLA

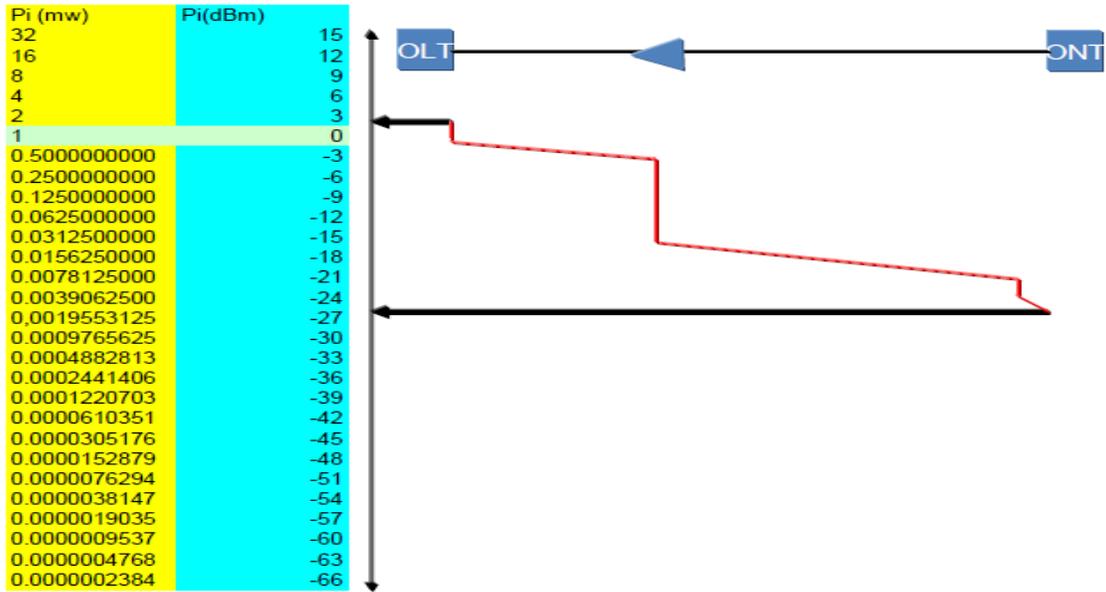
INFRAESTRUCTURA FTTH

INFRAESTRUCTURA FTTH						
FECHA:	XX/XX/2015					CAPACIDAD PUERTOS POR SLOT:8
NOMBRE DEL EQUIPO	OLT_MARISCAL_01					CAPACIDAD SPLITEO: 1:32
MODELO:	MA5600T					CAPACIDAD TOTAL
DISTRIBUIDOR:	GPON MARISCAL					
TIPO DE RED:						
PLANTA INTERNA						
CABLE	ARMARIO	LISTON	PAR LISTON	CAJA	PAR CAJA	ESTADO OCUPACION / TECNICO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	1	GSxxxx	1	LIBRE Y EN SERVICIO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	2	GSxxxx	2	LIBRE Y EN SERVICIO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	3	GSxxxx	3	LIBRE Y EN SERVICIO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	4	GSxxxx	4	LIBRE Y EN SERVICIO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	5	GSxxxx	5	LIBRE Y EN SERVICIO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	6	GSxxxx	6	LIBRE Y EN SERVICIO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	7	GSxxxx	7	LIBRE Y EN SERVICIO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	8	GSxxxx	8	LIBRE Y EN SERVICIO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	9	GSxxxx	9	LIBRE Y EN SERVICIO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	10	GSxxxx	10	LIBRE Y EN SERVICIO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	11	GSxxxx	11	LIBRE Y EN SERVICIO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	12	GSxxxx	12	LIBRE Y EN SERVICIO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	13	GSxxxx	13	LIBRE Y EN SERVICIO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	14	GSxxxx	14	LIBRE Y EN SERVICIO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	15	GSxxxx	15	LIBRE Y EN SERVICIO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	16	GSxxxx	16	LIBRE Y EN SERVICIO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	17	GSxxxx	17	LIBRE Y EN SERVICIO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	18	GSxxxx	18	LIBRE Y EN SERVICIO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	19	GSxxxx	19	LIBRE Y EN SERVICIO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	20	GSxxxx	20	LIBRE Y EN SERVICIO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	21	GSxxxx	21	LIBRE Y EN SERVICIO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	22	GSxxxx	22	LIBRE Y EN SERVICIO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	23	GSxxxx	23	LIBRE Y EN SERVICIO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	24	GSxxxx	24	LIBRE Y EN SERVICIO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	25	GSxxxx	25	LIBRE Y EN SERVICIO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	26	GSxxxx	26	LIBRE Y EN SERVICIO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	27	GSxxxx	27	LIBRE Y EN SERVICIO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	28	GSxxxx	28	LIBRE Y EN SERVICIO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	29	GSxxxx	29	LIBRE Y EN SERVICIO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	30	GSxxxx	30	LIBRE Y EN SERVICIO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	31	GSxxxx	31	LIBRE Y EN SERVICIO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	32	GSxxxx	32	LIBRE Y EN SERVICIO
GSxxxx	GHUAWx	GSxxxx	1	GSxxxx	1	LIBRE Y EN SERVICIO

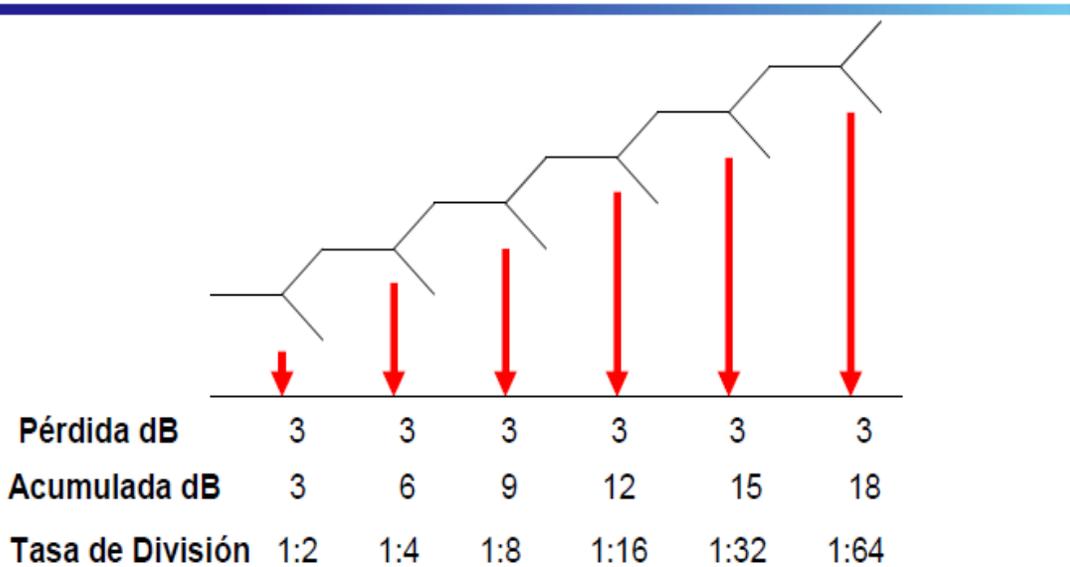
PLANTA EXTERNA									
Código Distribuidor	Nombre Distribuidor	CABLE	PAR CABLE	LISTON	PAR LISTON	ARMARIO	CAJA	HILO CAJA	ESTADO OCUPACION / TECNICO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.001	1	xxxx01	1	F02B01	A1	1	LIBRE Y EN SERVICIO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.001	2	xxxx01	2	F02B01	A1	2	LIBRE Y EN SERVICIO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.001	3	xxxx01	3	F02B01	A1	3	LIBRE Y EN SERVICIO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.001	4	xxxx01	4	F02B01	A1	4	LIBRE Y EN SERVICIO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.001	5	xxxx01	5	F02B01	A1	5	LIBRE Y EN SERVICIO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.001	6	xxxx01	6	F02B01	A1	6	LIBRE Y EN SERVICIO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.001	7	xxxx01	7	F02B01	A1	7	LIBRE Y EN SERVICIO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.001	8	xxxx01	8	F02B01	A1	8	LIBRE Y EN SERVICIO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.001	9	xxxx01	9	F02B01	A1	9	LIBRE Y EN SERVICIO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.001	10	xxxx01	10	F02B01	A1	10	LIBRE Y EN SERVICIO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.001	11	xxxx01	11	F02B01	A2	1	LIBRE Y EN SERVICIO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.001	12	xxxx01	12	F02B01	A2	2	LIBRE Y EN SERVICIO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.001	13	xxxx01	13	F02B01	A2	3	LIBRE Y EN SERVICIO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.001	14	xxxx01	14	F02B01	A2	4	LIBRE Y EN SERVICIO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.001	15	xxxx01	15	F02B01	A2	5	LIBRE Y EN SERVICIO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.001	16	xxxx01	16	F02B01	A2	6	LIBRE Y EN SERVICIO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.001	17	xxxx01	17	F02B01	A2	7	LIBRE Y EN SERVICIO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.001	18	xxxx01	18	F02B01	A2	8	LIBRE Y EN SERVICIO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.001	19	xxxx01	19	F02B01	A2	9	LIBRE Y EN SERVICIO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.001	20	xxxx01	20	F02B01	A2	10	LIBRE Y EN SERVICIO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.001	21	xxxx01	21	F02B01	A3	1	LIBRE Y EN SERVICIO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.001	22	xxxx01	22	F02B01	A3	2	LIBRE Y EN SERVICIO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.001	23	xxxx01	23	F02B01	A3	3	LIBRE Y EN SERVICIO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.001	24	xxxx01	24	F02B01	A3	4	LIBRE Y EN SERVICIO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.001	25	xxxx01	25	F02B01	A3	5	LIBRE Y EN SERVICIO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.001	26	xxxx01	26	F02B01	A3	6	LIBRE Y EN SERVICIO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.001	27	xxxx01	27	F02B01	A3	7	LIBRE Y EN SERVICIO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.001	28	xxxx01	28	F02B01	A3	8	LIBRE Y EN SERVICIO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.001	29	xxxx01	29	F02B01	A3	9	LIBRE Y EN SERVICIO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.001	30	xxxx01	30	F02B01	A3	10	LIBRE Y EN SERVICIO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.001	31	xxxx01	31	F02B01	A4	1	LIBRE Y EN SERVICIO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.001	32	xxxx01	32	F02B01	A4	2	LIBRE Y EN SERVICIO
2027	GPON MARISCAL SUCRE	02.002	1	xxxx02	1	F02B01	A4	3	LIBRE Y EN SERVICIO
GTGC	INFORMACIÓN DE MANGA TRONCAL (SPLITTER)				INFORMACIÓN DE CAJA (NAP)				
ENVIADO A CREAR	COORDENA DA X	COORDENA DA Y	TIPO	DIRECCIÓN N	COORDEN ADA X	COORDENADA Y	TIPO	DIRECCIÓN	

ANEXO 5

PARAMETROS DE RED GPON



Tasa de División Óptica y pérdidas de Inserción en dB



ANEXO 6

CONECTORES ÓPTICOS

Conectores Ópticos

Estándares de Interfaz Mecánica

Se puede elegir entre varias familias...seleccionar tipo de conector de las series IEC 61754



FC (IEC 61754-13)



MU (IEC 61754-6)



SC (IEC 61754-4)



LX.5(IEC 61754-23)



LC (IEC 61754-20)



MPO (12 FO connector)
(IEC 61754-7)

ANEXO 7

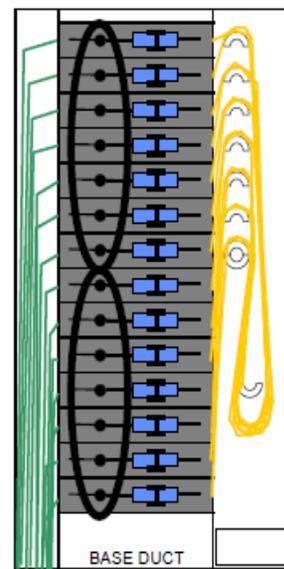
ODF CROSSCONECCIÓN

ODF de Crossconexión pura

Fibras Planta Externa

Cross Conexión

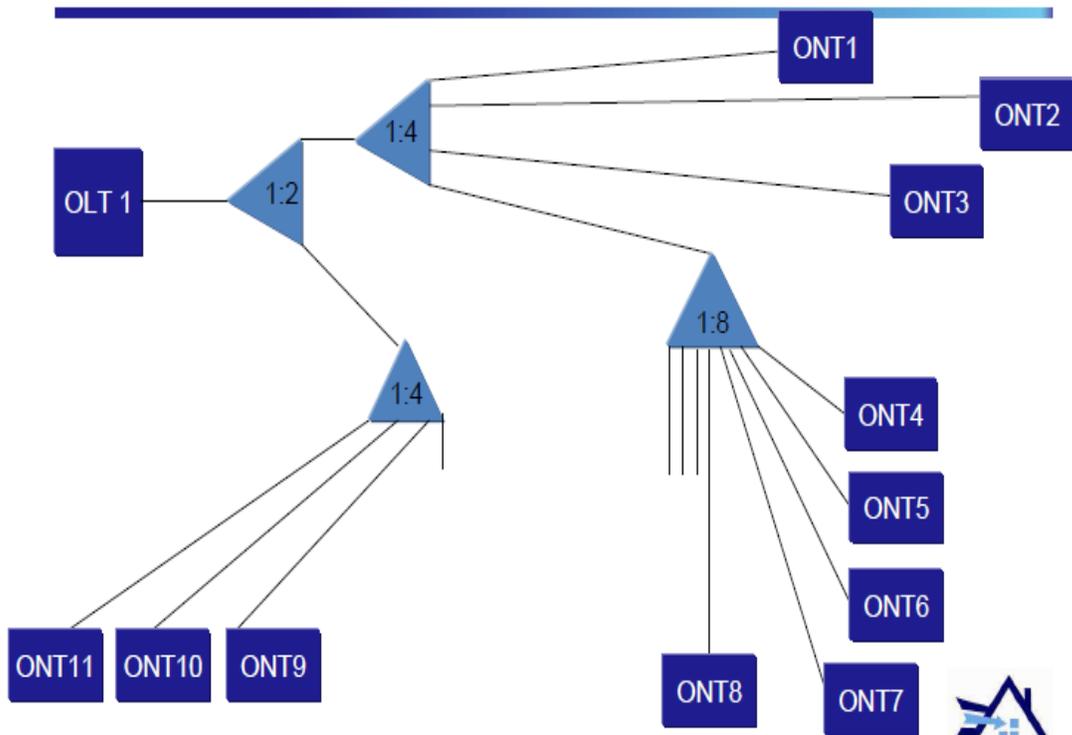
Puertos PON de OLT



ANEXO 8

DIVISION EN CASACADA

Division en cascada o etapas



**Building Fiber-to-the-Home
Communities Together**



ANEXO 9

CONFIGURACION DE SEVICIOS TRIPLE PLAY

Configuración de Servicios de Triple Play

Plan de Datos

El plan de datos utilizado por la empresa para proveer servicios a las ONT's se muestra en la siguiente tabla; el ancho de banda, la descripción de los servicios, la Voz sobre IP y los servicios de IPTV son definidos por la empresa en las redes superiores, este es solo un ejemplo:

Servicio	TCONT	GEM	Vlan de Usuario	Vlan de Servicio	Ancho de Banda
HSI (Internet de Alta velocidad)	5	0	10	201	40 Mbps bajada 5 Mbps subida
VoIP	4	1	20	411	1 Mbps
IPTV	6	2	30	116	20 Mbps

Parametro	Rango
Modelo de la ONT	HG8245
SN de la ONT	48575443E0573207
Modulo/Ranura/Puerto	0/1/2
Nombre	PRUEBAS_ONT
Perfil de Línea	PRUEBA_8245
Perfil de Servicio	PRUEBA_8245
Servidor de VoIP	SIP proxy: 172.23.7.134
Numero de Telefono (Static)	DN: 3800024 Password: 123456789

Para los servicios de IPTV, los puertos Ethernet de la ONT deben ser configurados para trabajar en capa 2 (modo bridge); para los servicios de internet el puerto Ethernet de la ONT puede trabajar en capa 3 o en capa 2 dependiendo de las necesidades y planeación de la red que posee de la empresa. En el caso de usar PPPoE, se debe configurar en capa 3 (modo router).

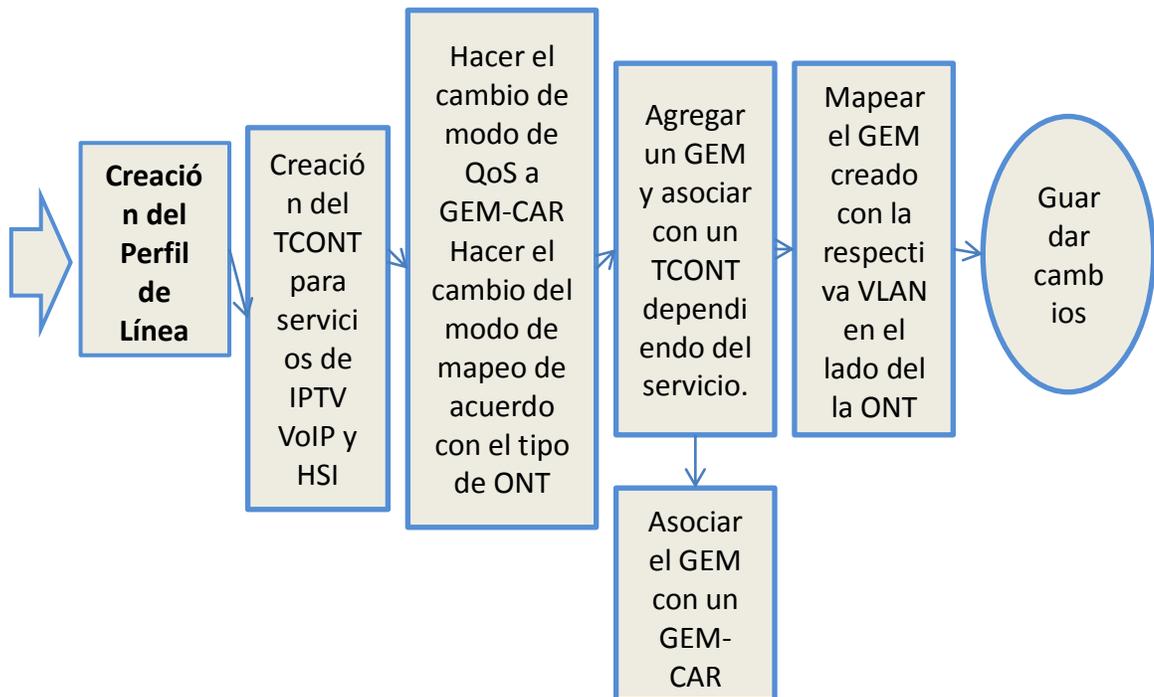
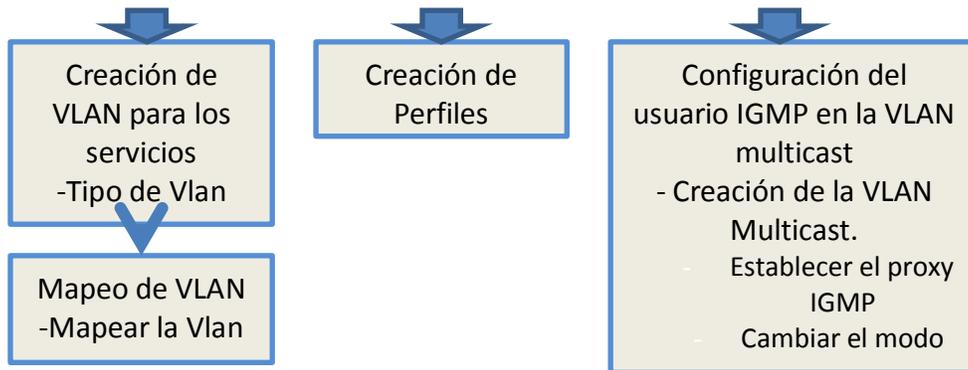
Aprovisionamiento de Servicios GPON

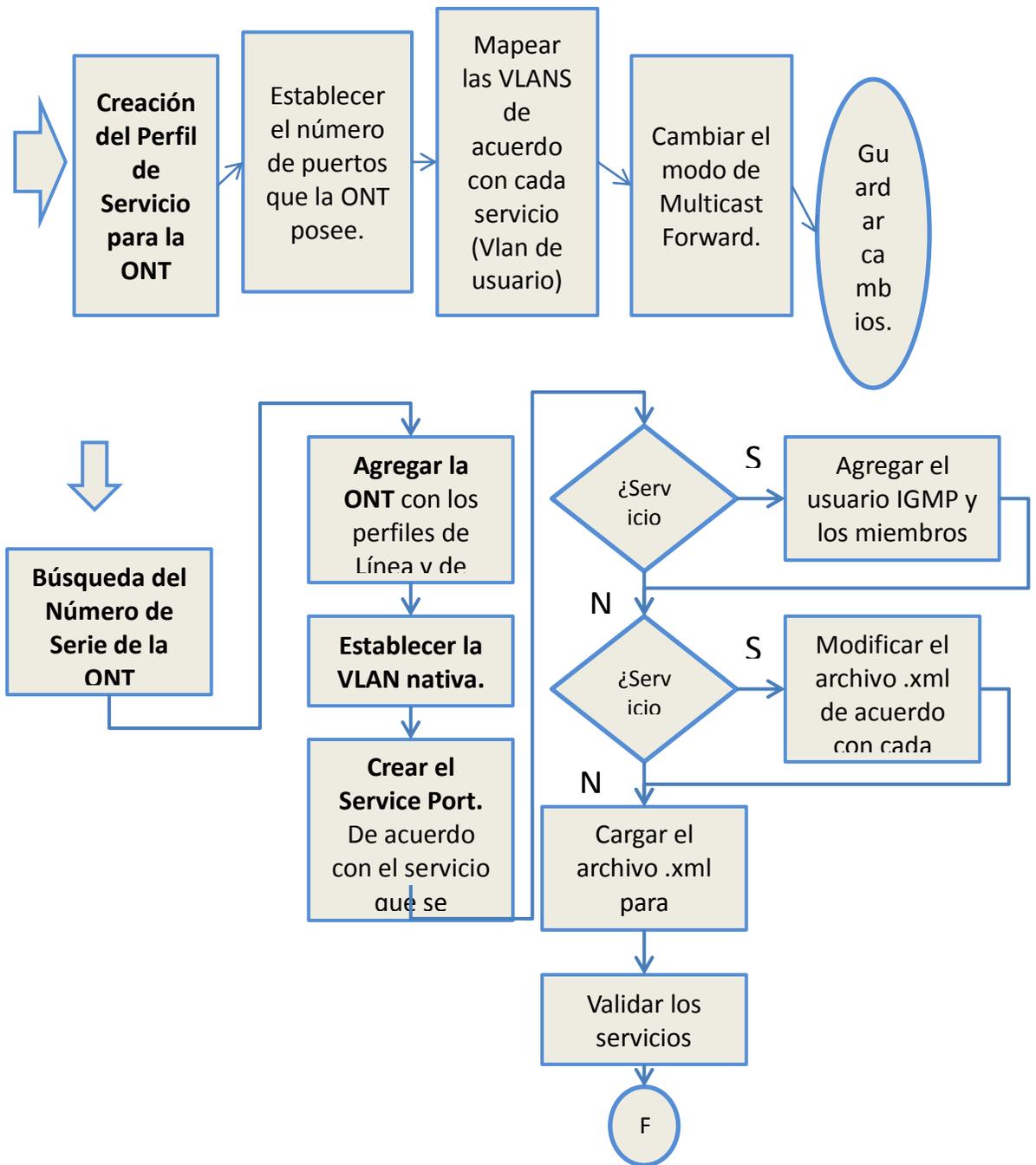
Este tema contiene los comandos y ejemplos necesarios para aprovisionar una ONT con servicios de Internet, Voz y Televisión por medio de IPTV.

Requisitos Previos

- Se debe tener un usuario con derechos de administrador en la OLT para poder hacer el aprovisionamiento.
- La OLT debe estar funcionando en estado normal
- Las tarjetas de la OLT deben estar funcionando en estado normal

Diagramas de Configuración





La IP METH se configuró:

GHUAW_MSC_01(config)#display interface meth 0

meth0 current state : DOWN

Line protocol current state : DOWN

Description : HUAWEI, SmartAX Series, meth0 Interface

The Maximum Transmit Unit is 1500 bytes

Internet Address is 192.168.1.1/24

IP Sending Frames' Format is PKTFMT_ETHNT_2, Hardware address is 7054-f537-68a3

Auto-duplex, Auto-speed

5 minutes input rate 0 bytes/sec, 0 packets/sec

5 minutes output rate 0 bytes/sec, 0 packets/sec

1527 packets input, 308843 bytes

7 packets output, 294 bytes

USUARIOS

GHUAW_MSC_01(config)#display terminal user all

```
-----  
Name          Level  Status Reenter Profile  Append  
              Num          Info  
-----  
adgpon        Admin  Online  3 root   User Adminis  
              trador  
gespon        Admin  Offline 3 root   User operado  
              r  
-----
```

Total record(s) number: 2

PERFILES

GHUAW_MSC_01(config)#display ont-srvprofile gpon all

```
-----  
Profile-ID  Profile-name          Binding times  
-----  
0          srv-profile_default_0  0  
1          xv                    0  
2          HG8245                0  
3          HG8245_C              1  
4          HG8245_CAMARAS        0  
5          OT928G                0  
6          MA5628                0  
-----
```

Total: 7

CONFIGURACION DE VLANs

GHUAW_MSC_01(config)#display vlan all

{ <cr>|vlanattr<K>|vlantype<E><mux,standard,smart,super> }:

Command:

display vlan all

```
-----
```

VLAN	Type	Attribute	STND-Port NUM	SERV-Port NUM	VLAN-Con NUM
1	smart	common	8	0	-
116	smart	common	2	0	-
190	standard	common	4	0	-
201	smart	common	2	0	-
202	smart	common	1	0	-
259	smart	common	1	1	-
299	smart	common	1	0	-
559	MUX	common	1	0	-

```
-----
```

Total: 8

Note : STND-Port--standard port, SERV-Port--service virtual port,
VLAN-Con--vlan-connect