



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TÍTULO: DISEÑO Y ESTUDIO DE UNA RED FTTH GPON PARA LA
URBANIZACIÓN PUERTO AZUL

AUTOR:

LUIS GUILLERMO JURADO RÍOS

Previa la obtención del Título

INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

TUTOR:

Ing. Marcos Montenegro, Mgs.

Guayaquil, Ecuador

2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr.
Luis Guillermo Jurado Ríos como requerimiento parcial para la obtención
del título de INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES.

TUTOR

Ing. Marcos Montenegro, Mgs.

DIRECTOR DE CARRERA

M. Sc. Miguel A. Heras Sánchez.

Guayaquil, a los 14 del mes de Marzo del año 2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Luis Guillermo Jurado Ríos**

DECLARÓ QUE:

El trabajo de titulación “DISEÑO Y ESTUDIO DE UNA RED FTTH GPON PARA LA URBANIZACIÓN PUERTO AZUL” previa a la obtención del Título de Ingeniero en Telecomunicaciones, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

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

Guayaquil, a los 14 del mes de Marzo del año 2016

EL AUTOR

LUIS GUILLERMO JURADO RÍOS



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

AUTORIZACIÓN

Yo, Luis Guillermo Jurado Ríos

Autorizamos a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: “DISEÑO Y ESTUDIO DE UNA RED FTTH GPON PARA LA URBANIZACIÓN PUERTO AZUL” cuyo contenido, ideas y criterios es de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, a los 14 del mes de Marzo del año 2016

EL AUTOR

LUIS GUILLERMO JURADO RÍOS

DEDICATORIA

A mi familia que es lo más importante en mi vida, en especial a mis padres Luis Fernando Jurado y Guillermina Ríos por su constante apoyo en el transcurso de mi vida y culminación de mi carrera, y para mi hijo que ha sido mi motivación para ser un profesional. Y a todos quienes me motivaron a seguir adelante y culminar uno de mis sueños y terminar mi carrera.

EL AUTOR

LUIS GUILLERMO JURADO RÍOS

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme cada día y darme la oportunidad de cumplir con uno de mis sueños, ser un profesional, a mis padres por todo su constante apoyo en el transcurso de mi vida y mi carrera, quienes siempre han sido una guía y un pilar fundamental para mí. A mi tutor, quien me guio y apoyo en el transcurso del proyecto y a todos mis profesores que con sus conocimientos me formaron y me ayudaron a ser un profesional.

EL AUTOR

LUIS GUILLERMO JURADO RÍOS

ÍNDICE GENERAL

Índice de Figuras	XI
Índice de Tablas.....	XIII
Resumen	XIV
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	16
1.1. Antecedentes	16
1.2. Justificación.....	17
1.3. Planteamiento del Problema	17
1.4. Objetivos	19
1.4.1. Objetivo General.....	19
1.4.2. Objetivos Específicos.....	19
1.5. Metodología.....	20
CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	21
2.1. Redes de acceso.....	21
2.2. Redes acceso guiado	21
2.2.1. Redes de acceso por cobre	21
2.2.2. Redes de acceso por fibra óptica.....	22
2.3. Tipos de fibras ópticas	25
2.3.1. Fibra monomodo	25
2.3.2. Fibra multimodo	26
2.4. Parámetros de la Fibra Óptica	27
2.4.1. Pérdidas por absorción	28
2.4.2. Pérdidas por dispersión	28
2.4.3. Pérdidas por curvaturas	29
2.4.4. Pérdidas por acoplamiento	29
2.5. Conectores ópticos	29
2.6. Uniones de fibras.....	31

2.7. Ventajas y desventajas de la fibra óptica con respecto al cobre	33
2.8. Redes FTTx	34
2.8.1. FTTH (Fiber To The Home)	34
2.9. Topologías de una red.....	35
2.9.1. Conexión punto a punto	35
2.9.2. Conexión punto a multipunto	36
2.10. REDES PON.....	37
2.10.1. Ventajas y Deficiencias de una red PON	38
2.10.1.1. Ventajas de las redes PON	38
2.10.1.2. Deficiencias de las redes PON.....	39
2.10.2. COMPONENTES DE UNA RED PON	39
2.10.2.1. ODN (Optical Distribution Network).....	40
2.10.2.2. OLT (Optical Line Terminal)	40
2.10.2.3. ONT (Optical Network Termination)	42
2.10.2.4. SPLITTERS (Divisores Ópticos Pasivos)	43
2.10.2.5. Equipos de distribución	45
2.10.2.5.1. ODF	45
2.10.2.5.2. NAP (Network Access Point).....	45
2.10.2.5.3. FDT.....	46
2.10.3. Ventanas en fibra óptica	47
2.10.3.1. Transmisión ascendente	47
2.10.3.2. Transmisión descendente.	47
2.10.4. Técnicas de modulación	48
2.10.4.1. WDM.....	48
2.10.4.2. TDM.....	49
2.10.5. GPON	50
2.11. Organismos reguladores.....	51

2.11.1. Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información.....	51
2.11.2. Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones	51
2.12. Organismos Internacionales	52
CAPÍTULO 3: DISEÑO DE LA RED Y ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	
ECONÓMICA.....	54
3.1. Área a cubrir con GPON-FTTH.....	54
3.2. Estudio de la demanda.....	55
3.3. Demanda futura	59
3.4. Normas Técnicas para diseño de la ODN	59
3.5. Diseño de la ODN.....	60
3.5.1. Identificación de la infraestructura existente	61
3.5.2. Diseño de la red troncal Feeder	63
3.5.3. Diseño de la red de Distribución.....	65
3.5.4. Diseño de la Red de Dispersión.....	67
3.5.4.1. Red de dispersión para casas.....	69
3.5.4.2. Red de dispersión para edificios	72
3.6. Consideraciones de diseño	74
3.6.1. Factor de splitter	75
3.6.2. Reserva técnica	75
3.6.3. Distancia máxima de los equipos.....	75
3.6.4. Estándar de fibra óptica.	75
3.7. Presupuesto de potencia	76
3.8. Simbologías de Normativa.....	77
3.9. Análisis Financiero	80
3.9.1. PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACIÓN	80
3.10. Ingresos de la Operadora.....	85
3.10.1. Establecimiento de costos para el usuario	85

3.10.1.1. Telefonía Fija	86
3.10.1.2. Internet Fijo	86
3.10.1.3. Televisión Digital	87
3.10.2. Ingresos por prestación de servicios	87
3.11. Evaluación Financiera	91
3.11.1. Valor Actual Neto (VAN)	91
3.11.2. TIR (Tasa de Interés de Retorno)	93
CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	94
4.1. CONCLUSIONES.....	94
4.2. RECOMENDACIONES.....	95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97
ANEXOS	101

Índice de Figuras

Capítulo 2

Figura 2. 1: Partes del cable de cobre.	22
Figura 2. 2: Componentes del Cable de Fibra Óptica.	23
Figura 2. 3: Fibra monomodo.	25
Figura 2. 4: Fibra multimodo.	26
Figura 2. 5: Tipos de Conectores Ópticos.	30
Figura 2. 6: Tipos de pulido.	32
Figura 2. 7: Arquitectura FTTx.	34
Figura 2. 8: Red FTTH.	35
Figura 2. 9: Conexión punto a punto.	36
Figura 2. 10: Conexión punto a multipunto modo estrella.	37
Figura 2. 11: Equipos de una Red PON.	40
Figura 2. 12: OLT.	42
Figura 2. 13: Terminal de red óptica modelo HG861.	43
Figura 2. 14: Divisor Óptico.	44
Figura 2. 15: ODF.	45
Figura 2. 16: NAP.	46
Figura 2. 17: FDT.	46
Figura 2. 18: WDM.	49
Figura 2. 19: TDMA.	50

Capítulo 3

Figura 3. 1: Área de cobertura en PUERTO AZUL.	54
Figura 3. 2: Censo en Puerto Azul.	55
Figura 3. 3: Mercado de telefonía fija.	56
Figura 3. 4: Mercado de internet fijo.	57
Figura 3. 5: Mercado de audio y video.	58
Figura 3. 6: Ubicación central Puerto Azul.	62
Figura 3. 7: Diseño de la Red feeder.	64
Figura 3. 8: Área de cobertura de un NAP.	66
Figura 3. 9: Red de dispersión.	68
Figura 3. 10: Esquema para casas.	69
Figura 3. 11: Esquema para edificios.	72

Figura 3. 12: Modelo residencial	76
Figura 3. 13: Símbolo de una Manga.	78
Figura 3. 14: Símbolo de un Splitter.....	78
Figura 3. 15: Reserva en la Manga.	79
Figura 3. 16: NAP aéreo.	79

Índice de Tablas

Capítulo 2

Tabla 2. 1: Valores de las pérdidas en las técnicas de conexión.	31
Tabla 2. 2: Perdidas de Inserción Splitters.....	44
Tabla 2. 3: Ventanas de transmisión.....	47
Tabla 2. 4: Longitudes de onda de transmisión.....	48
Tabla 2. 5: Estándares de la ITU.	53

Capítulo 3

Tabla 3. 1: Posibles abonados CNT	58
Tabla 3. 2: Crecimiento del mercado.	59
Tabla 3. 3: Capacidad de los cables de fibra óptica para la ODN.....	61
Tabla 3. 4: Presupuesto de potencia residenciales.	76
Tabla 3. 5: Presupuesto de la Red FEEDER.	81
Tabla 3. 6: Presupuesto de la red de distribución.	82
Tabla 3. 7: Presupuesto de la red de dispersión	83
Tabla 3. 8: Presupuesto canalización.	83
Tabla 3. 9: Gastos por mano de obra.....	84
Tabla 3. 10: Gastos movilización.	84
Tabla 3. 11: Costo total.....	85
Tabla 3. 12: Tarifa mensual de telefonía fija.	86
Tabla 3. 13: Tarifa mensual de internet fijo.	86
Tabla 3. 14: Tarifa mensual TV Digital.....	87
Tabla 3. 15: Crecimiento del mercado Telefonía Fija	87
Tabla 3. 16: Ingresos anuales por servicios de telefonía fija.	88
Tabla 3. 17: Crecimiento poblacional Internet Fijo.	88
Tabla 3. 18: Ingresos anuales por servicios de internet fijo.....	89
Tabla 3. 19: Crecimiento poblacional TV Digital.....	89
Tabla 3. 20: Ingresos anuales por servicios de TV Digital.....	90
Tabla 3. 21: Ingresos anuales por instalación de equipos.....	90
Tabla 3. 22: Ingreso total por año	91
Tabla 3. 23: Datos para el cálculo del VAN.....	92
Tabla 3. 24: Calculo del VAN.....	92
Tabla 3. 25: Tasa de interés de retorno	93

Resumen

El presente proyecto propone desarrollar un diseño de red GPON-FTTH en la urbanización Puerto Azul ubicado en el km 10 vía a la Costa, en base a las Normas de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones, ya que, actualmente brinda sus servicios de video, voz y datos con las tradicionales redes de cobre.

La implementación a futuro del diseño GPON-FTTH realizado, mejorará la calidad de transmisión de datos para los usuarios, porque las redes de cobre cuentan con algunas desventajas como: su limitado ancho de banda y su sensibilidad a la inducción electromagnética, en comparación a las redes de fibra óptica que ofrecen un ancho de banda de 1.25Gbps para Upstream y 2.4Gbps para Downstream considerando así que tendrá un mayor impacto en el mercado.

Se elaboró un presupuesto para la construcción de la red GPON FTTH y también se realizó un análisis de factibilidad económica utilizando las fórmulas del valor actual neto y la tasa de interés de retorno.

Abstract

This project proposes to develop a GPON FTTH network design in the urbanization Puerto Azul located at km 10 route to the coast, based on the standards of the National Telecommunications Corporation, since it currently offers its services of voice, video and data with traditional copper networks.

The future of the FTTH-GPON design implementation, improve the quality of data transmission for users, because copper networks have some disadvantages such as: its limited bandwidth and their sensitivity to electromagnetic induction, compared to fiber optic networks that offer a bandwidth of 1.25Gbps for Upstream and Downstream to 2.4Gbps considering so you will have a greater impact on the market.

A budget for the construction of FTTH GPON network was drawn up and also an analysis of economic feasibility using the formulas of net present value and the rate of return.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Desde inicios del año 2015, la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT E.P ha empezado, en varias ciudades del país, la construcción del tendido de nuevos ejes de canalización de su red de fibra óptica GPON, muy adecuada para llegar hasta los hogares de los abonados; se han instalado este tipo de redes en Guayaquil, Quito, Guaranda, Ibarra, Riobamba, Tulcán, Machala, Latacunga, Macas, Loja, Tena, El Coca, Salinas, Puyo, Ambato, Santo Domingo, Manta, Zamora y en las ciudades del Milenio de Pañacocha y Cuyabeno, teniendo en existencia proyectos para la instalación a corto plazo de más redes G-PON a nivel nacional.

La tecnología GPON optimiza la relación inversión – cobertura, dando la oportunidad de ofrecer servicios interactivos y de nueva generación, que requieren altos anchos de banda. Las redes instaladas por CNT E.P tienen una capacidad de transmisión de 1 Gbps, con proyección a un crecimiento, a futuro, de 10 Gbps, en base la demanda del mercado de los servicios triple play (voz, datos y video).

En la actualidad, se han tendido alrededor de 800 km de fibra óptica en todo el país entre fibra troncal y distribución. La CNT E.P para proporcionar todo el soporte adecuado, se encuentra capacitando a sus técnicos para que estén preparados para la operación y el mantenimiento de los diferentes segmentos de las Redes GPON existentes y proyectadas (CNT E.P, 2015).

1.2. Justificación

El desarrollo de este trabajo de investigación busca aportar con una solución viable para mejorar la calidad de los servicios de telecomunicaciones brindados por la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT E.P) en la urbanización PUERTO AZUL; dicho sector cuenta con un número considerable de negocios y hogares que necesitan ser atendidos con servicios de telecomunicaciones los cuales sean confiables. Basado en esta necesidad se propone el diseño de una red de distribución óptica, la cual por sus propiedades de transmisión puede mejorar de manera considerable los servicios actualmente brindados en el sector.

Las ventajas que brinda este diseño son varias; los usuarios contarán con grandes mejoras en cuanto a la calidad de servicio, ya que, podrán gozar de altas tasas de datos en Upstream y Downstream, el prestador de servicios de telecomunicaciones optimizará sus recursos porque a través de la misma red podrá brindar varios servicios de telecomunicaciones, logrando así un sistema muy favorable en cuanto a la convergencia de los servicios prestados.

1.3. Planteamiento del Problema

El incremento de la demanda en los servicios de telecomunicaciones lleva a los proveedores de estos servicios a implementar mejoras en cuanto al incremento de la tasa de datos que llega a los abonados y minimizar la tasa

de errores dentro del sistema; para lograr esto es necesario la utilización de un canal de comunicaciones de gran capacidad debido a que el volumen de información que manejan los usuarios y/o empresas va incrementando de manera vertiginosa.

En la actualidad en el Ecuador los servicios de telecomunicaciones por cable físico en su gran mayoría están basados en las tecnologías ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) y cable modem. Los problemas actuales de estas tecnologías utilizadas en muchos sectores de la ciudad de Guayaquil son que el cable de cobre es muy sensible al ruido y a las interferencias, esto se hace notorio en la época de invierno ya que cuando existen tormentas eléctricas se producen inducciones electromagnéticas generando falsas llamadas entre los clientes, la velocidad de transmisión y la distancia del enlace son otros puntos en contra que se presentan en las tecnologías que utiliza el cable de cobre.

La urbanización PUERTO AZUL es un sector sobre el cual se asienta un número considerable de negocios, oficinas y viviendas, convirtiéndose este en un sector muy importante de la ciudad de Guayaquil en al aspecto económico. Es muy necesario que este sector cuente con servicios de telecomunicaciones que sean confiables ya que está demostrado que al mejorar los sistemas de comunicación, se incrementa la productividad de un determinado sector.

La implementación de una red de distribución óptica u ODN (Optical Distribution Network), sería un gran avance para la prestación de servicios de telecomunicaciones, ya que, mediante la utilización de la tecnología G-PON se pueden alcanzar tasas de datos de 1,25 Gbps para Upstream y 2,4 Gbps para Downstream desde la central de comunicaciones, dicha tasa de datos puede ser repartida hasta a 32 abonados, pudiendo proporcionar así un servicio de calidad para este sector. En la actualidad una buena parte de la urbanización ya cuenta con esta tecnología, faltando aproximadamente unos 880 abonados por cubrir, donde existe una gran demanda por los servicios de telecomunicaciones.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Diseñar y estudiar una red de distribución óptica (ODN) para la prestación de servicios de voz, video y datos en la urbanización PUERTO AZUL ubicada en el km 10 vía a la Costa.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Diseñar una red FTTH en la urbanización PUERTO AZUL.
- Analizar las ventajas que existe entre la red FTTH – GPON con la red de cobre existente.
- Elaborar el presupuesto referencial de la red FTTH a implementarse.

1.5. Metodología

Esta investigación se enfoca centralmente en el tipo de investigación descriptiva porque se analizan y describen los factores técnicos y económicos que deben ser considerados para la implementación de la red en PUERTO AZUL y exploratoria porque hay que hacer el reconocimiento del lugar donde se implementará la red por otra parte se revisan planos de redes FTTH ya existentes para en base a ello diseñar una red GPON – FTTH capaz de satisfacer las necesidades que los clientes requieren en el área que aún no está cubierta.

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Redes de acceso

El acceso es una parte muy importante en las comunicaciones dentro del modelo de una red de telecomunicaciones. Podemos definir como una red de acceso al medio de transmisión que nos facilita comunicar los usuarios finales con el proveedor de servicio con el objetivo de enviar información (Telefónica, 2011).

Podemos encontrar dos tipos de tecnologías que pueden ser la tecnología de acceso guiado y la tecnología de acceso no guiado; Para este trabajo de investigación nos vamos a enfocar en las tecnologías de acceso guiado.

2.2. Redes acceso guiado

Esta tecnología nos permite transmitir información por el interior de un medio físico que comunica al proveedor de servicios con el usuario final, dentro de los diferentes tipos de redes de tecnología guiada se encuentran en la actualidad con frecuencia las redes de cobre y las redes de fibra óptica que son las más utilizadas en el área de las telecomunicaciones (Telefónica, 2011).

2.2.1. Redes de acceso por cobre

Las redes de cobre fueron utilizadas en las telecomunicaciones tradicionalmente para poder brindar el servicio de telefonía fija, En la

actualidad utilizando las tecnologías xDSL se pueden usar este tipo de redes para la transmisión de voz y datos.

Una red de acceso por cobre inicia desde las centrales telefónicas y son repartidas por la zona que queremos cubrir siendo distribuidas por canalizaciones para llegar hasta el abonado. En una red de acceso por cobre es utilizado un cable que tiene tradicionalmente un recubrimiento de color negro que nos ayuda a proteger y aislar al conductor para su buen funcionamiento y así evitar posibles interferencias con otros cables eléctricos. En la figura 2.1 se muestra cómo está conformado este medio de transmisión (Guillen, 2015).

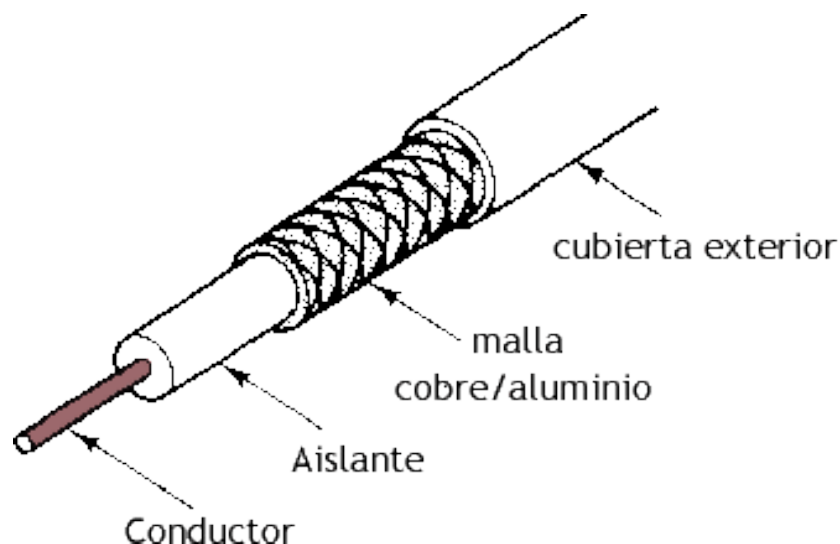


Figura 2. 1: Partes del cable de cobre.

Fuente: (Plata, 2011)

2.2.2. Redes de acceso por fibra óptica

Son redes que utilizan tecnologías avanzadas mediante la transmisión de información por medio de pulsos de luz, que se transportan a lo largo de la

red. La fibra óptica tiene ventajas muy significativas en comparación al cable de cobre, ya que en primer lugar, la fibra óptica es más pequeña, más ligera y esto ayuda en la fácil instalación de este material, además, hoy en día su precio es accesible, otra de las ventajas que tiene este material es su gran capacidad de ancho de banda lo cual permite una mejor transmisión de datos a velocidades que serían imposibles de alcanzar mediante la utilización de cable de cobre (ALEBEN TELECOM, 2013).

En la Figura 2.2 se muestran los componentes básicos del cable de fibra óptica, que son los siguientes:

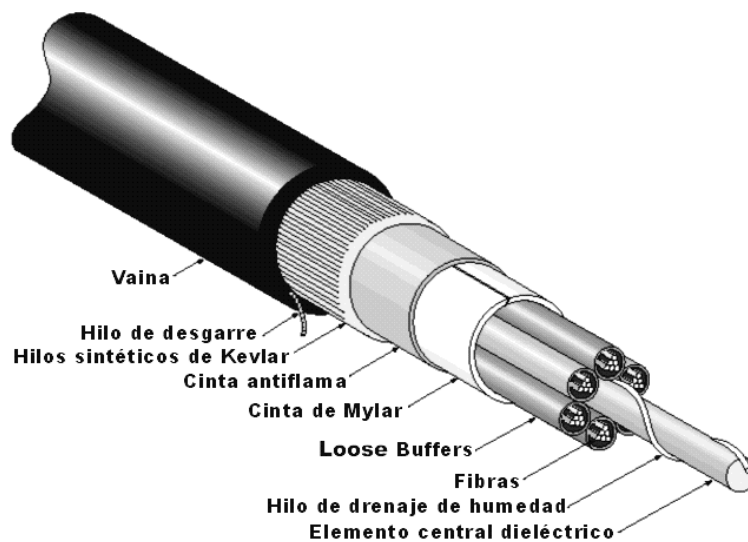


Figura 2. 2: Componentes del Cable de Fibra Óptica.
Fuente: (ALEBEN TELECOM, 2013)

Elemento central dieléctrico: no lo encontramos en todas las clases de fibras ópticas. Este componente es un dieléctrico el cual no permite el paso de la corriente eléctrica, solamente es utilizado para darle consistencia al cable.

Hilo de drenaje de humedad: su función es liberar la humedad, protegiendo así a los demás elementos.

Fibras: es la pieza más significativa del cable, ya que es el medio por donde se transportara la información. Comúnmente está compuesto por fibras de vidrio (Dióxido de Silicio), pero también pueden ser de plástico. Al manipular este elemento se recomienda limpiar con cuidado las fibras, porque la mínima impureza que se presente puede ocasionar la desviación de un haz de luz.

Loose Buffers: es un pequeño revestimiento que conlleva un gel que recubre a la fibra, esto nos ayuda como una capa oscura, en la misma que no permite que se dispersen los rayos de luz hacia el exterior del cable.

Cinta Mylar: es una capa de poliéster, su única función es que nos sirve como aislador.

Cinta antillama: es una capa que ayuda a proteger el cable contra los rayos del sol y en contra los casos de incendios.

Hilos sintéticos de Kevlar: protegen y permiten que el cable tenga mayor flexibilidad. El material del cual está compuesto lo hace incombustible.

Hilos de desgarre: ayudan a tener mayor solidez al cable.

Vaina: es la capa principal que protege a todo el cable de fibra óptica, está compuesta por un material muy resistente que permite que el cable tenga mayor seguridad para protegerlo de cualquier inconveniente en el exterior (ALEBEN TELECOM, 2013).

2.3. Tipos de fibras ópticas

Las fibras se dividen principalmente en dos grupos, según su modo de transmisión, pueden ser:

2.3.1. Fibra monomodo

Su diseño solo permite la transmisión de un solo modo lumínico o rayo de luz, el diámetro de su núcleo es de 9 μm y 125 μm del revestimiento. Este tipo de fibras impide la dispersión modal, es muy utilizada en las rutas a largas distancias. En la Figura 2.3 se puede observar el diseño del diámetro del núcleo de una fibra monomodo (Marchukov, 2011).

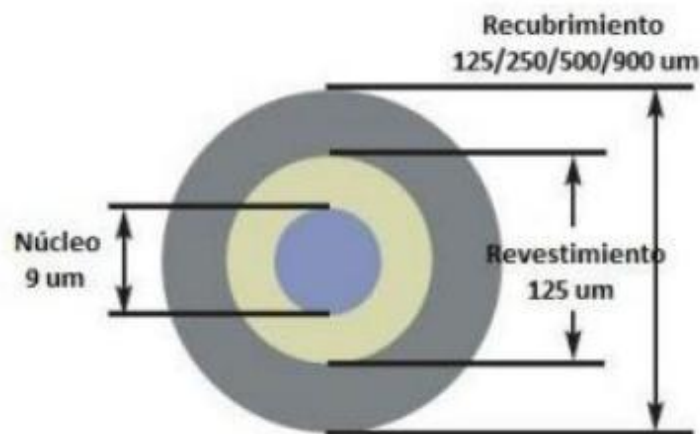


Figura 2. 3: Fibra monomodo.
Fuente: (Marchukov, 2011)

Las fibras monomodos se clasifican en:

- SMF (Standar Single Mode Fiber) se transmite con una longitud de onda de 1550 nm/km, cuenta con una dispersión cromática de 16 ps/km y tiene una pérdida de potencia de 0,2 dB/km.

- NZDSF (Non Zero Dispersion Shifted Fiber), son apropiadas en los sistemas que utilizan WDM, debido a que no sufre dispersión en la longitud de onda de transmisión.
- DSF (Dispersion Shifted Fiber), su atenuación es de 0,25 dB/km, con una ventana de transmisión de 1550 nm y no sufre de dispersión cromática (Argüello & Burneo, 2013).

2.3.2. Fibra multimodo

Puede transmitir varios modos lumínicos o haces de luz al mismo tiempo, esto es posible debido a que el diámetro de su núcleo es mayor en comparación a la fibra monomodo, en el mercado se encuentran fibras de diámetro de 50 a 62.5 μm entre el núcleo y la cubierta, obteniendo así más espacio para transmitir diferentes señales ópticas, por lo general se utiliza este tipo de fibra en distancias no superiores a 2.5 Km y permiten la transferencia de información hasta 155Mbps (Argüello & Burneo, 2013, p.20). En la Figura 2.4 se puede observar el diseño del diámetro del núcleo de una fibra multimodo.

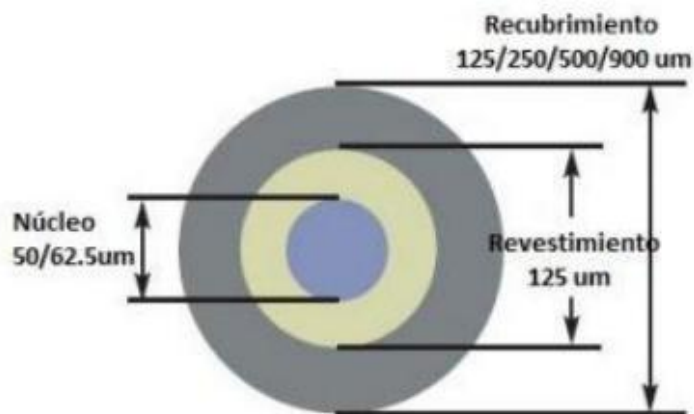


Figura 2. 4: Fibra multimodo.
Fuente: (Marchukov, 2011)

Las fibras multimodo se clasifican de esta manera:

Fibra óptica multimodo de índice escalonado: es utilizado en recorridos cortos, porque viajan varios rayos ópticos al mismo tiempo y cada uno tiene diferentes ángulos de reflexión sobre la cubierta o revestimiento; existe un desfase en el trayecto.

Fibra óptica multimodo de índice gradual: Sus rayos ópticos tienen diferentes índices de refracción causando que la luz se refracte en el momento que está viajando dentro del núcleo. Este tipo de fibra se la puede utilizar en distancias un poco más largas en comparación a las de fibra multimodo de índice escalonado, esto se debe porque a través del núcleo viajan menos rayos de luz (Argüello & Burneo, 2013).

2.4. Parámetros de la Fibra Óptica

Así como existen pérdidas en una red de cobre, también las tenemos en los sistemas ópticos como la atenuación y podemos definir a la atenuación como la disminución de amplitud de la señal a través de un enlace, a mayor distancia mayor es la disminución de amplitud de la señal. En un sistema óptico, la atenuación es igual a la potencia de salida sobre la potencia de entrada como se muestra en la siguiente ecuación 2.1 (Rosero, 2014):

$$a(\lambda) = 10 \log \left(\frac{P_{salida}}{P_{entrada}} \right)$$

Ecuación 2.1

La unidad de la atenuación se representa en decibelios (dB), también se puede calcular el número de dB por Km, partiendo de la ecuación 2.1 se divide sobre la L (longitud) como se muestra en la ecuación 2.2.

$$a(\lambda) = \frac{10 \log \left(\frac{P_{salida}}{P_{entrada}} \right)}{L} \left[\frac{dB}{Km} \right]$$

Ecuación 2.2

A continuación se detallan las pérdidas que se presentan en una red de fibra óptica:

2.4.1. Pérdidas por absorción

Este tipo de pérdidas se obtiene por parte del material que se usa para la fabricación de la fibra, se presentan en la parte cristalina del cable por la contaminación que se expone el material y también por la absorción de rayos ultravioletas, Esta clase de pérdidas varía dependiendo del material que este hecha la fibra óptica (Rosero, 2014).

2.4.2. Pérdidas por dispersión

Son pérdidas provocadas por irregularidades físicas producidas en la fabricación de la fibra óptica, por ejemplo, en la densidad del cable que puede ocasionar problemas de refracción. Las pérdidas por dispersión aumentan con la distancia transitada por la luz dentro de la fibra, y es mayor

cuanto menor es la longitud de onda en relación con el tamaño de las impurezas en la fibra (Rosero, 2014).

Las pérdidas explicadas anteriormente eran por factores intrínsecos de la fibra óptica, pero también podemos encontrar pérdidas por motivos extrínsecos y son los siguientes:

2.4.3. Pérdidas por curvaturas

Es producida habitualmente en el proceso del tendido de la fibra, si su radio de curvatura no excede 10 veces el diámetro del cable se considera nula, caso contrario, puede provocar que su ángulo de incidencia cambie en la interfase núcleo-cubierta. (Rosero, 2014).

2.4.4. Pérdidas por acoplamiento

Se presentan en el proceso de acoplamiento entre dos tipos de cables ópticos en el sistema, con el uso de conectores provoca pérdidas de 0.7dB por cada conector, por otra parte están las fusiones que provocan 0.1dB de pérdidas por empalme (Rosero, 2014).

2.5. Conectores ópticos

Los conectores ópticos son elementos pasivos muy prácticos dentro de la red y su función principal es conectar los hilos de fibra óptica con un equipo transmisor o receptor, cuando se realiza una instalación de un conector se debe tomar en cuenta varios parámetros, como por ejemplo la calidad y el

rendimiento de los cables que se usan en planta externa o en la central ya que no tienen las mismas características. Su instalación es sencilla y el mantenimiento es fácil y rápido (Nilsson, Lo Curzio & Serrander, 2007).

En la Figura 2.5 se muestran los diferentes tipos de conectores y sus pérdidas de potencia.

CONECTOR	PÉRDIDA	TIPO DE FIBRA
 FC	0.50-1.00 dB	SM, MM
 FDDI	0.20-0.70 dB	SM, MM
 LC	0.15 dB (SM) 0.10 dB (MM)	SM, MM
 MT Array	0.30-1.00 dB	SM, MM
 SC	0.20-0.45 dB	SM, MM
 SC Duplex	0.20-0.45 dB	SM, MM
 ST	Typ. 0.40 dB (SM) Typ. 0.50 dB (MM)	SM, MM

Figura 2. 5: Tipos de Conectores Ópticos.
Fuente: (Cruz, 2012)

- Los Conectores FC, SC y SC-Dúplex se implementan en redes con fibra monomodo y multiplexación WDM, se utilizan para la transmisión de datos.
- Conectores FDDI, se los utiliza en redes de fibra óptica.
- Conectores LC y MT-Array se utilizan en transmisiones de alta densidad de datos, se implementan en sistemas multimodo de dos fibras por abonado.
- Conectores ST o BFOC son comunes en redes de edificios y en sistemas de seguridad. Para su instalación necesita girarse tal y como un conector de cable coaxial (Nilsson, Lo Curzio & Serrander, 2007, p.45).

2.6. Uniones de fibras

Las uniones de fibra provocan pérdidas de potencia debido a los conectores o empalmes que se utilizan en la red. En la Tabla 2.1 se describen los valores de las pérdidas que se presentan en las diferentes técnicas de conexión (Nilsson, Lo Curzio & Serrander, 2007, p.45).

Tabla 2. 1: Valores de las pérdidas en las técnicas de conexión.

	MECÁNICO	CONECTOR	FUSIÓN
Removilidad	Pocas veces	Muchas veces	Permanente
Perdida de retorno	>35dB	PC>27db	>60 dB
Costo del material	Bajo	Mediano	Alto
Costo del equipo	Bajo	Mediano	Ato
Ensamblaje de campo	Adecuado	Uso limitado	Adecuado
Perdida de inserción	<0.3dB	Típico 0.2dB Max 0.5dB	< 0.1 dB

Fuente: (Nilsson, Lo Curzio & Serrander, 2007)

Con la tabla 2.1 se puede concluir que utilizando la técnica de la fusión, se tendrá menos pérdida de potencia en la red, sin embargo corregir errores en una fusión no es tan simple en comparación con los conectores.

Para el uso de conectores se tienen 4 clases de pulidos que sirven para el proceso de empalmar un cable y son los siguientes:

Plano. Es pulido a mano, este tipo de pulido no elimina el espacio del aire, genera pérdidas de retorno, la reflexión devuelta es aproximadamente de 14 dB.

PC. Physical Contact su superficie es un poco curvada por lo que no da espacio para que el aire entre.

SPC. Súper PC, a diferencia del anterior este tipo de pulido tiene la curva más pronunciada, es un mejoramiento de los PC.

APC. Su superficie es de forma curvada y angulada esto mantiene la conexión intacta. Generalmente son utilizados en sistemas CATV y análogos. En la Figura 2.6 se observan los diferentes pulidos que se mencionaron anteriormente (García, 2015).

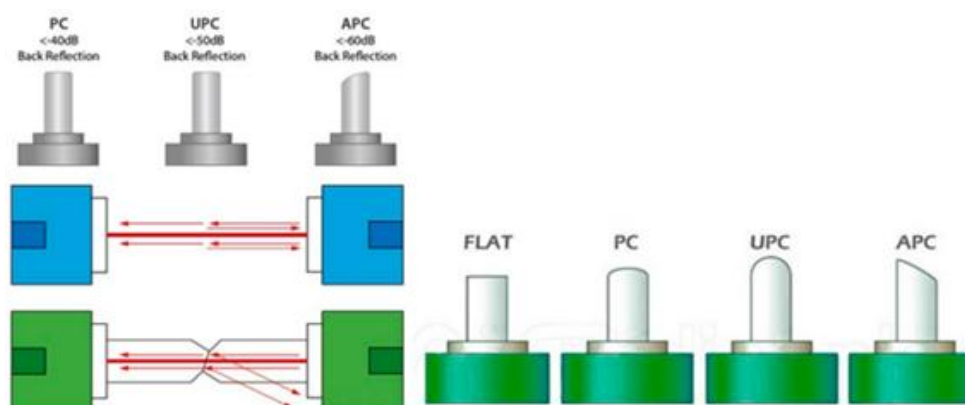


Figura 2. 6: Tipos de pulido.
Fuente: (García, 2015)

2.7. Ventajas y desventajas de la fibra óptica con respecto al cobre

Como ventajas con respecto al cobre tenemos:

- Es segura ya que es muy sencillo descubrir los intrusos dentro de la red.
- La fibra óptica es inmune a las interferencias electromagnéticas.
- Pueden transmitir mayor información debido a que su ancho de banda es superior al cobre.
- La fibra óptica es fabricada con el material de silicio el cual es de fácil adquisición en la naturaleza.
- Se la puede implementar en distancias más largas debido a que tiene valores bajos de atenuación.
- Su peso es muy liviano en comparación al cobre y permite su fácil instalación (Rodríguez, 2012, pp. 58-59).

Como desventajas tenemos:

- Es frágil, por lo cual hay que tener un poco de cuidado al momento de manipularla.
- Es obligatorio realizar la transformación de la señal eléctrica a una señal de luz dentro del sistema.
- Las reparaciones de la fibra óptica son más complicadas que en un cable de cobre (Rodríguez, 2012, p. 60).

2.8. Redes FTTx

La tecnología de telecomunicaciones FTTx (Fiber to the X) son redes de banda ancha, es decir que tienen una gran capacidad para transportar datos a una alta velocidad y de forma simétrica hasta el abonado, utilizan como medio de acceso guiado a la fibra óptica que puede reemplazar total o en parte al cable de cobre. FTTx es una generalidad de las distintas configuraciones desarrolladas (FTTN, FTTC, FTTB, FTTH), el carácter final nos indica hasta donde llegará el uso del cable de la fibra óptica en la red, en el caso de FTTH será hasta la residencia del usuario. En la figura 2.7 se muestran las arquitecturas que tiene esta tecnología (Añazco, 2013).

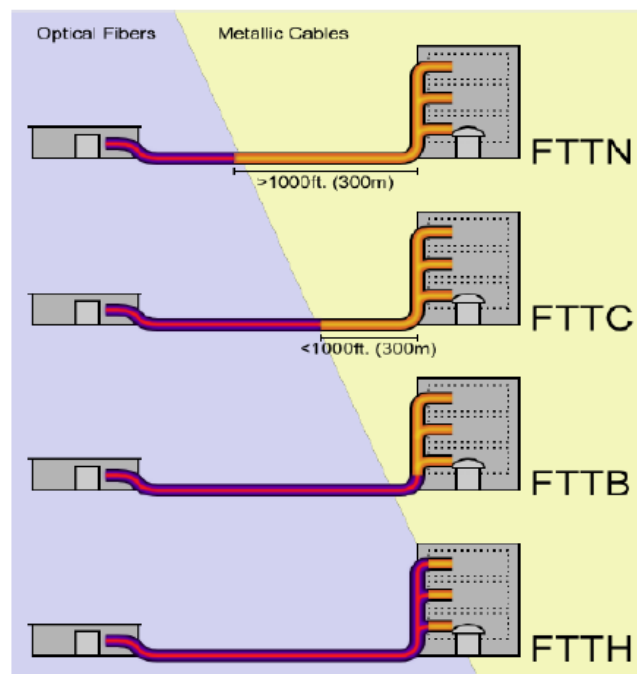


Figura 2. 7: Arquitectura FTTx.

Fuente: (Furukawa, 2012)

2.8.1. FTTH (Fiber To The Home)

FTTH o FTTHA (Fiber To The Apartment) es una de las arquitecturas de las redes FTTx más conocidas, se basa en que la red está compuesta por fibra

óptica desde la central hasta la residencia del usuario. En la Figura 2.8 se muestra una conexión FTTH donde la línea color naranja representa el cable de fibra óptica que empieza desde la central y termina dentro de la residencia del abonado (Furukawa, 2012).

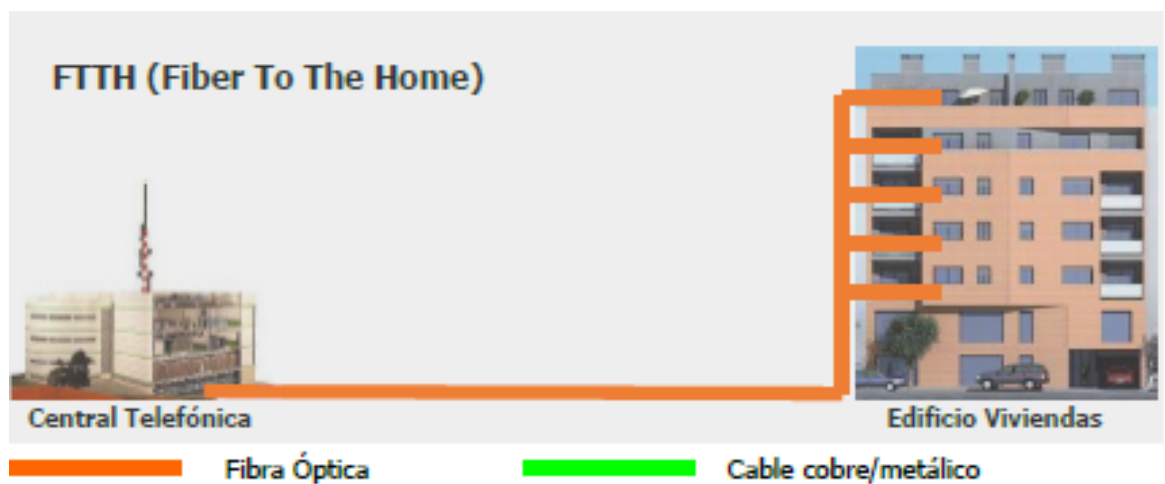


Figura 2. 8: Red FTTH.
Fuente: (Galeano, 2009)

2.9. Topologías de una red

La topología de una red debe ser diseñada de una manera muy sencilla para minimizar los costos del proyecto, tomando en cuenta la eficiencia y la calidad del servicio. El enlace entre la central telefónica y el usuario se puede diseñar con distintas topologías de red, entre éstas se encuentran las siguientes a continuación:

2.9.1. Conexión punto a punto

Consiste en la conexión directa de la central telefónica y el abonado sin derivaciones de la señal, no es muy utilizada por su elevado costo de

instalación, es de comunicación bidireccional utilizando distintas longitudes de ondas para cada dirección de comunicación. En la Figura 2.9 se muestra la topología de red punto a punto, donde se puede apreciar las líneas dedicadas que salen de la central hasta el abonado final (Marchukov, 2011).



Figura 2. 9: Conexión punto a punto.
Fuente: (Marchukov, 2011)

2.9.2. Conexión punto a multipunto

Es también conocida como red PON (Passive Optical Network), en las redes FTTH se utiliza comúnmente este tipo arquitectura, ya que tiene un costo bajo en implementación y es eficiente para este tipo de red.

Su configuración está dada por la interconexión del nodo central con un splitter por medio de un tramo de fibra óptica.

En la figura 2.10 se muestra la conexión del nodo con los diferentes terminales gracias al divisor óptico, que es el encargado de recibir la señal y repartirla a los distintos abonados (Marchukov, 2011).

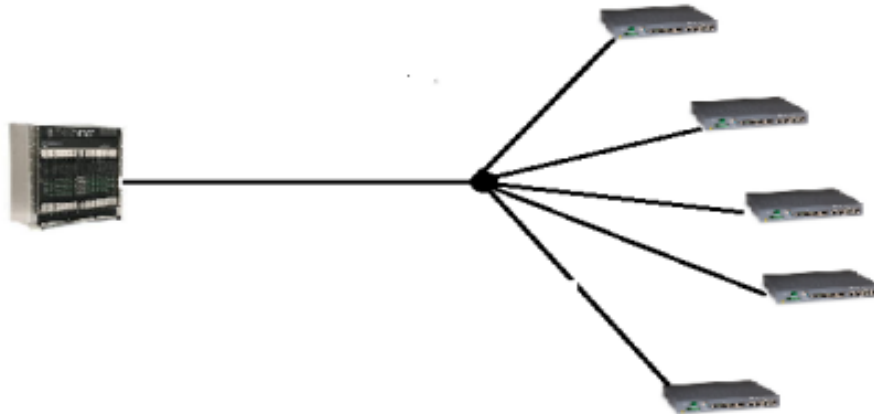


Figura 2. 10: Conexión punto a multipunto modo estrella.
Fuente: (Marchukov, 2011)

Esta topología tiene una desventaja con respecto a la fiabilidad. Si se presenta un desperfecto en el trayecto principal de la fibra o en algunos de los dispositivos pasivos de la red como los splitters, esto podría ocasionar la caída total del sistema (Marchukov, 2011).

2.10. REDES PON

Una red PON (Passive Optical Network) permite reemplazar todos los equipos activos entre el nodo y el abonado, implantando equipos pasivos como los divisores ópticos. Este método es utilizado en redes FTTH debido a sus bajos costos.

FTTH es una red de Fibra Óptica donde el feeder (alimentador) transporta información desde un terminal de línea óptica (OLT) a una red de distribución de fibra (ODN), cerca del sector que se quiere cubrir. Desde ese momento, un splitter es utilizado para conectar hasta 32 o 64 abonados por puerto PON. Cada abonado tiene disponible un terminal de red óptica (ONT) conectado a la red (De León, 2009).

2.10.1. Ventajas y Deficiencias de una red PON

2.10.1.1. Ventajas de las redes PON

A continuación se especifican las ventajas principales de las redes PON:

- Nos permite reducir los costos por motivos de que utiliza elementos pasivos en su implementación y también por motivos de mantenimiento, ya que los elementos pasivos requieren menos atención que los elementos activos.
- La utilización de WDM (Multiplexación por División de Longitud de onda) permiten que las señales de video, voz y datos sean enviadas por un mismo canal de transmisión (fibra óptica) a través de la red por diferentes longitudes de onda de esta manera favorece la difusión de información desde el OLT hasta los diferentes ONT.
- Los estándares de las redes PON pueden alcanzar hasta los 2,4 Gbps para el canal de bajada como por ejemplo la tecnología GPON que es capaz de brindar al usuario el servicio Triple Play (video, voz y datos). Consecuentemente, de acuerdo con las necesidades del usuario en la

actualidad, es una razón importante para implementar este tipo de redes (Marchukov, 2011, pp. 33-34).

2.10.1.2. Deficiencias de las redes PON

- El uso del divisor óptico para distribuir la señal proveniente del OLT hace que la red disminuya su eficiencia debido a que, si mayor es el número de abonados, menor será la potencia que alcance a cada ONT.
- Hay que tomar medidas de precaución en el OLT, ya que una falla que se produzca en este equipo puede dejar sin servicios a todos los abonados que están conectados a la red. Este inconveniente puede afrontarse con un OLT de cabecera de respaldo, para que la red sea más fiable (Marchukov, 2011, pp. 34-35).

2.10.2. COMPONENTES DE UNA RED PON

Una red PON está compuesta por un conjunto de equipos pasivos que conectan al equipo terminal con la central, comenzando desde el abonado, recorriendo la red de dispersión, la red de distribución y la red feeder, colocadas en forma subterránea o aérea.

En la figura 2.11 se muestran los equipos necesarios para implementar una red PON (Galeano, 2009, p.23).

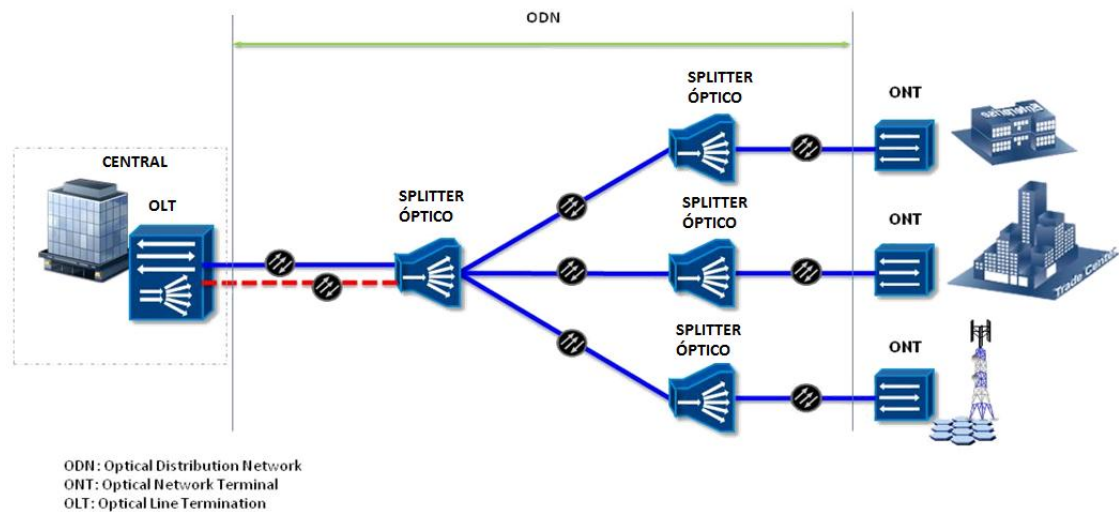


Figura 2. 11: Equipos de una Red PON.
Fuente: (Furukawa, 2012)

2.10.2.1. ODN (Optical Distribution Network)

En español Red de Distribución Óptica permite la comunicación desde la central hasta el usuario final, está conformada de fibra óptica, divisor óptico pasivo, armarios, empalmes y conectores (Galeano, 2009, p.23).

2.10.2.2. OLT (Optical Line Terminal)

Es el componente activo que se lo encuentra en la central del distribuidor de servicios. Esta encargado de gestionar el tráfico hacia los usuarios, o sea que es el responsable de direccionar los servicios requeridos por los usuarios (Galeano, 2009, p.23).

Los principales objetivos de la OLT son:

1. Realiza las funciones de control en la red de distribución como corrección de errores y control de potencias utilizado para la transmisión y recepción de datos (Marchukov, 2011).

Hay que tener en cuenta que gracias a los dimensionadores de distancia que tienen estos equipos, los OLT pueden calcular la potencia necesaria que se utilizará para llegar al usuario final esto depende de cuan distante este el abonado de la central.

2. Para la prestación de servicios, este equipo recepta señales de las siguientes fuentes:

- PSTN (Public Switched Telephone Network), utilizado para los servicios de telefonía.
- Internet, el equipo activo se conecta por medio de un enrutador de paquetes IP/ATM de voz, utilizando encapsulamiento IP, para brindar el servicio de datos.
- Video broadcast o VoD (Video bajo Demanda), utilizado para la prestación de video difusión (Marchukov, 2011).

En la Figura 2.12 se observa el equipo OLT que se encuentra ubicado en el nodo donde parte la fibra óptica.



Figura 2. 12: OLT.
Fuente: (HUAWEI, 2015)

2.10.2.3. ONT (Optical Network Termination)

ONT (Optical Network Termination) es un equipo que se encuentra, generalmente, en la residencia del usuario junto a la roseta óptica correspondiente. Este equipo tiene la función de recibir y filtrar señales que se transmiten desde la OLT hacia los usuarios. Asimismo tiene la capacidad de enviar información hacia la OLT (Marchukov, 2011).

Un ONT se utiliza para suministrar corriente a los teléfonos del cliente y demultiplexar la señal en sus componentes:

- Teléfono sobre IP
- Televisión por IP
- Conexión a Internet (con WIFI si lo requiere el cliente)

En la Figura 2.13 se muestra el aspecto físico que tiene este equipo.



Figura 2. 13: Terminal de red óptica modelo HG861
Fuente: (HUAWEI, 2015)

2.10.2.4. SPLITTERS (Divisores Ópticos Pasivos)

El splitter es un equipo pasivo se encarga de direccionar las señales hasta el usuario final, su función principal es conectar el OLT que se ubica en la central con todos los ONTs conectados en diferentes lugares. La señal lumínica es distribuida hacia dos o más fibras. De acuerdo donde estén ubicados en la red, los splitters pueden ser primarios o secundarios.

En la Figura 2.13 se puede observar un divisor óptico 1:4, podemos notar como ingresa un hilo y salen 4 hilos (Abreu, 2009).



Figura 2. 14: Divisor Óptico.
Fuente: (Alcívar, 2015)

La implementación de este componente en la red provoca pérdidas de potencia, y varían según el nivel de splitter que se utiliza. En la tabla 2.2 se muestra las pérdidas introducidas por los splitters que se encuentran en el mercado (Albuja & Eras, 2014).

Tabla 2. 2: Pérdidas de Inserción Splitters.

RELACIÓN DEL SPLITTER	PÉRDIDA TÍPICA DE ACOPLAMIENTO (DB)
1:02	3,5
1:04	7
1:08	10.50
1:16	14
1:32	17.50

Fuente: (Albuja & Eras, 2014)

Como se muestra en la tabla 2.2 los splitters con relación 1:2, donde la señal de entrada se divide en dos vías diferentes da como resultado una pérdida de potencia de 3,5 dB.

2.10.2.5. Equipos de distribución

2.10.2.5.1. ODF

Es un equipo muy importante, ya que, sirve para la conexión del OLT con elementos de planta externa mediante fibra óptica (CNT E.P, 2015)

En la figura 2.15 se muestra el ODF que se encuentra situado en la central.



Figura 2. 15: ODF.
Fuente: (HUAWEI, 2015)

2.10.2.5.2. NAP (Network Access Point)

Punto de encuentro de la red distribución con la red de dispersión, en su interior cuenta con un splitter de 1:8 que permite la conexión individual para

cada abonado, puede instalarse vía aérea o canalizado, según lo requerido (CNT E.P, 2015).



Figura 2. 16: NAP.
Fuente: (HUAWEI, 2015)

2.10.2.5.3. FDT

FDT (Terminal de distribución óptico) está situado en el punto de cruce del cable feeder o troncal y el cable de distribución en la red de transmisión óptica. Se utiliza para asegurar, proteger, empalmar, y terminar los cables ópticos. En la Figura 2.17 se muestra el equipo FDT (HUAWEI, 2015).



Figura 2. 17: FDT.
Fuente: (HUAWEI, 2015)

2.10.3. Ventanas en fibra óptica

La atenuación que se presenta en la fibra óptica es directamente proporcional a la longitud de onda con la que se transmite, por se ha descubierto que existen 5 ventanas de transmisión donde la atenuación es baja (Rosero, 2014).

En la tabla 2.3 se observa el rango de las longitudes de ondas de las diferentes ventanas.

Tabla 2. 3: Ventanas de transmisión.

Primera ventana	850nm ; de 820nm a 880nm
Segunda ventana	1300nm ; de 1260nm a 1360nm
Tercera ventana	1550nm; de 1530nm a 1565nm
Cuarta ventana	1625nm; de 1565nm a 1625nm
Quinta ventana	1470nm; de 1460nm a 1530nm

Fuente: (Rosero, 2014)

2.10.3.1. Transmisión ascendente

Transmisión de información desde la ONT hacia el OLT que se encuentra en la central, se utiliza la conexión punto a punto, el splitter es el encargado de recibir la información que se envía desde las ONTs y esta información es demultiplexada para luego ser direccionada por un mismo canal de transmisión hacia el OLT, para la transmisión de información de la ONT hacia el OLT se utiliza 1310nm (Rodríguez, 2012, p.32).

2.10.3.2. Transmisión descendente.

Transmisión de información desde la OLT hacia los diferentes lugares que se encuentran los ONTs, se utiliza la conexión punto a multipunto, donde los

splitters cumplen la función de direccionar la información que proviene del OLT hasta cada abonado. Se utiliza TDM (Time Division Multiplexing) que permite transmitir información en diferentes lapsos de tiempo.

Para la conexión entre la ONT y el splitter se puede utilizar uno o dos hilos, depende de cómo esté diseñada la red, para cada caso existe una ventana de transmisión diferente. (Rodríguez, 2012, p.31).

En la Tabla 2.4 se observa la respectiva longitud de onda para la transmisión de video, voz y datos en cada caso.

Tabla 2. 4: Longitudes de onda de transmisión.

Un hilo		Dos hilos	
Voz y datos	1490nm	Voz y datos	1310nm
Video	1550nm	Video	1550nm

Fuente: (Rodríguez, 2012)

2.10.4. Técnicas de modulación

Las técnicas que se utilizan para la transmisión de voz y datos en la red son las siguientes:

2.10.4.1. WDM

Es implementada para una arquitectura de una red FTTH, donde se utiliza una longitud de onda para conectar la central con el abonado final. La

ventaja de esta técnica de modulación es que permite transmitir una gran cantidad de información de hasta 10Gbps, la desventaja es que utiliza componentes ópticos muy costosos. En la Figura 2.18 se muestra una arquitectura FTTH con modulación WDM (Monroy, 2009).

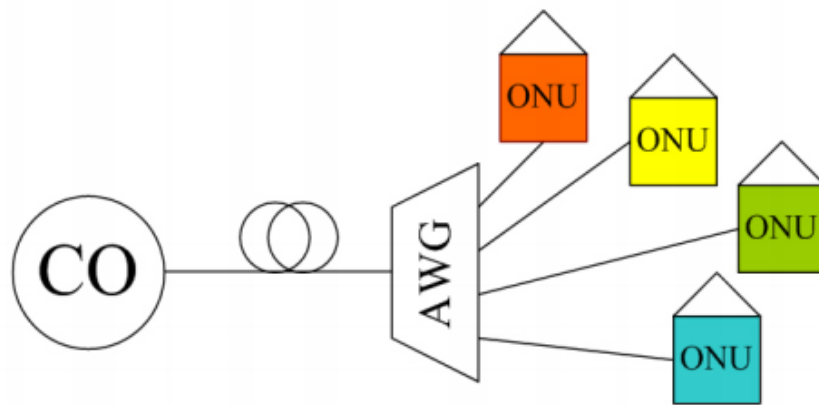


Figura 2. 18: WDM.
Fuente: (Monroy, 2009)

2.10.4.2. TDM

TDM (Multiplexación por división de tiempo) Es una técnica de multiplexación para la transmisión de señales digitales, la información puede ser transmitida de diferentes fuentes, TDM recepta cada señal enviada en un lapso de tiempo, para luego ser transportadas por un mismo medio físico. Esto permite un mejor aprovechamiento del canal o medio de transmisión (Marchukov, 2011).

Para transmitir la información de los ONT ubicados en diferentes sitios sobre el mismo canal de transmisión (fibra óptica), es necesaria la utilización de TDMA (técnica de la multiplexación TDM), así cada ONT envía la información en diferentes lapsos de tiempo, controlados por la OLT.

En la Figura 2.19 se puede apreciar el proceso que sucede en el sentido ascendente de la red. El divisor óptico acopla las tramas que los usuarios envían hacia el OLT (Marchukov, 2011).

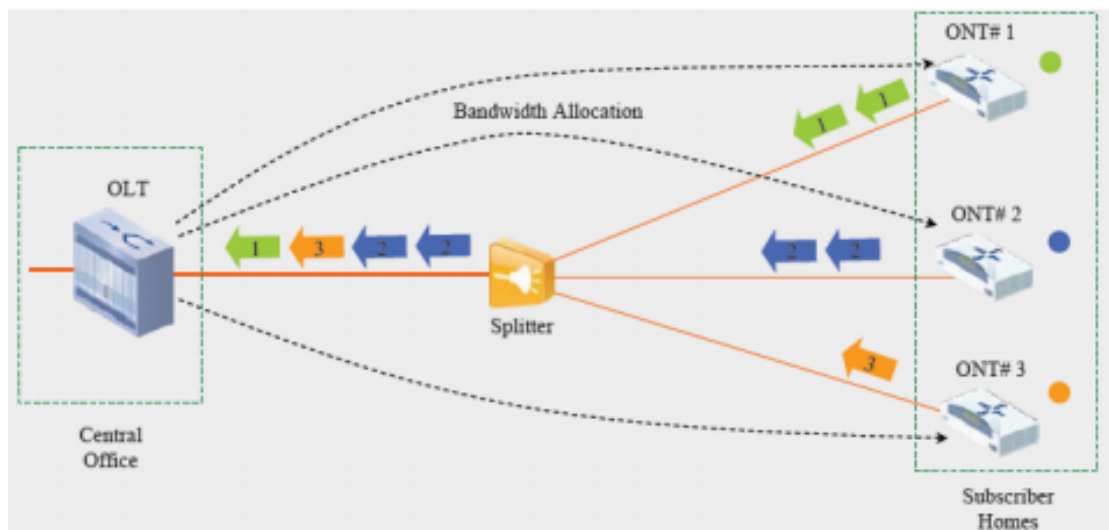


Figura 2. 19: TDMA.
Fuente: (Marchukov, 2011)

2.10.5. GPON

Gigabit PON es un estándar de las redes PON, surge en el 2004 y en la actualidad es una de las tecnologías más avanzadas para la transmisión de datos de alta capacidad, estas redes permiten ofrecer el servicio de triple play (voz, datos y video). Las velocidades de transmisión que ofrecen en orden asimétrico es de 2.4 Gbps para el canal de bajada y 1.25 Gbps en el canal de subida (Albuja & Eras, 2014, pp. 29-30).

GPON está estandarizada internacionalmente por la ITU, estableciendo las recomendaciones ITU-T 984.X que regulan las características técnicas de los equipos que dan soporte a esta red y especificaciones del interfaz de

control y gestión de la terminación de la red óptica pasiva (Marchukov, 2011, p. 31).

2.11. Organismos reguladores

En Ecuador se han creado organismos que se encargan de las actividades de telecomunicaciones, con la función de hacer control y reparto del espectro radioeléctrico, tienen dos y son:

- Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL).
- Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información (MINTEL)

2.11.1. Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información

Se desempeña en coordinar acciones de apoyo para garantizar que el acceso de los servicios de las telecomunicaciones sea igualitario, fue creado por Decreto Ejecutivo N° 8 el día 13 de agosto del 2009 (Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información, 2015).

2.11.2. Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones

Es un organismo de reciente creación el 18 de febrero en el Registro Oficial del 2015, es el encargado de la administración, regulación y control de las telecomunicaciones y del espectro radioeléctrico y su gestión, así como de los aspectos técnicos de la gestión de medios de comunicación. (ARCOTEL, 2015).

2.12. Organismos Internacionales

El cable de fibra óptica esta estandarizada por los siguientes organismos internacionales como IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) que es la asociación profesional más grande del mundo. IEEE y sus miembros inspiran una comunidad global de innovación para un futuro mejor a través de sus publicaciones, conferencias, estándares de tecnología y las actividades profesionales y educativas y por otra parte tenemos a UIT (International Telecommunication Union), es el organismo especializado de las Naciones Unidas para las Tecnologías de la Información y la Comunicación – TIC.

La Tabla 2.5 detalla algunas de las normas de la UIT con respecto al cable de la fibra óptica

Tabla 2. 5: Estándares de la ITU.

NORMA	DESCRIPCIÓN	FECHA
UIT-T G.652	Características de las fibras y cables ópticos monomodo.	(06/2005)
UIT-T G.653	Características de las fibras y cables ópticos monomodo con dispersión desplazada.	(12/2003)
UIT-T G.654	Características de las fibras y cables ópticos monomodo de pérdida minimizada.	(06/2004)
UIT-T G.655	Características de las fibras y cables ópticos monomodo con dispersión desplazada no nula.	(03/2006)
UIT-T G.656	Características de las fibras y cables ópticos monomodo con dispersión no nula para transporte óptico de banda ancha.	(12/2006)
UIT-T G.657	Características de las fibras y cables ópticos monomodo insensibles a la pérdida por flexión para la red de acceso.	(12/2006)
UIT-T G.983.1	Requisitos de la red óptica". En Sistemas de acceso óptico de banda ancha basados en redes ópticas pasivas PON.	(01/2005)
UIT-T G.983.2	Especificación de la interfaz de control y gestión de terminales de red óptica para redes ópticas pasivas de banda ancha BPON.	(07/2005)
UIT-T G.984.1	Redes ópticas pasivas de capacidad Gigabit GPON: características generales.	(03/2008)
UIT-T G.984.2	Redes ópticas pasivas de capacidad Gigabit GPON: especificación de la capa dependiente de los medios físicos.	(03/2008)
UIT-T G.984.3	Redes ópticas pasivas de capacidad Gigabit GPON: especificación de la capa de convergencia de transmisión.	(03/2008)
UIT-T G.984.4	Redes ópticas pasivas de capacidad Gigabit GPON: especificación de la interfaz de control y gestión de la terminación de red óptica.	(02/2008)

Fuente: (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2015)

CAPÍTULO 3: DISEÑO DE LA RED Y ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA

En este capítulo se detallará el proceso que se llevó a cabo para el diseño de una red GPON-FTTH para una parte de la urbanización Puerto Azul. En este proyecto se hará un análisis económico de los primeros 5 años de la vida útil de la red proyectada, por lo que se calculará los ingresos y egresos de la empresa durante ese periodo de tiempo.

3.1. Área a cubrir con GPON-FTTH

Mediante la utilización de la herramienta web de Google Maps mostramos el área de cobertura donde se iniciará un estudio para el diseño de la red GPON FTTH. En la Figura 3.1 se observa el área de la urbanización Puerto Azul ubicada en el km 10 vía la Costa.

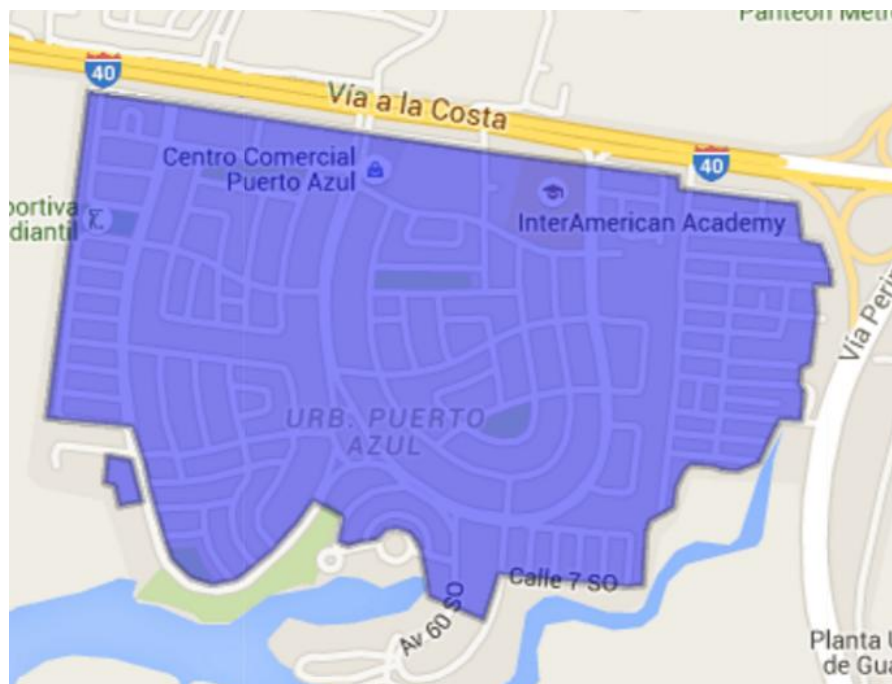


Figura 3. 1: Área de cobertura en PUERTO AZUL.

Fuente: Autor

3.2. Estudio de la demanda

Se realizó un censo en la urbanización Puerto Azul que consiste en hacer un recorrido por el área que se va a cubrir y se fue anotando en un plano los posibles clientes en cada una de las viviendas existentes en el sitio, es probable tener más de un abonado, en base a esto, procedemos a colocar la simbología de las ONTs que se utilizarán en cada predio. En la Figura 3.2 se muestra un ejemplo del censo mostrado en el plano geo referencial.

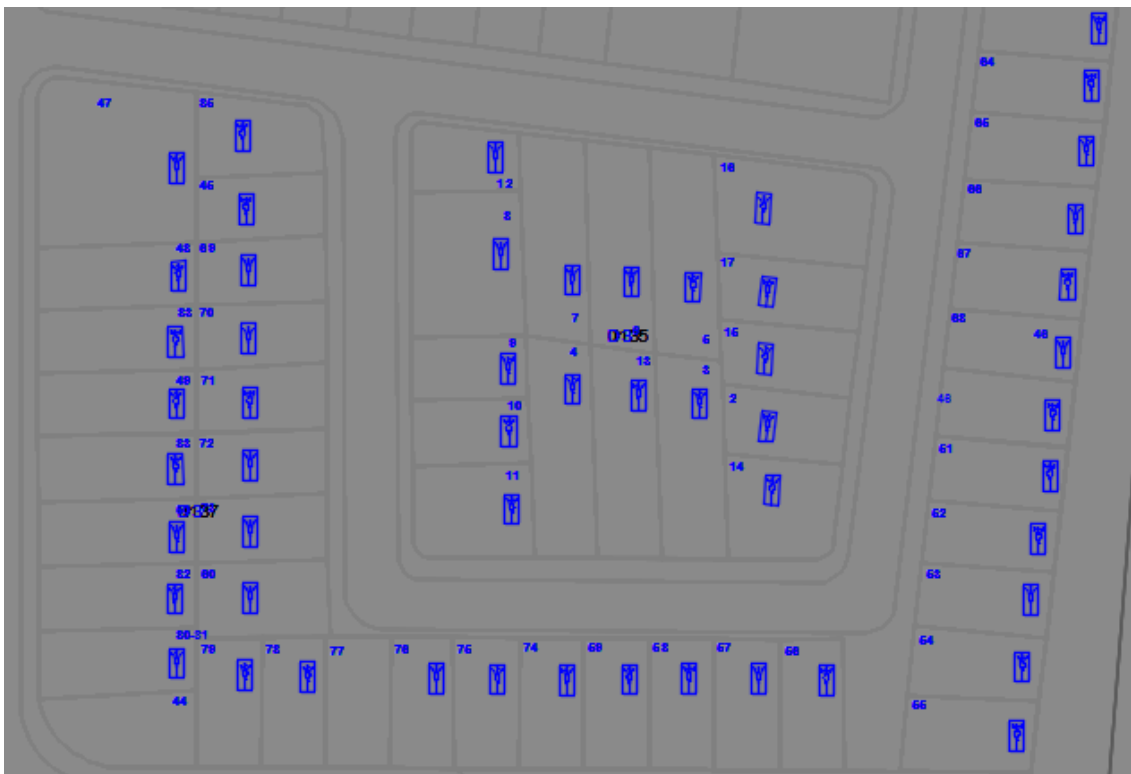


Figura 3. 2: Censo en Puerto Azul
Fuente: Autor

Una vez hecho el recorrido de las viviendas se obtuvo como resultado 880 abonados potenciales, entre ellos 824 departamentos, 48 abonados en el edificio Torres del Edén y 8 abonados en un conjunto residencial, hay que

tomar en cuenta que los servicios de telecomunicaciones existentes en este lugar abarcan a todos los proveedores que ofrecen servicios en Puerto Azul.

Basado en los datos que registra la ARCOTEL en su página web, se puede calcular el número de abonados que poseen el servicio de telefonía fija, internet fijo y TV digital con la empresa pública CNT. En la Figura 3.3 se observa que CNT E.P cuenta con el 86% del mercado para el servicio de telefonía fija.

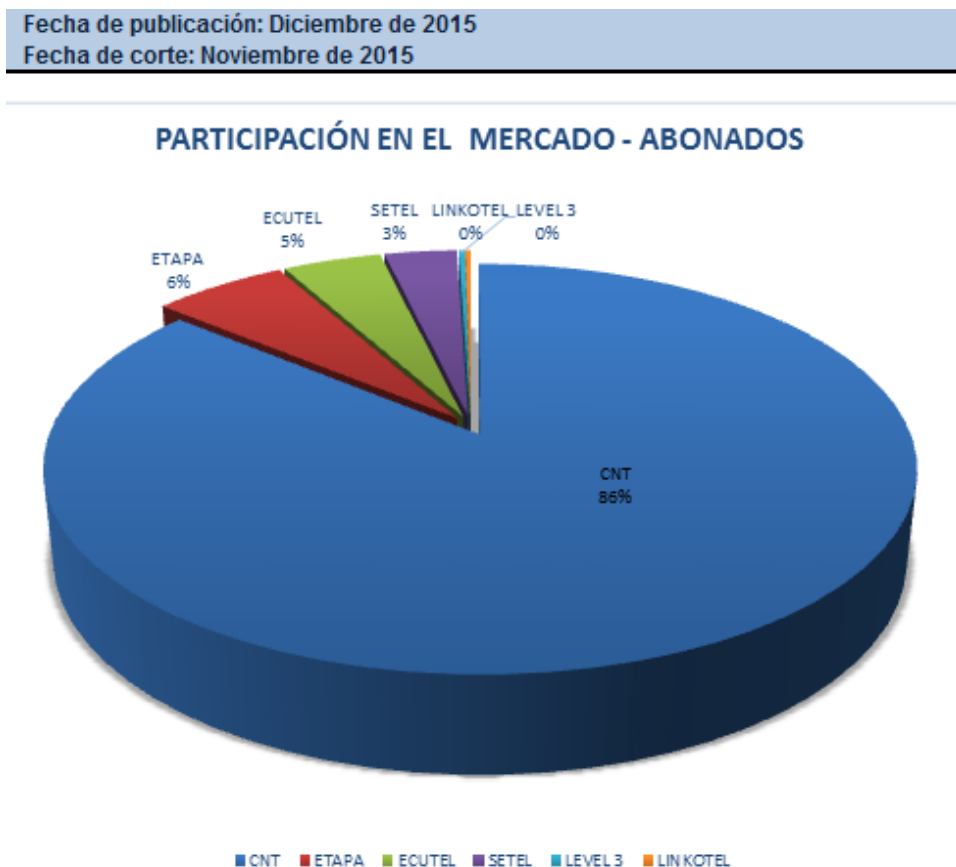


Figura 3. 3: Mercado de telefonía fija.
Fuente: (ARCOTEL, 2015)

En la Figura 3.4 muestra el porcentaje que tiene CNT. E.P en el mercado para la prestación de servicio de internet en el hogar. Siendo el mayor exponente en el mercado dejando por debajo a empresas reconocidas como CLARO y Telconet con el 58%.

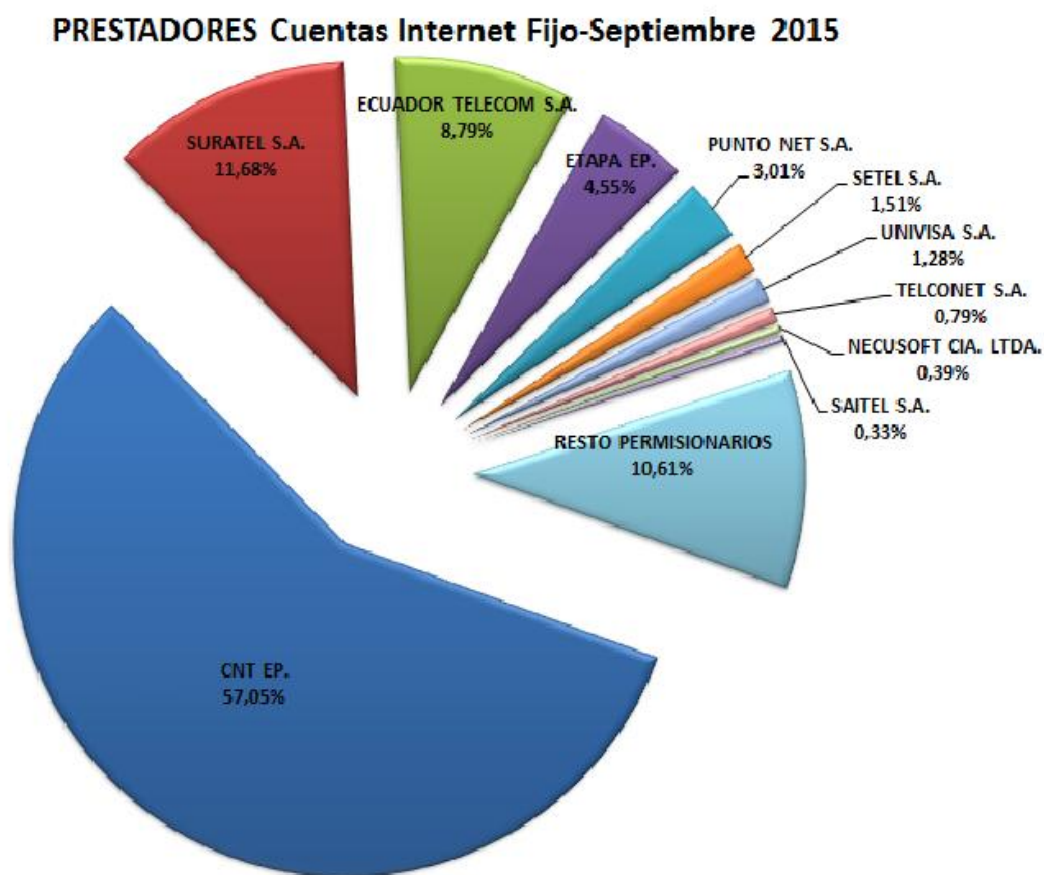


Figura 3. 4: Mercado de internet fijo.
Fuente: (ARCOTEL, 2015)

En la Figura 3.5 se observa que CNT cuenta con el 25.78% para la prestación de servicio de TV digital, actualmente da este servicio por DTH (Direct to Home) que consiste en instalar una antena receptora de señales en el hogar.

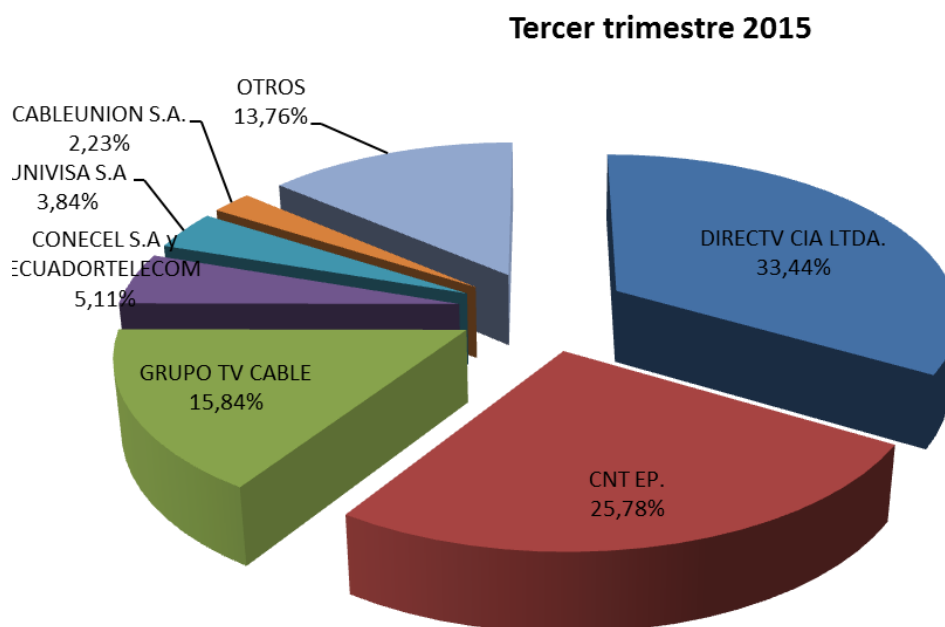


Figura 3. 5: Mercado de audio y video
Fuente: (ARCOTEL, 2015)

Con los porcentajes obtenidos de la página de ARCOTEL se puede determinar aproximadamente el número de abonados que cubrirá la CNT. En la Tabla 3.1 se observa la cantidad de abonados que requieren los servicios de video, voz y datos que ofrece la empresa CNT.

Tabla 3. 1: Posibles abonados CNT

SERVICIOS	% DE PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO	NÚMERO DE ABONADOS
Telefonía Fija	86%	756
Internet Fijo	58%	510
TV Digital	26%	228

Fuente: Autor

3.3. Demanda futura

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en el 2010 la tasa de crecimiento poblacional en la provincia del Guayas es del 1.08% en la Tabla 3.2 se muestra el crecimiento anual de los próximos 5 años.

Tabla 3. 2: Crecimiento del mercado.

SERVICIO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Telefonía Fija	756	764	772	780	788	796
Internet Fijo	528	533	538	543	548	553
TV Digital	228	230	232	234	236	238

Fuente: Autor

3.4. Normas Técnicas para diseño de la ODN

Para diseñar la ODN se utilizaron las normas de la CNT E.P. detalladas a continuación:

- “Norma de Diseño y Construcción de Redes de Telecomunicaciones con Fibra Óptica”,2011.
- “Normas de Diseño, Construcción y Fiscalización de la ODN, parte 1: normas de diseño de la ODN”, 2013
- “Normativa técnica de Diseño de Planta Externa con Fibra Óptica”. 2014.

Estas Normas detallan las consideraciones técnicas que se deben tomar en cuenta para el diseño de redes FTTH, con tecnologías GPON, sin embargo, estas Normas no consideran aspectos, como el diseño de planta externa y el acceso de canalización, los cuales son de gran

importancia para el diseño de la ODN; varios de estos aspectos están contenidos en las siguientes Normas de la CNT E.P.:

- “Norma Técnica para Construcción de Canalización Telefónica”.
- “Normativa de Diseño y Construcción de Planta Externa”.

Dichas Normas detallan las consideraciones y recomendaciones en cuanto a obra civil, que se deben tomar en cuenta para el diseño de la red de distribución óptica.

Después de la revisión de las Normas antes mencionadas, se utilizó el software de diseño asistido por computadora de la compañía Autodesk denominado “AUTOCAD” para la realización de la planificación de la red de distribución óptica, para la adecuada planificación se utilizaron las Normas mencionadas a continuación:

- Simbología Normativa de Dibujo, archivo de AutoCAD, actualizada en julio del 2013.
- Norma Técnica de CNT para dibujo geo referenciadas de Redes de Planta Externa, Canalización, Redes Telefónicas de cobre, Enlaces de Fibra Óptica y Redes GPON/FTTH.

3.5. Diseño de la ODN

El diseño de la Red de Distribución Óptica debe estar basado en los resultados del análisis de la demanda realizado inicialmente, con la finalidad de asegurar que el diseño pueda abastecer los requerimientos de los

abonados conforme se incrementa el número de los mismos. Se recomienda dividir el diseño en las siguientes etapas:

- Reconocimiento de la infraestructura existente (canalización y pozos existentes).
- Diseño de la Red troncal FEEDER
- Diseño de la Red de Distribución
- Diseño de la Red de Dispersión

En base a la Norma Técnica de Diseño de Planta Externa con Fibra Óptica de la CNT E.P., los cables de fibra óptica que deben ser utilizados para el Feeder y la Red Distribución tienen que cumplir con la Norma ITU-T G.652D y los cables a utilizar para la red de dispersión deben cumplir la Norma ITU-T G.657A, la cantidad de hilos de fibra óptica para las diferentes redes se muestran en la Tabla 3.3.

Tabla 3. 3: Capacidad de los cables de fibra óptica para la ODN.

APLICACIÓN	CAPACIDAD	TIPO
FEEDER	288, 144 hilos.	ADSS (G.652D)
DISTRIBUCIÓN	96, 72, 48, 24, 12 hilos.	ADSS (G.652D)
DISPERSIÓN	2 hilos.	ADSS o FIG. 8 (G.657.A1 o G.657.A2)

Fuente: (CNT E.P, 2015)

3.5.1. Identificación de la infraestructura existente

Al iniciar la planificación del diseño de la Red de Distribución óptica, se debe partir con la recopilación de la siguiente información:

- Plano geo referenciado de la zona a cubrir que incluye: lotizaciones, nombre de calles, postería existente, etc.
- Realizar un levantamiento de información (en caso que no existiera), o hacer una recopilación de datos referentes a la infraestructura de obra civil existente.

Al empezar la recopilación de la infraestructura existente, se parte el reconocimiento de la OLT existente de la CNT E.P, la cual se encuentra en la central telefónica que está ubicada frente a la urbanización Puerto Azul en el km 10 vía Guayaquil-Salinas como se muestra en la figura 3.6.

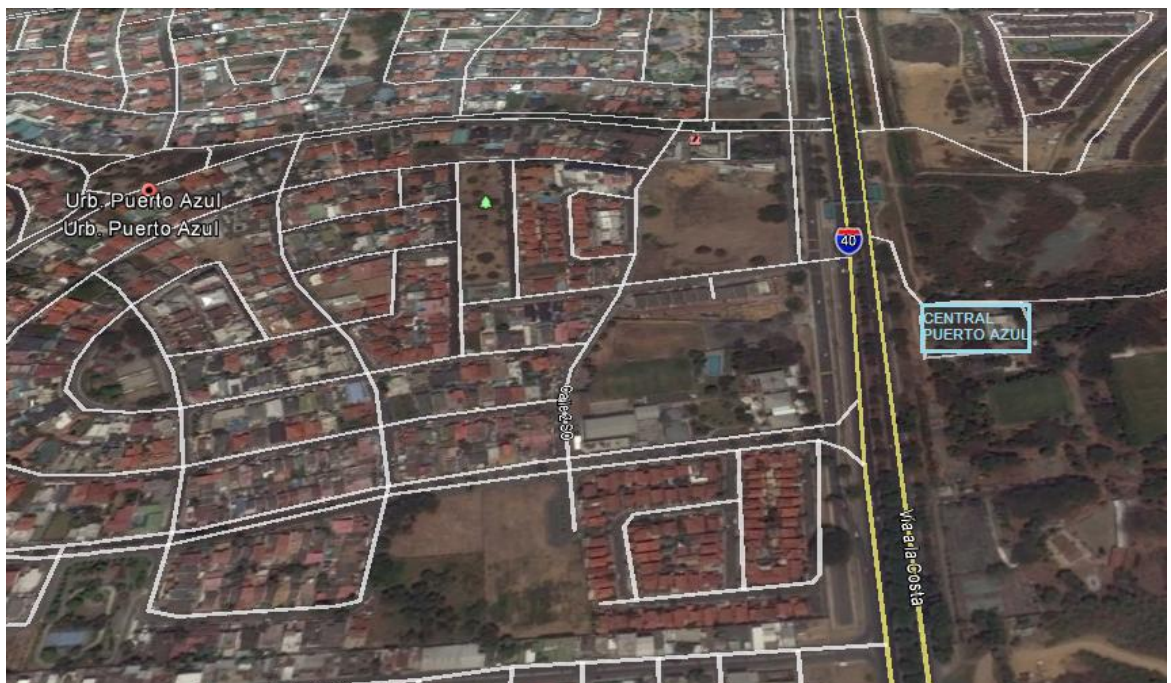


Figura 3. 6: Ubicación central Puerto Azul
Fuente: Autor

Una vez reconocida la ubicación de la OLT, se procede a identificar la canalización existente, la cual será utilizada para el tendido de la red ODN.

La postería que se encuentra en la zona de diseño está en muy buenas condiciones para ser utilizada en la red de distribución de la ODN. En la actualidad, esta postería es utilizada para alumbrado público y para el paso de la red de dispersión de cobre de CNT E.P.

3.5.2. Diseño de la red troncal Feeder

Para el diseño de la Red Troncal o Feeder se debe tomar en cuenta la herrajería a utilizar, armarios de conexión óptica, empalmes, y las correspondientes reservas.

En este diseño de Red Troncal o Feeder se considera la mejor ruta del tendido del cable que inicia en la central telefónica donde se ubica la OLT hacia las mangas subterráneas porta splitters (MT01, MT02, MT03, MT04), para ello se hace uso de la canalización telefónica existente. Se utilizan 30 puertos de la OLT existente en la central, se necesita un cable feeder de 30 hilos utilizables, por lo tanto, el disponible en el mercado es el cable de 144 hilos, se requiere 1150 metros de longitud.

En la figura 3.7 se observa el trayecto de la red feeder que se lo representa con la línea continua de color azul.



Figura 3. 7: Diseño de la Red feeder
Fuente: Autor

La Red Troncal o Feeder conectará la OLT a 4 mangas subterráneas las cuales abastecerán a las cajas ópticas (NAPs).

3.5.3. Diseño de la red de Distribución.

Para este diseño de red de distribución, cada manga recibe 9 hilos de fibra óptica ITU-G652 provenientes del cable Feeder de 144 hilos, pasando cada hilo por el primer nivel de splitter de 1:4, obteniendo, luego de cada manga, 36 hilos de fibra óptica (3 cables de 12 hilos) que ingresarán a las cajas de distribución ópticas que se ubicarán sobre los postes de la zona de cobertura.

Para la agrupación del área de distribución, existen varios aspectos que deben ser considerados, tales como:

- Inspección de la canalización existente
- Calles de alto tránsito vehicular
- Inspección de la postería existente
- La proyección de los armarios deben estar colocadas lo más cerca posible al centro de distribución.
- Inspección previa de la zona donde se alojará el armario FTTH.

Los domicilios y predios a cubrir deben hacerse en grupos de máximo 8 abonados, ya que en este proyecto se utilizarán cajas de distribución ópticas con un splitter 1:8 cada una.

En la figura 3.8 se observa el área de distribución de un NAP.

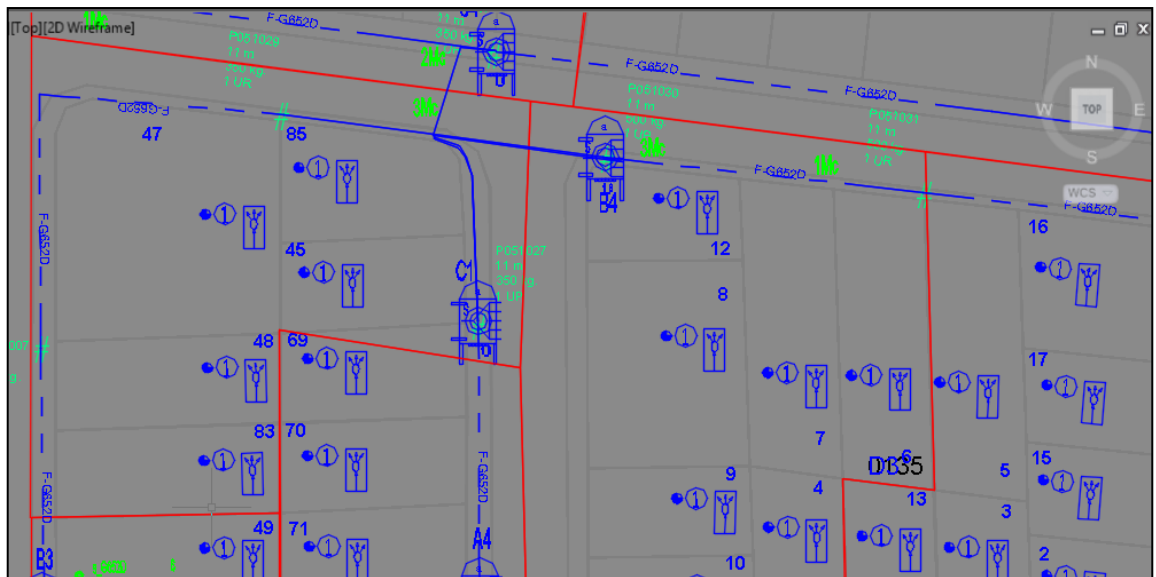


Figura 3. 8: Área de cobertura de un NAP

Fuente: Autor

Para el diseño del tendido de distribución de las cajas ópticas, se debe utilizar un máximo de cables de 12, 24 48, 72, 96 hilos ya que estos son los que por normativa se utilizan para la implementación de redes GPON.

Para comenzar con el diseño del tendido del cable de la red de distribución se ubican las cajas más lejanas en cada área a cubrir y posteriormente se plasma una ruta, la cual conecta con las cajas continuas hasta llegar a la manga, dándole una asignación a cada caja de distribución óptica.

Al realizar la conexión desde la manga hasta las cajas ópticas de distribución se deben considerar aspectos, como:

- La disponibilidad de postería.
- Que el tendido de los cables no crucen por vías de alto tránsito vehicular.

- El tendido de los cables no crucen edificaciones, construcciones, o terrenos.

3.5.4. Diseño de la Red de Dispersión

En base a la Normativa Técnica de Diseño de Planta Externa de Fibra Óptica, podemos definir a la red de dispersión como la red que se encuentra en el área de influencia de una caja de distribución óptica.

Para el diseño de la red de dispersión se debe considerar una distancia máxima de 300 metros. El cableado de acometida aéreo no debe cruzar por vías principales o carreteras de mucha densidad de tráfico con cables, para situaciones como esta, se debe instalar la caja de Distribución Óptica (NAP) en el otro de la vía principal. Al ingresar el levantamiento de información de los elementos de planta externa a la planimetría geo referenciada, se deben graficar los perímetros de las áreas de dispersión que serán cubiertas por las NAPs, las cuales estarán ubicadas sobre postes, paredes o pozos.

En la realización de la planimetría de la red de dispersión se utiliza la simbología contenida en las Normas de Dibujo facilitadas por la CNT E.P. Dichos símbolos son ingresados en los planos mediante el software AutoCAD sobre un mapa del sector el cual tiene delimitados sus respectivos predios. En esta etapa procede a colocar una ONT por abonado, en el caso de que el censo realizado refleje que un predio

tendrá un número mayor de abonados a cuatro, se procede a instalar más de una ONT conforme a los resultados del censo. En la figura 3.9 se muestra un ejemplo de la red de dispersión de este proyecto.



Figura 3. 9: Red de dispersión.
Fuente: Autor

3.5.4.1. Red de dispersión para casas

En la figura 3.10 se muestra el bloque esquemático de la red de dispersión para llegar hasta las casas.

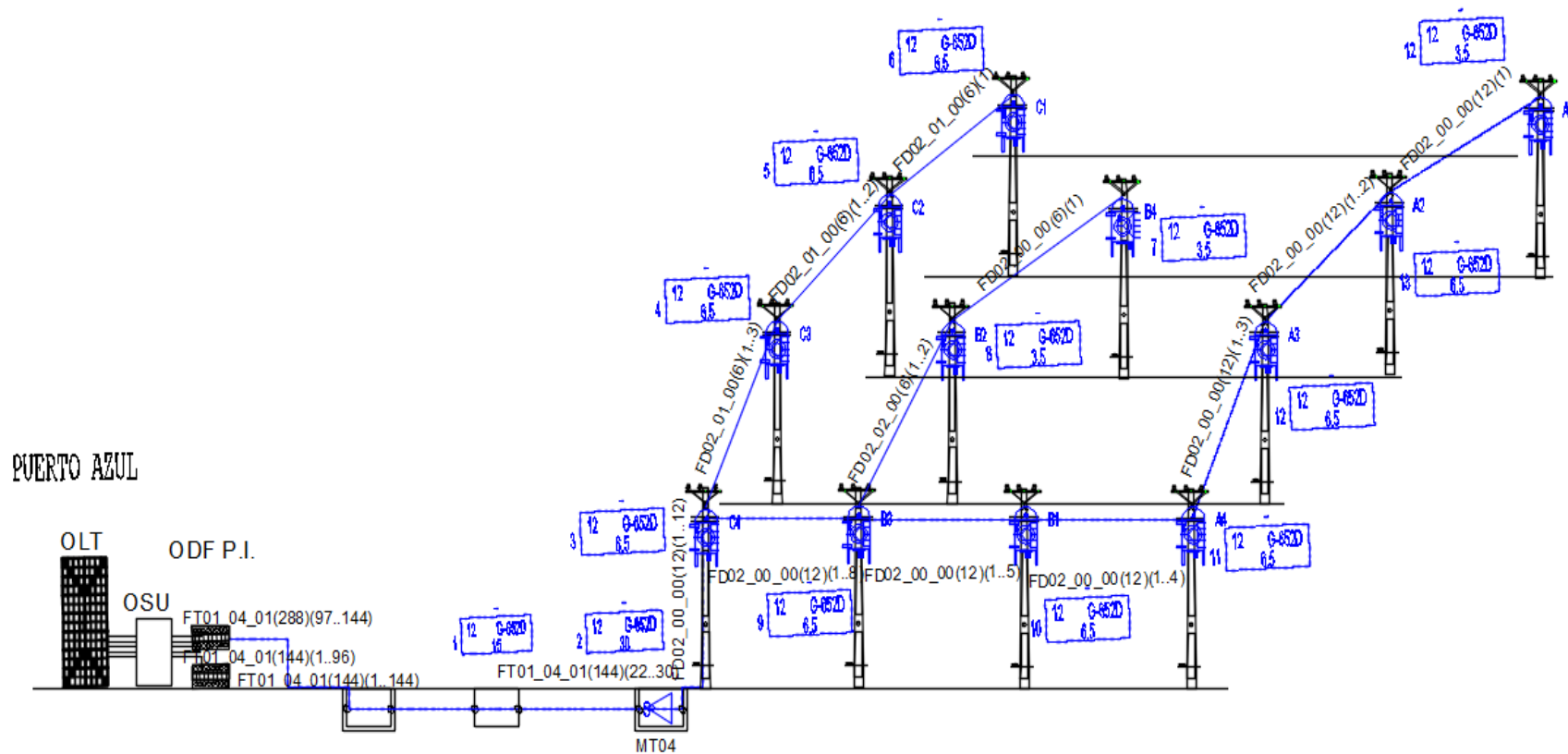


Figura 3. 10: Esquema para casas

Fuente: Autor

A partir de 824 abonados se realizó una segmentación en grupos de 8, debido a los equipos que utilizaremos en el diseño, según los cálculos se requiere 103 NAPs porta splitters 1:8 en total, esto resulta de la operación:

$$\text{NAPS NECESARIAS} = \frac{\text{NÚMERO TOTAL DE USUARIOS}}{\text{SEGMENTACIÓN}}$$

$$\text{NAPS NECESARIAS} = \frac{824}{8}$$

$$\text{NAPS NECESARIAS} = 103$$

Es decir, se necesitaran 103 NAPs porta splitter para cubrir toda la demanda. Teniendo la cantidad de NAPs, procedemos a calcular los splitters en el primer nivel para esto necesito 26 splitters en total de capacidad 1:4 cada uno, se localizaran dentro de las mangas porta splitters, que resulta de la operación:

$$\text{SPLITTERS 1:4} = \frac{103 \text{ NAPS}}{4}$$

$$\text{SPLITTERS 1:4} = 26$$

Es decir, se necesitaran 26 splitters 1:4 en el primer nivel para cubrir la demanda. Con este resultado procedemos a calcular el número de mangas a utilizar, sabiendo que cada manga subterránea tiene una capacidad de 9 splitters, mediante la siguiente ecuación:

$$\text{TOTAL DE MANGAS} = \frac{\text{TOTAL SPLITTERS 1:4}}{\text{CAPACIDAD DE MANGAS}}$$

$$\text{TOTAL DE MANGAS} = \frac{26}{9}$$

$$\text{TOTAL DE MANGAS} = 2,88 \approx 3$$

Se procede aproximar a 3 mangas debido a que hay que cubrir la demanda de los splitters requeridos.

Los 26 splitters calculados anteriormente se colocaran dentro de las mangas, donde saldrán los cables de distribución de la siguiente manera:

MT02: FD_07_00_00 (12), FD_08_00_00 (12), FD_09_00_00 (12)

MT03: FD_04_00_00 (12), FD_05_00_00 (12), FD_06_00_00 (12)

MT04: FD_01_00_00 (12), FD_02_00_00 (12), FD_03_00_00 (12)

3.5.4.2. Red de dispersión para edificios

En la figura 3.11 se muestra el bloque esquemático de la red de dispersión para llegar hasta los edificios.

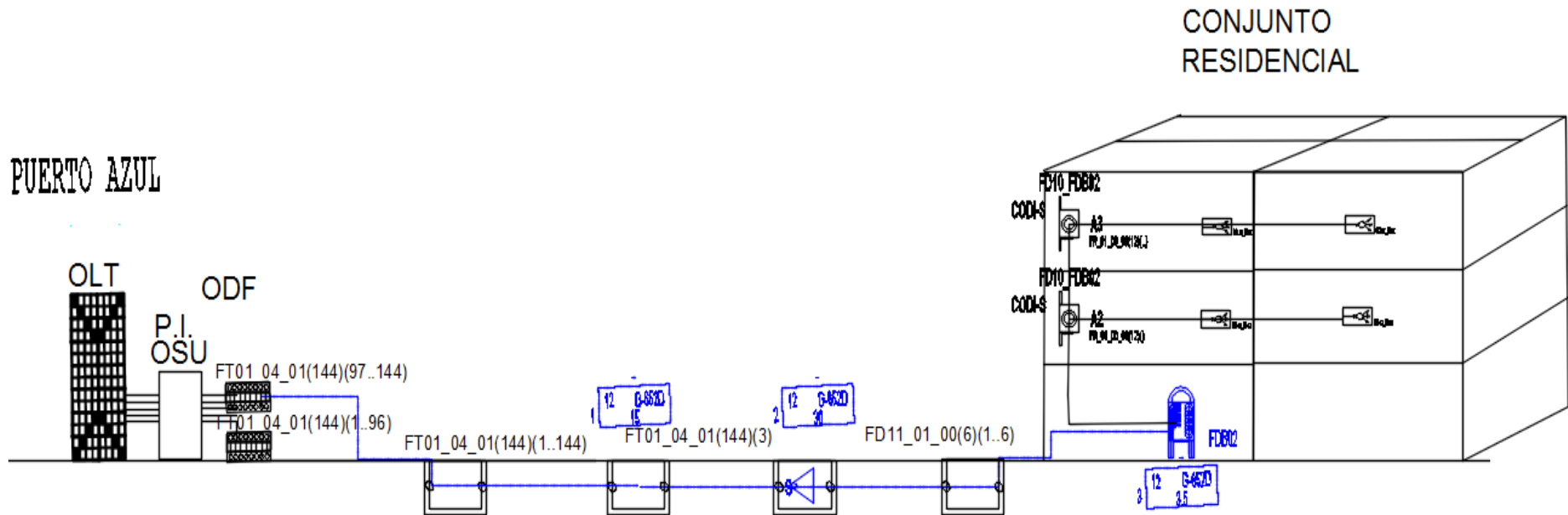


Figura 3. 11: Esquema para edificios
Fuente: Autor

➤ **BLOQUE TORRES DEL EDÉN: 13 PISOS**

Se tiene 48 abonados, distribuidos de la siguiente manera:

9 pisos con 4 abonados c/u, 4 pisos con 3 abonados c/u.

Para el segundo nivel de splitter, dentro de un FDB01 de planta baja, se colocarán 6 splitters de capacidad 1:8, para calcular los dispositivos pasivos a utilizar se realiza el siguiente cálculo:

$$\# \text{ DE SPLITTERS } 1: 8 \text{ EN FDB01} = \frac{\text{NÚMERO DE ABONADOS}}{\text{PRIMER NIVEL DE SPLITTER}}$$

$$\# \text{ DE SPLITTERS } 1: 8 \text{ EN FDB01} = \frac{48}{8}$$

$$\# \text{ DE SPLITTERS } 1: 8 \text{ EN FDB01} = 6$$

Para el primer nivel de splitter, se utilizarán dos splitters 1:4, que se encontrarán dentro de la manga MT01, utilizando 2 hilos del cable Feeder que pasando por los splitter 1:4 tendremos 8 hilos pero solo se utiliza 6 hilos, los cuales llegarán a los splitters situados en el FDB01.

➤ **BLOQUE CONJUNTO RESIDENCIAL**

Se tiene 8 potenciales abonados, distribuidos de la siguiente manera:

2 pisos con 4 abonados c/u.

Para el segundo nivel de splitter, dentro de un FDB02 de planta baja, se colocarán 1 splitter de capacidad 1:8, para calcular los dispositivos pasivos a utilizar se realiza el siguiente cálculo:

$$\# \text{ DE SPLITTERS } 1: 8 \text{ EN FDB02} = \frac{\text{NÚMERO DE ABONADOS}}{\text{PRIMER NIVEL DE SPLITTER}}$$

$$\# \text{ DE SPLITTERS } 1: 8 \text{ EN FDB02} = \frac{8}{8}$$

$$\# \text{ DE SPLITTERS } 1: 8 \text{ EN FDB02} = 1$$

Para el primer nivel de splitter, se utilizará 1 splitter 1:4, que se encontrarán dentro de la manga MT01, utilizando un total de 1 hilo del splitter nombrado anteriormente y 1 hilo del cable feeder.

Para esto se usará una manga porta splitter, de donde saldrán los cables:
MT01: FD_10_00_00 (6) PARA BLOQUES TORRES DEL EDÉN, Y
FD_11_00_00 (6) PARA CONJ. RESIDENCIAL.

En el anexo 1 se encuentra registrado el diseño completo de la red GPON-FTTH.

3.6. Consideraciones de diseño

Se presentan algunas consideraciones que servirán para el diseño, las cuales fueron tomadas de la Normativa Técnica de Diseño de CNT 2014.

3.6.1. Factor de splitter

Para este diseño se utilizó un splitter de relación de 1:32, donde el primer nivel está ubicado en las mangas subterráneas conformadas por splitters de 1:4 y el segundo nivel está ubicado en los NAPs aéreos que contienen un splitter de 1:8.

3.6.2. Reserva técnica

El diseño se hizo con proyección a 5 años con un incremento de demanda del 1.08%, por lo que se considera dejar 15m de cable de fibra óptica de reserva en las mangas, 3.5m para preparación de puntas, 6.5m para preparación de sangrado y 8m para subidas a postes.

3.6.3. Distancia máxima de los equipos

Este diseño tiene un alcance de 1150 metros de longitud entre el OLT y la ONT más lejana, por lo que no presenta inconvenientes en el diseño ya que una red FTTH tiene un alcance máximo de 20Km.

3.6.4. Estándar de fibra óptica.

Los cables de fibra óptica utilizados para el tendido del Feeder y fibra de distribución es G.652D y para la red de dispersión hacia los abonados o en el interior de los edificios se utiliza la fibra G657A.

3.7. Presupuesto de potencia

Se debe calcular un presupuesto de potencia con un máximo 25 dB, tomando como referencia el OLT con la ONT más lejana en el diseño, para poder así garantizar que no habrá problemas de potencia en la red.

Figura 3.12. Se muestra un modelo residencial con manga porta splitter.

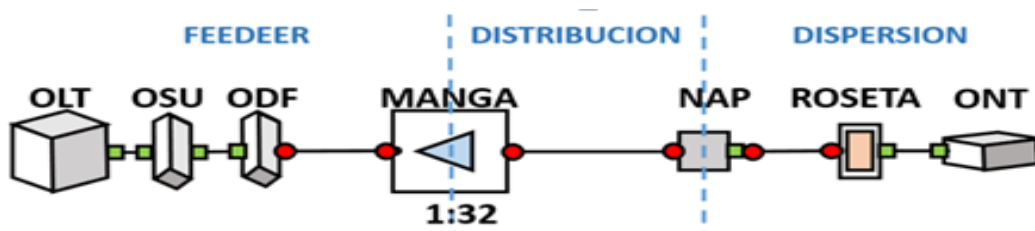


Figura 3. 12: Modelo residencial
Fuente: (CNT E.P, 2015)

Para hacer el cálculo del presupuesto de potencia se cuenta el número de conectores y fusiones que se utilizarán en la red como se muestra en la figura 3.12 los puntos verdes representan a los conectores y los puntos rojos las fusiones, también hay que tener en cuenta la distancia máxima que existe entre la OLT y la ONT y por último el factor de splitter que se utilizara en la red.

En la tabla 3.4 se muestra la plantilla para calcular el presupuesto de potencia que tiene la red proyectada en la urbanización Puerto Azul.

Tabla 3. 4: Presupuesto de potencia residenciales.

Elementos de la red de Fibra Óptica		Cantidad	Pérdida típica del elemento (dB)	Pérdida Total (dB)
Conectores (mated) ITU671=0.5dB		7	0,5	3,5
Empalmes de fusión ITU751=0.1db promedio		6	0,1	0,6
Empalmes mecánicos ITU 751=0.1dB promedio			0,1	0
Splitters	1x2		3,5	0
	1x4		7	0
	1x8		10,5	0
	2x4		7,9	0
	1x16		14	0
	2x16		14,8	0
	1x32	1	17,5	17,5
	2x32		18,5	0
	1x64		21	0
Longitud de Fibra (km)/ longitudes de onda	1310nm	1,150	0,35	0,4025
	1490nm		0,3	0
	1550nm		0,25	0
TOTAL (dB)				22,0025

Fuente: Autor

3.8. Simbologías de Normativa.

La simbología que se utiliza en el diseño están referenciadas a la normativa técnica para dibujo geo referenciado de redes de planta externa.

En la Figura 3.13 se muestra la simbología que se utiliza para representar un empalme de fibra y splitter y se detallan sus atributos.

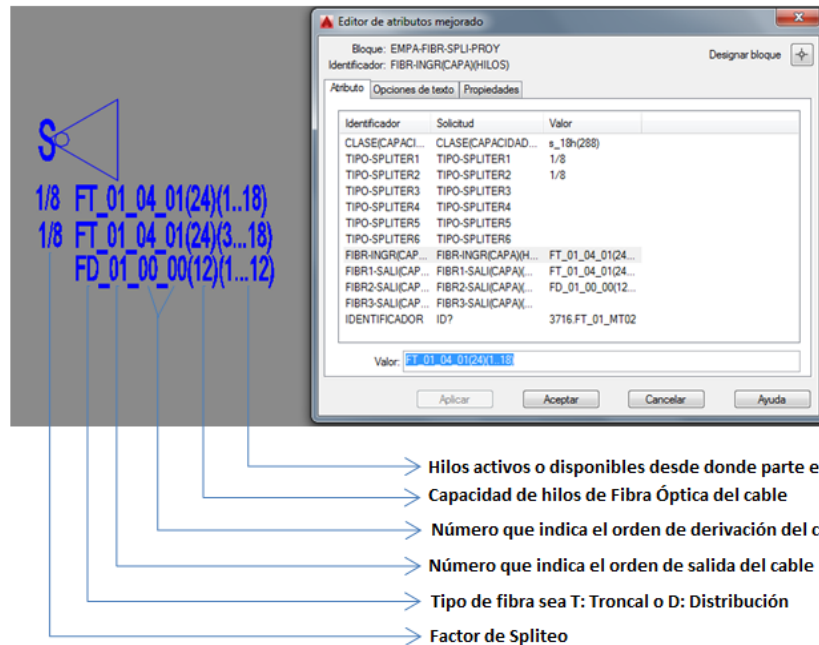


Figura 3. 13: Símbolo de una Manga.

Fuente: Autor

En la Figura 3.14 se muestra el símbolo de un splitter de una entrada, se debe colocar el nivel de relación y cuantos hilos entran.

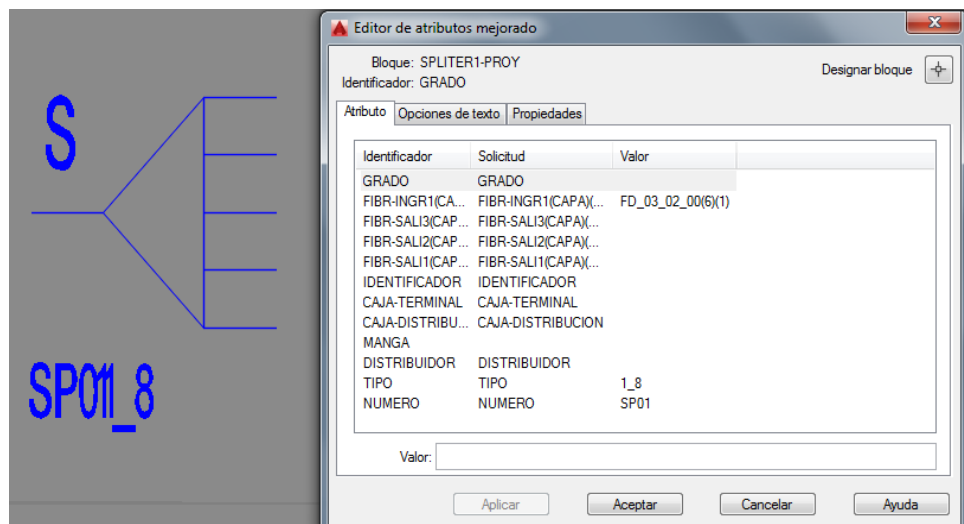


Figura 3. 14: Símbolo de un Splitter.

Fuente: Autor

En la Figura 3.15 se muestra el símbolo utilizado para representar una reserva de fibra óptica, se detalla que tipo de fibra y cuantos metros se dejara de reserva.

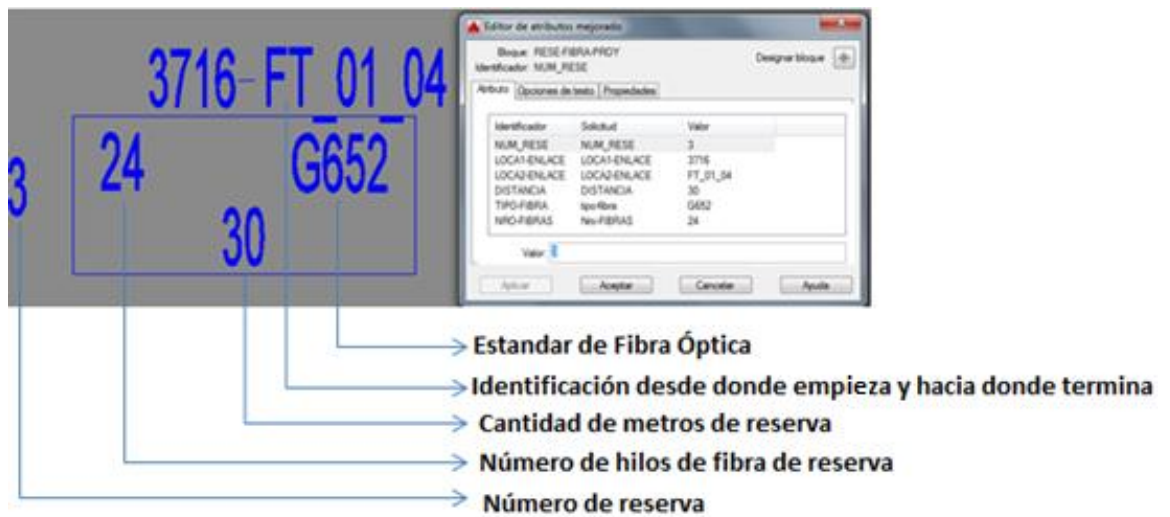


Figura 3. 15: Reserva en la Manga.

Fuente: Autor

En la Figura 3.16 se muestra el símbolo de una caja de distribución aérea, se debe detallar el nombre de la caja de A1 a C4, donde C4 es la caja más lejana de la manga.

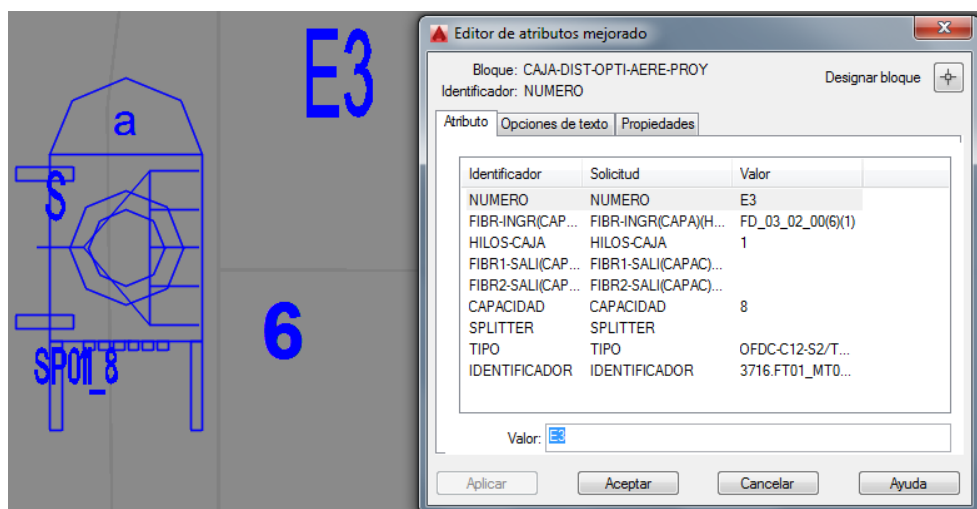


Figura 3. 16: NAP aéreo.

Fuente: Autor

3.9. Análisis Financiero

Este análisis se enfocará en los ingresos y egresos que tendrá la operadora para la implementación de esta red.

Los egresos estarán conformados por el presupuesto de la obra y mantenimiento de la red, por otra parte, los ingresos serán el pago de servicios de video, voz y datos por parte de los usuarios y por motivos de instalación de los equipos en el caso de los clientes nuevos.

3.9.1. PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACIÓN

Se calcularán los presupuestos para el tendido de la fibra y colocación de los elementos pasivos en la red Feeder, red de distribución, red de dispersión, canalización y por mantenimiento de la red.

Los precios que se utilizan para elaborar el presupuesto para la implementación de la red, están referenciados de los volúmenes de obra de CNT E.P actualizado en Julio del 2015, el cual se encuentra en el anexo 2.

En la tabla 3.5 se encuentra el presupuesto para el tendido de un cable de 144 hilos G.652D que parte de la central Puerto Azul con una longitud de 1150 m que conformara la red Feeder, cuenta con 4 mangas que portan 9 splitters de relación de 1:4.

Tabla 3. 5: Presupuesto de la Red FEEDER.

MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	CANTIDAD	TOTAL A PAGAR (\$)
FUSIÓN DE 1 HILO DE FIBRA ÓPTICA	HILO	11,09	174	1929,66
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MANGUERA CORRUGADA DE 3/4"	m	2,41	120	289,20
PREPARACIÓN DE PUNTA DE CABLE DE FIBRA ÓPTICA Y SUJECIÓN DE CABLES DE 144	U	10,32	2	20,64
SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 144 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G652.D	m	6,56	1150	7544,00
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA SUBTERRÁNEA PORTA SPLITTER DE 144, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	723,51	4	2894,04
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE SPLITTER PLC PARA FUSIÓN (1X4)	U	45,10	30	1353,00
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE IDENTIFICADOR ACRÍLICO DE FIBRA ÓPTICA 8 cm X 4 cm	U	5,39	30	161,70
PRESUPUESTO RED FEEDER				\$ 14.042,02

Fuente: Autor

En la tabla 3.6 se muestra el presupuesto para la implementación de la red de distribución conformada por cables de 12 hilos fibra G652.D, donde se utiliza 103 NAPs aéreas y 2 FDB para el edificio Torres de Edén y el conjunto Residencial.

Tabla 3. 6: Presupuesto de la red de distribución.

MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	CANTIDAD	TOTAL A PAGAR (\$)
HERRAJE DE DISPERSIÓN PARA POSTE	U	5,14	92	472,88
FUSIÓN DE HILO DE FIBRA ÓPTICA CON PIGTAIL	U	17,57	872	15321,04
FUSIÓN DE 1 HILO DE FIBRA ÓPTICA	U	11,09	196	2173,64
PORTA RESERVAS FIBRA ÓPTICA POZO	U	12,87	12	154,44
PRUEBA REFLECTO MÉTRICA UNI DIRECCIONAL POR FIBRA EN UNA VENTANA GPON + TRAZA REFLECTO MÉTRICA	HILO	8,48	196	1662,08
PREPARACIÓN DE PUNTA DE CABLE DE FIBRA ÓPTICA Y SUJECIÓN DE CABLES DE 6 - 96 HILOS	U	7,48	64	478,72
PREFORMADO HELICOIDAL PARA VANO DE 120M PARA FIBRA ADSS 13,00-13,70mm	U	15,16	136	2061,76
SANGRADO DE CABLE FIBRA ÓPTICA ADSS DE 6-48	U	12,7	96	1219,2
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HERRAJE DE RETENCIÓN PARA FIBRA ADSS 1 EXTENSIÓN (VANO 120M)	U	10,5	40	420
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HERRAJE DE RETENCIÓN PARA FIBRA ADSS 2 EXTENSIONES (VANO 120M)	U	11,8	64	755,2
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HERRAJE DE RETENCIÓN PARA FIBRA ADSS 3 EXTENSIONES (VANO 120M)	U	13,09	32	418,88
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE SPLITTER PLC PARA FUSIÓN (1X8)	U	58,95	103	6071,85
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CAJA DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL EN EDIFICIO 48 PUERTOS SC/APC	U	1487,54	2	2975,08
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE IDENTIFICADOR ACRÍLICO DE FIBRA ÓPTICA 12,5 cm X 6 cm	U	6,44	92	592,48
SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONO DE 12 HILOS G.652.D VANO 120 M	m	2,55	8822	22496,1
SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONO DE 6 HILOS G.652.D VANO 120 M	m	2,31	3938	9096,78
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CAJA DE DISTRIBUCIÓN AÉREA DE 8 PUERTOS SC/APC (NAP)	U	227,56	103	23438,68
PRESUPUESTO RED DE DISTRIBUCIÓN				\$ 89.808,81

Fuente: Autor

En la tabla 3.7 se encuentra el presupuesto de implementación de la red de dispersión hacia el abonado, donde se utiliza un cable de fibra óptica de 2 hilos G.657A.

Tabla 3. 7: Presupuesto de la red de dispersión

MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	CANTIDAD	TOTAL A PAGAR (\$)
SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO DE 2 FIBRAS ÓPTICAS G.657A1 (DROP) 6mm	m	1,54	88000	135520
FUSIÓN DE HILO DE FIBRA ÓPTICA CON PIGTAIL	U	17,57	1760	30923,2
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ROSETA ÓPTICA 2 HILOS DE FIBRA	U	25,15	880	22132
SUMINISTRO Y EJECUCIÓN DE HERRAJE TIPO A PARA CABLE FIBRA ÓPTICA FIGURA 8	U	10,95	125	1368,75
SUMINISTRO Y EJECUCIÓN DE HERRAJE TIPO B PARA CABLE FIBRA ÓPTICA FIGURA 8	U	8,05	85	684,25
PRESUPUESTO RED DE DISPERSIÓN				\$ 190.606,30

Fuente: Autor

En la tabla 3.8 se encuentra el presupuesto para la construcción de la canalización ya que se proyectó 27 pozos para la realización de este diseño.

Tabla 3. 8: Presupuesto canalización.

MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	CANTIDAD	TOTAL A PAGAR (\$)
CANALIZACIÓN CALZADA 2 VÍAS TRIDUCTO	m	19,14	850	16269
CANALIZACIÓN CON TUBERÍA GALVANIZADO DE 4"	m	46,76	1700	79492
TAPÓN CIEGO PARA TRIDUCTO	U	5,33	270	1439,1
TAPÓN SIMPLE PARA FIBRA ÓPTICA	U	10,72	54	578,88
CORTE DE ASFALTO EN CALZADA CON DISCO DIAMANTADO	m	4,24	378	1602,72
EXCAVACIÓN DE GRAVA	m³	14,23	1725	24546,75
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE SUBIDA A POSTE PARA FIBRA ÓPTICA CON TUBO EMT DE 3 m DE 2"	U	53,89	12	646,68
ROTURA DE ASFALTO Y DESALOJO	m²	6,66	189	1258,74
REPOSICIÓN DE ASFALTO	m²	39,81	189	7524,09
ROTURA Y DESALOJO DE HORMIGÓN FC=210 kg/cm2 EN CALZADA	m3	40,16	540	21686,4
REPOSICIÓN DE HORMIGÓN FC=210 kg/cm2 EN CALZADA	m3	129,7	540	70038
PRESUPUESTO CANALIZACIÓN				\$ 225.082,36

Fuente: Autor

En la tabla 3.9 se presentan los sueldos que se pagarán por motivos de mantenimiento de la red, donde se contará con la participación de 3 técnicos por \$500 mensuales cada uno, un supervisor por \$800 mensual y un director de obra \$1200, más los beneficios sociales establecidos por la Ley Orgánica de Trabajo.

Tabla 3. 9: Gastos por mano de obra.

	Técnico	Técnico	Técnico	Supervisor	Director de obra
Sueldo (\$)	500	500	500	800	1200
Beneficios Sociales (\$)	169,58	169,58	169,58	253,03	364,30
Total Mensual (\$)	669,58	669,58	669,58	1053,03	1564,30
Total Anual (\$)	8035	8035	8035	12636,4	18771,6
TOTAL 5 AÑOS (\$)	40175	40175	40175	63182	93858
GASTO TOTAL MANO DE OBRA (\$)					277565

Fuente: Autor

En la tabla 3.10 se muestra los gastos por motivos de movilización, se estima que se gastará \$35 diarios, se trabajará de lunes a viernes, por lo que se tendrá 20 días de trabajo por mes. En los 5 años se tendrá un gasto de \$42000 por movilización del personal.

Tabla 3. 10: Gastos movilización.

AÑO	GASTO DIARIO	DÍAS AL MES	MENSUAL TOTAL	GASTO ANUAL
Año 1	\$ 35,00	20	\$ 700,00	\$ 8.400,00
Año 2	\$ 35,00	20	\$ 700,00	\$ 8.400,00
Año 3	\$ 35,00	20	\$ 700,00	\$ 8.400,00
Año 4	\$ 35,00	20	\$ 700,00	\$ 8.400,00
Año 5	\$ 35,00	20	\$ 700,00	\$ 8.400,00
TOTAL GASTO DE MOVILIZACION				\$ 42.000,00

Fuente: Autor

En la tabla 3.11 se encuentra el costo total de la implementación que comprende el tendido de cables de fibra óptica y colocación de elementos de la red para el feeder, distribución y dispersión, también la construcción de 27 pozos y el gasto del personal técnico por los próximos 5 años.

Tabla 3. 11: Costo total

FEEDER	\$ 14.042,02
DISTRIBUCIÓN	\$ 89.808,81
DISPERSIÓN	\$ 190.606,30
CANALIZACIÓN	\$ 225.082,36
COSTO PERSONAL	\$ 277.565,00
COSTOS OPERATIVOS	\$ 42.000,00
SUBTOTAL	\$ 839.104,49
5% IMPREVISTOS	\$ 41.955,22
TOTAL GASTOS	\$ 881.059,71

Fuente: Autor

3.10. Ingresos de la Operadora.

Para elaborar el análisis, se calculará los ingresos que se tienen por brindar el servicio de telefonía fija, internet fijo y TV digital, también se consideraran los ingresos por motivo de instalación para los nuevos usuarios por lo próximos 5 años.

3.10.1. Establecimiento de costos para el usuario

Para esta investigación se toma como referencia los valores actuales que la CNT E.P. tiene establecido para brindar los servicios de telefonía fija, internet y TV Digital.

3.10.1.1. Telefonía Fija

Para el servicio de telefonía CNT E.P. tiene establecido los valores para instalación y una pensión fija mensual más el consumo de minutos del usuario. En la tabla 3.12 se muestran los precios para el uso de este servicio.

Tabla 3. 12: Tarifa mensual de telefonía fija.

PLANES TELEFONÍA	TARIFA BÁSICA MENSUAL	INSTALACIÓN (CON IMP.)
Telefonía Hogar	\$6.94 + consumo	\$67.20
Telefonía fija Corporativa	\$17.91 + consumo	\$67.20

Fuente: (CNT E.P, 2015)

3.10.1.2. Internet Fijo

Para el servicio de internet fijo la CNT E.P. tiene establecido los valores para instalación y la mensualidad varía según la velocidad contratada por los usuarios. En la tabla 3.13 se muestran los precios para el uso de internet fijo en el hogar.

Tabla 3. 13: Tarifa mensual de internet fijo.

PLANES INTERNET	TARIFA MENSUAL (CON IMP.)	INSTALACIÓN (CON IMP.)
Plan 3 Mbps	\$20.16	\$ 56
Plan 5 Mbps	\$27.89	\$ 56

Fuente:(CNT E.P, 2015)

3.10.1.3. Televisión Digital

Para el servicio de televisión digital la CNT E.P. tiene establecido los valores para instalación y la mensualidad varía según el paquete de canales que el usuario haya contratado. En la tabla 3.14 se muestran los diferentes precios para el uso de este servicio.

Tabla 3. 14: Tarifa mensual TV Digital.

PLANES TV	TARIFA MENSUAL (CON IMP.)	INSTALACIÓN (CON IMP.)
Plan Súper	\$19.32	\$ 56
Plan HBO	\$32.20	\$ 56
Plan Total Plus	\$32.20	\$ 56
Plan FOX +	\$32.20	\$ 56

Fuente:(CNT E.P, 2015)

3.10.2. Ingresos por prestación de servicios

En la tabla 3.15 se calcula el crecimiento de abonados del servicio de telefonía fija partiendo con 756 abonados en el año inicial y terminando en el Año 5 con 796 abonados, ese valor se calculó tomando como referencia el 1.08% anual de crecimiento poblacional en Guayas.

Tabla 3. 15: Crecimiento del mercado Telefonía Fija

SERVICIO	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Telefonía Fija	756	764	772	780	788	796

Fuente: Autor

En la tabla 3.16 se muestra los ingresos que genera la empresa los próximos 5 años por brindar el servicio de telefonía fija a un determinado número de clientes residenciales.

Tabla 3. 16: Ingresos anuales por servicios de telefonía fija.

N° AÑO	TARIFA MENSUAL SIN IMP. (\$)	ABONADOS	TARIFA MENSUAL CON IMP. (\$)	MENSUAL TOTAL (\$)	VALOR ANUAL (\$)
AÑO 0	6,20	756	6,94	5249,66	62995,97
AÑO 1	6,20	764	6,94	5305,22	63662,59
AÑO 2	6,20	772	6,94	5360,77	64329,22
AÑO 3	6,20	780	6,94	5416,32	64995,84
AÑO 4	6,20	788	6,94	5471,87	65662,46
AÑO 5	6,20	796	6,94	5527,42	66329,09

Fuente: Autor

Para el servicio de internet se realiza el mismo cálculo que se le aplico al crecimiento de la demanda de telefonía fija, esta vez se parte con 528 abonados y se termina en el año 5 con 25 nuevos clientes.

Tabla 3. 17: Crecimiento poblacional Internet Fijo.

SERVICIO	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Internet Fijo	528	533	538	543	548	553

Fuente: Autor

En la tabla 3.18 se muestra los ingresos que genera la empresa los próximos 5 años por brindar internet fijo a un determinado número de clientes residenciales tomando como referencia la tarifas más bajas en el mercado que ofrece CNT.

Tabla 3. 18: Ingresos anuales por servicios de internet fijo.

N° AÑO	TARIFA MENSUAL SIN IMP. (\$)	ABONADOS	TARIFA MENSUAL CON IMP. (\$)	MENSUAL TOTAL (\$)	VALOR ANUAL (\$)
AÑO 0	18,00	528	20,16	10644,48	127733,76
AÑO 1	18,00	533	20,16	10745,28	128943,36
AÑO 2	18,00	538	20,16	10846,08	130152,96
AÑO 3	18,00	543	20,16	10946,88	131362,56
AÑO 4	18,00	548	20,16	11047,68	132572,16
AÑO 5	18,00	553	20,16	11148,48	133781,76

Fuente: Autor

Para el servicio de TV Digital empieza en el año inicial con 125 abonados incrementándose un 1.08% anual teniendo 130 abonados para el quinto año como se puede apreciar en la tabla 3.19.

Tabla 3. 19: Crecimiento poblacional TV Digital.

SERVICIO	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
TV Digital	228	230	232	234	236	238

Fuente: Autor

En la tabla 3.20 se muestra los ingresos que genera la empresa los próximos 5 años por el servicio de TV Digital tomando como referencia los planes más bajos en el mercado que ofrece CNT.

Tabla 3. 20: Ingresos anuales por servicios de TV Digital.

Nº AÑO	TARIFA MENSUAL SIN IMP. (\$)	ABONADOS	TARIFA MENSUAL CON IMP. (\$)	MENSUAL TOTAL (\$)	VALOR ANUAL (\$)
AÑO 0	15,00	228	19,32	4404,96	52859,52
AÑO 1	15,00	230	19,32	4443,60	53323,20
AÑO 2	15,00	232	19,32	4482,24	53786,88
AÑO 3	15,00	234	19,32	4520,88	54250,56
AÑO 4	15,00	236	19,32	4559,52	54714,24
AÑO 5	15,00	238	19,32	4598,16	55177,92

Fuente: Autor

En la siguiente tabla 3.21 se muestran los ingresos por motivos de instalación de equipos para nuevos abonados que se consideran como una demanda futura en la urbanización Puerto Azul considerando el porcentaje de crecimiento poblacional del 1.08% como lo indica el INEC.

Tabla 3. 21: Ingresos anuales por instalación de equipos.

SERVICIOS	COSTO INSTALACIÓN (\$)	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Telefonía Fija	67,20	8	8	8	8	8
Internet Fijo	56,00	5	5	5	5	5
TV Digital	56,00	2	2	2	2	2
INGRESOS POR AÑO (\$)		929,60	929,60	929,60	929,60	929,60

Fuente: Autor

En la tabla 3.22 se muestra los ingresos anuales por prestación de servicios e instalación de equipos a los nuevos abonados.

Tabla 3. 22: Ingreso total por año

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Tarifa anual (\$)	243589,25	245929,15	248269,06	250608,96	252948,86	255288,77
Instalación (\$)	0,00	929,60	929,60	929,60	929,60	929,60
INGRESOS ANUALES (\$)	243589,25	246858,75	249198,66	251538,56	253878,46	256218,37

Fuente: Autor

3.11. Evaluación Financiera

Para saber si un proyecto es rentable, es necesario hacer uso del cálculo del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa de Interés de Retorno (TIR), estos indicadores económicos permiten saber si un proyecto a realizarse es factible y para saber en qué tiempo se recuperará la inversión inicial.

3.11.1. Valor Actual Neto (VAN)

Este indicador financiero permite calcular la rentabilidad de un proyecto partiendo con una inversión inicial que en este caso es el costo total de la implementación de la red y todos los ingresos que se obtendrán a futuro. Si el valor final es positivo entonces se determina que el proyecto es viable, caso contrario no lo sería (Albuja & Eras, 2014).

La fórmula que se utiliza para el cálculo del VAN es:

$$VAN = -I + \sum_{n=1}^N \frac{FNE_n}{(1+i)^n}$$

Donde,

FNE: Fondos Activos Netos.

i: Tasa de descuento

N: número de periodos

I: inversión inicial

En la tabla 3.23 se muestran los datos que se utiliza para el cálculo del Valor Actual Neto.

Tabla 3. 23: Datos para el cálculo del VAN.

DATOS	VALORES
Numero de Periodos	6
Tipo de periodo	anual
Tasa de descuento	10%

Fuente: Autor

Para el análisis se tomarán los ingresos para del año inicial y los próximos 5 años de vida útil de la red proyectada, también se asume una tasa de interés del 10%. En la tabla 3.24 se muestra el cálculo del VAN utilizando los datos anteriormente nombrados, empezando con la inversión inicial del proyecto y el flujo de ingresos que se obtienen a futuro.

Tabla 3. 24: Calculo del VAN.

N°	FNE (\$)	(1+i)^n	FNE/(1+i)^n (\$)
inversión	-881059,71		-881059,71
0	243589,25	1,10	221444,77
1	246858,75	1,21	204015,50
2	249198,66	1,33	187226,64
3	251538,56	1,46	171804,22
4	253878,46	1,61	157638,55
5	256218,37	1,77	144628,59
TOTAL (\$)			205698,56

Fuente: Autor

Se tiene una recuperación de la inversión de \$887376.72 para el cuarto año y se tendrá un saldo a favor de \$199381.55 en el quinto año, se puede concluir que la implementación de esta red será viable, ya que, el periodo de recuperación de la inversión está dentro los primeros 5 años.

3.11.2. TIR (Tasa de Interés de Retorno)

Se la utiliza para determinar si una inversión de un proyecto puede ser aceptada, ya que con una tasa de interés alta se puede concluir que el proyecto será rentable caso contrario se considera muy riesgoso si la tasa de interés es bastante baja (Albuja & Eras, 2014).

El TIR es igual a la tasa de interés que como resultado el Valor Actual Neto sea igual a cero. En la tabla 3.25 se muestra el cálculo del TIR.

Tabla 3. 25: Tasa de interés de retorno

Tasa de descuento	VAN
2%	\$ 519.694,54
4%	\$ 429.111,12
6%	\$ 347.255,57
8%	\$ 273.084,21
10%	\$ 205.698,56
12%	\$ 144.322,62
14%	\$ 88.284,04
16%	\$ 36.998,51
18%	(\$ 10.043,26)
20%	(\$ 53.286,47)

Fuente: Autor

Se utiliza la fórmula de Excel =TIR (Año0:AñoX), donde Año 0 es la inversión inicial y Año x es igual a los ingresos en ese periodo de tiempo, se tiene como resultado 17.56%.

CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. CONCLUSIONES

- Para el diseño de la red GPON FTTH en Puerto Azul se utilizó el software Autocad versión 2015, se inició con el reconocimiento del lugar haciendo un censo y anotando los posibles clientes en un plano geo referenciado, luego se calculó el porcentaje de demanda que tiene CNT en el lugar y se hizo una proyección de la demanda futura a 5 años. Luego se analizó la canalización existente en el sitio para el diseño de la red Feeder y colocación de las mangas porta splitters y también se analizó los postes existentes para el diseño de la red de distribución y dispersión, se calculó 103 NAPs aéreos que dará acceso a 8 abonados.

- Se comparó las redes con fibra óptica con respecto a las redes de cobre que actualmente operan en nuestro país, y son muchas las desventajas que estas poseen, como por ejemplo: tienen un bajo ancho de banda, interrumpe la comunicación en presencia de una interferencia electromagnética y el cable de cobre es pesado por lo que se dificulta al momento de implementarlo; a diferencia de las redes de fibra óptica su ancho de banda es de 1.25Gbps para el canal ascendente y 2.4Gbps para el canal descendente, es inmune a interferencias electromagnéticas y es mucho más liviano que un cable de cobre, por lo que facilita su instalación, además se emplean en largas distancias ya que posee niveles bajo de atenuación.

- Se calculó el presupuesto estimado para la implementación de la red GPON-FTTH en la urbanización Puerto Azul en el km 10 vía Guayaquil-Salinas y dio como resultado \$881059.71 en lo que comprende la construcción de canalización proyectada, mantenimiento de la red y el tendido de fibra y colocación de los elementos pasivos para la red Feeder, distribución y dispersión para una demanda de 880 abonados. Se calculó los indicadores financieros VAN y TIR y concluimos que este proyecto es factible ya que se recuperará la inversión inicial en el año 4 después de implementar la red.

4.2. RECOMENDACIONES

- Para prevenir filtraciones en las mangas es recomendable hacer un mantenimiento a los pozos donde se ubican los elementos pasivos de la red, durante la temporada de invierno, se acumulan de agua y se pueden presentar inconvenientes dentro de la red.
- Para la construcción de la red de dispersión y de las redes internas se debe utilizar el estándar de fibra óptica ITU G-657 ya que este tipo de fibra está diseñada para responder de mejor manera ante las macro curvaturas.
- Tener en cuenta que el valor de atenuación por fusión que muestran las maquinas fusionadoras es solo un valor referencial. La forma

correcta de medir dichos niveles de atenuación es a través de la utilización de un Reflectómetro Óptico (OTDR).

- Al momento de la construcción de la red, cumplir cabalmente con el orden de los hilos de fibra óptica propuesto en el diseño para evitar confusiones en el desempeño de la red.
- Dejar las debidas reservas por sangrado, preparación de armarios y preparación de puntas en base a lo estipulado en el diseño, para que en caso de tener la necesidad de hacer alguna reparación en la red, se pueda contar con la cantidad de fibra suficiente para trabajar sin dificultades.
- No se debe hacer tendidos aéreos utilizando fibras ópticas que han sido diseñadas para ser canalizadas.
- No obviar el uso de manguera corrugada en los pozos donde pasa la fibra óptica ya que mediante su utilización se puede diferenciar entre cables de fibra óptica y cables eléctricos.
- Utilizar los identificadores en los postes y pozos donde hay reservas para evitar confusiones a corto, mediano y largo plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Telefónica (2011). Las telecomunicaciones de nueva generación [Archivo PDF]. Recuperado de https://telos.fundaciontelefonica.com/docs/repositorio/es_ES/TelefonicaySI/Publicaciones/teleco_n_g.pdf

Plata, N. (2011). CABLE COAXIAL Y PAR TRENZADO. Recuperado de <https://comunicacionesupc.wordpress.com/page/4/>

Guillen, S. (2015) Análisis del proceso de migración de las redes HFC a redes GPON-FTTH en la calidad de servicio de televisión digital para las principales compañías de telecomunicaciones en el Ecuador [Archivo PDF]. Recuperado de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/123456789/3807>

ALEBEN TELECOM (2013). Fibra Óptica - Qué es y Cómo funciona. Recuperado de <http://www.alebentelecom.es/servicios-informaticos/faqs/fibra-optica-que-es-y-como-funciona>

García, L. (2012). Tipos de Fibra Óptica Recuperado de <http://lilia-garcia.blogspot.com/2012/04/tipos-de-fibra-optica.html>

Argüello Moscoso, Burneo Echeverría. (2013). Análisis técnico y financiero para migrar la red de acceso de cobre a una red GPON de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones del Ecuador en el cantón Azogues [Archivo PDF]. Recuperado de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4964>

Rosero, P, (2014). Diseño de la red primaria de la central telefónica de Ibarra de la CNT E.P. región 1 en fibra óptica [Archivo PDF]. Recuperado de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/71115/1/CD-5302.pdf>

Cruz, R (2012). Conectores ópticos. Recuperado de <http://todosobrehfc.globered.com/categoria.asp?idcat=36>

Nilsson, Lo Curzio y Serrander (2007) "A guide-line on how to build fiber optic access networks –FTTX networks". En Fibre optic access to End-Users.

García, D. (2015). Telecomunicaciones. Recuperado de <https://www.telecable.com/blog/category/telecomunicaciones/page/2>

Rodríguez, C. (2012) Diseño de una red FTTH para la renovación de los servicios de las telefónicas de Guayaquil [Archivo PDF]. Recuperado de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/123456789/495?mode=full>

Añazco, C. (2013) Diseño Básico de Redes de Acceso FTTH utilizando el estándar GPON. Recuperado de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/123456789/516>

Furukawa (2012). Recuperado de http://www.furukawa.com.br/portal/page?_pageid=813,1&_dad=portal&_schema=PORTAL

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

Galeano, J. (2009). Diseño e instalación de una red FTTH. (Proyecto de fin de carrera. Universidad Carlos III de Madrid). Recuperado de <http://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/8702>

Abreu, M. (2009). Características generales de una red de fibra óptica al hogar (FTTH). Memoria de trabajos de difusión científica y técnica, (7), 38-46.

De León, O. (2009). Perspectivas de las tecnologías de telecomunicaciones y sus implicancias en los mercados y marcos regulatorios en los países de América Latina y el Caribe. [Archivo Digital]. Recuperado de http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3728/S2009440_es.pdf?sequence=1

Monroy, I. T., González, N. G., Caballero, A., Prince, K., Zibar, D., Gibbon, T., ... & Jensen, J. B. (2009). Convergencia de sistemas de comunicación ópticos e inalámbricos. *Óptica pura y aplicada*, 42(2), 83-90.

Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (2015). Competencias Recuperado de <http://www.arcotel.gob.ec/competencias>

Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información (2015) Recuperado de <http://www.telecomunicaciones.gob.ec>

Unión Internacional de Telecomunicaciones (2015) Recuperado de <https://www.itu.int/es/Pages/default.aspx>

Alcivar, D. (2015). Estudio para la implementación de una red Gpon de Teleconet S.A. en la comunidad de Juan Gómez Rendón (PROGRESO). Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/6970>

HUAWEI (2015) HG861 Recuperado de <http://www.huawei.com/ec/products/fixed-access/fttx/ont/hg861/index.htm>

José Albuja, Hugo Eras. (2014). Diseño de una ODN para una red GPON en la localidad de Loja-Noroccidente, Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT E.P. Recuperado de <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/10881>

INEC, 2010. Fascículo provincial Guayas. Recuperado de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manualateral/Resultados-provinciales/guayas.pdf>.

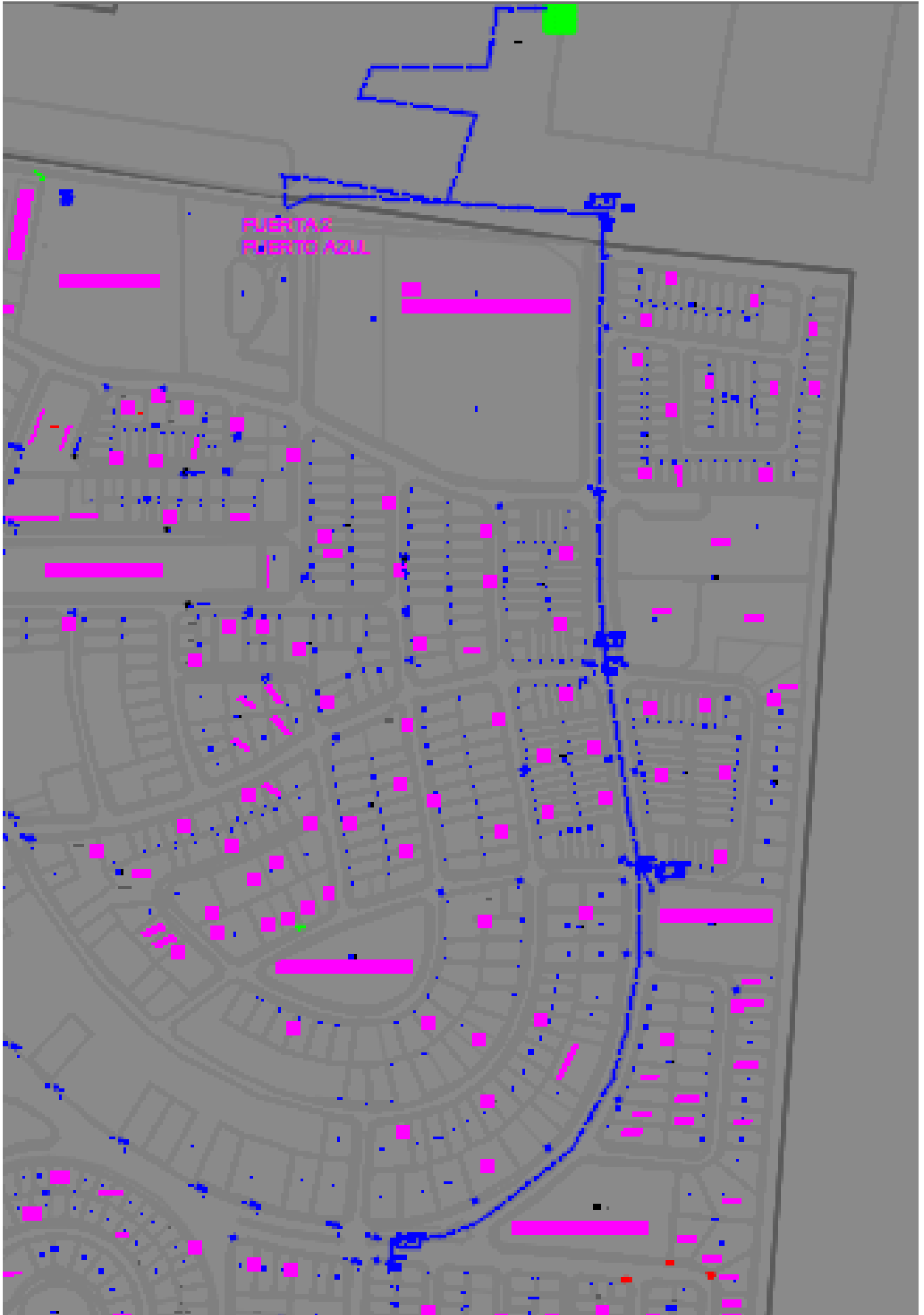
ANEXOS

Anexo 1: Diseño de la red GPON FTTH en Puerto Azul

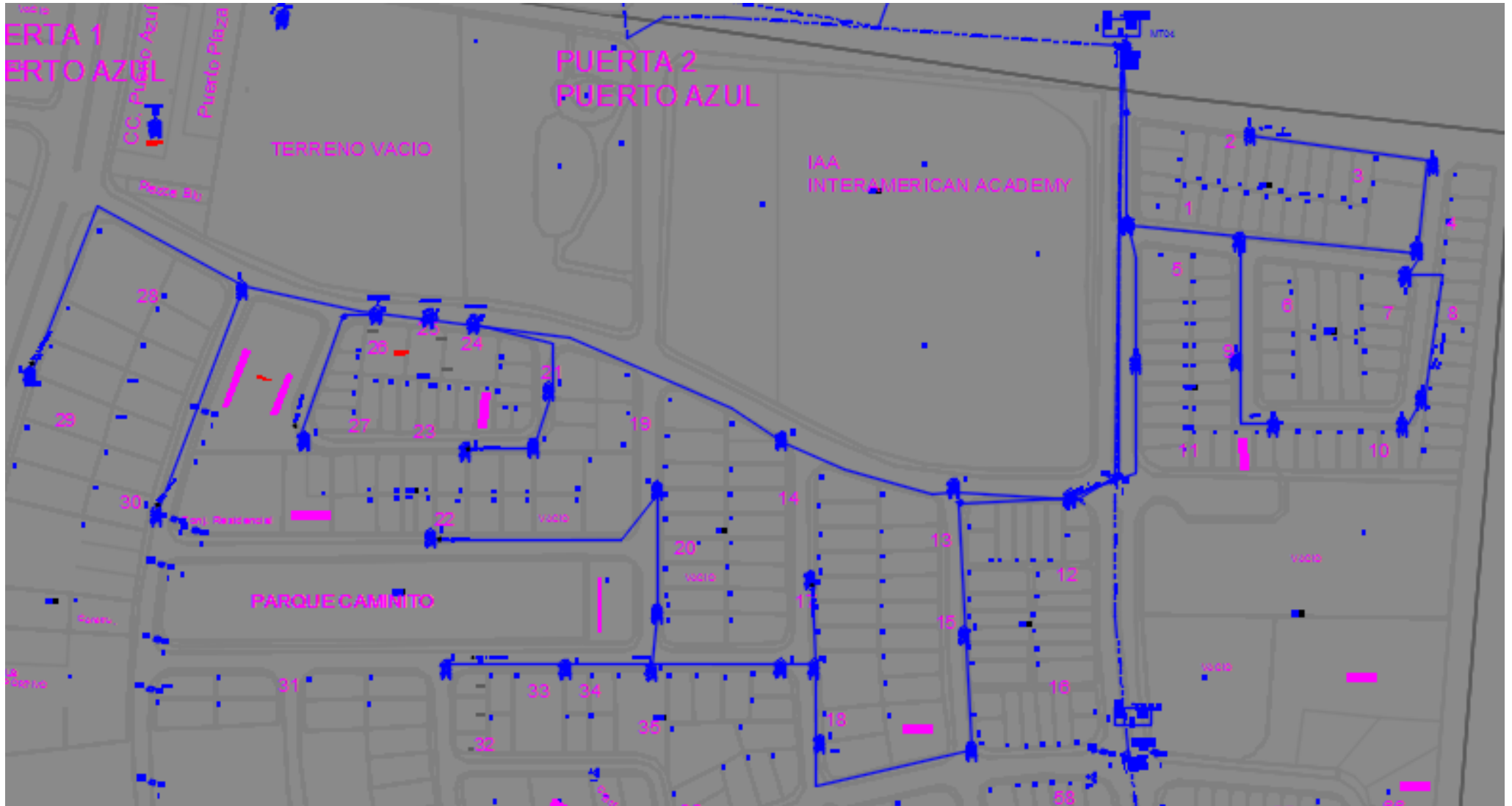
Diseño GPON – FTTH en la urbanización Puerto Azul



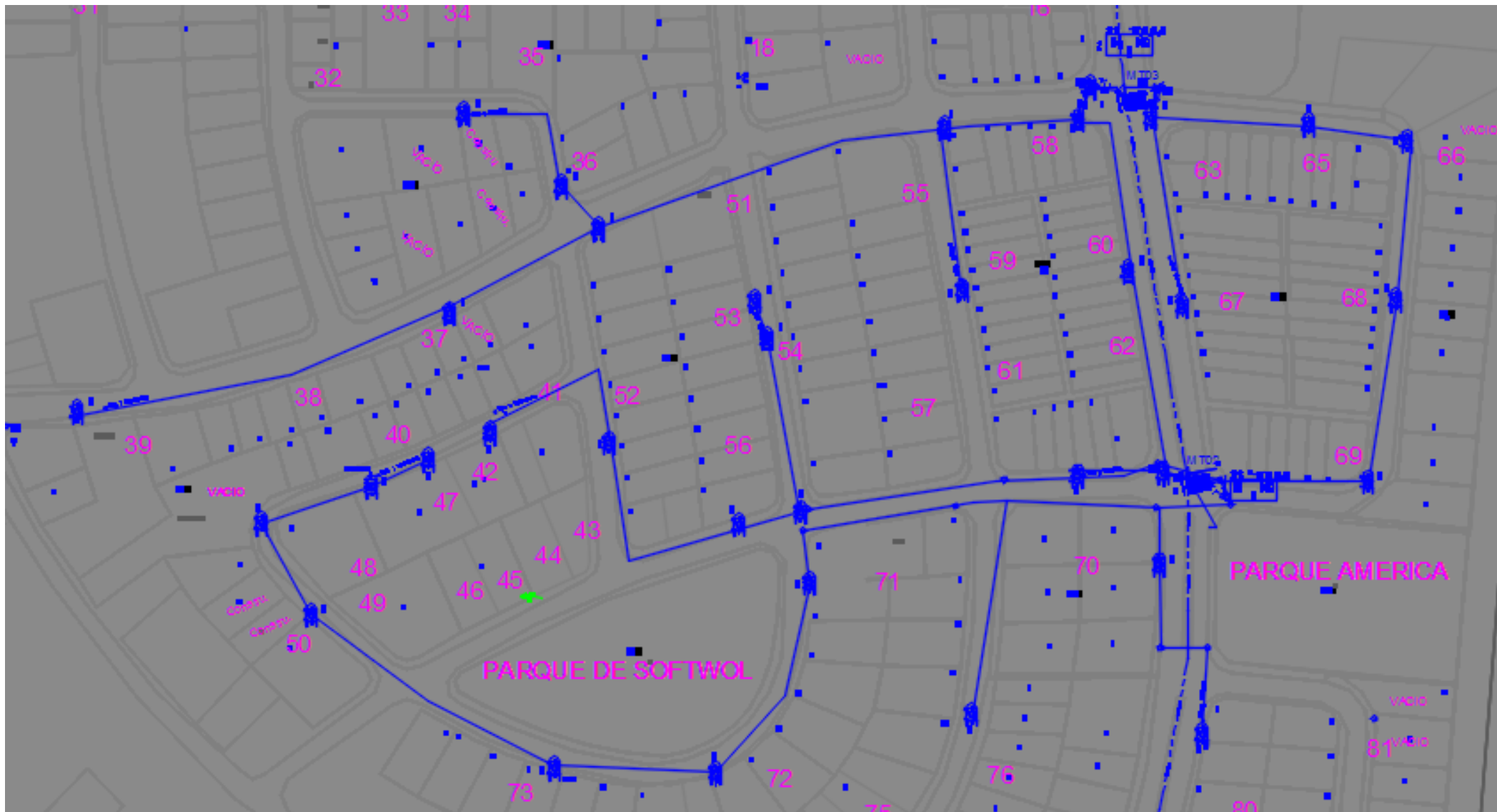
Diseño de la Red Feeder



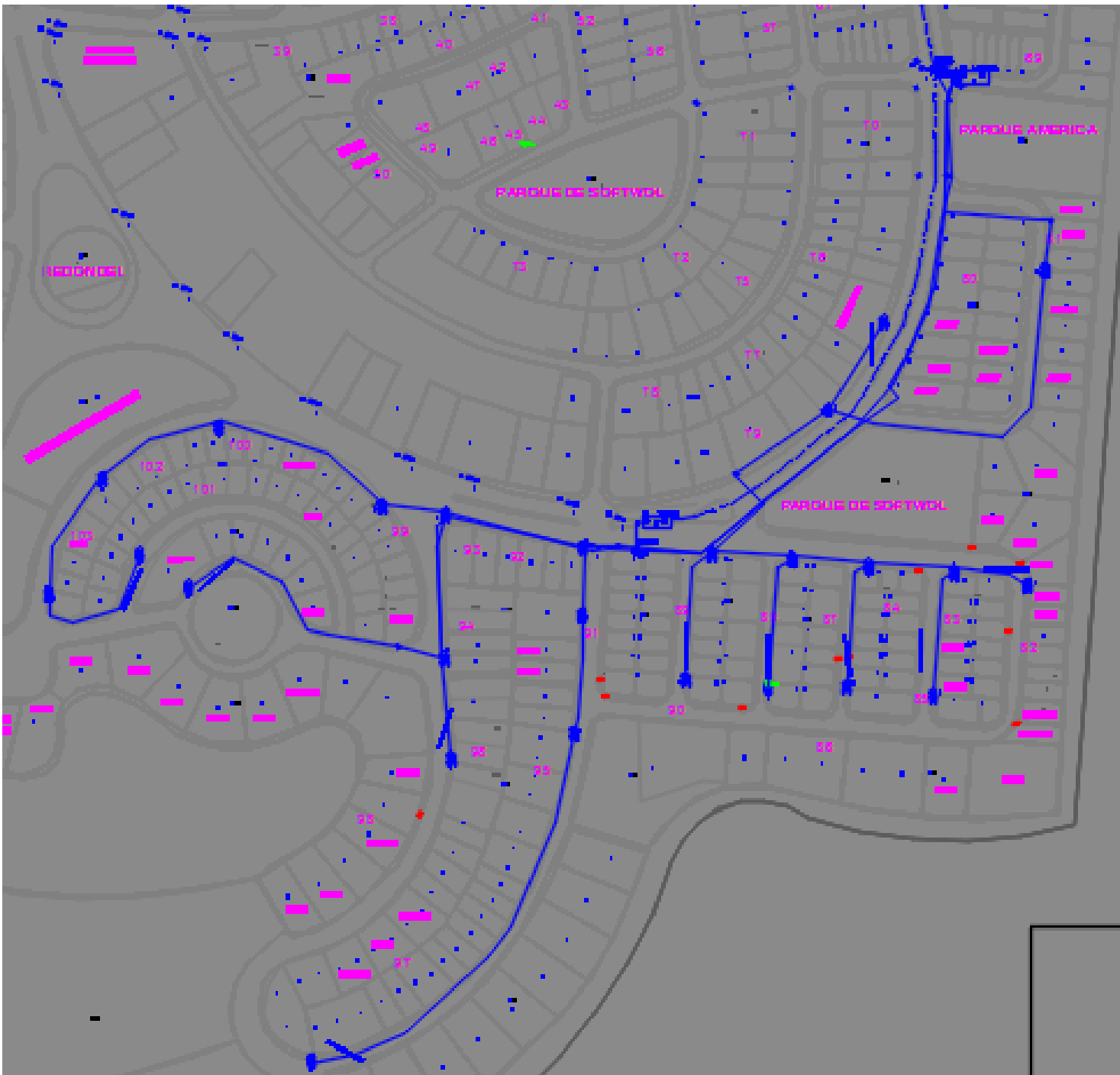
Diseño de la manga MT04 y la red de distribución FD_01_00_00 (12), FD_02_00_00 (12), FD_03_00_00 (12)



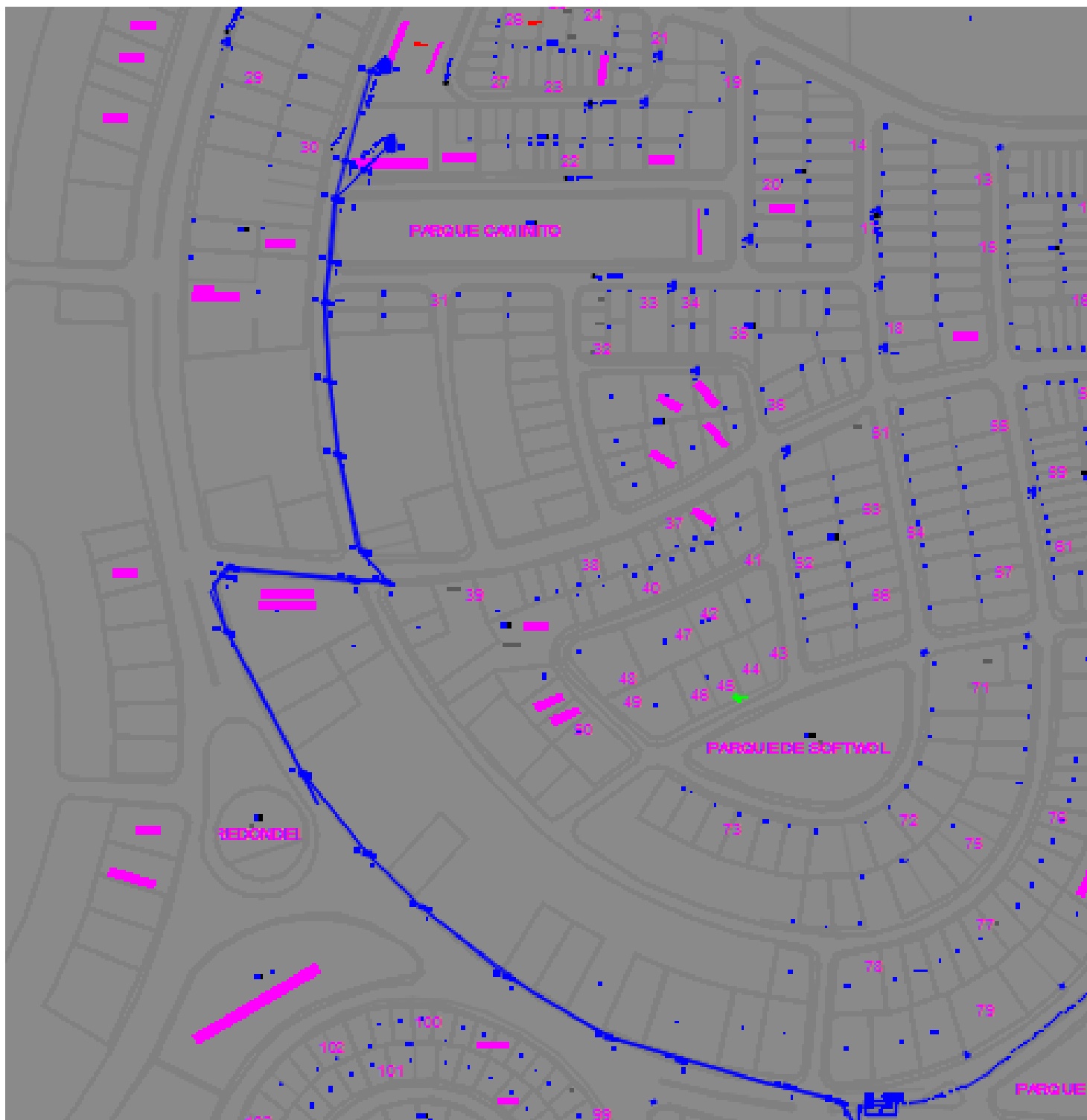
Diseño de la manga MT03 y la red de distribución FD_04_00_00 (12), FD_05_00_00 (12), FD_06_00_00 (12)



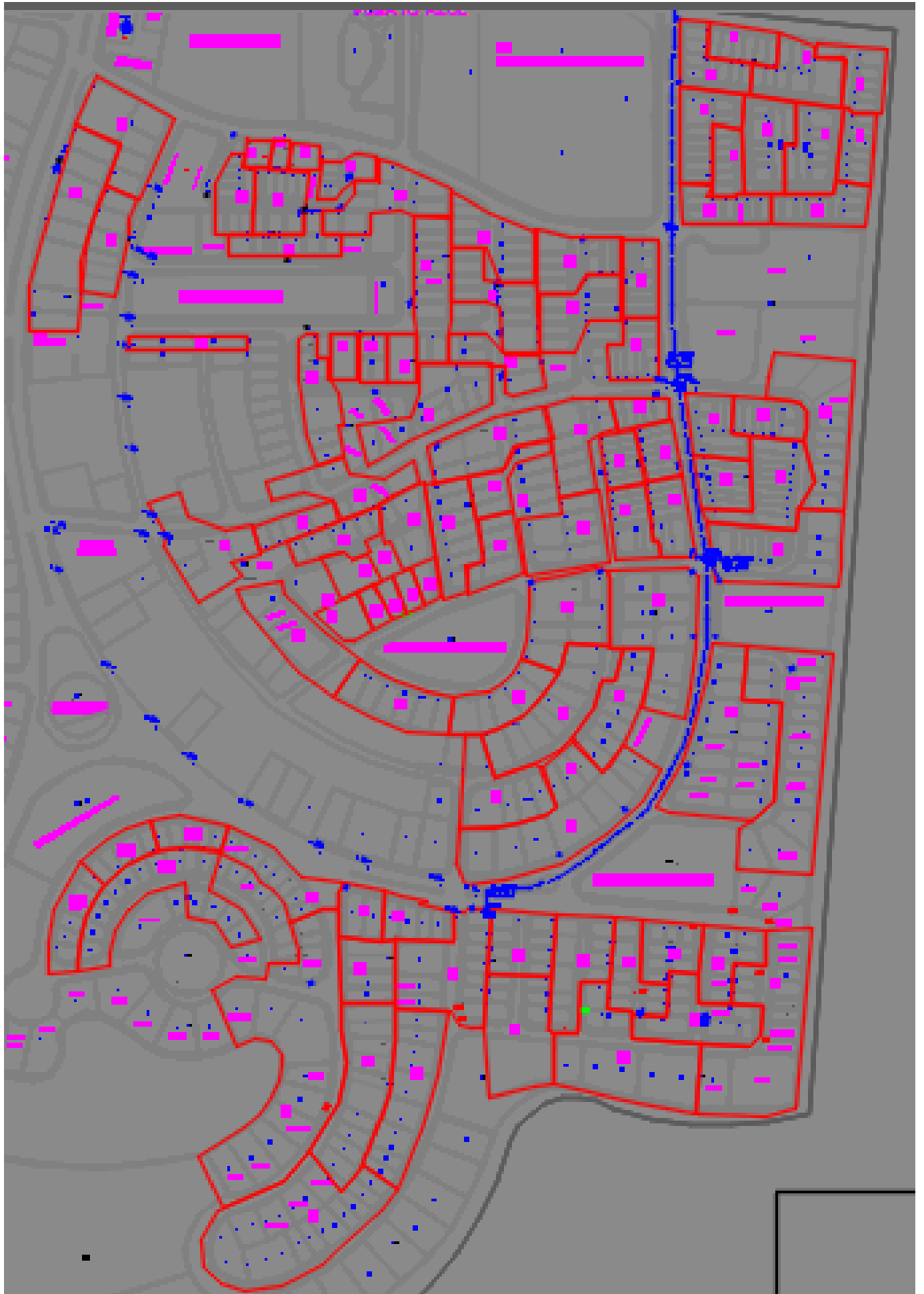
Diseño de la manga MT02 y la red de distribución FD_07_00_00 (12), FD_08_00_00 (12),
FD_09_00_00 (12)




Diseño de la manga MT01 y la red de distribución FD_10_00_00 (12), FD_11_00_00 (12), FD_12_00_00 (12)



Área de cobertura de la red GPON FTTH4



Anexo 2: Volúmenes de Obra de CNT E.P. Actualizado en Julio 2015.

		PRECIOS UNITARIOS				
		Fecha:		JULIO 2015		
		UNIDADES	COSTO UNITARIO			
Zona 1	ZONA 2		ZONA 3			
ITEM	UNIDAD DE PLANTA					
1	FO001	ACTUALIZACIÓN DE PLANOS DE DISEÑO A PLANOS ASBUILT GEOREFENCIADOS DE ACUERDO A LA NORMA DE DIBUJO	m2	78,83	81,50	84,18
2	FO002	ALQUILER DE CARRO CANASTA	Hora	58,01	59,97	61,94
3	FO003	COLOCACIÓN Y SUMINISTRO DE THIMBLE CLEVIS	U	8,81	9,11	9,41
4	FO004	CONFIGURACIÓN EQUIPO ONT HG8245 SERVICIOS DE TELEFONIA E INTERNET	u	3,21	3,32	3,43
5	FO005	DESMONTAJE DE CABLE AÉREO DE FBRA ÓPTICA DE 6, 12, 48, 72 Y 96 HILOS ADSS/FIG 8	U	0,31	0,32	0,34
6	FO006	DESMONTAJE DE CABLE CANALIZADO DE FIBRA ÓPTICA DE 6, 12, 24, 48, 72 Y 96 HILOS	U	0,29	0,30	0,31
7	FO007	DISEÑO CLIENTE GPON/FTTH DISTRIBUCIÓN	Cliente	9,87	10,21	10,54
8	FO008	DISEÑO GPON/FTTH RED FEEDER	KM	137,27	141,92	146,57
9	FO009	ELABORACIÓN DE PLANOS ASBUILT GEOREFENCIADOS DE ACUERDO A LA NORMA DE DIBUJO DE PLANTA EXTERNA LA	m2	251,54	260,06	268,59
10	FO010	FUSIÓN DE HILO DE FIBRA ÓPTICA	U	10,72	11,09	11,45
11	FO011	FUSION DE HILO DE FIBRA OPTICA CON PIGTAIL	U	16,99	17,57	18,14
12	FO012	INSTALACIÓN AÉREA DE CLIENTE FINAL GPON	U	259,79	268,60	277,41
13	FO013	INSTALACIÓN CANALIZADA DE CLIENTE FINAL GPON	U	278,80	288,25	297,70
14	FO014	INSTALACIÓN EN EDIFICIO DE CLIENTE FINAL GPON	U	159,55	164,96	170,37
15	FO015	INSTALACIÓN DE ESCALERILLA 0,15X1M	U	22,95	23,73	24,51
16	FO016	PREFORMADO HELICOIDAL PARA VANO DE 120M PARA FIBRA ADSS 11,00-12,10mm	U	12,09	12,50	12,91
17	FO017	PREFORMADO HELICOIDAL PARA VANO DE 120M PARA FIBRA ADSS 11,80-12,60mm	U	12,09	12,50	12,91
18	FO018	PREFORMADO HELICOIDAL PARA VANO DE 120M PARA FIBRA ADSS 12,00-12,80mm	U	12,09	12,50	12,91
19	FO019	PREFORMADO HELICOIDAL PARA VANO DE 120M PARA FIBRA ADSS 13,00-13,70mm	U	14,67	15,16	15,66
20	FO020	PREPARACIÓN DE PUNTA DE CABLE DE FIBRA OPTICA Y SUJECION DE CABLES DE 2 HILOS-CABLE DROP	U	3,62	3,74	3,86
21	FO021	PREPARACION DE PUNTA DE CABLE DE FIBRA OPTICA Y SUJECION DE CABLES DE 6 - 96 HILOS	U	7,23	7,48	7,72
22	FO022	PREPARACIÓN DE PUNTA DE CABLE DE FIBRA OPTICA Y SUJECION DE CABLES DE 144 A 288 HILOS	U	9,98	10,32	10,65
23	FO023	PRUEBA BIDIRECCIONAL DE TRANSMISIÓN FIBRA OPTICA (POR PUNTA, POR FIBRA, EN 1 VENTANA) + TRAZA REFLECTOM	HILO	15,70	16,23	16,77
24	FO024	PRUEBA DE POTENCIA DE HILO DE FIBRA OPTICA GPON	HILO	8,57	8,86	9,15
25	FO025	PRUEBA DE POTENCIA DE HILO DE FIBRA OPTICA PUNTO A PUNTO	HILO	8,41	8,69	8,98
26	FO026	PRUEBA REFLECTOMÉTRICA UNI DIRECCIONAL POR FIBRA EN UNA VENTANA GPON + TRAZA REFLECTOMETRICA	HILO	8,20	8,48	8,76
27	FO027	REPARACIÓN DE INSTALACIÓN CLIENTE FINAL GPON	U	31,27	32,33	33,39
28	FO028	SANGRADO DE BUFFER FIBRA OPTICA	U	17,11	17,69	18,27
29	FO029	SANGRADO DE CABLE FIBRA OPTICA ADSS DE 6 - 48	U	9,46	9,79	10,11
30	FO030	SANGRADO DE CABLE FIBRA OPTICA ADSS DE 72-96	U	12,29	12,70	13,12
31	FO031	SANGRADO DE CABLE FIBRA OPTICA SUBTERRANEO DE 6-48	U	12,54	12,97	13,39
32	FO032	SANGRADO DE CABLE FIBRA OPTICA SUBTERRANEO DE 72-96	U	13,39	13,85	14,30
33	FO033	SUMINISTRO E INSTALACIÓN BALUM DE E1 BALANCEADO A DESBALANCEADO	U	63,03	65,17	67,31
34	FO034	SANGRADO DE CABLE FIBRA OPTICA SUBTERRANEO DE 144-288	U	17,72	18,32	18,92
35	FO035	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CANALETA DECORATIVA BLANCA 20x20 cm CON ACCESORIOS	M	7,63	7,88	8,14
36	FO036	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GABINETE PARA DISTRIBUCIÓN DE FIBRA ÓPTICA DE 19" - 2,2 METROS CON ORGANIZAC	U	2993,33	3094,80	3196,27
37	FO037	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HERRAJE CRUCE AMERICANO PARA FIBRA ÓPTICA ADSS (1 RETENCIÓN)	U	69,21	71,56	73,90
38	FO038	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HERRAJE CRUCE AMERICANO PARA FIBRA ÓPTICA ADSS (2 RETENCIONES)	U	76,03	78,61	81,18
39	FO039	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HERRAJE DE RETENCIÓN PARA FIBRA ADSS 1 EXTENSIÓN (VANO 120M)	U	10,16	10,50	10,85
40	FO040	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HERRAJES DE RETENCIÓN PARA FIBRA ADSS 1 EXTENSIÓN - 1 EXTENSIÓN (VANO 120M)	U	13,77	14,24	14,70
41	FO041	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HERRAJES DE RETENCIÓN PARA FIBRA ADSS 1 EXTENSIÓN - 2 EXTENSIONES (VANO 120	U	15,02	15,53	16,04
42	FO042	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HERRAJES DE RETENCIÓN PARA FIBRA ADSS 1 EXTENSIÓN - 3 EXTENSIONES (VANO 120	U	16,27	16,82	17,38
43	FO043	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HERRAJE DE RETENCIÓN PARA FIBRA ADSS 2 EXTENSIONES (VANO 120M)	U	11,41	11,80	12,18
44	FO044	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HERRAJES DE RETENCIÓN PARA FIBRA ADSS 2 EXTENSIONES - 2 EXTENSIONES (VANO	U	16,27	16,82	17,38
45	FO045	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HERRAJES DE RETENCIÓN PARA FIBRA ADSS 2 EXTENSIONES - 3 EXTENSIONES (VANO	U	17,52	18,12	18,71
46	FO046	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HERRAJE DE RETENCIÓN PARA FIBRA ADSS 3 EXTENSIONES (VANO 120M)	U	12,66	13,09	13,52
47	FO047	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HERRAJE DE RETENCIÓN PARA FIBRA ADSS 1 EXTENSIONES (VANO 200M)	U	10,91	11,28	11,65
48	FO048	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HERRAJE DE RETENCIÓN PARA FIBRA ADSS 2 EXTENSIONES (VANO 200M)	U	12,15	12,57	12,98
49	FO049	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HERRAJE DE RETENCIÓN PARA FIBRA ADSS 3 EXTENSIONES (VANO 200M)	U	13,40	13,86	14,31
50	FO050	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HERRAJE TIPO B (CÓNICO) PARA CABLE DE FIBRA OPTICA ADSS	U	15,53	16,05	16,58
51	FO051	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HERRAJE TIPO FAROL	U	48,96	50,62	52,28
52	FO052	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MANGUERA CORRUGADA 3/4"	M	2,34	2,41	2,49
53	FO053	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MANGUERA CORRUGADA 1"	M	2,57	2,66	2,74
54	FO054	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PINZA DE ANCLAJE PARA CABLE DROP 6mm	U	1,39	1,44	1,49
55	FO055	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNA PAREJA DE CONVERSORES DE FIBRA ÓPTICA A UN E1 DE 2 A 20 KM MONOMODO W	U	788,26	794,30	820,35
56	FO056	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNA PAREJA DE CONVERSORES DE FIBRA ÓPTICA A CUATRO E1 DE 2 A 20 KM MONOMO	U	1.347,93	1.393,63	1.439,32
57	FO057	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNA PAREJA DE CONVERSORES DE FIBRA ÓPTICA A OCHO E1 DE 2 A 20 KM MONOMODO	U	2.100,67	2.171,88	2.243,09
58	FO058	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNA PAREJA DE CONVERSORES DE FIBRA ÓPTICA A ETHERNET DE 2 A 20 KM MONOMOD	U	263,01	271,92	280,84
59	FO059	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNA PAREJA DE CONVERSORES DE FIBRA ÓPTICA A ETHERNET 1000 MBPS DE 2 A 20 KM	U	419,17	433,38	447,59
60	FO060	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNA PAREJA DE MULTIPLEXORES DE FIBRA OPTICA CON UN PUERTO FAST-ETHERNET Y	U	1259,92	1302,63	1345,34
61	FO061	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNA PAREJA DE MULTIPLEXORES DE FIBRA OPTICA CON DOS PUERTOS FE Y 4 PUERTO	U	1461,51	1511,05	1560,60
62	FO062	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN ARMARIO FTTH DE 288 PUERTOS	U	10389,60	10741,79	11093,98
63	FO063	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN ARMARIO FTTH DE 432 PUERTOS	U	16307,34	16860,13	17412,92
64	FO064	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN ARMARIO FTTH DE 576 PUERTOS	U	22761,40	23532,97	24304,54
65	FO065	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ACOPLADOR FC/FC	U	5,86	6,05	6,25
66	FO066	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ACOPLADOR LC/LC	U	5,86	6,05	6,25
67	FO067	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ACOPLADOR SC/SC	U	5,86	6,05	6,25
68	FO068	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ACOPLADOR ST/ST	U	5,86	6,05	6,25
69	FO069	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CAJA DE DISTRIBUCIÓN AÉREA NAP DE 8 PUERTOS SC/APC CON DERIVACION	U	220,10	227,56	235,03
70	FO070	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CAJA DE DISTRIBUCIÓN AÉREA NAP DE 8 PUERTOS SC/APC SIN DERIVACION	U	214,25	221,51	228,78
71	FO071	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CAJA DE DISTRIBUCIÓN AÉREA NAP DE 12 PUERTOS SC/APC CON DERIVACION	U	270,03	279,18	288,34
72	FO072	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CAJA DE DISTRIBUCIÓN AÉREA NAP DE 12 PUERTOS SC/APC SIN DERIVACION	U	260,20	269,02	277,84
73	FO073	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CAJA DE DISTRIBUCIÓN MURAL NAP DE 8 PUERTOS SC/APC CON DERIVACION	U	220,88	228,37	235,86
74	FO074	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CAJA DE DISTRIBUCIÓN MURAL NAP DE 8 PUERTOS SC/APC SIN DERIVACION	U	215,03	222,32	229,61
75	FO075	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CAJA DE DISTRIBUCIÓN MURAL NAP DE 12 PUERTOS SC/APC CON DERIVACION	U	270,81	279,99	289,17
76	FO076	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CAJA DE DISTRIBUCIÓN MURAL NAP DE 12 PUERTOS SC/APC SIN DERIVACION	U	260,98	269,83	278,67
77	FO077	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CAJA DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL EN EDIFICIO 24 PUERTOS SC/APC	U	1097,86	1135,07	1172,29
78	FO078	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CAJA DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL EN EDIFICIO 48 PUERTOS SC/APC	U	1.438,77	1.487,54	1.536,31
79	FO079	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CAJA DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRANEA NAP DE 12 PUERTOS SC/APC CON DERIVACION	U	299,28	309,43	319,57
80	FO080	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CAJA DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRANEA NAP DE 8 PUERTOS SC/APC CON DERIVACION	U	262,88	271,79	280,70
81	FO081	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CAJA TERMINAL EXTERIOR 4 PUERTOS SC/APC	U	118,95	122,98	127,01
82	FO082	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CAJA TERMINAL INTERIOR 0 DE PISO 4 PUERTOS SC/APC	U	123,77	127,97	132,16
83	FO083	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CAJA TERMINAL INTERIOR 0 DE PISO 8 PUERTOS SC/APC	U	238,71	246,80	254,90
84	FO084	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CAJA TERMINAL INTERIOR 0 DE PISO 12 PUERTOS SC/APC	U	274,28	283,58	292,88
85	FO085	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CAJA TERMINAL INTERIOR 0 DE PISO 16 PUERTOS SC/APC	U	342,96	354,59	366,21
86	FO086	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONECTOR MECÁNICO SC/APC EN CAMPO	U	11,40	11,79	12,17
87	FO087	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE IDENTIFICADOR ACRILICO DE FIBRA ÓPTICA 8 cm X 4 cm	U	5,22	5,39	5,57
88	FO088	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE IDENTIFICADOR ACRILICO DE FIBRA ÓPTICA 12,5 cm X 6 cm	U	6,23	6,44	6,65
89	FO089	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA AÉREA PARA FUSIÓN DE 6 FO, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	175,51	181,46	187,41
90	FO090	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA AÉREA PARA FUSIÓN DE 12 FO, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	186,66	192,99	199,32

90	FO090	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA AÉREA PARA FUSIÓN DE 12 FO, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	186,66	192,99	199,32
91	FO091	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA AÉREA PARA FUSIÓN DE 24 FO, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	257,46	266,19	274,92
92	FO092	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA AÉREA PARA FUSIÓN DE 48 FO, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	304,66	314,99	325,32
93	FO093	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA AÉREA PARA FUSIÓN DE 72 FO, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	376,37	389,13	401,89
94	FO094	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA AÉREA PARA FUSIÓN DE 96 FO, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	423,57	437,93	452,29
95	FO095	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA AÉREA PARA FUSIÓN DE 144 FO, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	542,87	561,28	579,68
96	FO096	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA SUBTERRÁNEA PARA FUSIÓN DE 6 FO, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	174,59	180,51	186,43
97	FO097	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA SUBTERRÁNEA PARA FUSIÓN DE 12 FO, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	261,45	270,32	279,18
98	FO098	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA SUBTERRÁNEA PARA FUSIÓN DE 24 FO, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	308,43	316,88	329,34
99	FO099	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA SUBTERRÁNEA PARA FUSIÓN DE 48 FO, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	344,15	355,81	367,48
100	FO100	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA SUBTERRÁNEA PARA FUSIÓN DE 72 FO, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	433,73	448,43	463,13
101	FO101	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA SUBTERRÁNEA PARA FUSIÓN DE 96 FO, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	486,56	503,05	519,55
102	FO102	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA SUBTERRÁNEA PARA FUSIÓN DE 144 FO, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	561,87	580,92	599,97
103	FO103	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA SUBTERRÁNEA PARA FUSIÓN DE 288 FO, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	619,26	640,25	661,24
104	FO104	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA AÉREA PORTA SPLITTER DE 12, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	230,91	236,74	246,57
105	FO105	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA AÉREA PORTA SPLITTER DE 24, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	319,41	330,24	341,07
106	FO106	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA AÉREA PORTA SPLITTER DE 48, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	378,41	391,24	404,07
107	FO107	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA AÉREA PORTA SPLITTER DE 72, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	467,82	483,68	499,54
108	FO108	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA AÉREA PORTA SPLITTER DE 96, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	526,82	544,68	562,54
109	FO109	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA AÉREA PORTA SPLITTER DE 144, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	675,95	696,86	721,78
110	FO110	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA SUBTERRÁNEA PORTA SPLITTER DE 12, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	324,47	335,46	346,46
111	FO111	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA SUBTERRÁNEA PORTA SPLITTER DE 24, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	383,19	396,18	409,17
112	FO112	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA SUBTERRÁNEA PORTA SPLITTER DE 48, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	427,83	442,34	456,84
113	FO113	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA SUBTERRÁNEA PORTA SPLITTER DE 72, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	539,61	557,90	576,19
114	FO114	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA SUBTERRÁNEA PORTA SPLITTER DE 96, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	605,64	626,17	646,70
115	FO115	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA SUBTERRÁNEA PORTA SPLITTER DE 144, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	699,79	723,51	747,24
116	FO116	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MANGA SUBTERRÁNEA PORTA SPLITTER DE 288, TIPO DOMO (APERTURA Y CIERRE)	U	771,51	797,67	823,82
117	FO117	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ODF DE 6 PUERTOS (INCLUYE PIG TAILS FCI/IPC G 652.D)	U	233,63	241,55	249,47
118	FO118	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ODF DE 6 PUERTOS (INCLUYE PIG TAILS FCI/IPC G 652.D)	U	233,63	241,55	249,47
119	FO119	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ODF DE 6 PUERTOS (INCLUYE PIG TAILS FCI/IPC G 652.D)	U	233,63	241,55	249,47
120	FO120	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ODF DE 6 PUERTOS (INCLUYE PIG TAILS FCI/IPC G 652.D)	U	233,63	241,55	249,47
121	FO121	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ODF DE 12 PUERTOS (INCLUYE PIG TAILS FCI/IPC G 652.D)	U	261,68	270,55	279,42
122	FO122	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ODF DE 12 PUERTOS (INCLUYE PIG TAILS FCI/IPC G 652.D)	U	261,68	270,55	279,42
123	FO123	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ODF DE 12 PUERTOS (INCLUYE PIG TAILS LCI/IPC G 652.D)	U	261,68	270,55	279,42
124	FO124	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ODF DE 12 PUERTOS (INCLUYE PIG TAILS LCI/IPC G 652.D)	U	261,68	270,55	279,42
125	FO125	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ODF DE 24 PUERTOS (INCLUYE PIG TAILS FCI/IPC G 652.D)	U	311,53	322,09	332,66
126	FO126	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ODF DE 24 PUERTOS (INCLUYE PIG TAILS FCI/IPC G 652.D)	U	311,53	322,09	332,66
127	FO127	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ODF DE 24 PUERTOS (INCLUYE PIG TAILS LCI/IPC G 652.D)	U	311,53	322,09	332,66
128	FO128	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ODF DE 24 PUERTOS (INCLUYE PIG TAILS LCI/IPC G 652.D)	U	311,53	322,09	332,66
129	FO129	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ODF DE 48 PUERTOS (INCLUYE PIG TAILS FCI/IPC G 652.D)	U	456,34	471,81	487,28
130	FO130	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ODF DE 48 PUERTOS (INCLUYE PIG TAILS FCI/IPC G 652.D)	U	456,34	471,81	487,28
131	FO131	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ODF DE 48 PUERTOS (INCLUYE PIG TAILS LCI/IPC G 652.D)	U	456,34	471,81	487,28
132	FO132	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ODF DE 48 PUERTOS (INCLUYE PIG TAILS LCI/IPC G 652.D)	U	456,34	471,81	487,28
133	FO133	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ODF DE 48 PUERTOS (INCLUYE PIG TAILS SCI/IPC G 652.D)	U	1654,16	1710,24	1766,31
134	FO134	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ODF DE 72 PUERTOS (INCLUYE PIG TAILS SCI/IPC G 652.D) CON PACHEO LATERAL	U	1813,03	1874,48	1935,94
135	FO135	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ODF DE 96 PUERTOS (INCLUYE PIG TAILS FCI/IPC G 652.D)	U	918,77	949,92	981,06
136	FO136	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ODF DE 96 PUERTOS (INCLUYE PIG TAILS FCI/IPC G 652.D)	U	918,77	949,92	981,06
137	FO137	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ODF DE 96 PUERTOS (INCLUYE PIG TAILS LCI/IPC G 652.D)	U	918,77	949,92	981,06
138	FO138	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ODF DE 96 PUERTOS (INCLUYE PIG TAILS LCI/IPC G 652.D)	U	918,77	949,92	981,06
139	FO139	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ODF DE 96 PUERTOS (INCLUYE PIG TAILS SCI/IPC G 652.D) CON PACHEO LATERAL	U	2188,89	2263,09	2337,29
140	FO140	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PATCH CORD DUPLEX FCI/IPC-FCI/IPC de 3mts. G.652D	U	12,04	12,45	12,85
141	FO141	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PATCH CORD DUPLEX FCI/IPC-SCI/IPC de 3mts. G.652D	U	12,04	12,45	12,85
142	FO142	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PATCH CORD DUPLEX FCI/IPC-STI/IPC de 3mts. G.652D	U	12,04	12,45	12,85
143	FO143	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PATCH CORD DUPLEX FCI/IPC-LCI/IPC DE 3mts. G.652D	U	12,04	12,45	12,85
144	FO144	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PATCH CORD DUPLEX FCI/IPC-FCI/IPC de 5mts. G.652D	U	13,38	13,83	14,28
145	FO145	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PATCH CORD DUPLEX FCI/IPC-SCI/IPC de 5mts. G.652D	U	13,38	13,83	14,28
146	FO146	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PATCH CORD DUPLEX FCI/IPC-STI/IPC de 5mts. G.652D	U	12,56	12,99	13,41
147	FO147	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PATCH CORD DUPLEX FCI/IPC-LCI/IPC DE 5mts. G.652D	U	12,56	12,99	13,41
148	FO148	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PATCH CORD DUPLEX FCI/IPC-FCI/IPC de 10mts. G.652D	U	17,55	18,14	18,74
149	FO149	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PATCH CORD DUPLEX FCI/IPC-SCI/IPC de 10mts. G.652D	U	17,55	18,14	18,74
150	FO150	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PATCH CORD DUPLEX FCI/IPC-STI/IPC de 10mts. G.652D	U	17,55	18,14	18,74
151	FO151	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PATCH CORD DUPLEX FCI/IPC-LCI/IPC DE 10mts. G.652D	U	14,66	15,15	15,65
152	FO152	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PATCH CORD DUPLEX FCI/IPC-FCI/IPC de 3mts. G.652D	U	12,04	12,45	12,85
153	FO153	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PATCH CORD DUPLEX FCI/IPC-SCI/IPC de 3mts. G.652D	U	12,04	12,45	12,85
154	FO154	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PATCH CORD DUPLEX FCI/IPC-STI/IPC de 3mts. G.652D	U	12,04	12,45	12,85
155	FO155	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PATCH CORD DUPLEX FCI/IPC-LCI/IPC DE 3mts. G.652D	U	12,04	12,45	12,85
156	FO156	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PATCH CORD DUPLEX FCI/IPC-FCI/IPC de 5mts. G.652D	U	13,38	13,83	14,28
157	FO157	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PATCH CORD DUPLEX FCI/IPC-SCI/IPC de 5mts. G.652D	U	13,38	13,83	14,28
158	FO158	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PATCH CORD DUPLEX FCI/IPC-STI/IPC de 5mts. G.652D	U	13,38	13,83	14,28
159	FO159	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PATCH CORD DUPLEX FCI/IPC-LCI/IPC DE 5mts. G.652D	U	12,56	12,99	13,41
160	FO160	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PATCH CORD SIMPLEX FCI/IPC-SCI/IPC de 3mts. G.652D	U	12,65	13,08	13,51
161	FO161	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PATCH CORD SIMPLEX FCI/IPC-SCI/IPC de 5mts. G.652D	U	14,71	15,21	15,71
162	FO162	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PATCH CORD SIMPLEX FCI/IPC-SCI/IPC de 10mts. G.652D	U	18,81	19,45	20,09
163	FO163	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PATCH CORD SIMPLEX FCI/IPC-SCI/IPC de 15mts. G.652D	U	20,58	21,28	21,98
164	FO164	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PATCH CORD SIMPLEX FCI/IPC-SCI/IPC de 20mts. G.652D	U	27,92	28,87	29,82
165	FO165	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PATCH CORD SIMPLEX SCI/IPC-SCI/IPC de 3mts. G.652D	U	12,65	13,08	13,51
166	FO166	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PATCH CORD SIMPLEX SCI/IPC-SCI/IPC de 5mts. G.652D	U	14,71	15,21	15,71
167	FO167	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PATCH CORD SIMPLEX SCI/IPC-SCI/IPC de 10mts. G.652D	U	18,81	19,45	20,09
168	FO168	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PATCH CORD SIMPLEX SCI/IPC-SCI/IPC de 15mts. G.652D	U	20,58	21,28	21,98
169	FO169	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PATCH CORD SIMPLEX SCI/IPC-SCI/IPC de 20mts. G.652D	U	27,92	28,87	29,82
170	FO170	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ROSETA ÓPTICA 2 PUERTOS SCI/IPC	U	24,32	25,15	25,97
171	FO171	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE SPLITTER PLC PARA FUSIÓN (1X2)	U	30,61	31,65	32,69
172	FO172	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE SPLITTER PLC PARA FUSIÓN (1X4)	U	43,62	45,10	46,57
173	FO173	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE SPLITTER PLC PARA FUSIÓN (1X8)	U	57,02	58,95	60,88
174	FO174	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE SPLITTER PLC PARA FUSIÓN (1X16)	U	120,18	124,26	128,33
175	FO175	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE SPLITTER PLC PARA FUSIÓN (1X32)	U	211,17	218,33	225,49
176	FO176	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE SPLITTER PLC PARA FUSIÓN (1X64)	U	552,39	571,12	589,84
177	FO177	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE SPLITTER PLC PARA FUSIÓN (2X4)	U	118,64	122,66	126,68
178	FO178	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE SPLITTER PLC PARA FUSIÓN (2X8)	U	142	146,81	151,63
179	FO179	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE SPLITTER PLC PARA FUSIÓN (2X16)	U	263,60	272,53	281,47
180	FO180	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE SPLITTER PLC PARA FUSIÓN (2X32)	U	435,25	450,01	464,76
181	FO181	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE SPLITTER PLC PARA FUSIÓN (2X64)	U	1338,99	1384,38	1429,77
182	FO182	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE SUBIDA A POSTE PARA FIBRA ÓPTICA CON TUBO EMT DE 3 M DE 2"	U	54,82	56,68	58,54
183	FO183	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE SUBIDA A POSTE PARA FIBRA ÓPTICA CON TUBO EMT DE 5 M DE 2"	U	67,03	69,30	71,57
184	FO184	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE SUBIDA MURAL PARA FIBRA ÓPTICA	U	52,08	53,84	55,61
185	FO185	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN ETIQUETA DE CABLE PARA INTERIORES	U	1,86	1,93	1,99
186	FO186	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN HERRAJE PARA MANGA TIPO DOMO SUBTERRÁNEA 12 A 48	U	11,79	12,19	12,59
187	FO187	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN HERRAJE PARA MANGA TIPO DOMO SUBTERRÁNEA 72 A 288	U	11,79	12,19	12,59
188	FO188	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER PLC (1X2) CONECTORIZADO	U	59,55	61,57	63,59
189	FO189	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER PLC (1X4) CONECTORIZADO	U	94,63	97,84	101,05

190	FO190	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER PLC (1X8) CONECTORIZADO	U	142,42	147,24	152,07
191	FO191	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER PLC (1X16) CONECTORIZADO	U	253,25	261,83	270,41
192	FO192	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER PLC (1X32) CONECTORIZADO	U	789,00	815,75	842,49
193	FO193	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER PLC (1X64) CONECTORIZADO	U	1014,99	1049,39	1083,80
194	FO194	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER PLC (2X4) CONECTORIZADO	U	168,41	174,11	179,82
195	FO195	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER PLC (2X8) CONECTORIZADO	U	221,77	229,29	236,81
196	FO196	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER PLC (2X16) CONECTORIZADO	U	371,22	383,81	396,39
197	FO197	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER PLC (2X32) CONECTORIZADO	U	964,42	997,11	1029,80
198	FO198	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER PLC (2X64) CONECTORIZADO	U	1923,64	1988,85	2054,06
199	FO199	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER MODULAR (1X32) CONECTORIZADO EN ARMARIO	U	1106,20	1143,70	1181,19
200	FO200	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO 6 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO FIG. 8 G. 652 D	m	2,27	2,34	2,42
201	FO201	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO 12 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO FIG. 8 G. 652 D	m	2,50	2,59	2,67
202	FO202	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO 24 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO FIG. 8 G. 652 D	m	2,74	2,83	2,92
203	FO203	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO 48 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO FIG. 8 G. 652 D	m	3,03	3,14	3,24
204	FO204	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO 96 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO FIG. 8 G. 652 D	m	4,25	4,39	4,54
205	FO205	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 6 HILOS G. 652, D VANO 80 METROS	m	2,17	2,24	2,32
206	FO206	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 12 HILOS G. 652, D VANO 80 METROS	m	2,41	2,49	2,57
207	FO207	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 24 HILOS G. 652, D VANO 80 METROS	m	2,64	2,73	2,82
208	FO208	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 48 HILOS G. 652, D VANO 80 METROS	m	3,41	3,53	3,64
209	FO209	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 72 HILOS G. 652, D VANO 80 METROS	m	3,85	3,98	4,11
210	FO210	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 96 HILOS G. 652, D VANO 80 METROS	m	4,21	4,36	4,50
211	FO211	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 144 HILOS G. 652, D VANO 80 METROS	m	5,06	5,23	5,41
212	FO212	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 6 HILOS G. 652, D VANO 120 METROS	m	2,23	2,31	2,38
213	FO213	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 12 HILOS G. 652, D VANO 120 METROS	m	2,47	2,55	2,63
214	FO214	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 24 HILOS G. 652, D VANO 120 METROS	m	2,70	2,79	2,89
215	FO215	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 48 HILOS G. 652, D VANO 120 METROS	m	3,50	3,62	3,74
216	FO216	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 72 HILOS G. 652, D VANO 120 METROS	m	3,91	4,04	4,17
217	FO217	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO ADSS DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO DE 96 HILOS G. 652, D VANO 120 METROS	m	4,27	4,42	4,56
218	FO218	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO DE 2 FIBRAS ÓPTICAS G. 657A1 (DROP) 3mm	m	1,43	1,48	1,52
219	FO219	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO DE 2 FIBRAS ÓPTICAS G. 657 A1 (DROP PLANO 2 x 5 mm)	m	1,31	1,35	1,40
220	FO220	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO DE 2 FIBRAS ÓPTICAS G. 657A1 (DROP) 6mm	m	1,49	1,54	1,59
221	FO221	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE AÉREO DE 4 FIBRAS ÓPTICAS G. 657A1 (DROP) 6mm	m	1,52	1,57	1,63
222	FO222	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 2 FIBRAS ÓPTICAS G. 657A1 (DROP) 6mm	m	1,49	1,54	1,59
223	FO223	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 2 FIBRAS ÓPTICAS CON RECUBRIMIENTO CIRCULAR 6 mm G. 657A1 DRC	m	1,43	1,48	1,53
224	FO224	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 4 FIBRAS ÓPTICAS G. 657A1 (DROP) 6mm	m	1,54	1,59	1,64
225	FO225	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 6 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G652, D	m	2,11	2,18	2,26
226	FO226	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 12 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G652, D	m	2,47	2,55	2,63
227	FO227	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 24 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G652, D	m	2,70	2,79	2,89
228	FO228	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 48 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G652, D	m	3,26	3,37	3,48
229	FO229	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 72 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G652, D	m	3,70	3,82	3,95
230	FO230	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 96 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G652, D	m	4,14	4,28	4,42
231	FO231	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 144 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G652, D	m	5,00	5,17	5,34
232	FO232	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE CANALIZADO 288 FIBRAS ÓPTICAS MONOMODO G652, D	m	6,04	6,25	6,45
233	FO233	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE MULTIMODO PARA INTERIORES DE 2 FIBRAS ÓPTICAS OM2	m	6,37	6,59	6,80
234	FO234	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE MULTIMODO PARA INTERIORES DE 6 FIBRAS ÓPTICAS OM2	m	7,32	7,56	7,81
235	FO235	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE MULTIMODO PARA INTERIORES DE 12 FIBRAS ÓPTICAS OM2	m	9,46	9,78	10,11
236	FO236	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE MULTIMODO PARA INTERIORES DE 2 FIBRAS ÓPTICAS OM3	m	8,60	8,89	9,19
237	FO237	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE MULTIMODO PARA INTERIORES DE 6 FIBRAS ÓPTICAS OM3	m	10,89	11,26	11,63
238	FO238	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE MULTIMODO PARA INTERIORES DE 12 FIBRAS ÓPTICAS OM3	m	14,17	14,65	15,13
239	FO239	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE PARA INTERIOR 2 FIBRAS ÓPTICAS G. 657 A2 (DROP PLANO 2 x 3 mm)	m	1,53	1,59	1,64
240	FO240	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE PARA INTERIOR 2 FIBRAS ÓPTICAS G. 657A1 (DROP) 4,5mm	m	1,65	1,71	1,76
241	FO241	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE RISER 24 HILOS FIBRAS ÓPTICAS G. 657A1	m	4,87	5,04	5,20
242	FO242	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE RISER 48 HILOS FIBRAS ÓPTICAS G. 657A1	m	8,93	9,24	9,54
243	FO243	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER DE 1/2 SC/APC PARA RACK DE 19"	U	340,12	351,65	363,18
244	FO244	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER DE 2/2 SC/APC PARA RACK DE 19"	U	468,92	484,81	500,71
245	FO245	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER DE 1/32 SC/APC PARA RACK DE 19"	U	1353,88	1399,78	1445,67
246	FO246	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN SPLITTER DE 1/64 SC/APC PARA RACK DE 19"	U	1893,73	2061,31	2128,89
247	FO247	TRANSPORTE DE MATERIAL, CAMION 3,5 TONELADAS HASTA 300 KILOMETROS	KM	0,97	1,00	1,04
248	FO248	TRANSPORTE DE MATERIAL, CAMION 6 A 7 TONELADAS HASTA 300 KILOMETROS	KM	1,15	1,19	1,23
249	FO249	TRANSPORTE DE MATERIAL, CAMION 10 A 12 TONELADAS HASTA 300 KILOMETROS	KM	1,55	1,60	1,65
250	FO250	INSTALACIÓN DE PORTA RESERVAS DE FIBRA EN GALERÍA DE CABLES	U	28,76	29,74	30,71
251	FO251	INSTALACIÓN DE PORTA RESERVAS FIBRA ÓPTICA POZO	U	17,16	17,74	18,32
252	FO252	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE HERRAJE DE POZO PORTA CONSOLA 1,50 M	U	37,04	38,30	39,56
253	FO253	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE HERRAJE DE POZO PORTA CONSOLA 1,20 M	U	30,20	31,22	32,25
254	FO254	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE HERRAJE DE POZO PORTA CONSOLA 0,80 M	U	23,43	24,23	25,02
255	FO255	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE HERRAJE DE POZO PORTA CONSOLA 0,20 M	U	12,93	13,37	13,81
256	FO256	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE HERRAJE DE POZO CONSOLA 6 PORTA CABLES DE FO	U	30,43	31,46	32,49
257	FO257	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE HERRAJE DE POZO CONSOLA TIPO BANDEJA	U	22,37	23,13	23,89
258	FO258	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE HERRAJE DE POZO CONSOLA 3 PORTACABLES EN MEDIDAS (2 DE 2" Y 1 DE 1 1/2")	U	25,39	26,25	27,11
259	FO259	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE HERRAJE DE POZO CONSOLA 3 PORTACABLES DE 2 1/2"	U	24,80	25,64	26,48
260	FO260	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE HERRAJE DE POZO HERRAJE PORTA EMPALME	U	14,74	15,24	15,74
261	FO261	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE HERRAJE DE POZO PORTA RESERVAS 3 CANALES DE FO	U	19,69	20,36	21,03
262	FO262	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE HERRAJE DE POZO TUBO PARA SUBIDA PORTE O ACOPILE DE MANGUERA	U	23,76	24,57	25,38
263	FO263	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE HERRAJE DE POZO PORTA RESERVAS 5 CANALES DE FO	U	29,52	30,52	31,52

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Jurado Ríos Luis Guillermo, con C.C: # 0930059480 autor/a del trabajo de titulación: Diseño y estudio de una red FTTH GPON para la urbanización Puerto Azul previo a la obtención del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

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

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

Guayaquil, 14 de marzo de 2016

f. _____
Nombre: Jurado Ríos Luis Guillermo
C.C: 0930059480

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Diseño y estudio de una red FTTH GPON para la urbanización Puerto Azul		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Jurado Ríos Luis Guillermo		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Montenegro Tamayo Marcos Enrique		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Telecomunicaciones		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero en Telecomunicaciones		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	14 de marzo de 2016	No. DE PÁGINAS:	110
ÁREAS TEMÁTICAS:	Planta Externa, Diseño de una red		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	GPON, FTTH, FIBRA ÓPTICA, TRIPLE PLAY		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
<p>El presente proyecto propone desarrollar un diseño de red GPON-FTTH en la urbanización Puerto Azul ubicado en el km 10 vía a la Costa, en base a las Normas de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones, ya que, actualmente brinda sus servicios de video, voz y datos con las tradicionales redes de cobre.</p> <p>La implementación a futuro del diseño GPON-FTTH realizado, mejorará la calidad de transmisión de datos para los usuarios, porque las redes de cobre cuentan con algunas desventajas como: su limitado ancho de banda y su sensibilidad a la inducción electromagnética, en comparación a las redes de fibra óptica que ofrecen un ancho de banda de 1.25Gbps para Upstream y 2.4Gbps para Downstream considerando así que tendrá un mayor impacto en el mercado.</p> <p>Se elaboró un presupuesto para la construcción de la red GPON FTTH y también se realizó un análisis de factibilidad económica utilizando las fórmulas del valor actual neto y la tasa de interés de retorno.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0993780795 - 2854210	E-mail: guillermojr1993@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE	Nombre: Palacios Meléndez Edwin Fernando		
	Teléfono: 0968366762		
	E-mail: edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec		

SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA

Nº. DE REGISTRO (en base a datos):	
Nº. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	