



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA  
E INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y  
COMUNICACIONES**

**Tema:**

---

**“Anillo de Fibra Óptica de última milla, para la optimización de recursos de  
planta externa en el centro de la ciudad de Ambato”**

---

Trabajo de Graduación. Modalidad: TEMI. (Trabajo Estructurado de Manera Independiente), presentado previo la obtención del título de Ingeniera en Electrónica y Comunicaciones

**AUTOR:** Andrea Carolina Proaño Salazar

**TUTOR:** Ing. Julio Cuji

Ambato - Ecuador

Enero, 2012

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el tema: **“ANILLO DE FIBRA OPTICA DE ULTIMA MILLA, PARA LA OPTIMIZACION DE RECURSOS DE PLANTA EXTERNA EN EL CENTRO DE LA CIUDAD DE AMBATO”**, de la señorita Andrea Carolina Proaño Salazar, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el Art. 16 del Capítulo II, del Reglamento de Graduación para obtener el título terminal de tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Enero del 2012

EL TUTOR

-----  
Ing. Julio Cuji

## AUTORÍA

El presente trabajo de investigación titulado: **“ANILLO DE FIBRA OPTICA DE ULTIMA MILLA, PARA LA OPTIMIZACION DE RECURSOS DE PLANTA EXTERNA EN EL CENTRO DE LA CIUDAD DE AMBATO”**. Es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Enero del 2012

---

Andrea Carolina Proaño Salazar  
CC: 180402362-8

## **APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA**

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes M.Sc. Geovanni Brito y MB. Franklin Silva, revisó y aprobó el Informe Final del trabajo de graduación titulado **“ANILLO DE FIBRA OPTICA DE ULTIMA MILLA, PARA LA OPTIMIZACION DE RECURSOS DE PLANTA EXTERNA EN EL CENTRO DE LA CIUDAD DE AMBATO”**, presentado por la señorita Andrea Carolina Proaño Salazar de acuerdo al Art. 17 del Reglamento de Graduación para obtener el título Terminal de tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

M.Sc. Oswaldo Paredes  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

M.Sc. Geovanni Brito  
DOCENTE CALIFICADOR

MB. Franklin Silva  
DOCENTE CALIFICADOR

## **DEDICATORIA**

*Dedico primeramente mi trabajo a Dios:*

*Porque ha sido el omnipotente, quien ha permitido que la sabiduría dirija y guíe mis pasos. Ha sido el todopoderoso, quien ha iluminado mi sendero cuando más oscuro ha estado, Ha sido el creador, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado.*

*A mi madre:*

*Quien a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ella que soy lo que soy ahora.*

*Te amo con mi vida.*

*A mis hermanos:*

*Porque siempre he contado con ellos para todo, gracias a la confianza que siempre nos hemos tenido; por el apoyo y amistad*

*¡Gracias!*

*A mi novio, Félix :*

*Compañero inseparable de cada jornada. El representó gran esfuerzo en momentos de decline y cansancio.*

*Te amo mucho*

**Andrea Proaño**

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios*

*Por ser mi creador, el motor de mi vida, por no haber dejado que me rinda en ningún momento e iluminarme para salir adelante, porque todo lo que tengo, lo que puedo y lo que recibo es regalo que él me ha dado.*

*Quiero agradecerle a mi madre*

*Por su confianza. Por todo lo que tuvo que trabajar para permitirse el lujo de darme la universidad y por haber sido un apoyo incondicional para mí*

*A Félix*

*No tengo palabras para decirte lo mucho que te quiero, gracias por apoyarme y creer en mí, gracias por amarme a pesar de cómo soy, junto a ti me han pasado las cosas más increíbles, lo único que puedo decir es que te amo.*

*A la Universidad Técnica de Ambato por contribuir con mi engrandecimiento personal y profesional y que a la vez me permitiera alcanzar uno de mis grandes sueños.*

*Al Ing. Julio Cuji*

*Por su amabilidad, buena disposición, paciencia, por el tiempo que me dedico para que este trabajo culminara exitosamente, mi agradecimiento sincero.*

*A los todos los profesores que hicieron de mi una mejor persona y una profesional*

*Y a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de este trabajo, hago extensivo mi más sincero agradecimiento.*

*Muchas gracias.*

**Andrea Proaño**

## **ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS**

	<i>Pág.</i>
<i>Carátula</i> .....	<i>i</i>
<i>Aprobación del Tutor</i> .....	<i>ii</i>
<i>Autoría</i> .....	<i>iii</i>
<i>Aprobación de la Comisión Calificadora</i> .....	<i>iv</i>
<i>Dedicatoria</i> .....	<i>v</i>
<i>Agradecimiento</i> .....	<i>vi</i>
<i>Índice General de Contenidos</i> .....	<i>vii</i>
<i>Índice de Tablas</i> .....	<i>xivi</i>
<i>Índice de Gráficos</i> .....	<i>xv</i>
<i>Resumen Ejecutivo</i> .....	<i>xviii</i>
<i>Introducción y Antecedentes</i> .....	<i>xix</i>

### **CAPITULO I**

#### **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

<i>Tema de investigación</i> .....	<i>1</i>
<i>Planteamiento del problema</i> .....	<i>1</i>
<i>Contextualización</i> .....	<i>1</i>
<i>Análisis Crítico</i> .....	<i>2</i>
<i>Prognosis</i> .....	<i>3</i>

<i>Formulación del Problema</i> .....	4
<i>Preguntas Directrices</i> .....	4
<i>Delimitación</i> .....	4
<i>Justificación</i> .....	4
<i>Objetivos de la investigación</i> .....	5
<i>Objetivo General</i> .....	5
<i>Objetivo Específicos</i> .....	5

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

<i>Antecedentes Investigativos</i> .....	7
<i>Fundamentación legal</i> .....	7
<i>Categorías fundamentales</i> .....	11
<i>Gráficos de inclusión interrelacionadas</i> .....	11
<i>Telecomunicaciones</i> .....	12
<i>Comunicaciones ópticas</i> .....	14
<i>Luz como medio de transmisión</i> .....	14
<i>Fibra óptica</i> .....	16
<i>Redes con Fibra Óptica</i> .....	17
<i>Anillos de Fibra Óptica</i> .....	18
<i>Tipos de Anillos</i> .....	19



<i>Red Telefónica</i> .....	19
<i>Commutación telefónica</i> .....	21
<i>Estructura</i> .....	22
<i>Conexión</i> .....	22
<i>El Bucle Local</i> .....	22
<i>Configuración Física</i> .....	22
<i>Planta Externa</i> .....	24
<i>Planta Externa de Telefonía</i> .....	24
<i>Elementos de la red de Planta Externa</i> .....	24
<i>Distribuidor o Repartidor General</i> .....	25
<i>Red Primaria</i> .....	25
<i>Red Secundaria</i> .....	27
<i>Red de Abonado</i> .....	27
<i>Ductos y Postes</i> .....	27
<i>Postes</i> .....	28
<i>Ductos</i> .....	29
<i>Optimización de Recursos</i> .....	29
<i>Hipótesis</i> .....	30
<i>Señalamiento de Variables</i> .....	30
<i>Variable Independiente</i> .....	30
<i>Variable Dependiente</i> .....	30

### **CAPITULO III**

#### **METODOLOGIA**

<i>Enfoque de la Investigación</i> .....	31
<i>Paradigma Cualicuantitativo</i> .....	31
<i>Modalidad básica de la investigación</i> .....	31
<i>Investigación Bibliográfica</i> .....	31
<i>Investigación de Campo</i> .....	31
<i>Nivel de la Investigación</i> .....	32
<i>Operacionalización de Variables</i> .....	32
<i>Variable Independiente</i> .....	32
<i>Variable Dependiente</i> .....	33
<i>Recolección de Información</i> .....	33
<i>Procesamiento y Análisis</i> .....	33

### **CAPÍTULO IV**

#### **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

<i>Situación actual de los Recursos de Planta Externa en el centro de la ciudad de Ambato</i> .....	34
<i>Análisis de Resultados</i> .....	36
<i>Pregunta 1</i> .....	37
<i>Pregunta 2</i> .....	38

<i>Pregunta 3</i> .....	39
<i>Pregunta 4</i> .....	40
<i>Pregunta 5</i> .....	41
<i>Pregunta 6</i> .....	42

## ***CAPITULO V***

### ***CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES***

<i>Conclusiones</i> .....	43
<i>Recomendaciones</i> .....	43

## ***CAPITULO VI***

### ***PROPUESTA***

<i>Datos Informativos</i> .....	45
<i>Antecedentes de la Propuesta</i> .....	45
<i>Justificación</i> .....	46
<i>Objetivos</i> .....	46
<i>Objetivo General</i> .....	46
<i>Objetivos Específicos</i> .....	47
<i>Análisis de factibilidad</i> .....	47
<i>Factibilidad Operativa</i> .....	47
<i>Factibilidad Técnica</i> .....	47

<i>Factibilidad Económica</i> .....	48
<i>Fundamentación</i> .....	48
<i>Fibra Óptica</i> .....	48
<i>Componentes y tipos de Fibra óptica</i> .....	49
<i>Componentes de la Fibra Óptica</i> .....	49
<i>Tipos de Fibra Óptica</i> .....	49
<i>Características de la Fibra Óptica</i> .....	52
<i>Características Mecánicas</i> .....	52
<i>Características Técnicas</i> .....	54
<i>Redes con Fibra óptica</i> .....	56
<i>Anillos de Fibra Óptica</i> .....	66
<i>Tipos de Anillos</i> .....	67
<i>Metodología</i> .....	72
<i>De Campo</i> .....	72
<i>Científico</i> .....	72
<i>Investigativa</i> .....	73
<i>Diseño Físico</i> .....	73
<i>Fibra Óptica</i> .....	75
<i>ODF</i> .....	76
<i>Convertidores de Medios</i> .....	76
<i>Análisis Económico</i> .....	79

## **MATERIALES DE REFERENCIA**

<i>Bibliografía</i> .....	82
<i>Internet</i> .....	83
<i>Libros</i> .....	82

## **ANEXOS**

<i>Módulo de Conversores</i> .....	85
<i>Características de los conversores</i> .....	88
<i>Instalación del chasis y las tarjetas conversores</i> .....	91
<i>Fibra Optica</i> .....	92
<i>ODF</i> .....	94
<i>Plano del anillo de fibra óptica de última milla</i> .....	96

## **INDICE DE TABLAS**

<i>Tabla 1: Operacionalización de Variable Independiente</i> .....	32
<i>Tabla 2: Operacionalización de Variable Dependiente</i> .....	33
<i>Tabla 3: Análisis de Porcentajes Pregunta 1</i> .....	37
<i>Tabla 4: Análisis de Porcentajes Pregunta 2</i> .....	38
<i>Tabla 5: Análisis de porcentajes Pregunta 3</i> .....	39
<i>Tabla 6: Análisis de porcentajes Pregunta 4</i> .....	40
<i>Tabla 7: Análisis de porcentajes Pregunta 5</i> .....	41
<i>Tabla 8: Análisis de porcentajes Pregunta 6</i> .....	42
<i>Tabla 9: Comparación de tramas SDH y SONET</i> .....	61
<i>Tabla 10: Uso general de los Anillos de Fibra por topología</i> .....	68
<i>Tabla 11: Características de la Fibra Óptica G-652</i> .....	75
<i>Tabla 12: Análisis Económico</i> .....	80
<i>Tabla 13: Tabla de valor actual neto y tasa interna de retorno</i> .....	80

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Figura 1: Gráfico de inclusión de variable independiente</i> .....	11
<i>Figura 2: Gráfico de inclusión de variable dependiente</i> .....	12
<i>Figura 3: Regiones espectrales ópticas</i> .....	15
<i>Figura 4: Cable de Fibra Óptica</i> .....	16
<i>Figura 5: Partes Generales de un Fibra Óptica</i> .....	16
<i>Figura 6: Diodo Laser</i> .....	16
<i>Figura 7: Características de un Anillo de Fibra Óptica</i> .....	19
<i>Figura 8: Partes de una Red Telefónica Pública</i> .....	23
<i>Figura 9: Elementos de una Red de Planta Externa</i> .....	25
<i>Figura 10: Repartidor</i> .....	25
<i>Figura 11: Ruta de la Red Primaria</i> .....	26
<i>Figura 12: Estructura Física de un Armario con las regletas</i> .....	26
<i>Figura 13: Ruta de la Red Secundaria</i> .....	27
<i>Figura 14: Ductos en las cámaras telefónicas</i> .....	29
<i>Figura 15: Instalaciones de la CNT EP en el centro de Ambato</i> .....	34
<i>Figura 16: Ductos congestionados en el Centro de la ciudad de Ambato</i> ....	35
<i>Figura 17: Contaminación Visual</i> .....	35
<i>Figura 18: Ampliación de puertos de internet</i> .....	36
<i>Figura 19: Análisis gráfico de porcentajes Pregunta 1</i> .....	37

<i>Figura 20: Análisis gráfico de porcentajes Pregunta 2</i> .....	38
<i>Figura 21: Análisis gráfico de porcentajes Pregunta 3</i> .....	39
<i>Figura 22: Análisis gráfico de porcentajes Pregunta 4</i> .....	40
<i>Figura 23: Análisis gráfico de porcentajes Pregunta 5</i> .....	41
<i>Figura 24: Análisis gráfico de porcentajes Pregunta 6</i> .....	42
<i>Figura 25: Esquema de transmisión de una Fibra Monomodo</i> .....	50
<i>Figura 26: Modo de Propagación en una Fibra Multimodo</i> .....	50
<i>Figura 27: Esquema de Propagación en una Fibra Multimodo de Índice Gradual</i> .....	51
<i>Figura 28: Esquema de Propagación en una Fibra Multimodo de Índice Escalonado</i> .....	51
<i>Figura 29: Cobertura para Fibra</i> .....	53
<i>Figura 30: protección de gel</i> .....	53
<i>Figura 31: Protección anti-Inflamante</i> .....	54
<i>Figura 32: Partes de una Fibra de Varios hilos</i> .....	55
<i>Figura 33:Esquema de una trama SONET</i> .....	62
<i>Figura 34: Esquema general de una red HFC</i> .....	64
<i>Figura 35: Anillos Unidireccionales</i> .....	69
<i>Figura 36: Anillo Bidireccional</i> .....	69
<i>Figura 37: Anillo bidireccional de cuatro Fibras</i> .....	70
<i>Figura 38: Esquema general de anillo de Fibra para áreas urbanas pequeñas</i> .	71



<i>Figura 39: Esquema general de anillo de Fibra para áreas urbanas grandes...</i>	<i>71</i>
<i>Figura 40: Esquema general de anillo de Fibra para áreas urbanas muy grandes.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 41: Esquema general del anillo de Fibra óptica de última milla .....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 42: ODF tipo Rack.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 43: Base de conversores tipo Rack.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 44: Conversor Fibra a ethernet .....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 45: Conversor Fibra a coaxial.....</i>	<i>79</i>

## **RESUMEN EJECUTIVO**

*El cantón Ambato por ser una ciudad de gran demanda comercial y por su ubicación estratégica en el centro de nuestro país se ha convertido en una de las más importantes dentro del desarrollo de la tecnologías en especial de las telecomunicaciones por lo que demanda que las empresas que proveen este tipo servicio estén continuamente actualizando sus equipos y demás recursos para poder atender de una manera oportuna a estas demandas de la comunidad y de la ciudad en general.*

*La Empresa CNT-EP en la provincia de Tungurahua por ser líder en las telecomunicaciones del país no puede quedarse fuera de este panorama por lo que en lo que va del año se ha visto en la necesidad de realizar un sin número de ampliaciones que han llegado a casi saturar los recursos de planta externa y aumentar el presupuesto en obra civil.*

*El presente proyecto trata de un anillo de fibra óptica de última milla el cual lleva a solucionar los problemas de saturación de los recursos de planta externa y debido a la escalabilidad del medio ayuda a que no se vea afectado la empresa por los avances tecnológicos y que la misma, tenga una rápida respuesta a cualquier requerimiento del cliente en especial de los corporativos.*

## **INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES**

*Con el transcurrir del tiempo, el ser humano, a través de sus investigaciones y trabajo en base al enfrentamiento de sus necesidades, siendo una de ellas, la comunicación, ha generado muchos beneficios y comodidades para la sociedad en relación al sistema de la comunicación, hoy en día, hay nuevas tecnologías para una eficaz y rápida transmisión de información y comunicación.*

*En el mundo de los negocios actual, tan competitivo, las empresas deben mejorar sus comunicaciones interiores y exteriores para mantener su crecimiento en el mercado. Por aquellas grandes corporaciones que con multitud de sucursales desean siempre abaratar los costos de comunicación entre sus oficinas, teniendo un mayor ancho de banda al mejor precio posible.*

*CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones) proveedora de servicios de telecomunicaciones, tratando de mantener, y conseguir nuevos clientes, requiere Mejorar la Rentabilidad, Versatilidad, Expansión de la Red, Rapidez en la Instalación, y Mejorar la utilización del capital y sus recursos incluyendo tecnología existente al más bajo costo.*

*El Anillo de Fibra Óptica de Última Milla para la Optimización de Recursos de Planta Externa en el centro de la ciudad de Ambato es el resultado de esta investigación, realizada para la CNT-EP (Corporación Nacional de Telecomunicaciones EP) a fin de otorgar una mejora en el uso de los recursos de Planta Externa.*

*El presente proyecto consta de seis capítulos que se describen a continuación:*

**Capítulo I:** *Se realiza la investigación partiendo de un problema, el mismo que se estudia y se contextualiza mediante un análisis crítico. Además toda investigación se dirige a un objetivo el cual está dividido en objetivo general y objetivos específicos, los mismos que sirven para el desarrollo del proyecto.*

**Capítulo II:** *La investigación se fundamenta en el marco teórico, importante para el estudio del proyecto abordando temas de Telecomunicaciones entre otros.*

**Capítulo III:** *Hace referencia a la metodología que se aplica con el enfoque que se investiga, además la modalidad que se siguió, el tipo de investigación y procesamiento de la información para análisis posterior.*

**Capítulo IV:** *Se describe el análisis e interpretación de resultados obtenidos en la investigación realizada.*

**Capítulo V:** *Contiene las conclusiones y recomendaciones guiadas en los datos analizados anteriormente que serán la base para dar inicio al desarrollo de la propuesta.*

**Capítulo VI:** *Se presenta la propuesta, en este caso el diseño del Anillo de Fibra Óptica de última milla para el centro de la ciudad de Ambato con sus respectivas características, equipos y costos aproximados, lo que da la solución al problema de la investigación.*

## **CAPITULO 1**

### **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1 Tema de Investigación**

Anillo de Fibra Óptica de Última Milla para la optimización de recursos de Planta Externa en el centro de la ciudad de Ambato.

#### **1.2 Planteamiento del Problema**

##### **1.2.1 Contextualización**

La UIT es la organización más importante de las Naciones Unidas en lo que concierne a las tecnologías de la información y la comunicación. La función de la UIT abarca tres sectores fundamentales: radiocomunicaciones, normalización y desarrollo. La UIT tiene su sede en Ginebra (Suiza) y está formada por 191 Estados Miembros y más de 700 Miembros de Sector y Asociados.

En Ecuador, con la finalidad de brindar un mejor servicio a todos, y conectar a todo el país con redes de telecomunicaciones, nace, el 30 de octubre del 2008, la CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES, CNT S.A, resultado de la fusión de las extintas Andinatel S.A. y Pacifictel S.A., sin embargo, luego de un poco más de un año, el día 4 de febrero del 2010, la CNT S.A., se convierte en empresa pública, y pasa a ser desde ese momento la CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP, empresa líder en el mercado de las telecomunicaciones del Ecuador.

En el año 2010 la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP se presenta al país y al mundo como una empresa moderna, eficiente y altamente competitiva.

De esta forma CNT EP ofrece las más variadas herramientas de comunicación que la convierten en una institución vital para el desarrollo de las telecomunicaciones en el país. Ahora con orgullo se puede afirmar que CNT EP es la empresa líder en servicios de telecomunicaciones en el Ecuador.

El ámbito de operación que se conoce como zona de cobertura incluye las provincias de: Bolívar, Carchi, Cotopaxi, Chimborazo, Esmeraldas, Imbabura, Napo, Orellana, Pastaza, Pichincha, Santo Domingo de los Tsáchilas, Sucumbios, Tungurahua y la ciudad de Guayaquil.

La provincia de Tungurahua siendo la cabeza de la REGION 3 que incluye Cotopaxi, Chimborazo y Pastaza, se la considera como la más grande poseedora del sector comercial, teniendo el mayor número de clientes corporativos en el centro de la ciudad de Ambato, y cada vez va en aumento y con mayor exigencia en cuanto a telecomunicaciones, debido a esto encontramos que, por cada proyecto, para cubrir dichas necesidades se utilizan recursos de planta externa existentes, dando como resultado que paulatinamente se vayan agotando llegando a la saturación de dichos recursos.

### **1.2.2 Análisis Crítico**

A medida que pasa el tiempo las personas y sus requerimientos aumentan, lo que hace que la empresa CNT-EP realice ampliaciones de su red Primaria y Secundaria, para atender a clientes en distintos sectores de acuerdo a sus necesidades en telecomunicaciones, lo cual conlleva a utilizar varios recursos existentes llegando al grado de agotarlos.

La demanda actual de clientes vip y la urgencia de cubrir sus necesidades hacen que se les provea de un servicio de forma inmediata sin un estudio previo ni proyección futura, esto causa la utilización indiscriminada de los recursos de planta externa.

El agotamiento de los recursos de planta externa impide atender la demanda de nuevos usuarios y de clientes vip lo que hace que se realicen nuevos proyectos que incluyen obra civil, para la generación de los recursos, esto implica tiempo y gastos fuera de lo previsto, teniendo así mismo el riesgo de perder un número significativo de clientes.

### **1.2.3 Prognosis**

La necesidad actual en la empresa CNT-EP de realizar proyectos relámpagos para, la atención de clientes, por lo general grandes empresas, requiere de un enlace para intercambio de datos entre sucursales o para acceso a Internet banda ancha, estos a su vez se los atiende por medio de un enlace de fibra óptica.

Dichos proyectos por lo general hay que empezarlos de cero es decir de la central mismo y sin ninguna proyección a futuro en cuanto a poder atender a más clientes, acarreando pérdidas de tiempo, financieras y de recursos de planta externa.

Lo que es preocupante de acuerdo al aumento de demanda de estos servicios, llegando al punto de no poder atender al cliente el cual optaría por la competencia, generando la reducción de ingresos económicos a la empresa y la misma dejaría de ser líder en telecomunicaciones del Ecuador.

Por esta razón se hace necesaria la puesta en marcha de un proyecto de anillo de fibra óptica de última milla para la optimización de recursos de planta externa en el centro de la ciudad de Ambato, misma que además le permitirá a la empresa prestar servicios de Fibra Óptica de una manera rápida, eficaz y en menor tiempo.

#### **1.2.4 Formulación del problema**

¿De qué manera incide un Anillo de Fibra Óptica de última milla en la optimización de recursos de Planta Externa de la CNT – EP (Corporación Nacional de Telecomunicaciones) en el centro de la ciudad de Ambato?

#### **1.2.5 Preguntas Directrices**

- ¿Cuáles son los canales existentes en la zona centro de la empresa, para utilizarlos en el diseño del anillo de fibra óptica?
- ¿Qué recursos son necesarios, en el diseño un anillo de fibra óptica?
- ¿Existe factibilidad técnica para realizar el diseño de un anillo de fibra óptica?

#### **1.2.6 Delimitación De Problema**

El Anillo de fibra óptica de última milla para la optimización de recursos de planta externa se realizará en el centro de la ciudad de Ambato, en la central de la empresa CNT-EP ubicada en el mismo sector, provincia de Tungurahua de la REGIONAL 3 y tendrá una duración de seis meses con un límite de duración de un año.

#### **1.3 Justificación**

El presente proyecto es de vital importancia, para el desarrollo de las telecomunicaciones, debido a que estas van convergiendo a una red de Fibra Óptica, y sería el primer paso a seguir dentro de la CNT-EP a nivel nacional convirtiendo a la Provincia en pionera dentro del desarrollo y la evolución de las telecomunicaciones.



El proyecto busca compartir conocimientos más extensos y prácticos en cuanto a fibra óptica ya que es un elemento muy importante en la evolución de las telecomunicaciones, además de poder conocer más a fondo la realización de proyectos de planta externa en la empresa líder en telecomunicaciones del país.

La empresa CNT-EP se servirá de este proyecto y de sus resultados obteniendo una herramienta eficaz para disminuir la saturación de los recursos de planta externa, para poder atender inmediatamente a clientes que necesiten de un enlace de Fibra Óptica.

Pese al continuo agotamiento de planta externa, al momento existe la factibilidad técnica para, poner en marcha este proyecto, además se cuenta con el apoyo de funcionarios administrativos, dentro de la empresa con visión a futuro y con enorme deseo de sacar adelante la Provincia.

#### **1.4 Objetivos de la Investigación**

##### **1.4.1 Objetivo General**

Diseñar un anillo de fibra óptica de última milla para la optimización de recursos de planta externa en el centro de la ciudad de Ambato.

##### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Identificar las rutas de los ductos de la empresa, por donde es factible el paso del anillo de Fibra Óptica.
- Establecer los parámetros que son necesarios en el diseño de un anillo de fibra óptica.
- Identificar los Recursos de Planta Externa que se encuentran en Riesgo de saturarse.

- Determinar la factibilidad técnica y económica del diseño de un anillo de fibra óptica, en el centro de la ciudad de Ambato.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes Investigativos**

Existe un Trabajo sobre Fibra Óptica en la facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

El Trabajo de Investigación del Ing. Juan Pablo Pallo, se trata de un estudio de factibilidad de Implementar Fibra Óptica en la ciudad de Ambato.

El presente trabajo en cambio trata del diseño de un Anillo de Fibra Óptica de ultima milla para el centro de la ciudad, en la empresa CNT-EP.

#### **2.2 Fundamentación Legal**

El primer mensaje telegráfico interno en Ecuador fue transmitido el 9 de julio de 1884, sobre una línea entre Quito y Guayaquil. La organización nacional para regular las telecomunicaciones, la Dirección de Telégrafos, fue creada en la década de 1880. La primera central telefónica del país fue instalada en Quito en el año de 1900 usando un sistema semiautomático.

La Empresa de Radio Telégrafos y Teléfonos Ecuador fue creada en 1958 por la Unión de la Dirección de Telégrafos y Radio Internacional del Ecuador. El propósito principal de la nueva compañía era poner al día el sistema de comunicaciones internacionales. El gobierno nacional de 1959 contrató a British Marconi para 48 canales VHF entre Quito y Guayaquil. Después se usaron los enlaces VHF para conectar el resto de las ciudades del país.

En los años sesenta en Quito y Guayaquil las compañías de teléfonos empezaron a extender sus redes, inicialmente en las provincias de Pichincha (ETQ) y Guayas (ETG). La Empresa de Teléfonos de Guayaquil absorbió a la provincia vecina de los Ríos.

La Empresa de Radio Telégrafos y Teléfonos Ecuador (ERTTE) se reestructuró en 1963 y cambio su nombre a Empresa Nacional de Telecomunicaciones (ENTEL).

En febrero de 1971 el gobierno fusionó ENTEL, ETQ, ETG y Cables y Radio del Estado en dos compañías regionales bajo el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones.

Fechas e hitos de trascendencia para CNT EP:

- **9 de julio de 1884:** transmisión de primer mensaje telegráfico entre Quito y Guayaquil.
- Primer organismo nacional de telecomunicaciones: Dirección Nacional de Telégrafos.
- **1920:** conexión inalámbrica (radiotelegrafía entre Quito y Guayaquil)
- **1949:** creación de la Empresa de Teléfonos de Quito (ETQ)
- **15 de julio de 1949:** primera central en Cuenca
- **1952:** creación de la Empresa de Teléfonos de Guayaquil (ETG)
- **Octubre de 1972:** integración del sector mediante el Instituto Nacional de Telecomunicaciones (IETEL).

- **1972:** inauguración de primera Estación Terrena (Quito). Incorpora al país a los beneficios del servicio vía satélite.
- **1979/1987:** integración de localidades rurales (Proyecto de telecomunicaciones Rurales - 1982) y provincias del país; central en Riobamba 1983; tecnología digital 1987.
- **1991:** segunda Estación Terrena (Guayaquil). Primera con tecnología digital en Latinoamérica.
- **1992:** inauguración de Estación Terrena en Galápagos.
- **10 de agosto de 1992:** con la Ley Especial de Telecomunicaciones, se crea la Empresa Estatal de Telecomunicaciones (EMETEL). Con personalidad jurídica, patrimonio y recursos propios, autonomía administrativa, económica, financiera y operativa.



- **Finales de 1993:** inicia el servicio de telefonía celular en el Ecuador.

De conformidad con el mandato de la Ley Reformativa a la Ley Especial de Telecomunicaciones (Ley N° 94) publicada en el Registro Oficial N° 770 del 30 de agosto de 1995, la Empresa Estatal de Telecomunicaciones EMETEL se transformó en la sociedad anónima EMETEL S.A. el 3 de octubre de 1996, pasando las acciones del Estado al Fondo de Solidaridad. El 18 de noviembre de 1997 se inscribió en el Registro Mercantil la escritura de escisión de EMETEL S.A. en dos compañías operadoras ANDINATEL S.A. y PACIFICTEL S.A.



- **18 de noviembre 1997:** mediante escisión de EMETEL S.A. y con estudios exhaustivos de consultoras internacionales, nace nuestra organización, inscrita en el registro mercantil el 18 de noviembre, Esta fecha se conmemoró por primera vez el año 2004 como el “Día de ANDINATEL”.

- El ámbito de operación que se conoce como zona de cobertura incluye las provincias de: Bolívar, Carchi, Cotopaxi, Chimborazo, Esmeraldas, Imbabura, Napo, Orellana, Pastaza, Pichincha, Santo Domingo de los Tsáchilas, Sucumbios, Tungurahua y la ciudad de Guayaquil. [1]

- **El 1 de octubre del 2008** se creó la Compañía Corporación Nacional de Telecomunicaciones, CNT S.A.

- El 16 de octubre de 2009, se expidió la Ley Orgánica de Empresas Públicas. La disposición transitoria segunda, en el numeral 2.1.1 dispone que en un plazo no mayor a noventa días contados a partir de la expedición de la ley, mediante decreto ejecutivo se disolverán de manera forzosa las sociedades anónimas en las que el Estado sea accionista único, y se transferirá su patrimonio a la nueva empresa pública que se cree. Una vez que el Señor Presidente Constitucional de la República del Ecuador expidió el Decreto Ejecutivo No. 218, se disolvió la compañía CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT S.A. y se creó la CORPORACION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP, como persona jurídica de derecho público, con domicilio principal en la ciudad de Quito, Distrito Metropolitano, Provincia de Pichincha y con patrimonio propio, dotada de autonomía presupuestaria, financiera, económica, administrativa y de gestión.



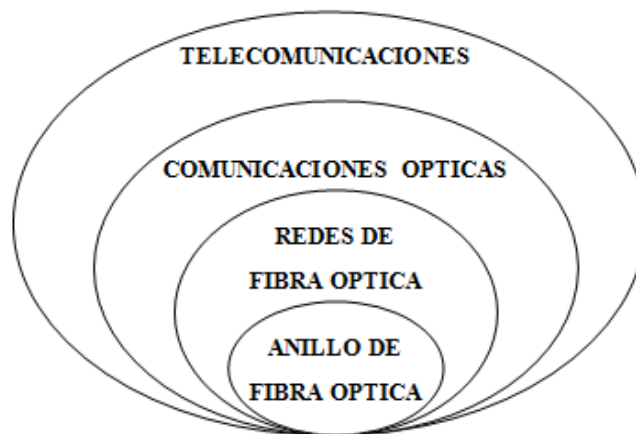
### **Fusión con TELECSA EP, telefonía móvil:**

La Resolución No. DIR-CNT-010-2010-027, firmada el 20 de julio del 2010, se indica:

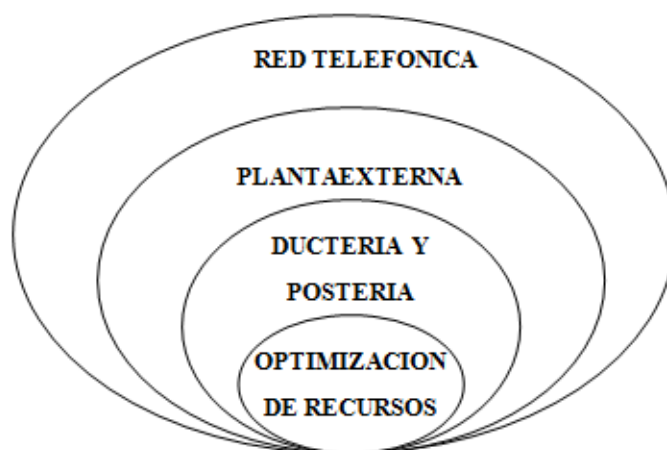
- 1) Aprobar la fusión por absorción de la Telecomunicaciones Móvil del Ecuador TELECSA EP.
- 2) Adquirir el patrimonio de Telecomunicaciones Móvil del Ecuador TELECSA EP.
- 3) Asumir las obligaciones laborales frente al recurso humano de Telecomunicaciones Móvil del Ecuador TELECSA EP, el cual pasa a formar parte de su nómina.

## **2.3. Categorías Fundamentales**

### **2.3.1 Gráficos de inclusión interrelacionados**



**Figura 1:** Gráfico de inclusión de variable independiente



**Figura 2:** Gráfico de inclusión de variable dependiente.

### 2.3.2 Telecomunicaciones

La **telecomunicación** (del prefijo griego *tele* ("Lejanía") y de *comunicación* así que para nosotros significa algo como, "comunicación a distancia" es una técnica consistente en transmitir un mensaje desde un punto a otro, normalmente con el atributo típico adicional de ser bidireccional. El término *telecomunicación* cubre todas las formas de comunicación a distancia, incluyendo radio, telegrafía, televisión, telefonía, transmisión de datos e interconexión de computadoras a nivel de enlace. El Día Mundial de la Telecomunicación se celebra el 17 de mayo. Telecomunicaciones, es toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, datos, imágenes, voz, sonidos o información de cualquier naturaleza que se efectúa a través de cables, radioelectricidad, **medios ópticos**, físicos u otros sistemas electromagnéticos.

Las telecomunicaciones, comienzan con el telégrafo eléctrico, que permitió el enviar mensajes cuyo contenido eran letras y números. A esta invención se le hicieron dos notables mejoras: la adición de una cinta perforada para poder recibir mensajes sin que un operador estuviera presente, y la capacidad de enviar varios mensajes por la misma línea.



Más tarde se desarrolló el teléfono, con el que fue posible comunicarse utilizando la voz, y posteriormente, la revolución de la comunicación inalámbrica: las ondas de radio.

El término *telecomunicación* fue definido por primera vez en la reunión conjunta de la XIII Conferencia de la UTI (Unión Telegráfica Internacional) y la III de la URI (Unión Radiotelegráfica Internacional) que se inició en Madrid el día 3 de septiembre de 1932. La definición entonces aprobada del término fue: "*Telecomunicación es toda transmisión, emisión o recepción, de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos o informaciones de cualquier naturaleza por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos*".

El siguiente artefacto revolucionario en las telecomunicaciones fue el módem que hizo posible la transmisión de datos entre computadoras y otros dispositivos. En los años 60 comienza a ser utilizada la telecomunicación en el campo de la informática con el uso de satélites de comunicación y las redes de conmutación de paquetes. La década siguiente se caracterizó por la aparición de las redes de computadoras y los protocolos y arquitecturas que servirían de base para las telecomunicaciones modernas (en estos años aparece la ARPANET, que dio origen a la Internet).

En los años 1980, cuando los ordenadores personales se volvieron populares, aparecen las redes digitales. En la última década del siglo XX aparece Internet, que se expandió enormemente, ayudada por la expansión de **la fibra óptica**; y a principios del siglo XXI se están viviendo los comienzos de la interconexión total a la que convergen las telecomunicaciones, a través de todo tipo de dispositivos que son cada vez más rápidos, más compactos, más poderosos y multifuncionales, y también de nuevas tecnologías de comunicación inalámbrica como las redes inalámbricas. [2]

### **2.3.3 Comunicaciones Ópticas.**

La **comunicación óptica** es cualquier forma de comunicación que utiliza la luz como medio de transmisión.

Un sistema óptico de comunicación consiste de un transmisor que codifica el mensaje dentro de una señal óptica, un canal, que transporta la señal a su destino, y un receptor, que reproduce el mensaje desde la señal óptica recibida.

Hay muchas formas de comunicaciones ópticas no tecnológicas, incluyendo el lenguaje corporal y el lenguaje de señas. Técnicas como el telégrafo óptico, las banderas de señales, señales de humo y hogueras fueron las primeras formas de comunicación óptica tecnológicas.

El heliógrafo utiliza un espejo para reflejar la luz del sol hacia distantes observadores. Moviendo el espejo, los observadores distantes ven destellos de luz que pueden ser usados para enviar señales en código. Las bengalas de auxilio son utilizadas por los navegantes en situaciones de emergencia, mientras que los faros y las luces de navegación se utilizan para comunicar los peligros de la navegación.

Los aviones utilizan luces de aterrizaje para un aterrizaje seguro en los aeropuertos, especialmente en la noche.

La fibra óptica es el medio moderno más común para la comunicación óptica digital. [3]

#### **2.3.3.1 Luz como medio de transmisión**

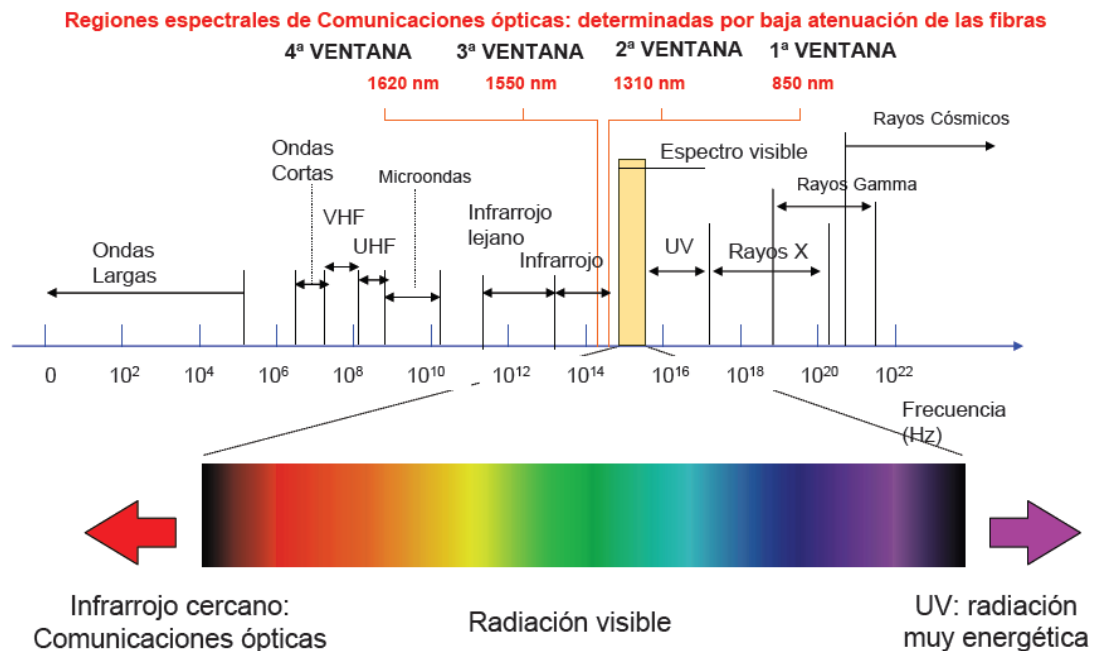
Se utiliza la luz como medio de transmisión de información ya que esta posee, Baja atenuación, Alto ancho de banda, Ausencia de diafonía, Bajo Peso, Pequeño Tamaño e Inmunidad ante interferencias electromagnéticas.

La luz es energía propagándose por los medios. Existen tres teorías para describirla de acuerdo al fenómeno que se quiera estudiar:

- Rayos de luz: cuando la longitud de onda de la luz es muy pequeña en relación con los elementos a estudiar y sólo nos interesan las trayectorias de la energía luminosa utilizamos la óptica geométrica, donde la luz es descrita mediante rayos.

- Onda electromagnética: cuando interesan estudiar fenómenos ondulatorios, o los elementos involucrados son del orden de la longitud de onda es necesaria una descripción según la óptica electromagnética, donde la luz es descrita por una onda electromagnética de frecuencia del orden de  $10^{14}$ Hz.

- Fotones: cuando se estudian los fenómenos relacionados con la interacción luz-materia se precisa una descripción basada en la óptica cuántica, en la cual la luz es descrita como un chorro de fotones cada uno de los cuales transporta un cuanto de energía. [4]



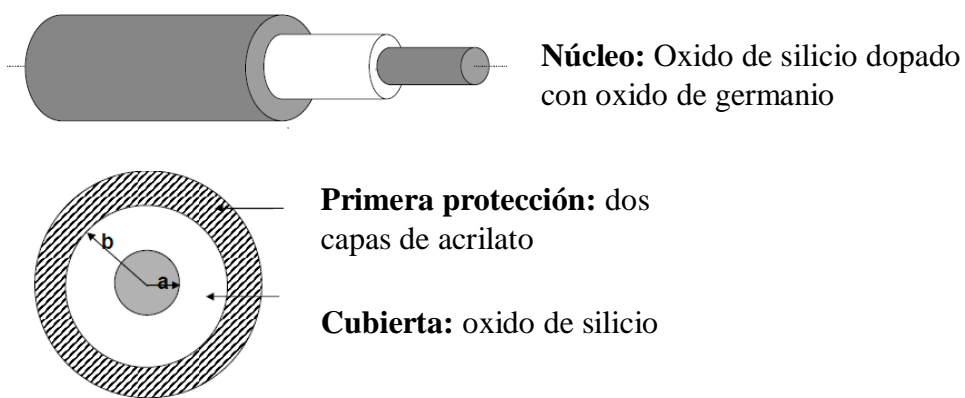
**Figura 3:** Regiones espectrales ópticas.

### 2.3.3.2 Fibra óptica



**Figura 4:** Cable de fibra óptica.

La fibra óptica es el canal más común utilizado actualmente para las comunicaciones ópticas.



**Figura 5:** Partes generales de una fibra óptica.

Las líneas de fibra óptica son generalmente leds o diodos láser. La luz infrarroja es la más utilizada en este tipo de comunicaciones, ya que se transmite con menos atenuación y dispersión.

El diodo laser es de emisión estimulado, es coherente de alta potencia (>1 mW), con baja anchura espectral (4nm) y de gran capacidad de modulación.

El led es de emisión espontánea, es incoherente de baja potencia (- 10 uW), con elevada anchura espectral (100nm a 1300nm) y de baja-media capacidad de modulación. [5]



**Figura 6:** Diodo laser.

### **2.3.4 Redes con Fibra Óptica:**

LAN de fibra son ampliamente utilizadas para comunicación a larga distancia, proporcionando conexiones transcontinentales y transoceánicas, ya que una ventaja de los sistemas de fibra óptica es la gran distancia que puede recorrer una señal antes de necesitar un repetidor o regenerador para recuperar su intensidad.

En la actualidad, los repetidores de los sistemas de transmisión por fibra óptica están separados entre sí unos 100 Km., frente a aproximadamente 1,5 Km. en los sistemas eléctricos. Los amplificadores ópticos recientemente desarrollados pueden aumentar todavía más esta distancia.

Una aplicación cada vez más extendida de la fibra óptica son las redes de área local, comúnmente abreviadas LAN. Las redes de área local están formadas por un conjunto de computadoras que pueden compartir datos, aplicaciones y recursos. Las computadoras de una red de área local están separadas por distancias de hasta unos pocos kilómetros, y suelen usarse en oficinas o campus universitarios. Una LAN permite la transferencia rápida y eficaz de información entre un grupo de usuarios y reduce los costes de explotación. Este sistema aumenta el rendimiento de los equipos y permite fácilmente la incorporación a la red de nuevos usuarios. El desarrollo de nuevos componentes electroópticos y de óptica integrada aumentará aún más la capacidad de los sistemas de fibra.

Otros recursos informáticos conectados son las redes de área amplia o redes WAN y las centralitas particulares (PBX). Las WAN son similares a las LAN, pero conectan entre sí computadoras separadas por distancias mayores, situadas en distintos lugares, desde donde transmiten datos de corta duración empleados por la mayoría de las aplicaciones informáticas. Al momento de conectar las WAN, lo hacemos a través de sus interfaces seriales, para lo que a su vez se conectan los encaminadores con cada ordenador personal a través de los medios correspondientes (ethernet, red inalámbrica, etc.)

Entre las redes existentes de fibra óptica están:

- Redes FDDI
- Redes 10 base F
- Redes Fast ethernet 100 base FX
- Gigabit ethernet 1000 base SX y 1000 base LX
- Redes de alta velocidad SDH/SONET
- Redes HFC (red híbrida)
- Redes DWDM

### 2.3.5 Anillo de fibra óptica

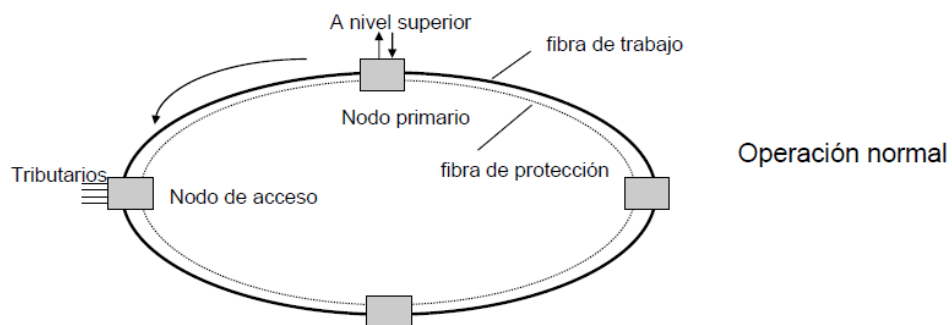
Los anillos ópticos constituyen la topología de red preferida en este tipo de redes. Las características de los anillos son:

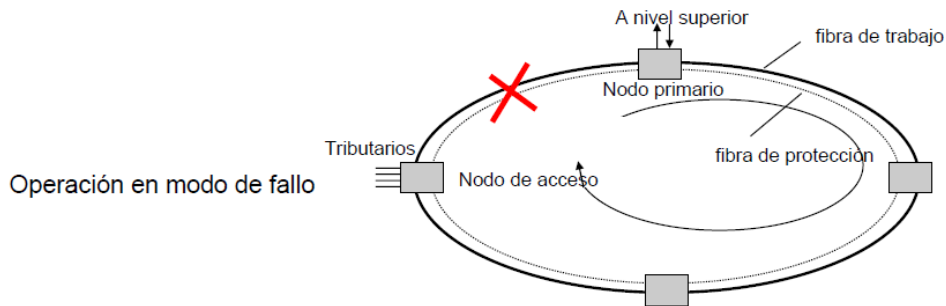
-Conjunto de nodos de red conectados entre sí por cable de fibra según una topología en anillo.

-Están basados casi exclusivamente en tecnología SDH.

-Son muy usados por su capacidad de protección y restauración.

-No se usan solo en entornos metropolitanos: también son utilizados en configuraciones a mayor escala como el nivel regional, nacional o incluso a nivel de enlaces submarinos.





**Figura 7:** Características de un anillo de Fibra Óptica

### 2.3.5.1 Tipos de anillos:

Por topologías:

- anillos unidireccionales (UPSR)
- anillos bidireccionales de dos fibras (*twofiberBLSR*)-
- anillos bidireccionales de cuatro fibras (*fourfiberBLSR*)

Por capacidad:

- anillos secundarios: STM-16
- anillos primarios: STM-4
- anillos de acceso: STM-1 [6]

### 2.3.6 Red Telefónica:

En el campo de la telefonía tenemos tres conceptos fundamentales, la comunicación, la transmisión y la distribución.

**La comunicación:** es el sistema capaz de llevar a cabo la conexión de dos abonados, una central telefónica realiza la función de conmutación entre miles de abonados.

**La transmisión:** significa transporte de energía a través de un medio, en telefonía el tipo de energía es eléctrica y los medios utilizados son cables, fibra óptica y el aire.

**La distribución:** consiste en hacer llegar la energía hasta el destino final, esta función es proporcionada por las líneas de abonado que se conectan a la red, los terminales telefónicos pueden ser cualquier otro aparato como fax, modem.

La red telefónica es la de mayor cobertura geográfica, la que mayor número de usuarios tiene, y ocasionalmente se ha afirmado que es "el sistema más complejo del que dispone la humanidad". Permite establecer una llamada entre dos usuarios en cualquier parte del planeta de manera distribuida, automática, prácticamente instantánea.

Existen 2 tipos de redes telefónicas, las redes públicas que a su vez se dividen en red pública móvil y red pública fija. Y también existen las redes telefónicas privadas que están básicamente formadas por un conmutador.

Las redes telefónicas públicas fijas, están formados por diferentes tipos de centrales, que se utilizan según el tipo de llamada realizada por el usuario. Éstas son:

1. CCA – Central con Capacidad de Usuario
2. CCE – Central con Capacidad de Enlace
3. CTU – Central de Transito Urbano
4. CTI – Central de Transito Internacional
5. CI – Central Internacional
6. CM – Central Mundial

Existen varias centrales locales, las cuales están enlazadas entre sí por medio de canales de mayor capacidad, de manera que cuando ocurran situaciones de alto tráfico no haya un bloqueo entre las centrales.

Los enlaces entre los abonados y las centrales locales son normalmente cables de cobre, pero las centrales pueden comunicarse entre sí por medio de enlaces de cable coaxial, de fibras ópticas o de canales de microondas. En caso de enlaces



entre centrales ubicadas en diferentes ciudades se usan cables de fibras ópticas y enlaces satelitales, dependiendo de la distancia que se desee cubrir.

La red telefónica está organizada de manera jerárquica.

Cada una de estas centrales telefónicas, están divididas a su vez en 2 partes principales:

1. Parte de Control
2. Parte de Conmutación

La parte de control, se lleva a cabo por diferentes microprocesadores, los cuales se encargan de enrutar, direccionar, limitar y dar diferentes tipos de servicios a los usuarios.

La parte de conmutación se encarga de las interconexiones necesarias en los equipos para poder realizar las llamadas.

### **2.3.6.1 Conmutación Telefónica.**

¿Por qué se necesita la conmutación telefónica?

Supongamos que una red constituida por dos teléfonos para conectar con todos mediante una red de malla se necesita 4 líneas, el número de líneas se calcula:

Número de líneas =  $n \times N - 1$  (siendo N el número de líneas que se conectan).

En vez de esta manera conectamos los teléfonos en estrella con un elemento en el centro que conecte con cualquiera el número de líneas descendente de tal manera que es solo los mismos que teléfonos. Número de líneas = a numero de teléfonos, a este sistema se le denomina conmutación ya que conmuta unos teléfonos con otros y precisa una central de conmutación.

### 2.3.6.2 Estructura

La central que se conecta a los abonados, se le denomina central local o Terminal. Si los abonados pertenecen a una o varias poblaciones generalmente pequeñas o si pertenecen a la misma población se le conoce como central urbana, los circuitos que unen los aparatos de los abonados con las centrales locales se les llaman líneas de abonados.

Centrales de tránsito, es una central que se ocupa del proceso de conexión de centrales locales y urbanas.

### 2.3.6.3 Conexión

La conexión de las centrales locales y urbanas entre sí y las centrales de tránsito se realizan por medio de enlaces centrales. Un grupo de centrales de tránsito se agrupan y una de ellas se convierte en central de área local. Grupos de centrales de área local se unen en un área primaria, una de ellas pasa a ser central primaria de la que dependen varias centrales locales de igual forma se crean las áreas y los centros secundarios y terciarios. Las centrales secundarias son las encargadas de manejar el tráfico entre provincias pertenecientes a la misma área, de forma automática. Las centrales terciarias son las que gestionan llamadas entre centrales secundarias que pertenecen a la misma área. Las ciudades con tráfico interno muy importante interesa enlazar centrales del mismo rango no con niveles superiores, por lo que se crea una red complementaria llamada TANDEM y tiene como misión conectar centrales locales dentro de una red metropolitana.

### 2.3.6.4 El Bucle Local

#### 2.3.6.4.1 Configuración Física

A la **red de acceso** (o red de abonado) de los sistemas de telefonía fija se le denomina comúnmente **buclé local** o **buclé de abonado** este nos da a conocer que

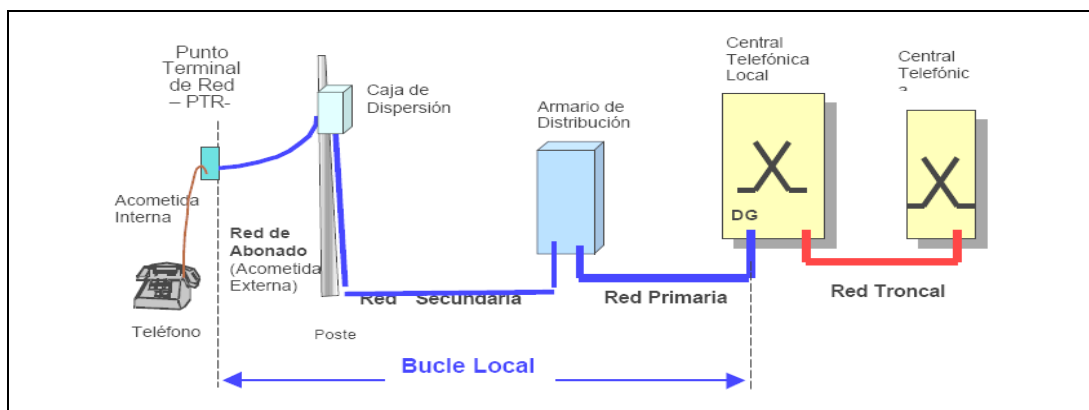
por un par de hilos de cobre que va desde el punto de terminación de la red en el predio del abonado, hasta el distribuidor general en la central local a donde éste pertenece.

Aunque existen otras formas de tener acceso a los usuarios, desde los antiguos gruesos alambres de cobre que iban paralelos sobre postería, hasta las modernas redes de fibra óptica y los métodos inalámbricos y vía satélite, el objetivo del estudio se limita esencialmente al acceso a los abonados por bucle de par de cobre trenzado.

a) **Red primaria** que va desde el DG (distribuidor general) hasta los denominados Armarios de Distribución.

b) **Red secundaria** que va desde el Armario hasta las Cajas de Dispersión y

c) **La acometida externa** (o red de abonado para algunos) que va desde las Cajas de dispersión hasta el PTR en el predio del abonado.



**Figura 8:** Partes de una Red telefónica pública

### **2.3.7 Planta externa**

Planta Externa es toda la infraestructura exterior o medios enterrados, tendidos o dispuestos a la intemperie por medio de los cuáles una empresa de telecomunicaciones o energía ofrece sus servicios al cliente que lo requiere.

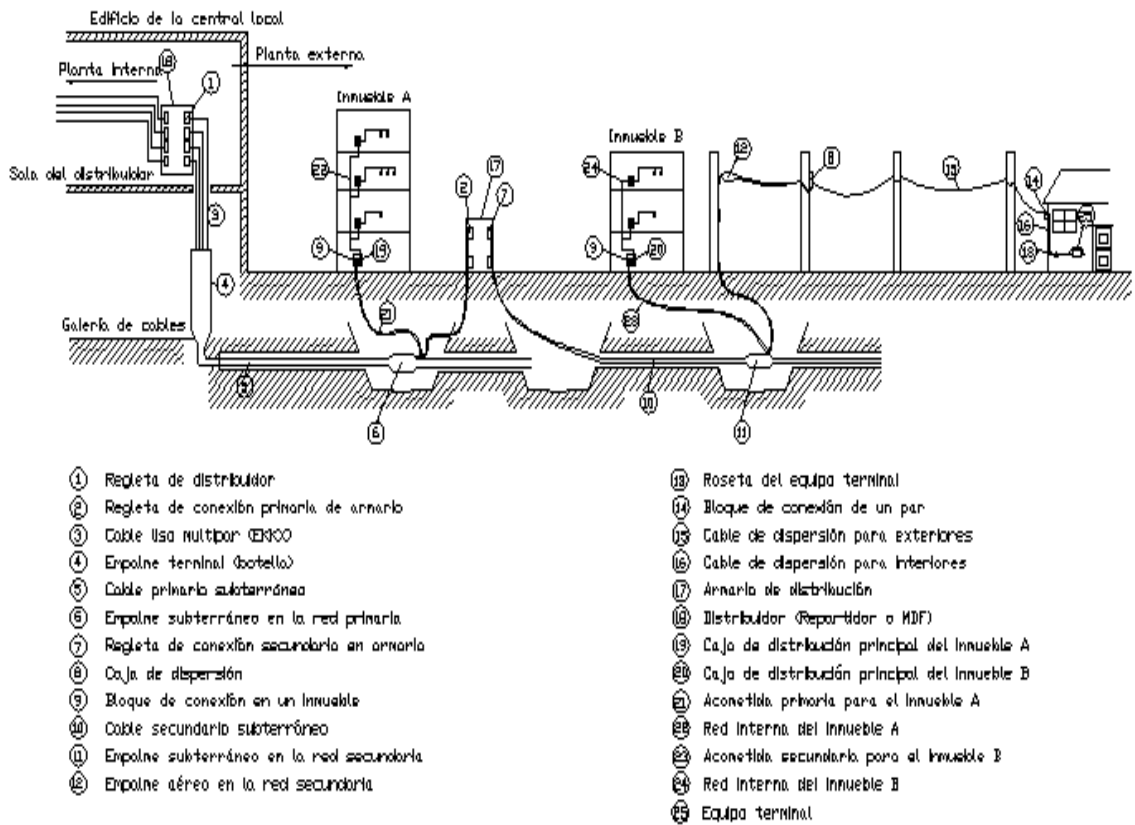
#### **2.3.7.1 Planta Externa de Telefonía**

En materia de telecomunicaciones, la **Planta externa** es el conjunto de medios que enlazan la central telefónica con los abonados. Está constituida fundamentalmente por el bucle local o bucle de abonado y sus elementos asociados: cables, cajas de empalme, bobinas, tendidos, conductos y otras infraestructuras adicionales. Parte de esta infraestructura o red esta compuesta por: tendidos, postes, armarios, cámaras y canalizaciones subterráneas, equipos y productos que permiten conectar y enlazar la red hasta llegar al punto donde es necesario.

La Planta Externa incluye todo lo que se encuentra incluido entre el Repartidor Principal (MDF: main distribution frame) de la central telefónica y la casa del abonado. El concepto se define en contraposición a planta interna, que contempla los medios internos a la central de una compañía: equipos de conmutación, multiplexación, etc.

#### **2.3.7.2 Elementos de la Red de Planta Externa.**

- Repartidor o distribuidor principal (regletas)
- Armarios o subrepartidores (bloques)
- Cajas de dispersión



**Figura 9:** Elementos de una red de planta externa.

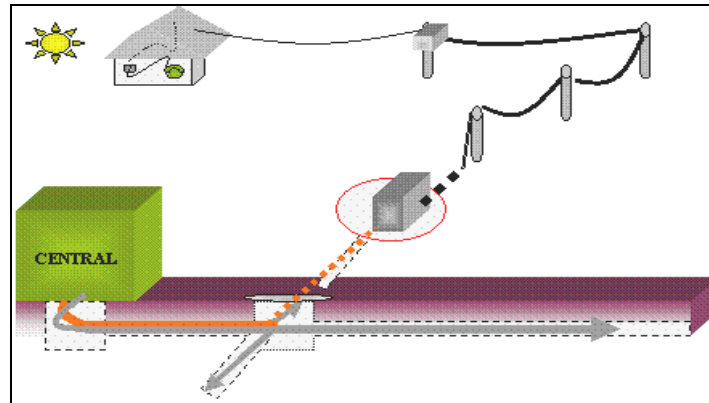
**2.3.7.2.1 Distribuidor o Repartidor General:** Punto donde llegan las líneas de abonados y permite conectar hacia los equipos de conmutación.



**Figura 10:** Repartidor

**2.3.7.2.2 Red Primaria:** Une El distribuidor con los Armarios (subrepartidores) de zona, está constituida por cables (primarios) que parten de la central y se dividen hacia armarios de distribución.

Generalmente van por canalización en ductos de PVC, es la parte más pesada de la red.



**Figura 11:** Ruta de la Red Primaria

a) **Distritos:** Zonas que en función de la red se divide una ciudad geográficamente. Cada zona tiene su armario (subrepartidor), excepto la zona directa en donde el repartidor reemplaza al armario.

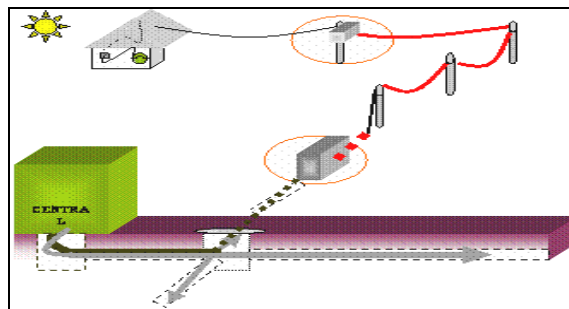
b) **Armarios (subrepartidores):** Está ubicado en un determinado punto del distrito y es el lugar de conexión entre los cables primarios y los secundarios por medio de bloques de conexión de 50 o 100 pares. Permiten en forma separada las ampliaciones de red primaria y de red secundaria.



**Figura 12:** Estructura Física de un armario con las regletas

La conexión un abonado va desde sus respectivos bloques de conexión y se unen mediante cables de cruzada (puentes). Es un punto de corte en las líneas de abonados para localización de averías hacia el lado primario o secundario.

**2.3.7.2.3 Red Secundaria:** Es la parte que une un armario de distribución y las cajas de dispersión y está constituida por bloques de conexión, cables aéreos, murales, subterráneos, empalmes y cajas de dispersión en su orden.



**Figura 13:** Ruta de la Red Secundaria

**a) Caja de Dispersión:** Es un punto de conexión entre la red secundaria y las líneas individuales de cada abonado.

Constituyen además puntos de corte para labores de operación y mantenimiento.

**2.3.7.2.4 Líneas de Conexión (Red de abonado).**- son los cables que van desde la caja de dispersión hacia el aparato telefónico. Esta se divide en dos tramos, hasta un punto de conexión y luego continúa con un cable tipo interior en casa del abonado terminando en un conector, placa o roseta. [7]

### 2.3.8 Ductos y Postes

Son elementos que ayudan a enrutar el cableado de la red externa de telecomunicaciones.

### 2.3.8.1 Postes

Llamados elementos de montaje, sirven para sostener una red aérea ya sea eléctrica, de datos o telefónica, deben cumplir con ciertas sollicitaciones mecánicas, como son:

La carga que representa el viento, la carga por el hielo o nieve (en los lugares donde existe); además, deben resistir las acciones corrosivas de los agentes atmosféricos y también poco pesadas para facilitar el transporte, su instalación o su sustitución, no deben requerir demasiado mantenimiento y satisfacer los aspectos estéticos. Pueden tener distintas formas de acuerdo a su aplicación y, desde el punto de vista del material, pueden estar contruidos de:

- a) **Acero.** Son muy usados por sus propiedades mecánicas, cuando se emplean en ambientes corrosivos, deben ser debidamente tratados (galvanizados y/o con pintura anticorrosiva). Tienen la ventaja de tener un peso inferior a los postes de cemento.
- b) **Cemento Armado.** Estos postes también son muy usados, sobre todo en algunas áreas corrosivas, tienen la ventaja de tener una larga duración sin requerir prácticamente de mantenimiento, tienen la desventaja de su peso que es elevado y que se refleja sobre los costos de montaje e instalación.
- c) **Aluminio.** El peso es mucho menor que el de los dos tipos descritos anteriormente, esto reduce la dificultad constructiva, prácticamente no requieren mantenimiento, puesto que no son atacados por el medio ambiente. La desventaja de estos postes es su costo, que generalmente es superior a los de acero o de concreto armado.
- d) **Material Plástico.** Tienen un peso relativamente bajo, lo que facilita el transporte y montaje, tienen también una buena resistencia a la corrosión. Su costo es relativamente elevado.



- e) **Madera.** Son utilizados principalmente por las redes telefónicas tienen un peso relativamente bajo y son muy fácil de transportar, necesitan mantenimiento continuo y en la actualidad no son recomendables por su rápido deterioro y el peligro que representa.

#### **2.3.8.2 Ductos:**

La unión de pozos se realiza por medio de zanjas, las cuales tienen una profundidad de 2 mts, y una pendiente no mayor de 0.25 horizontal por 1.0 mts. vertical, en cuyo interior irán los ductos.

Los ductos pueden ser de hormigón, hierro galvanizado, asbesto-cemento o PVC, y siempre estarán en la vía pública o zonas verdes, no deben invadir propiedad privada.

En dichas zanjas van los ductos que llevan el cableado telefónico y estos deben tener vías en múltiplos de dos, así por ejemplo se muestra en la figura: [8]



**Figura 14:** Ductos en las cámaras telefónicas

#### **2.3.9 Optimización de Recursos**

Una solución de optimización debe cumplir una serie de requisitos, de modo que aporte el máximo valor a la organización y consiga realmente dar respuesta a los problemas:

- a) **Simplicidad.** Instalación rápida y configuración sencilla. Debería bastar con instalar el equipo y poderse utilizar directamente.
- b) **Transparencia.** Se recomienda que no haya que instalar agentes, ni hacer replanteamientos de arquitectura de red.
- c) **Herramienta de gestión centralizada** que permita realizar todas las operaciones desde una central.

La optimización de los recursos de planta externa implica identificar las zonas en las cuales la red está siendo subutilizada o sobre utilizada, para, de esta forma, optimizar al máximo el uso de los recursos de red de la Empresa.

## **2.4 Hipótesis**

El diseño de un anillo de fibra óptica de última milla, optimizará los recursos de planta externa en el centro de la ciudad de Ambato.

## **2.5 Señalamiento de Variables**

### **2.5.1 Variable Independiente**

Anillo de Fibra Óptica de Última Milla.

### **2.5.2 Variable Dependiente**

Optimización de recursos de Planta Externa en el centro de la ciudad de Ambato.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Enfoque de la Investigación**

##### **3.1.1 Paradigma Cualicuantitativo**

El enfoque de estudio del Anillo de Fibra Óptica de última milla. Es de carácter CUALICUANTITATIVO, ya que en la investigación se buscó recopilar información de carácter bibliográfico e histórico, e involucró un trabajo de campo, debido a que se requiere información exacta y actual de la planta externa de CNT-EP, en el centro de la ciudad de Ambato.

#### **3.2 Modalidad Básica de la Investigación**

##### **3.2.1 La investigación Bibliográfica**

La CNT-EP Brindó las facilidades en cuanto a documentación necesaria de las diferentes rutas canalizadas y aéreas del Centro de la ciudad de Ambato, además de una manera cronológica los proyectos que se han dado referente a Fibra óptica en este sector, teniendo también como respaldo libros e investigaciones en Internet.

##### **3.2.2 Investigación De Campo**

El proyecto involucra una investigación de campo, que nos proporcionó información actualizada, de cómo se encuentra la red al momento de realizar el proyecto, poniéndonos en contacto directamente con la realidad.

### 3.3 Nivel o Tipo de Investigación

El nivel de investigación que se realizó fue exploratorio y descriptivo, porque el resultado obtenido permitió a la empresa disponer de una herramienta eficaz, la cual les dio a conocer el nivel de saturación de la red y además de poder llegar con la misma a cubrir las necesidades de un sin número de clientes.

### 3.4 Operacionalización de Variables

#### 3.4.1 Variable Independiente

CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADORES	PREGUNTAS	TECNICAS
<b>Anillo de fibra óptica de última milla</b> , es una red de fibra óptica que nos el uso más eficiente del ancho de banda, y brinda mayor flexibilidad para el crecimiento de la red.	Redes de Fibra Óptica	Distancia Servicios a prestar Cobertura	¿Cuál es la distancia, máxima q va alcanzar la red?  ¿Cuáles son los servicios que se van a prestar?  ¿Qué área metropolitana cubrirá la red?	Entrevista  Cuestionario
	Ancho de Banda	Tipos de redes en anillo. Tipos de fibra óptica.	¿Qué tipo de red en anillo, es óptimo para ser utilizado en la red?  ¿Qué tipo de fibra óptica se utilizará en la red en anillo?	Observación

**Tabla 1:** Operacionalización de variable independiente.

### 3.4.2 Variable Dependiente

CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADORES	PREGUNTAS	TECNICAS
<b>Recursos de Planta Externa</b> , es toda la infraestructura exterior, a través de la cual la empresa de telecomunicaciones, ofrece servicio a los clientes.	Infraestructura exterior	Medios tendidos, enterrados y dispuestos a la intemperie.	¿Qué medio físico es factible utilizarlo para la red?	Entrevista
	Servicios al cliente	Rutas de transmisión	¿Cuáles son las rutas, más recomendables para el montaje de la red?	
		Transmisión de datos, voz, Internet y video.	¿Se optimizará la transmisión de servicios de telecomunicaciones, con la red?	Cuestionario
		Interconexión de redes de área local.	¿Obtendremos, mejores resultados en la interconexión de redes LAN?	Observación

**Tabla 2:** Operacionalización de variable dependiente.

### 3.5 Recolección de Información

Para recolectar la información acerca del anillo de fibra óptica en el centro de la ciudad de Ambato, se siguió las rutas más adecuadas, por donde existe mayor demanda del servicio realizando mediciones, y verificación de factibilidad en cuanto a la implementación del proyecto tomando en cuenta los recursos de canalización y de red aérea o mural.

### 3.6 Procesamiento y Análisis

El procesamiento de la información recopilada, se realizó a través de un sistema de planimetría, como es ACAD, y documentada en un archivo de texto, según se fueron desarrollando las mediciones de campo y las verificaciones de factibilidad.

## CAPITULO IV

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 4.1. Situación actual de los recursos de planta externa en el centro de la ciudad de Ambato

Actualmente la empresa CNT-EP está pasando por una renovación tanto institucional como de infraestructura como se ve reflejada no solamente en los edificios administrativos, sino también en planta externa debido a los múltiples proyectos que se han realizando por motivo de demanda de los clientes y de la ampliación de servicios que hacen que la empresa sea líder en servicios de telecomunicaciones.



**Figura 15:** Instalaciones de la CNT-EP en el centro de Ambato

A los recursos de planta externa, en el centro de la ciudad de Ambato, se le considera como un área muy delicada, la cual va cambiando conforme a las necesidades de la variedad de clientes tanto corporativos como residenciales, que van en aumento por ser uno de los sectores de mayor concentración comercial, debido a esto se considera que en este sector existirá un agotamiento de dichos recursos, a corto plazo.



**Figura 16:** Ductos congestionados en el centro de la ciudad de Ambato

La postería de este sector ayudaba a descongestionar la parte canalizada de la red, pero, actualmente, por pedido del Ilustre Municipio de Ambato toda la red de planta externa primaria como secundaria en su mayoría debe ir canalizada el cual es un factor más que aporta a que estos recursos se sigan saturando.



**Figura 17:** Contaminación visual

Actualmente la empresa cuenta con infraestructura para solventar los pedidos de los clientes, pero, es necesario realizar un estudio que sobre todo ayude a tener un respaldo a corto y mediano plazo del cual la empresa se pueda valer para evitar la saturación y congestión de los recursos de planta externa, muy útiles para brindar un buen servicio a la comunidad.



**Figura 18:** Ampliación de puertos de internet.

#### **4.2. Análisis de resultados:**

La encuesta fue realizada en el departamento de operaciones de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT-EP) de la provincia de Tungurahua a las personas encargadas del personal tanto de accesos (Ing. Hernan Cortez); internet, datos y tv (Ing. Cesar Castro); Transmisión (Tglo. Diego Guerrero); Fiscalización (Ing. Mauricio Zuñiga) y Proyectos (Ing. Tania Pinto), parte comercial (Ing. Danilo Luna) en total suman seis personas.



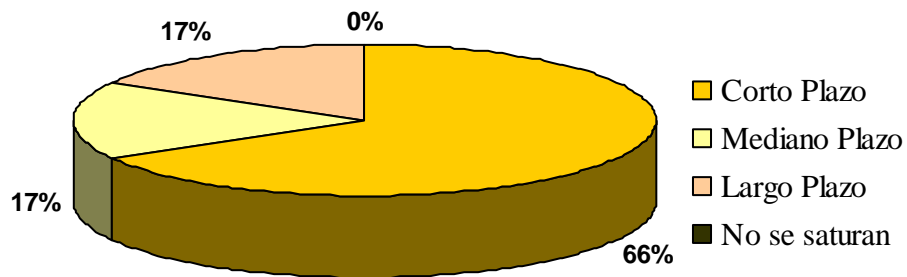
**4.2.1 Pregunta 1:** Considera usted, que los recursos de planta externa se saturan en:

- a) Corto Plazo
- b) Mediano Plazo
- c) Largo Plazo
- d) No se saturan

Items	N ° de Personas	Porcentaje
Corto Plazo	4	66.66%
Mediano Plazo	1	16.66%
Largo Plazo	1	16.66%
No se saturan	0	0%
<b>TOTAL:</b>	6	100%

**Tabla 3:** Análisis de porcentajes pregunta 1.

**Considera usted, que los recursos de Planta externa se saturan en:**



**Figura 19:** Análisis gráfico de porcentajes pregunta 1.

En esta pregunta el 66% de los encuestados, consideran que los recursos de Planta Externa se saturan a Corto plazo, el 17% que se saturan a mediano plazo y el 17% restante dice que se saturan a largo plazo, como podemos ver la mayoría de los encuestados consideran que la saturación se da a corto plazo.

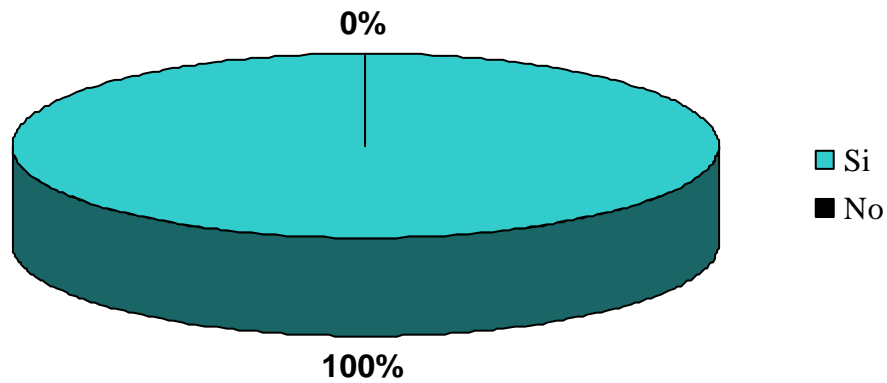
**4.2.2 Pregunta 2:** Cree usted que es conveniente la implementación de un anillo de Fibra Óptica de Última Milla en el Centro de la ciudad de Ambato, para la Optimización de Recursos:

- a) Si
- b) No

Items	N ° de Personas	Porcentaje
Si	6	100%
No	0	0
<b>TOTAL:</b>	6	100%

**Tabla 4:** Análisis de porcentajes pregunta 2.

**Cree usted que es conveniente la implementación de un anillo de Fibra Óptica de Última Milla en centro de la ciudad de Ambato, para la Optimización de Recursos:**



**Figura 20:** Análisis gráfico de porcentajes pregunta 2.

Los encuestados consideran en un 100% que los recursos de Planta Externa se pueden optimizar con la implementación de un anillo de Fibra Óptica de Última Milla en centro de la ciudad de Ambato.

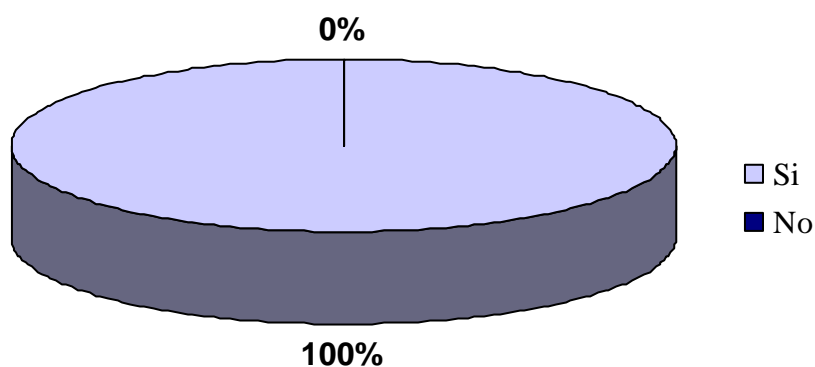
**4.2.3 Pregunta 3:** Cree usted, que un Anillo de Fibra Óptica de Última Milla en el centro de la ciudad de Ambato ayudaría a la atención eficaz de clientes corporativos:

- a) Si
- b) No

Items	N ° de Personas	Porcentaje
Si	6	100%
No	0	0
<b>TOTAL:</b>	6	100%

**Tabla 5:** Análisis de porcentajes pregunta 3.

**Cree usted, que un Anillo de Fibra Óptica de Última Milla en el centro de la ciudad de Ambato ayudaría a la atención eficaz de clientes corporativos :**



**Figura 21:** Análisis gráfico de porcentajes pregunta 3.

El 100% de los encuestados creen que un anillo de Fibra Óptica de Última Milla en centro de la ciudad de Ambato, ayudaría a la atención eficaz de clientes corporativos.

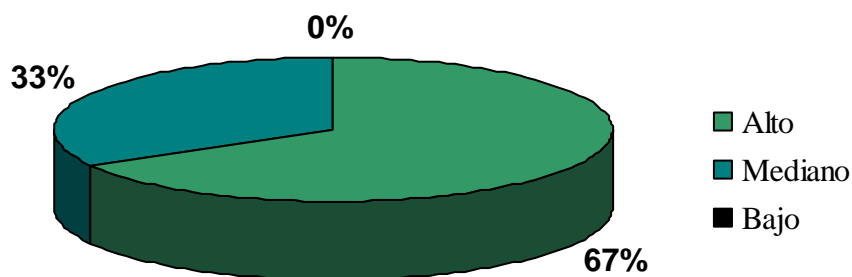
**4.2.4 Pregunta 4:** Cree usted, que al optimizar los Recursos de Planta Externa se obtendrá un ahorro considerable en la implementación de proyectos futuros:

- a) Alto
- b) Mediano
- b) Bajo

Items	N ° de Personas	Porcentaje
Alto	4	66.66%
Mediano	2	33.33%
Bajo	0	0%
<b>TOTAL:</b>	6	100%

**Tabla 6:** Análisis de porcentajes pregunta 4.

**Cree usted, que al optimizar los Recursos de Planta Externa se obtendrá un ahorro considerable en la implementación de proyectos futuros:**



**Figura 22:** Análisis gráfico de porcentajes pregunta 4.

En esta pregunta el 67% de los encuestados consideran que al optimizar los recursos de Planta externa en el centro de la ciudad de Ambato, se obtendrá un ahorro considerable en la implementación de proyectos futuros, mientras que el 33% piensa que se ahorrara medianamente.

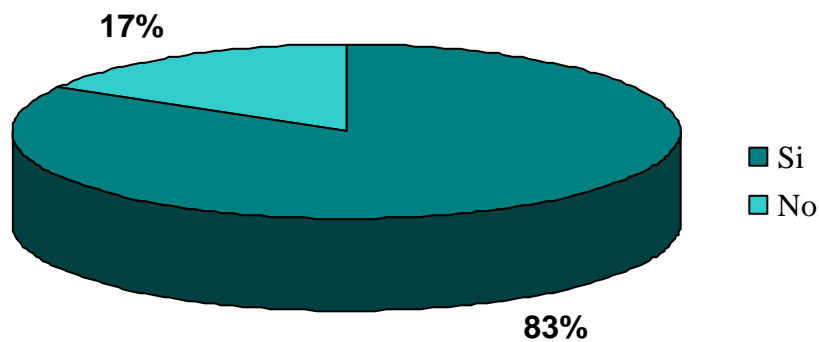
**4.2.5 Pregunta 5:** Cree usted, que la implementación de este Proyecto es factible dentro de la C.N.T. (Corporación Nacional de Telecomunicaciones):

- c) Si
- d) No

Items	N ° de Personas	Porcentaje
Si	5	83.33%
No	1	16.66%
<b>TOTAL:</b>	6	100%

**Tabla 7:** Análisis de porcentajes pregunta 5.

**Cree usted, que la implementación de este Proyecto es factible dentro de la C.N.T. (Corporación Nacional de Telecomunicaciones) :**



**Figura 23:** Análisis de porcentajes pregunta 5.

El 83% de los encuestados creen que un anillo de Fibra Óptica de Última Milla en el centro de la ciudad de Ambato es factible implementar dentro de la C.N.T. (Corporación Nacional de Telecomunicaciones), en cambio el 17% dice que no es factible.

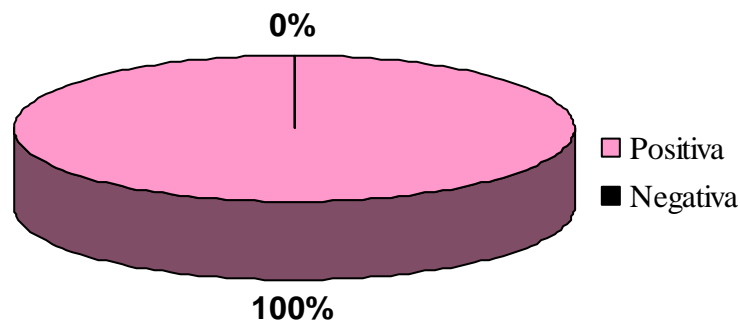
**4.2.6 Pregunta 6:** Influiría en el desarrollo económico el hecho de tener un Anillo de Fibra Óptica de última milla en el centro de la ciudad de Ambato ¿De qué forma? :

- a) Positiva
- b) Negativa

	N ° de Personas	Porcentaje
Positiva	6	100%
Negativa	0	0%
<b>TOTAL:</b>	6	100%

**Tabla 8:** Análisis de porcentajes pregunta 6.

**Influiría en el desarrollo económico el hecho de tener un Anillo de Fibra Óptica de última milla en el centro de la ciudad de Ambato ¿De qué forma? :**



**Figura 24:** Análisis gráfico de porcentajes pregunta 6.

El 100% de los encuestados creen que un anillo de Fibra Óptica de Última Milla en centro de la ciudad de Ambato, influiría de una manera positiva en el desarrollo económico de la empresa.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. Conclusiones:**

Al recoger los resultados de la encuesta se encuentra una necesidad imperante en la optimización de recursos de Planta Externa ya que estos se consideran que se saturarán a corto plazo.

Se refleja claramente, la influencia de un sin número de aspectos que contribuyen a la saturación y congestión de los recursos de Planta Externa, por ejemplo, la canalización de la red secundaria para evitar la contaminación visual.

La ejecución de varios proyectos, para la ampliación ya sea de red primaria como de secundaria, acometidas de cobre y fibra óptica, va en aumento debido a la demanda de los clientes en esta zona.

#### **5.2. Recomendaciones:**

Priorizar la implementación de este proyecto, por la demanda de servicios de banda ancha principalmente para la transmisión de datos en el sector corporativo.

Es necesario el ordenamiento de la red canalizada del centro de la ciudad de Ambato, para poder descongestionar la misma.

Analizar la posible aplicación del anillo de fibra óptica de última milla, en otros sectores de la ciudad de Ambato considerados como de gran demanda comercial y tecnológica.

Es recomendable además hacer un estudio complementario de equipos de monitoreo e interconexión de este anillo con lo que se podría tener una idea clara de tráfico y control de los clientes.



## **CAPITULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.1 Datos Informativos**

a) Tema de la propuesta:

Anillo de Fibra Óptica de Última Milla para la optimización de recursos de planta externa en el centro de la ciudad de Ambato.

- b) Ubicación: Tungurahua, Ambato  
c) Cobertura: Centro de la ciudad de Ambato  
d) Tutor: Ing. Julio Cuji  
e) Autor: Andrea Proaño

#### **6.2 Antecedentes de la Propuesta**

Como punto de partida para el diseño de la propuesta se tiene planos de canalización de planta externa en el centro de la ciudad de Ambato y documentos sobre informes del área de fiscalización sobre obra civil y proyectos de planta externa que reflejan el estado actual de la canalización de planta externa del centro de Ambato; además de esto la empresa cuenta con la información de ciertos recursos de planta externa que pueden ser utilizados y aprovechados.

La empresa posee también información de proyectos de fibra de última milla ya realizados para lugares o empresas específicas dentro del sector a analizar que serán de valiosa ayuda para ubicar adecuadamente la ruta a seguir por el anillo y

de esta forma no redundar en sectores donde ya se posee el servicio sino que sirva más bien para obtener nuevos clientes y brindar mayor cobertura.

### **6.3 Justificación**

El presente proyecto, sirve para cubrir las demandas actuales y futuras de los clientes corporativos, ya que por este medio se puede difundir varios servicios dentro de las telecomunicaciones con tecnología avanzada, obteniendo de esta forma un amplio conocimiento de las redes telefónicas actuales y de los servicios que las empresas proveedoras pueden brindar con esto tipo redes.

El proyecto busca evitar la saturación de los recursos de planta externa ya que se trata de una zona con alto índice de crecimiento que cada vez va en aumento, con el diseño y la futura implementación se obtendrá una mayor factibilidad para ampliaciones o descongestiones de la red de planta externa tanto primaria como secundaria, además contribuye a la disminución de la contaminación visual que genera la saturación de estos recursos.

La fibra óptica por ser un medio más confiable que el cobre, ayudara a la empresa a ganarse de un mayor prestigio por brindar mayor calidad y seguridad en la transmisión de datos, ya que se ha palpado un crecimiento porcentual en comparación a años pasados de un 120% del requerimiento de este tipo de servicios.

### **6.4 Objetivos**

#### **6.4.1 Objetivo General**

- Diseñar un anillo de fibra óptica de última milla para la optimización de recursos de planta externa para el centro de la ciudad de Ambato.

## **6.4.2 Objetivos Específicos**

- Determinar los clientes potenciales a los que se les beneficiará con este servicio para establecer la ruta adecuada del anillo de última milla.
- Analizar las características técnicas de los dispositivos utilizados en anillos de fibra óptica.
- Diseñar el anillo de fibra óptica de acuerdo a las necesidades de los clientes.

## **6.5 Análisis de Factibilidad**

### **6.5.1 Factibilidad Operativa**

Actualmente CNT EP cuenta con la infraestructura y recursos de planta externa necesaria para poner en marcha este proyecto en el centro de la ciudad de Ambato, la central está ubicada en un sitio estratégico y está dotada de una gran seguridad, además del espacio físico adecuado en sus centrales para la ubicación de equipos.

### **6.5.2 Factibilidad Técnica**

La C.N.T. EP cuenta con personas totalmente capacitadas para implementar dicho proyecto, y ponerlo en marcha de una manera eficaz, de la misma manera existen clientes especialmente en el sector corporativo que estarían dispuestos a adquirir el servicio de este proyecto, ya que se beneficiarían de manera positiva. La empresa brinda una gran escalabilidad y compatibilidad en cuanto a equipos que vayan a ser conectados e incorporados a su sistema, además posee una importante información y acuerdos con distintos proveedores de equipos que tienen una gama de productos para las distintas aplicaciones que requiera la empresa lo que facilita su adquisición.

### **6.5.3 Factibilidad Económica**

La C.N.T. EP en este momento cuenta con el presupuesto necesario para poder llevar a cabo este proyecto, ya que sería una gran inversión que significaría un ahorro futuro

## **6.6 Fundamentación**

### **6.6.1 Fibra óptica:**

La fibra óptica es una delgada hebra de vidrio o silicio fundido que conduce la luz. Se requieren dos filamentos para una comunicación bi-direccional: TX y RX. El grosor del filamento es comparable al grosor de un cabello humano, es decir, aproximadamente de 0,1 mm.

La señal de la fibra óptica no se atenúa tanto como en el cobre, ya que en las fibras no se pierde información por refracción o dispersión de luz consiguiéndose así buenos rendimientos. Además, se pueden emitir a la vez por el cable varias señales diferentes con distintas frecuencias para distinguirlas.

La fibra es ampliamente utilizada para comunicación a larga distancia, también en las redes de área local que permiten la transferencia rápida y eficaz de información entre un grupo de usuarios y reduce los costes de explotación. Este sistema aumenta el rendimiento de los equipos y permite fácilmente la incorporación a la red de nuevos usuarios. El desarrollo de nuevos componentes electroópticos y de óptica integrada aumentará aún más la capacidad de los sistemas de fibra.

## 6.6.2 Componentes y tipos de fibra óptica

### a) Componentes de la Fibra Óptica

**El Núcleo:** En sílice, cuarzo fundido o plástico en el cual se propagan las ondas ópticas. Diámetro: 50 o 62,5 um para la fibra multimodo y 9um para la fibra monomodo.

**La Funda Óptica:** Generalmente de los mismos materiales que el núcleo pero con aditivos que confinan las ondas ópticas en el núcleo.

**El revestimiento de protección:** por lo general está fabricado en plástico y asegura la protección mecánica de la fibra.

### b) Tipos de Fibra Óptica:

Las fibras ópticas pueden clasificarse según su perfil de índices en abruptas (el índice pasa bruscamente del valor de la cubierta al del núcleo con un escalón) y graduales (el índice pasa de forma suave desde la cubierta hasta el núcleo). Además se suelen clasificar según el número de modos que soportan. Los tipos de fibras más comunes son: monomodo, multimodo de índice gradual y multimodo de índice abrupto.

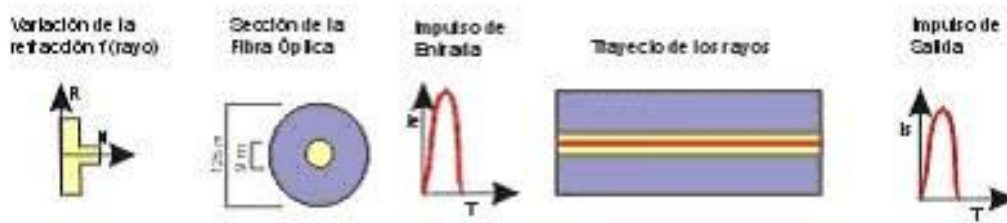
#### 1) Fibra Monomodo:

Son aquellas que por su especial diseño pueden guiar y transmitir un solo rayo de luz (un modo de propagación) y tiene la particularidad de poseer un ancho de banda elevadísimo.

Potencialmente, esta es la fibra que ofrece la mayor capacidad de transporte de información. Tiene una banda de paso del orden de los 100 GHz/km. Los mayores flujos se consiguen con esta fibra, pero también es la más compleja de implantar.

Son fibras que tienen el diámetro del núcleo en el mismo orden de magnitud que la longitud de onda de las señales ópticas que transmiten, es decir, de unos 5 a 8mm.

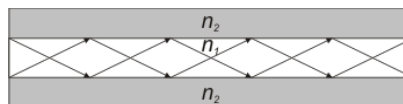
En estas fibras monomodo cuando se aplica el emisor de luz, el aprovechamiento es mínimo, también el costo es más elevado, la fabricación difícil y los acoples deben ser perfectos.



**Figura 25:** Esquema de transmisión de una fibra monomodo.

## 2) Fibra Multimodo:

Son aquellas que pueden guiar y transmitir varios rayos de luz por sucesivas reflexiones, (modos de propagación).



**Figura 26:** Modo de propagación en una fibra multimodo

Los modos son formas de ondas admisibles, la palabra *modo* significa trayectoria.

## 3) Fibra Multimodo de Índice Gradiente Gradual:

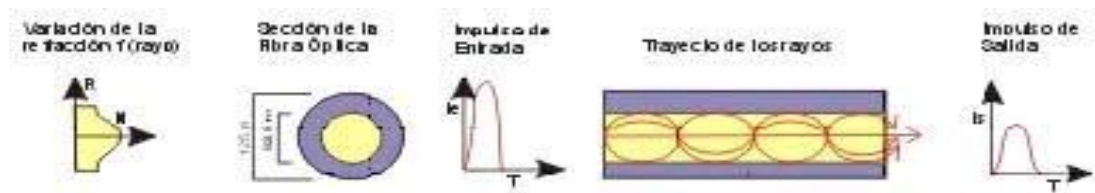
Las fibras multimodo de índice de gradiente gradual tienen una banda de paso que llega hasta los 500MHz por kilómetro. Su principio se basa en que el índice de refracción en el interior del núcleo no es único y decrece cuando se desplaza del

núcleo hacia la cubierta. Los rayos luminosos se encuentran enfocados hacia el eje de la fibra. Estas fibras permiten reducir la dispersión entre los diferentes modos de propagación a través del núcleo de la fibra.

La fibra multimodo de índice de gradiente gradual de tamaño 62,5/125 mm (diámetro del núcleo/diámetro de la cubierta) está normalizado, pero se pueden encontrar otros tipos de fibras:

Multimodo de índice escalonado 100/140 mm.

Multimodo de índice de gradiente gradual 50/125 mm.

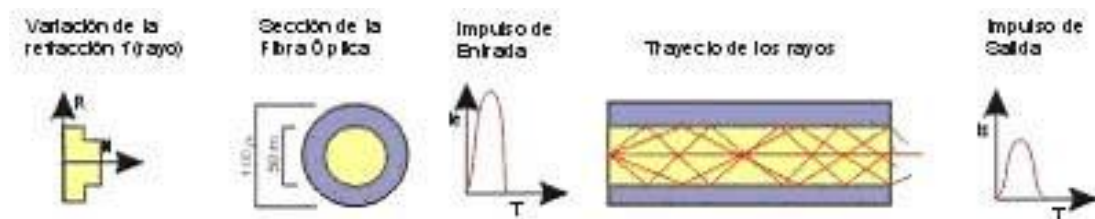


**Figura 27:** Esquema de propagación en una fibra multimodo de índice gradual

#### 4) Fibra Multimodo de índice escalonado o abrupto:

Las fibras multimodo de índice escalonado están fabricadas a base de vidrio, con una atenuación de 30 dB/km, o plástico, con una atenuación de 100 dB/km.

Tienen una banda de paso que llega hasta los 40 MHz por kilómetro. En estas fibras, el núcleo está constituido por un material uniforme cuyo índice de refracción es claramente superior al de la cubierta que lo rodea. El paso desde el núcleo hasta la cubierta conlleva por tanto una variación brutal del índice, de ahí su nombre de índice escalonado. [9]



**Figura 28:** Esquema de propagación en una fibra multimodo de índice escalonado

### 6.6.3 Características de la fibra óptica:

#### a) Características Mecánicas

La F.O. como elemento resistente dispuesto en el interior de un cable formado por agregación de varias de ellas, no tiene características adecuadas de tracción que permitan su utilización directa. Por otra parte, en la mayoría de los casos las instalaciones se encuentran a la intemperie o en ambientes agresivos que pueden afectar al núcleo, por ello es necesario disponer de cubiertas y protecciones de calidad capaces de proteger a la fibra. Para alcanzar tal objetivo hay que tener en cuenta su sensibilidad a la curvatura y microcurvatura, la resistencia mecánica y las características de envejecimiento. Las microcurvaturas y tensiones se determinan por medio de los ensayos de:

**Tensión:** cuando se estira o contrae el cable se pueden causar fuerzas que rebasen el porcentaje de elasticidad de la fibra óptica y se rompa o formen microcurvaturas.

**Compresión:** es el esfuerzo transversal.

**Impacto:** se debe principalmente a las protecciones del cable óptico.

**Enrollamiento:** existe siempre un límite para el ángulo de curvatura pero, la existencia del forro impide que se sobrepase.

**Torsión:** es el esfuerzo lateral y de tracción.

**Limitaciones Térmicas:** Estas limitaciones difieren en alto grado según se trate de fibras realizadas a partir del vidrio o a partir de materiales sintéticos.

Otro objetivo es minimizar las pérdidas adicionales por cableado y las variaciones de la atenuación con la temperatura. Tales diferencias se deben a diseños calculados a veces para mejorar otras propiedades, como la resistencia mecánica, la calidad de empalme, el coeficiente de relleno (número de fibras por mm<sup>2</sup>) o el costo de producción.

Actualmente encontramos en las fibras ópticas mejoras como:



## 1) Coberturas más resistentes:

La cubierta especial es extruida a alta presión directamente sobre el mismo núcleo del cable, resultando en que la superficie interna de la cubierta del cable tenga aristas helicoidales que se aseguran con los subcables.

La cubierta contiene 25% más material que las cubiertas convencionales.

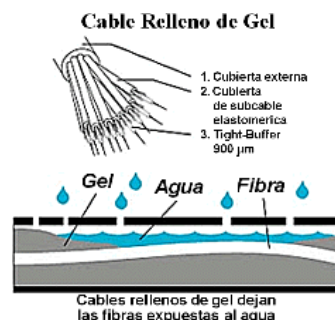


**Figura 29:** Cobertura para Fibra

## 2) Protección en lugares:

En cables de tubo holgado rellenos de gel, el gel dentro de la cubierta se asienta dejando canales que permitan que el agua migre hacia los puntos de terminación.

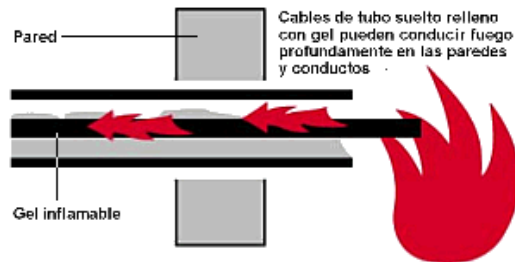
El agua puede acumularse en pequeñas piscinas en los vacíos, y cuando la delicada fibra óptica es expuesta, la vida útil es recortada por los efectos dañinos del agua en contacto. Combaten la intrusión de humedad con múltiples capas de protección alrededor de la fibra óptica. El resultado es una mayor vida útil, mayor confiabilidad especialmente ambientes húmedos.



**Figura 30:** Protección de gel.

### 3) Protección Anti-inflamable:

Los nuevos avances en protección anti-inflamable hace que disminuya el riesgo que suponen las instalaciones antiguas de Fibra Óptica que contenían cubiertas de material inflamable y relleno de gel que también es inflamable.



**Figura 31:** Protección anti- inflamable

Estos materiales no pueden cumplir con los requerimientos de las normas de instalación, presentan un riesgo adicional, y pueden además crear un reto costoso y difícil en la restauración después de un incendio. Con los nuevos avances en este campo y en el diseño de estos cables se eliminan estos riesgos y se cumple con las normas de instalación.

### 4) Empaquetado de alta densidad:

Con el máximo número de fibras en el menor diámetro posible se consigue una más rápida y más fácil instalación, donde el cable debe enfrentar dobleces agudos y espacios estrechos. Se ha llegado a conseguir un cable con 72 fibras de construcción súper densa cuyo diámetro es un 50% menor al de los cables convencionales.

#### b) Características Técnicas:

La fibra es un medio de transmisión de información analógica o digital. Las ondas electromagnéticas viajan en el espacio a la velocidad de la luz.

Básicamente, la fibra óptica está compuesta por una región cilíndrica, por la cual se efectúa la propagación, denominada núcleo y de una zona externa al núcleo y coaxial con él, totalmente necesaria para que se produzca el mecanismo de propagación, y que se denomina envoltura o revestimiento.

La capacidad de transmisión de información que tiene una fibra óptica depende de tres características fundamentales:

- Del diseño geométrico de la fibra.
- De las propiedades de los materiales empleados en su elaboración. (diseño óptico).
- De la anchura espectral de la fuente de luz utilizada. Cuanto mayor sea esta anchura, menor será la capacidad de transmisión de información de esa fibra.



**Figura 32:** Partes de una Fibra de varios hilos.

Presenta dimensiones más reducidas que los medios preexistentes. Un cable de 10 fibras tiene un diámetro aproximado de 8 o 10 mm. y proporciona la misma o más información que un coaxial de 10 tubos.

El peso del cable de fibras ópticas es muy inferior al de los cables metálicos, redundando en su facilidad de instalación.

El sílice tiene un amplio margen de funcionamiento en lo referente a temperatura, pues funde a 600C. La F.O. presenta un funcionamiento uniforme desde -550 C a +125C sin degradación de sus características. [5]

#### **6.6.4 Redes con Fibra Óptica:**

Las redes de fibra óptica se emplean cada vez más en telecomunicación, debido a que las ondas de luz tienen una frecuencia alta y la capacidad de una señal para transportar información aumenta con la frecuencia.

En las redes de comunicaciones por fibra óptica se emplean sistemas de emisión láser. Aunque en los primeros tiempos de la fibra óptica se utilizaron también emisores LED, en el 2007 están prácticamente en desuso.

Tenemos las siguientes tipos de redes con fibra óptica:

- Redes FDDI
- Redes 10 base F
- Redes Fast ethernet 100 base FX
- Gigabit ethernet 1000 base SX y 1000 base LX
- Redes de alta velocidad SDH/SONET
- Redes HFC (red híbrida)
- Redes DWDM

##### **a) Redes FDDI.**

**FDDI (Fiber Distributed Data Interface)** es un conjunto de estándares ISO y ANSI para la transmisión de datos en redes de computadoras de área extendida o local (LAN) mediante cable de fibra óptica. Se basa en la arquitectura token ring y permite una comunicación tipo Full Duplex. Dado que puede abastecer a miles de usuarios, una LAN FDDI suele ser empleada como backbone para una red de área amplia (WAN).

Una red FDDI utiliza dos arquitecturas token ring, una de ellas como apoyo en caso de que la principal falle. En cada anillo, el tráfico de datos se produce en dirección opuesta a la del otro. Empleando uno solo de esos anillos la velocidad es de 100 Mbps y el alcance de 200 Km., con los dos la velocidad sube a 200 Mbps pero el alcance baja a 100 Km. La forma de operar de FDDI es muy similar a la de token ring, sin embargo, el mayor tamaño de sus anillos conduce a que su latencia sea superior y más de una trama puede estar circulando por un mismo anillo a la vez.

FDDI se diseñó con el objeto de conseguir un sistema de tiempo real con un alto grado de fiabilidad. Se consideró como un objetivo de diseño la transmisión virtualmente libre de errores. Es por esto, entre otras cosas, que se optó por la fibra óptica como medio para el FDDI. Además se especificó que la tasa de error total del anillo completo FDDI no debiera exceder un error cada  $1e9$  bits (es decir, un error por gigabit) con una tasa de pérdida de paquetes de datos que tampoco excediese  $1e9$ . En el caso que se produzca un fallo en una estación o que se rompa un cable, se evita automáticamente la zona del problema, sin la intervención del usuario, mediante lo que se conoce como “curva de retorno” (wrapback). Esto ocurre cuando el anillo FDDI detecta un fallo y direcciona el tráfico hacia el anillo secundario de modo que pueda reconfigurar la red. Todas las estaciones que se encuentran operando correctamente se mantienen en línea e inalteradas. Tan pronto como se corrige el problema, se restaura el servicio en dicha zona.

La red FDDI tiene un ciclo de reloj de 125 MHz y utiliza un esquema de codificación 4B/5B que permite al usuario obtener una velocidad máxima de transmisión de datos de 100 Mbps. Ahora bien, la tasa de bits que la red es capaz de soportar efectivamente puede superar el 95% de la velocidad de transmisión máxima. Con FDDI es posible transmitir una trama de red, o diversas tramas de tamaño variable de hasta 4500 bytes durante el mismo acceso. El tamaño de trama máximo de 4500 bytes está determinado por la técnica de codificación 4B/5B de FDDI.

Las especificaciones de FDDI permiten que existan un máximo de 500 estaciones FDDI (conexiones físicas) directamente sobre cada anillo paralelo. Las estaciones FDDI utilizan una dirección de 45 bytes, definida por la IEEE.

FDDI especifica la capa física y la capa de enlace de datos del modelo OSI, pero no es una sola especificación, sino un conjunto de 4 especificaciones aisladas, cada una de ellas con una función específica. Juntas, estas especificaciones tienen la capacidad de proveer alta velocidad de conexión entre las capas superiores tales como TCP/IP e IPX y un medio como el cableado de fibra óptica. Las cuatro especificaciones de FDDI son:

- La especificación MAC (Media Access Control) define cómo se accede al medio, incluyendo el formato de la trama, manejo del token, direccionamiento, algoritmos para el cálculo del valor de CRC (control de redundancia cíclica), y mecanismos de recuperación de errores.
  
- La especificación PHY (Physical Layer Protocol) define los procedimientos de codificación y decodificación de datos, requerimientos de temporización (clocking), y el entramado, entre otras funciones.
  
- La especificación PMD (Physical-Medium Dependent) define las características del medio de transmisión, incluyendo enlaces de fibra óptica, niveles de potencia, tasas de error de bit, componentes ópticos y conectores.
  
- La especificación SMT (Station Management) define la configuración de estaciones FDDI, configuración de anillo, características de control de anillo, incluyendo inserción y extracción, inicialización, aislamiento de errores, planificación y estadísticas de colección.

#### **b) Redes 10 base F.**

**10BaseF** utiliza fibra óptica como medio de transmisión para redes Ethernet a una velocidad de 10 Mbps.

El número **10** hace referencia a la velocidad de transmisión, la palabra **base** hace referencia al método de transmisión (banda base), y la letra 'F' hace referencia al medio de transmisión (fibra óptica).

Son totalmente inmunes a señales electromagnéticas, su cableado típico está compuesto por segmentos de FO Multimodo, estos necesitan 2 canales uno para transmitir y otro para recibir datos.

En estas redes existen 2 tipos de segmentos trabajando a 10 Mbps:

- FOIRL
- 10BaseFL

Las especificaciones FOIRL permiten conectar segmentos de cable de FO de hasta 1000m., pero solo entre interconectores, debido a esto surgen los estándares 10baseF, los cuales son:

- 10baseFL, mantiene la compatibilidad con FOIRL, la longitud de segmentos llega hasta los 2 Km. Puede conectar dos computadoras, dos repetidores o un equipo terminal con un repetidor.
- 10baseFB describe un modo síncrono donde se puede superar el número de repetidores de una red a 10Mbps.
- 10baseFP sistema de fibra pasiva que ofrece un conjunto de especificaciones para mezclar segmentos de fibra óptica que unen múltiples equipos sin repetidores entre ellos. Los segmentos son de hasta 500m.

### c) **Redes Fast ethernet 100 base FX**

Redes que trabajan a 100Mbps, mantienen la compatibilidad de acceso al medio; conectan punto a punto dos o más interfaces dependientes del medio (MDI).

El tipo de señalización utilizado se basa en ANSI Fdi, que puede enviar señales continuamente sobre el enlace.

Utiliza un tipo de luz 1300 (NIR; nm near- infrared) que es transmitida a través de dos líneas de fibra óptica, una para recepción (RX) y la otra para transmitir (TX).

Para estos casos, la longitud máxima que abarca es de 400 metros para las conexiones half-duplex (para asegurar la detección de colisiones) o 2 kilómetros para full-duplex sobre fibra óptica multimodo (en comparación con los 100 metros sobre cable de cobre).

En cuanto al tipo de codificación utilizada, 100BASE-FX utiliza la misma codificación 4B/5B y NRZI que usaba 100BASE-TX.

### d) **Gigabit ethernet 1000 base SX y 1000 base LX**

Gigabit Ethernet, también conocida como **GigaE**, es una ampliación del estándar Ethernet (concretamente la versión 802.3ab y 802.3z del IEEE) que consigue una capacidad de transmisión de 1 gigabit por segundo, correspondientes a unos 1000 megabits por segundo de rendimiento contra unos 100 de Fast Ethernet (También llamado 100-Base/T).

Dentro de los estándares de estas redes que usan fibra óptica se tiene:

- 1000baseSX= 1000Mbps, banda base, par de fibra óptica multimodo, 260 metros.



- 1000baseLX= 1000Mbps, banda base, par de fibra óptica monomodo, de 3 a 10 Kilómetros.

### e) Redes de alta velocidad SDH/SONET

Son un conjunto de estándares para la transmisión o transporte de datos síncronos a través de redes de fibra óptica.

SONET Significa por sus siglas en inglés, Synchronous Optical Network; SDH viene de Synchronous Digital Hierarchy. Aunque ambas tecnologías sirven para lo mismo, tienen pequeñas diferencias técnicas; SONET se utiliza en Estados Unidos, Canadá, Corea, Taiwán y Hong Kong ; mientras que SDH es utilizado en el resto del mundo.

Tanto SONET como SDH convergen en el nivel base de SDH de 155 Mbps, definido como STM-1.

El nivel base para SONET es STS-1 (OC-1) y es equivalente a 51.84 Mbps. Así, STM-1 de SDH es equivalente a STS-3 de SONET (3 x 51.84 Mbps = 155.52 Mbps) y así sucesivamente.

Señal eléctrica	Portadora óptica	Velocidad binaria (Mbps)	Equivalencia SDH
STS-1	OC-1	51.84	STM-0
STS-3	OC-3	155,52	STM-1
STS-9	OC-9	466,56	-
STS-12	OC-12	622,08	STM-4
STS-18	OC-18	933,12	-
STS-24	OC-24	1244,16	-
STS-36	OC-36	1866,24	-
STS-48	OC-48	2488,32	STM-16
STS-96	OC-96	4976,64	-
STS-192	OC-192	9953,28	STM-64
STS-256	OC-256	13271,04	-
STS-384	OC-384	19906,56	-
STS-768	OC-768	39813,12	STM-256
STS-1536	OC-1536	79626,24	-
STS-3072	OC-3072	159252,48	-

**Tabla 9:** Comparación de tramas SDH y SONET.



y posteriormente el CCITT (Hoy UIT-T) en 1989 publicó una serie de recomendaciones donde quedaba definida con el nombre de SDH.

Uno de los objetivos de esta jerarquía estaba en el proceso de adaptación del sistema PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy), ya que el nuevo sistema jerárquico se implantaría paulatinamente y debía convivir con la jerarquía plesiócrona instalada. Ésta es la razón por la que la ITU-T normalizó el proceso de transportar las antiguas tramas en la nueva. La trama básica de SDH es el STM-1 (Synchronous Transport Module level 1), con una velocidad de 155 Mbps.

Cada trama va encapsulada en un tipo especial de estructura denominado *contenedor*. Una vez encapsulados se añaden cabeceras de control que identifican el contenido de la estructura (el contenedor) y el conjunto, después de un proceso de multiplexación, se integra dentro de la estructura STM-1. Los niveles superiores se forman a partir de multiplexar a nivel de Byte varias estructuras STM-1, dando lugar a los niveles STM-4, STM-16 y STM-64.

### **3) Estructura de trama STM-1.**

Las tramas contienen información de cada uno de los componentes de la red, *trayecto*, *línea* y *sección*, además de la información de usuario. Los datos son encapsulados en contenedores específicos para cada tipo de señal tributaria.

A estos contenedores se les añade una información adicional denominada "tara de trayecto" (*Path overhead*), que consiste en una serie de bytes utilizados con fines de mantenimiento de red, y que dan lugar a la formación de los denominados contenedores virtuales (VC). El resultado de la multiplexación es una trama formada por 9 filas de 270 octetos cada una (270 columnas de 9 octetos). La transmisión se realiza bit a bit en el sentido de izquierda a derecha y de arriba abajo. La trama se transmite a razón de 8000 veces por segundo (cada trama se transmite en 125  $\mu$ s). Por lo tanto, el régimen binario (Rb) para cada uno de los niveles es:

**STM-1** = 8000 \* (270 octetos \* 9 filas \* 8 bits)= 155 Mbps

**STM-4** = 4 \* 8000 \* (270 octetos \* 9 filas \* 8 bits)= 622 Mbps

**STM-16** = 16 \* 8000 \* (270 octetos \* 9 filas \* 8 bits)= 2.5 Gbps

**STM-64** = 64 \* 8000 \* (270 octetos \* 9 filas \* 8 bits)= 10 Gbps

**STM-256** = 256 \* 8000 \* (270 octetos \* 9 filas \* 8 bits)= 40 Gbps

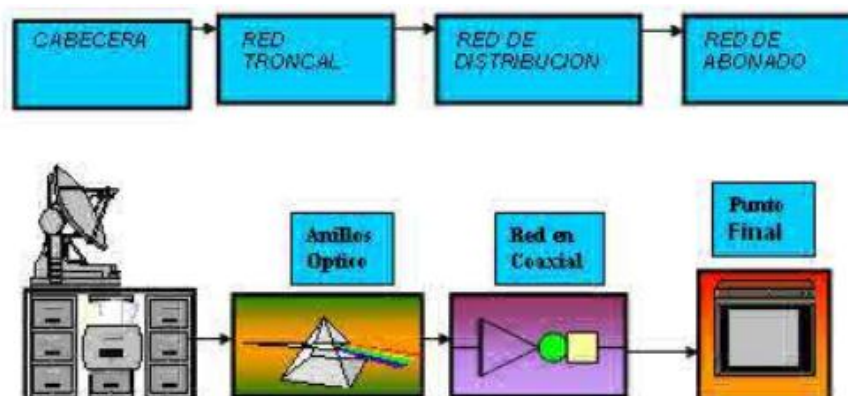
De las 270 columnas que forman la trama STM-1, las 9 primeras forman la denominada "tara" (*overhead*), independiente de la tara de trayecto de los contenedores virtuales antes mencionados, mientras que las 261 restantes constituyen la carga útil (Payload).

En la tara están contenidos bytes para alineamiento de trama, control de errores, canales de operación y mantenimiento de la red y los punteros, que indican el comienzo del primer octeto de cada contenedor virtual.

#### f) Redes HFC (Hybrid/Fiber Coax)

Es una red de telecomunicaciones de alta velocidad por cable que combina la fibra óptica y el cable coaxial. Se usan generalmente en televisión digital.

Se compone básicamente de cuatro partes claramente diferenciadas: la cabecera, la red troncal, la red de distribución, y la red de usuarios (abonados a algún servicio).



**Figura 34:** Esquema general de una red HFC.

Las funciones de una red HFC son:

Recoger las señales que pueden provenir desde diferentes fuentes, procesarlas y entregarlas a la siguiente etapa a través de fibra óptica o cable coaxial.

Separar los canales, modularlos, extraer información para monitoreo y combinarlos para enviarlos a una siguiente etapa.

Derivar el flujo anterior y transportarlo hacia los clientes a través de fibras ópticas, cables coaxiales y otros equipos.

Recibir y procesar señales provenientes de los clientes.

#### **g) DWDM**

Acrónimo, en inglés, de *Dense wavelength Division Multiplexing*, que significa *Multiplexación por división en longitudes de onda densas*. DWDM es una técnica de transmisión de señales a través de fibra óptica usando la banda C (1550 nm), es muy similar a la Multiplexación por división de frecuencia que se utiliza en medios de transmisión electromagnéticos. Varias señales portadoras (ópticas) se transmiten por una única fibra óptica utilizando distintas longitudes de onda de un haz láser cada una de ellas. Cada portadora óptica forma un canal óptico que podrá ser tratado independientemente del resto de canales que comparten el medio (fibra óptica) y contener diferente tipo de tráfico. De esta manera se puede multiplicar el ancho de banda efectivo de la fibra óptica, así como facilitar comunicaciones bidireccionales. Se trata de una técnica de transmisión muy atractiva para las operadoras de telecomunicaciones ya que les permite aumentar su capacidad sin tender más cables ni abrir zanjas.

Las fibras monomodo convencionales pueden transmitir en el rango de 1.300 a 1.550 nm, absorbiendo las longitudes de onda de 1.340 a 1.440 nm. Los sistemas WDM emplean longitudes de ondas en los dos rangos posibles (de 1.300 a 1.340 nm y de 1.440 a 1.550 nm). Existen fibras especiales que permiten la transmisión en

todas las longitudes de ondas comprendidas entre 1.530 y 1.565 nm sin absorción. Sin embargo no todos los componentes opto electrónicos trabajan con la misma eficiencia en todas las longitudes de onda.

Los sistemas DWDM emplean los últimos avances en la tecnología óptica para generar un gran número de longitudes de onda en el rango cercano a 1.550 nm. La ITU-T en su recomendación G.692 define 43 canales en el rango de 1.530 a 1.565 nm con un espaciamiento de 100 GHz, cada canal transportará un tráfico OC-192 a 10 Gbps. Sin embargo, cada día salen al mercado sistemas con mayor número de canales. Un sistema DWDM de 40 canales a 10 Gbps por canal proporciona una velocidad agregada de 400 Gbps. [6]

#### **6.6.5. Anillos de fibra óptica**

Un anillo de fibra óptica hace un uso más eficiente del ancho de banda, proveen la protección máxima para la supervivencia de la red y brindan mayor flexibilidad para el crecimiento de la misma.

Estos anillos manejan una alta capacidad de tráfico simultáneo y proveen un 100% de supervivencia alrededor del mismo. Esta alternativa nos permite proveer diversidad y crecimiento inmediato en nuestra red.

El establecimiento de los anillos de cables de fibra óptica tiene varias ventajas:

##### **a. Proveer diversidad de rutas de transmisión.**

Con los anillos se logra establecer diversidad de **rutas** (dos o más) para lograr **conexión** desde un **punto** a otro. Esto hace que la red sea **flexible** y confiable debido a que en caso de una avería, la conexión se restablece por otra ruta. En muchos casos, esto se realiza de forma **automática**, con un mínimo de interrupción de **servicio** inadvertido a los clientes.

- b. **Proveer mayor ancho de banda para las demandas de nuevos servicios y aplicaciones.**

Los anillos proveen mayor **ancho de banda** en la red para la demanda de servicio. Esto incluye los servicios actuales y **futuros**.

- c. **Utilizar nuevas tecnologías para crear una red de transmisión que permita la restauración automática.**

Debido a la **arquitectura** de los anillos, se pueden implementar equipos con capacidad de restauración **automática**. Estos equipos se vigilan continuamente y, en caso de una avería en el cable de fibra óptica o del propio **equipo**, éste enruta el **tráfico** por otro paso, de forma tal, que la interrupción en el servicio es mínima. De esta manera, la **red** se torna más **confiable** según lo requieren los clientes, servicios y aplicaciones actuales.

#### a) **Tipos de anillos:**

##### 1) **Arquitectura en anillo:**

El elemento principal en una arquitectura de anillo es el ADM. Se pueden colocar varios ADM en una configuración en anillo para tráfico bidireccional o unidireccional. La principal ventaja de la topología de anillo es su seguridad; si un cable de fibra se rompe o se corta, los multiplexores tienen la inteligencia necesaria para desviar el tráfico a través de otros nodos del anillo sin ninguna interrupción.

La demanda de servicios de seguridad, diversidad de rutas en las instalaciones de fibra, flexibilidad para cambiar servicios para alternar los nodos, así como la restauración automática en pocos segundos, han hecho de la arquitectura de anillo una topología muy popular en SONET.

## 2) Multiplexor Add/Drop (ADM)

El multiplexor de extracción-inserción (ADM) permite extraer en un punto intermedio de una ruta parte del tráfico cursado y a su vez inyectar nuevo tráfico desde ese punto. En los puntos donde se tiene un ADM, solo aquellas señales que se necesitan serán descargadas o insertadas al flujo principal de datos. El resto de señales a las que no se tiene que acceder seguirá a través de la red.

## 3) Por topologías:

- anillos unidireccionales (UPSR)
- anillos bidireccionales de dos fibras (*twofiber*BLSR)-
- anillos bidireccionales de cuatro fibras (*fourfiber*BLSR)

Arquitectura	Se usa en
UPSR	Redes de acceso donde la mayoría del tráfico acaba en una oficina central
BLSR 2 f.o.	Redes metropolitanas con tráfico de datos muy distribuido
BLSR 4 f.o.	Aplicaciones donde se requiera una gran capacidad y/o protección extra

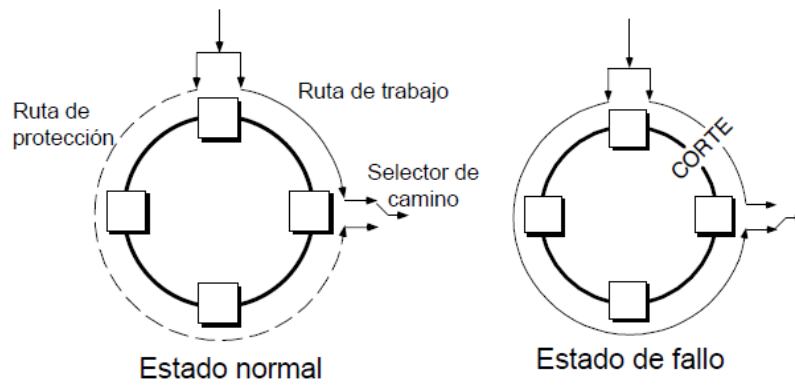
**Tabla 10:** Uso general de los anillos de fibra por topología.

### a. Anillos unidireccionales (UPSRs)

Los nodos están interconectados utilizando exclusivamente dos fibras ópticas.

El tráfico fluye en un único sentido, son los que suelen utilizarse como anillos de acceso (STM-1). La señal se manda por las dos fibras a la vez.

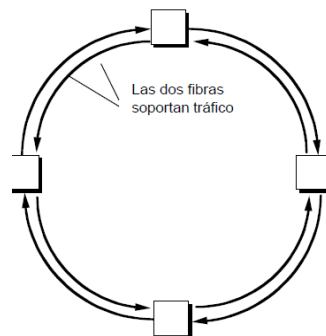




**Figura 35:** Anillos unidireccionales

**b. Anillos bidireccionales de 2 f.o. (BLSR)**

Las dos fibras soportan tráfico, formado por enlaces de dos fibras (ambas de trabajo) entre nodos SDH. Los nodos soportan fácilmente la inserción-extracción de tributarios adecuados a entornos de tráfico muy distribuido (ciudades, interoficinas). El perímetro puede ser de hasta 1200 km, y soporta hasta 16 nodos. La protección se hace por segmentos de tiempo dentro de la SDH y además permite sinergias muy importantes con ATM



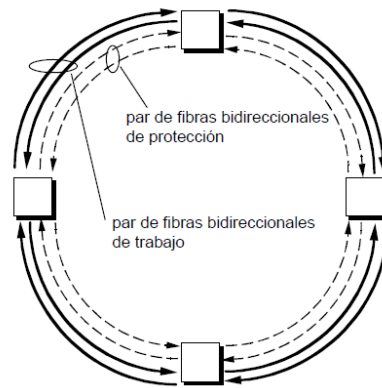
**Figura 36:** Anillo Bidireccional.

El ancho de banda de los anillos bidireccionales de dos fibras se reparte en dos, una parte para trabajo y otra para protección. Así, de los 622 Mb/s de un STM-4, 311 Mb/s se usan en una dirección para tráfico y otros 311 Mb/s quedan para protección.

Eso no significa que se pierda ancho de banda simplemente se ubica en diferentes lugares. De hecho el anillo bidireccional de 2 fibras es uno de los sistemas en los que se aprovecha mejor el ancho de banda ya que permite la incorporación de tráfico extra en la parte no usada del ancho de banda.

### c. Anillos bidireccionales de 4 fibras

Permite doblar la capacidad del anillo al aumentar el número de fibras. Proporciona dos modos de protección frente a fallos: el tradicional 1+1 y el modo de protección de anillos. [10]



**Figura 37:** Anillo bidireccional de 4 fibras.

#### 1) Por capacidad:

- anillos secundarios: STM-16
- anillos primarios: STM-4
- anillos de acceso: STM-1

a. Anillos para áreas urbanas pequeñas:

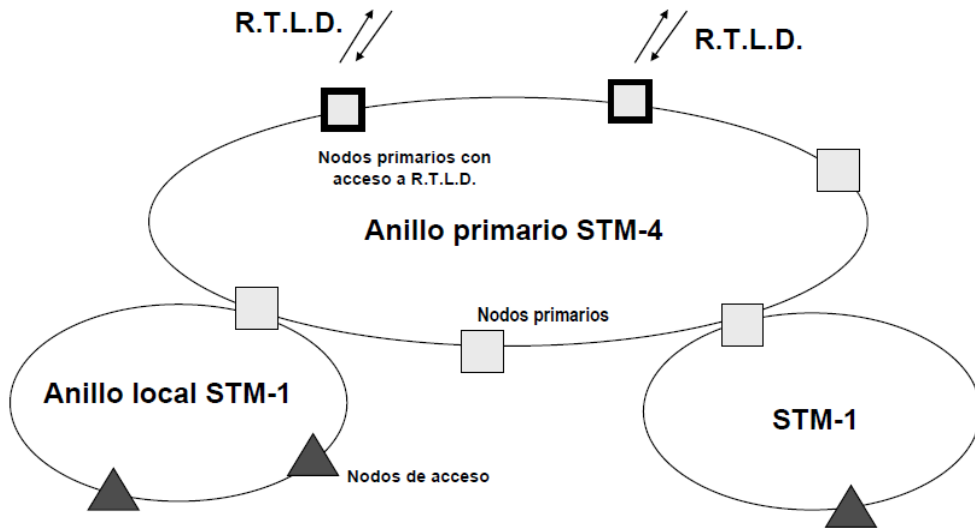


Figura 38: Esquema general de anillo de fibra para áreas urbanas pequeñas

b. Anillos para áreas urbanas grandes:

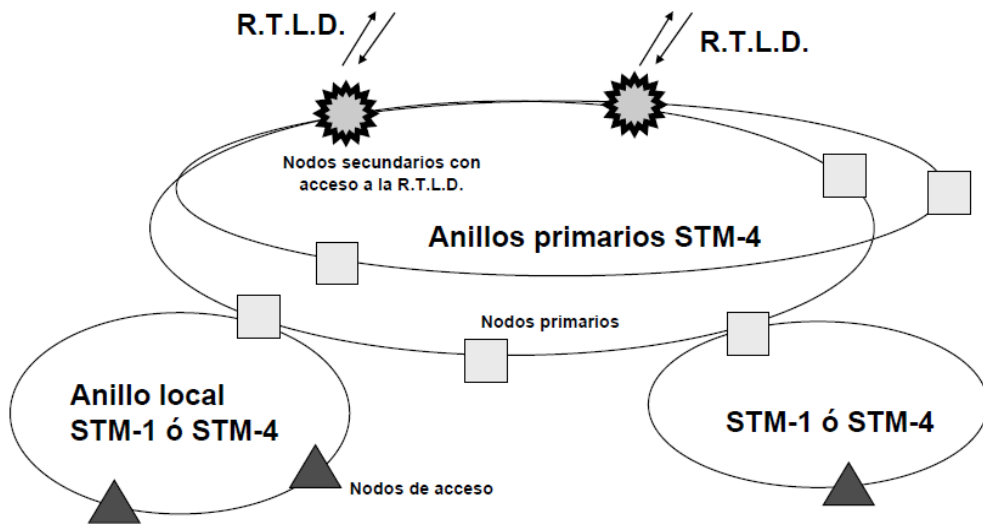
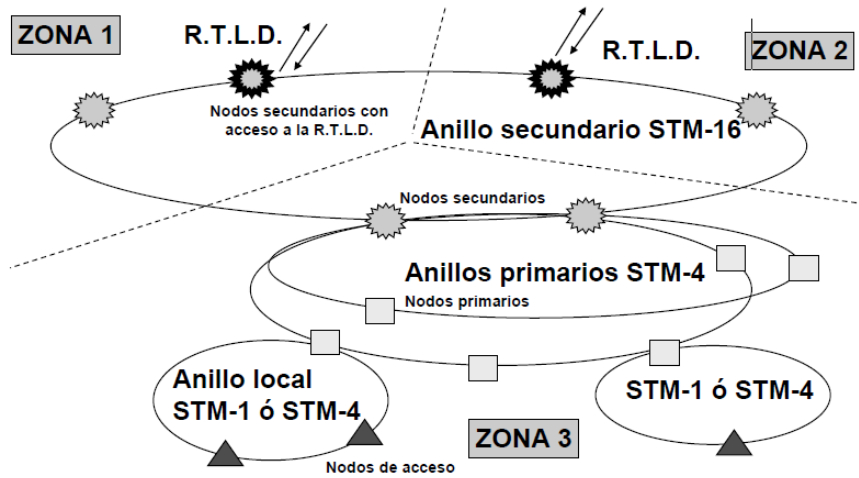


Figura 39: Esquema general de anillo de fibra para áreas urbanas grandes.

c. Anillos para áreas urbanas muy grandes:



**Figura 40:** Esquema general de anillo de fibra para áreas urbanas muy grandes.

## 6.7. Metodología

Las metodologías utilizadas para la concepción del presente proyecto fueron:

### 6.7.1 De campo

Ya que se realizaron diversos recorridos para verificar los clientes potenciales y el estado actual de la canalización de planta externa y exponer la problemática en la que se encuentran estos recursos dentro de esta institución, adquiriendo así de primera mano la ruta que va a ocupar el anillo.

### 6.7.2 Científico

Se hizo un estudio de las nuevas tecnologías que se están utilizando para este tipo de medios de transmisión para de esta forma utilizar el más acertado para obtener un resultado sostenible al tiempo y al crecimiento de la red.

### 6.7.3 Investigativa

Se realizó un estudio a fondo de este sector en cuanto a la demanda de este tipo de servicios y de cómo los está afrontando la empresa para poder solventar dicha demanda y el tiempo que se demora en dar una solución a dichos requerimientos. Además con el estudio de planos y proyectos en ejecución se pudo tomar una decisión de la ruta más adecuada para la canalización del anillo.

### 6.8 Diseño Físico

El anillo propuesto tiene la topología UPSR que viene a ser un anillo unidireccional debido a que la mayoría del tráfico termina en una oficina central, pero con la posibilidad de ser utilizado dependiendo del cliente y su necesidad con otro tipo de topología de acuerdo al grado de tráfico, seguridad y respaldo de fallos por corte de fibra, etc.



**Figura 41:** Esquema general del anillo de fibra óptica de ultima milla.

El diseño del anillo de fibra óptica de última milla que se muestra en este proyecto, se efectuó de acuerdo al análisis de la demanda de posibles clientes que podrían acceder a este medio, y en base a los planos y a la información recolectada en el campo en cuanto a canalización, de esta forma se obtiene una factibilidad técnica real y efectiva al momento de la ejecución del proyecto.

Concibiendo de esta forma que el proyecto se acerque a la realidad y que el anillo atraviese puntos estratégicos y de mayor afluencia de clientes para disminuir tiempos de ejecución y el ahorro de recurso de planta externa.

Para la concepción de equipos y material que se utiliza en el presente proyecto se toma en cuenta los siguientes consideraciones técnicas:

1. Distancia total del tramo del anillo de fibra óptica de última milla

Este aspecto es muy importante debido a que de este depende el tipo de fibra que se va a utilizar y del modo de propagación de la misma, además los equipos terminales.

2. Servicios que se va a proveer

Esto influye mucho en los equipos terminales, de acuerdo a esta consideración se utiliza equipos que soporten la tecnología adecuada a los posibles requerimientos de los clientes y que sea de gran escalabilidad a futuro.

3. Ruta que se va a seguir y formas de canalización

Esto nos ayuda a escoger la Fibra y la protección que debe tener la misma contra posible ataques externos ya sea provocados o por el uso y el medio ambiente que le rodea.

#### 4. Normas y Estándares

Por tratarse de un Empresa que tiene órganos reguladores y cuyas normas técnicas están bien definidas los equipos a elegir deben cumplir con dichas disposiciones y de los estándares dentro de las organizaciones internacionales.

### 6.8.1 Fibra Óptica

La fibra óptica que se toma en cuenta para el diseño del presente proyecto es MONOMODO debido a la distancia que recorre el anillo y a que ofrece una gran capacidad de transporte de información, además tiene las siguientes características: [ 11]

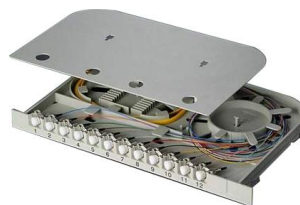
CARACTERÍSTICAS	VALOR / DESCRIPCIÓN
<b>Generales</b>	
Recomendación UIT-T	<b>G.652</b>
Tipo	Monomodo
Número de fibras	48
Configuración	Canalizado, <b>antiroedores.</b>
<b>De transmisión</b>	
Atenuación máxima garantizada	@ 1310nm, 0.4 dB/km @ 1550nm, 0.3 dB/km
Atenuación típica	@ 1310 nm: 0.38 dB/km, @ 1550 nm: 0.2 dB/km
Dispersión cromática: Longitud de onda de dispersión nula. Pendiente de dispersión nula @ 1310nm. Valor de dispersión cromática.	$1310 \text{ nm} \pm 10 \text{ nm} \leq 0.092 \text{ ps/nm}^2.\text{km} \leq 3.2 \text{ ps/nm.km}$ @ $1285\text{nm} \leq \lambda \leq 1330\text{nm} \leq 18 \text{ ps/nm.km}$ @ 1550nm
Diámetro de campo modal	8,6 - 9,5 $\mu\text{m}$ +/- 0,6 $\mu\text{m}$ a 1310 nm 10.4 +/- 0.8 $\mu\text{m}$ a 1550 nm
Longitud de onda de corte: Fibra con revestimiento primario. Fibra cableada.	$1190\text{nm} \leq \lambda \leq 1280\text{nm}$ $\lambda \leq 1260\text{nm}$
<b>Mecánicas</b>	
Características generales	Antiroedores

**Tabla 11:** Características de la fibra óptica G-652

### 6.8.2 ODF (Optical Distribution Frame)

Es un tipo de concentrador modular que facilita la interconexión entre el cliente y el proveedor, una red y otra, etc. Se consideran un principal y varios secundarios en el principal es donde se unirá la planta externa con la interna y los secundarios donde se facilita la conexión con el cliente y es básicamente la interconexión entre la planta externa y la red del abonado.

El ODF es de tipo gabinete con cerradura para montaje en bastidor, para lo cual debe poseer los herrajes adecuados para dicho propósito, sin necesidad de realizar acondicionamientos adicionales tanto en el bastidor como en el herraje del ODF (cortes, agujeros adicionales, etc.). Debe poseer todos los accesorios necesarios para alojar 12, 24 y 48 fibras, para un acople mecánico apropiado de los conectores FC, de los pigtails, y patch cords que se conectan a un equipo de transmisión o instrumentos de prueba. Los conectores de fibra óptica deben ser del tipo FC, con una pérdida máxima de 0.4 dB y pérdida nominal de 0.2 dB. Se deben conectorizar todas las 48 fibras ópticas del cable. [ 11]

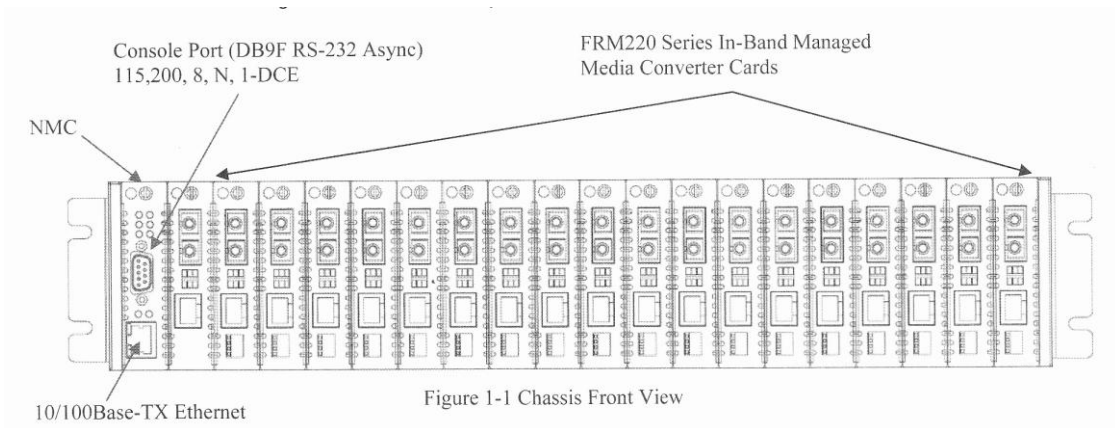


**Figura 42:** ODF tipo rack.

### 6.8.4 Conversores de medios:

Son transceivers de varios tipos que van sujetos a un módulo marca CTC que se ubica en el rack de telecomunicaciones, mismo que alternativamente está conectado a la red empresarial para ser monitoreados.





**Figura 43:** Base de conversores tipo rack CTC

Los conversores se utilizaran de acuerdo a la necesidad del cliente, si el cliente solicitare un E1 se utilizaran los conversores a coaxial, si es un enlace de datos e internet se utilizara conversores a Ethernet por ello la necesidad que sea modular para la fácil ubicación, cambio o reposición de los mismos.

Entre los principales conversores tenemos:

**a) Fibra a Ethernet**

Un modem de fibra para la transmisión de datos para G.703 E1 o T1, tiene una interface de entrada para fibra óptica con las siguientes características:

Tipo de cable: MM 62.2/125 um, 50/125 um.; SM 9/125 um.

Longitud de cable: MM 2Km, SM 15/39/50/80/120 Km, WDM 20/40/60/80 Km.

Longitud de onda: MM 1310nm, SM 1310, 1550 nm, DWDM.

1310Tx/1550Rx(A), 1550Tx/1310Rx(B) .

Tasa de transferencia: 36864Mbps.

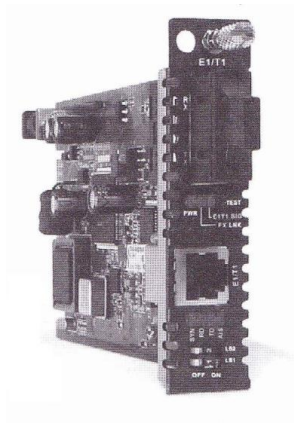
Una interface de salida Ethernet (electrica) con las siguientes características:

Conector: RJ45 E1-120ohm, T1-100ohm.

Tasa de transferencia: E1:2048Mbps, T1: 1554Mbps.

Tipo de cable: Cat.3 en delante de par trenzado.

Los estandares que soporta son E1: ITU-T G.703, G.704, G.706, G.732, G.823;  
T1: ITU-T G.703, G.704, AT&T. TR-6241, ANSI TI.403.



**Figura 44:** Conversor Fibra a Ethernet

#### **b) Fibra a Coaxial**

Un modem de fibra para la transmisión de datos para G.703 E1 o T1, tiene una interface de entrada para fibra óptica con las siguientes características:

Tipo de cable: MM 62.2/125 um, 50/125 um.; SM 9/125 um.

Longitud de cable: MM 2Km, SM 15/39/50/80/120 Km, WDM 20/40/60/80 Km.

Longitud de onda: MM 1310nm, SM 1310, 1550 nm, DWDM.

1310Tx/1550Rx(A), 1550Tx/1310Rx(B) .

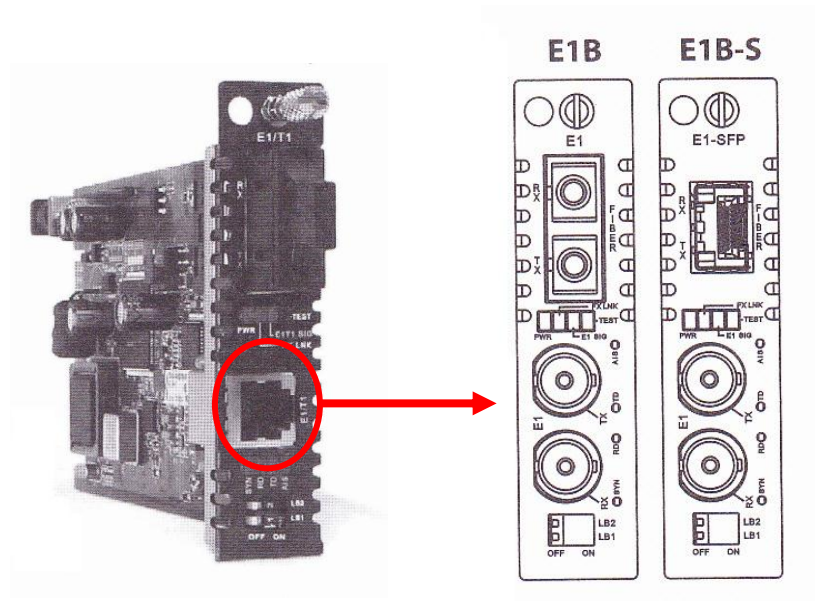
Tasa de transferencia: 36864Mbps.

Una interface de salida Coaxial (electrica) con las siguientes características:

Conector: BNC E1-75ohm.

Tasa de transferencia: E1:2048Mbps, T1: 1554Mbps.

Los estandares que soporta son E1: ITU-T G.703, G.704, G.706, G.732, G.823;  
T1: ITU-T G.703, G.704, AT&T. TR-6241, ANSI TI.403. [12]



**Figura 45:** Conversor Fibra a Coaxial

## 6.9 Análisis económico:

Los costos de los equipos activos y pasivos que se utilizan en el proyecto se detallan a continuación tomando en cuenta la distancia total que cubre el anillo, los materiales a utilizar para su instalación y los parámetros de instalación dispuestos por la empresa:

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (US\$)	PRECIO TOTAL (US\$)
Fibra Óptica Monomodo Prysmian de 48 hilos G.652	m	4057,35	4,80	19475,28
Fusión de la Fibra	hilos	48	45	2160,00
ODF 3Dnet de 48 puertos G.652	U	8	414,83	3318,64
Manguera corrugada plastica de 1 pulgada	m	291	1,83	532,53
Identificadores acrilicos canalizados 8x4 cm	U	98	5,61	549,78
Amarras plásticas	ciento	2	4	8
Tapón simple para Fibra Óptica (Tapón guía 1/1/4):	U	194	10,54	2044,76
Porta Reservas para fibra	U	8	14	112
Grapas metálicas de 1 pulgada	U	291	0,10	29,1
Brocas de concreto número 6	U	5	1,40	7
Tacos fisher número 6	U	1000	0,01	10
Tornillos colepatos número 6	U	1000	0,02	20
Pigtail FC/PC G652 en ODF:	U	384	12,5	4800
<b>total:</b>				<b>33067,09</b>

**Tabla 12:** Análisis económico.

Escogiendo las empresas que manejan un nivel alto de comunicación y una organización de sus datos en el centro de la ciudad de Ambato se tiene que el número de posibles clientes para este anillo es de 90 los cuales pagarían una tarifa mensual mínima de 150 usd más un costo de instalación de 80 usd por una sola vez, lo que significaría una ingreso mínimo de 13,500 usd mensuales, lo que significa que en menos de un año se recuperaría la inversión del proyecto.

Flujo de caja neto (anual)	% tasa de descuento anual	Inversión	VAN	TIR
13500,00 x 12	10%	33067,09	116365,64	4%

**Tabla 13:** Tabla de valor actual neto y tasa interna de retorno.

Según los datos de la tabla tenemos que se recuperaría la inversión en aproximadamente tres meses.

#### **6.10. Conclusiones**

El anillo de fibra óptica traerá a la ciudad un desarrollo tecnológico de gran utilidad para aplicaciones como Vigilancia con cámaras web, Enlaces troncales para instituciones, la llamada ciudad virtual para establecer puntos de acceso a Internet o a Información turística y administrativa de la ciudad, VoIP y el acercamiento a centrales GPON que mejoraría el servicio de telefonía e internet.

#### **6.11. Recomendaciones**

La utilización de marcas reconocidas y que cumplan con el estándar tanto en los elementos activos como en los pasivos del anillo de fibra óptica para así garantizar el trabajo y por ende una comunicación con el menor porcentaje de pérdida que se pueda alcanzar en el mercado.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

### **LIBROS:**

[1] Félix Reinoso, (2006), Levantamiento Catastral de Planta externa de la Central Ambato Sur de Andinatel SA., Rutas 5,15 y Tropezón y su digitalización en ACAD, Ingeniería, Ambato, FISEI-UTA.

[3] JOSE MARTÍN SANZ. (1996), *Comunicaciones Ópticas*, Madrid, Editorial Paraninfo.

[6] J. Capmany, B Ortega (2006), *Redes Ópticas*, Valencia, Editorial UPV

[7] Gerencia de Ingeniería CNT-EP.(2009), Normas de diseño de planta externa, Quito, CNT-EP.

[8] Gerencia Nacional Técnica y Gerencia de Ingeniería CNT-EP. (2011), Norma Técnica para construcción de canalización telefónica, Quito, CNT-EP.

[9] EDWARD L. SAFFORD. (1988), *Fibra Óptica*, Madrid, Editorial Paraninfo.

[11] Gerencia de Ingeniería y Acceso Fijo CNT-EP. (2011), Normativa de diseño y construcción de redes de telecomunicaciones con fibra óptica, Quito, CNT-EP

[12] CTC Union Technologies CO., LTD, (2010), User Manual FRM220 Hardware Installation, Taiwan, Editorial RoHS ready

**INTERNET:**

[2] <http://es.wikipedia.org/wiki/Telecomunicaci%C3%B3n>

[4] <http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/electronica/ElectronicaAplicadaIII/PlantelExterior/IntroduFO1.pdf>

[5] <http://www.monografias.com/trabajos13/fibropt/fibropt.shtml#intro>

[10] <http://es.scribd.com/doc/48412817/1-1-Intro-al-7-1-redes-de-transporte>

# ANEXOS



## Anexo1

### Módulo de Conversores Manual de usuario CTC Union Technologies

#### Chapter 1 Introduction

#### Chapter 1 Introduction

##### 1.0 Introduction

Thank you for choosing the **FRM220** Platform Fiber Media Converter Rack. If you would like to skip right to the installation of the Converter Chassis, proceed to Chapters 2.

This manual is used to explain the hardware installation procedures for the **FRM220**, and present its capabilities and specifications. This manual is divided into 2 Sections, the Introduction and Installation, plus the Appendix. The Appendix includes further information on options for placing the device in service.

Installers should carefully read the Chapter 2, Installation and the Cabling Specification Appendix. The companion document, the **FRM220 NMC Configuration Manual**, is available in electronic format only. The divisions in that manual are intended for use by personnel to answer questions in general areas. Planners and potential purchasers may read the Introduction to determine the suitability of the product to its intended use; Operating Personnel would use the Operations and Web Based Management Chapters and Appendices to become familiar with the line cards and settings. Network Administrators should read the chapters on Operation, Web Based Management and Trouble Shooting to become familiar with the diagnostic capabilities, network settings and management strategies for the SNMP managed chassis.

##### 1.1 Functional Description

The **FRM220-CH20** is a 2U high 19" Rack, 20 slot modular media converter center. The **FRM220** provides an economic solution for high density Fiber Converter installations in enterprises or central offices. All critical components, Power, fans, management module and interface cards are hot swappable allowing online field replacement. An additional feature allows the **FRM220** to detect the working or failing status either of power module or any fan assembly in the unit and activate relays that can be used to control external alarm devices.

There are 19 slots available for installation of FRM220 Converter Cards in the **FRM220** compact rack. An SNMP Card is installed in the far left hand, or first slot, for local and remote management purposes. Each **FRM** Card is an independent fiber to copper converter. When linked to a compatible FRM stand-alone or "I" series FMC (Fiber Media Converter) stand-alone converter, complete in-band management is supported. All settings of the line card and remote connected stand-alone device may be managed through any of the available management interfaces. A variety of cards are or will be available that support multi-mode or single-mode fiber types and connections to SC, ST, FC or even the latest bi-directional single fiber WDM (Wave Division Multiplexing) in ranges from 2Km to 120Km. Converter cards will include Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, Serial (RS-485, RS-232 and RS-422), ITU-T G.703 E1 and T1, Synchronous and Asynchronous Datacom (V.35, RS-530, X.21, RS-449, and RS-232), 155.52M STM-1 repeater, FXO/FXS over fiber and more as the product matures.

The **FRM220** optionally incorporates redundant power modules. The supply, depending on the model, derives its power from either an AC power source (90 ~ 264VAC) and/or DC power source. Two available DC power modules provide either 18-36VDC or 36-72VDC range. When two modules are installed, they provide for power redundancy and are hot swappable even during the FRM220 Line Cards' transmissions. The **FRM220** provides all copper interface connections on the face of each FRM220 Line Card. The fiber interface connectors are also located on the individual FRM220 Line Card's face, along with status indicator LEDs. The status LED indicators provide for quick indications of both copper and fiber link statuses and fault detection.

##### 1.2 Chassis Front Description

The front of the **FRM220** contains the line card slots. They are numbered 1 through 20, from left to right as viewed from the front. The typical configuration is with one NMC (**Network Management Controller**) card in slot number 1 and in-band manageable line cards in any other slot numbered 2 through 20.

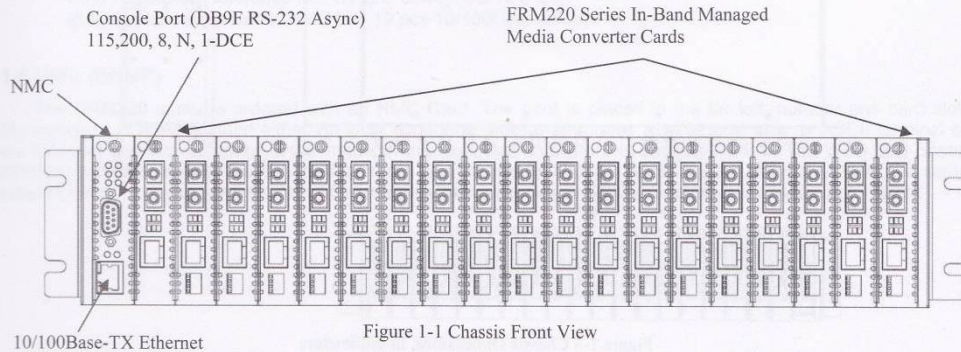


Figure 1-1 Chassis Front View

1.3 Chassis Rear Description

The rear panel holds the chassis interface, the hot-swappable cooling fan modules, and the hot-swappable power modules. The pluggable modules do not require any tools for removal and replacement.

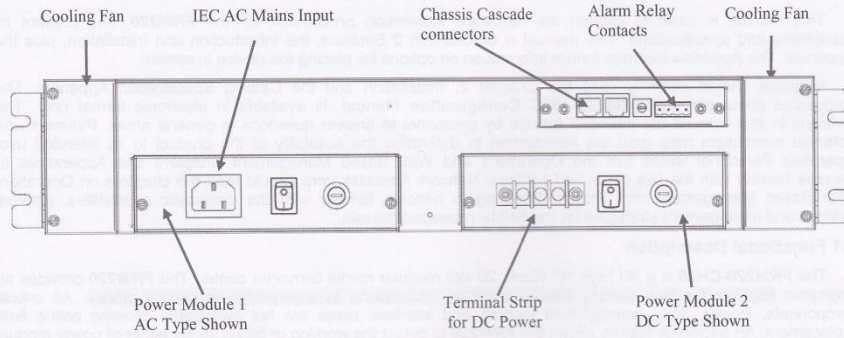


Figure 1-2 Chassis Rear View

1.4 Chassis Physical Dimensions

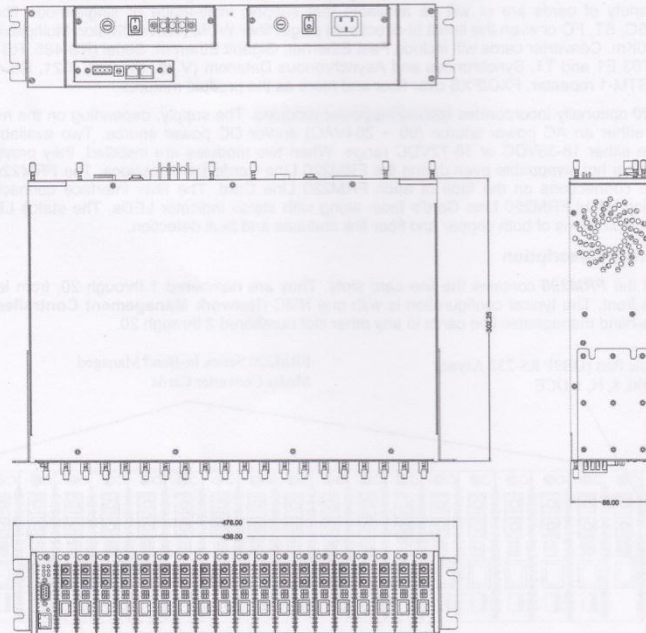


Figure 1-3 Chassis Dimensions, in millimeters

**1.5 Chassis Specifications**

**Environment**

Temperature -10 - 65°C (14-150°F)  
Humidity 5-95% non condensing

**Alarm relay contact ratings**

125VAC 1A  
110VDC 0.6A  
30VDC 4A

**Power Module Specifications**

**AC Power Module**

Input : Universal, 90 (Min.) ~ 264 (Max.) VAC; Frequency : 47~63 Hz  
Output :DC 12V, 200W maximum rating

**DC Power Module**

Input : -36~72 VDC (option 1)  
Input : -18~-36VDC (option 2)  
Output :DC 12V, 200W maximum rating

**Power Consumption**

~60 watts (fully loaded chassis, with random mix of line card types)

**Heat Generation**

~210 BTU (fully loaded chassis, with random mix of line card types)

**Compliance**

European Union : EN55022:2006, Class A, EN55024:1998+A1:2001+A2:2003, and EN60950-1:2001  
FCC : part 15, subpart B, class A

**Reliability**

MTTB : >65,000 hours (25°C)

**Physical Specifications**

Dimensions : 438mm (Width) x 302mm (Depth) x 88mm (Height)  
(US: 17 1/4" wide x 11 7/8" deep x 3 1/2" high)  
Weight : 4.5Kg (US: ~10 lbs)

AC module weight : 690g (US 1.5 lbs)  
DC module weight : 505g (US 1.2 lbs)  
Fan module weight : 200g (US 0.5 lbs)  
NMC card weight : 120g (US 0.25 lbs)

Net Weight : 6.2kgs (US 13 lbs 11 oz)  
(with 1 NMC, 2 fan modules, 1 AC +1 DC power module & two bracket panels for 19" rack-mounting)

Fully Populated Reference Net Weight: 8.4Kg (US 18.5 lbs.)  
(fully loaded, two powers, NMC and 19 pcs 10/100i line cards)

**1.6 NMC (SNMP)**

The **FRM220** must be ordered with an NMC Card. The card is placed in the far left, number one card slot. Management is accomplished either via local control on the asynchronous RS-232 port with an ASCII terminal or via Ethernet and any standard SNMP network management software that supports MIB-II. The WEB GUI based interface provides an easy method for the user to operate and monitor the whole system. Almost all FRM line cards support remote in-band configuration when paired with the same type FRM220 stand-alone in-band converter.

## Anexo 2

### Características de los conversores

#### Chapter 1 Introduction

##### 1.7.6 FRM220-E1/T1 In-band managed G.703 E1/T1(DS1) Fiber Modem

The FRM220-E1/T1 is a fiber modem transport for G.703 E1 or T1(DS1) transmission. The BNC model (E1 only) provides unbalanced 75 Ohm coaxial connections while the RJ-45 model provides balanced 100/120 Ohm connections over twisted pair wiring. When the FRM220-E1/T1 card is placed in the FRM220 rack with in-band management, the card status, type, version, fiber link status, E1 or T1 link status and alarms can all be displayed. Configuration is also available to enable or disable the port, reset the port, do far end fault setting, and initiate local or far end loop-back tests. When configured in G.703 E1 mode, this model also supports fractional E1 (G.704) as well as remote connection to FRM220-Data (V.35, RS-530/449, X.21) fiber modem for either unframed (2048Kbps) or fractional (nx64kbps where n=1 to 31) transmissions.

##### Features

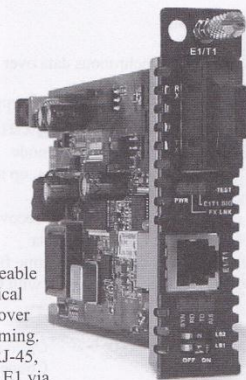
- Network Management via Terminal or SNMP in FRM220 chassis
- T1/E1 RJ-45 (USOC RJ-48C) or Coax (BNC) Fiber Modem
- Supports AMI or B8ZS/HDB3 line codes
- Unframed (transparent clear channel) mode
- N x 64K (fractional E1) mode
- Supports point to point (CPE) solution with FRM220-DATA
- User selectable Loop back tests
- Far End Fault (FEF) detection

##### Specifications

Ports	Connector	1x9 (SC, ST, FC) or SFP LC
Optical Interface	Cable type	MM 62.2/125 $\mu$ m, 50/125 $\mu$ m. SM 9/125 $\mu$ m
	Cable length	MM 2km, SM 15/30/50/80/120km, WDM 20/40/60/80km
	Wavelength	MM 1310nm, SM 1310, 1550nm, WDM 1310Tx/1550Rx(type A), 1550Tx/1310Rx(type B)
	Data rate	36.864Mbps
Electrical Interface	Connector	RJ45 E1-120ohm, T1-100ohm, BNC E1-75ohm
	Data rate	E1: 2.048Mbps, T1:1.544Mbps
	Line Code	E1 HDB3/AMI, T1 B8ZS/AMI
	Cable type	Cat.3 or higher Twisted-Pair cable
Standards		E1 ITU-T G.703, G.704, G.706, G.732, G.823 T1 ITU-T G.703, G.704, AT&T, TR-62411, ANSI T1.403
LEDs		Power, FX-Link, E1/T1 SIG, Test, SYN, RD, TD, AIS
Power		DC In 12V
Consumption		< 5W
Dimensions		155 x 88 x 23mm (D x W x H)mm
Weight		120g
Temperature		-10~60°C (Operating) , -20~70°C (Storage)
Humidity		10~95% non-condensing
Certification		CE, FCC, LVD, RoHS
MTBF		65,000 h (25°C)

##### This product includes the following models:

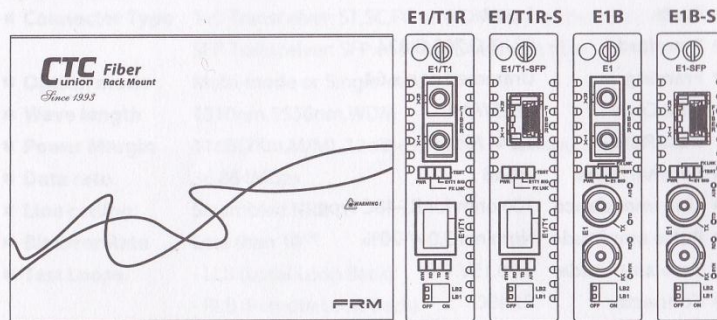
- E1/T1R (RJ-45 electrical plus fixed optical)
- E1/T1RS (RJ-45 electrical plus SFP)
- E1B (Dual BNC plus fixed optical)
- E1BS (Dual BNC plus SFP)



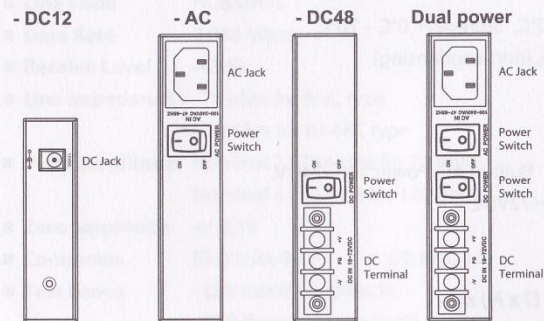
E1/T1 is a stand-alone manageable G.703 E1/DS1(T1) Fiber Optical Modem that can carry E1/T1 over fiber transparently or with framing. One model is designed with RJ-45, while another model supports E1 via coaxial BNC connections.

## Panel Options

■ Figure 1. Upper Panel of FRM220-E1/T1R/ E1/ T1R-S/ E1B/ E1B-S



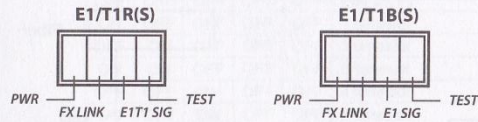
■ Figure 2. Stand-alone Rear Panel of FRM220-E1/T1



- 4 -

www.ctcu.com

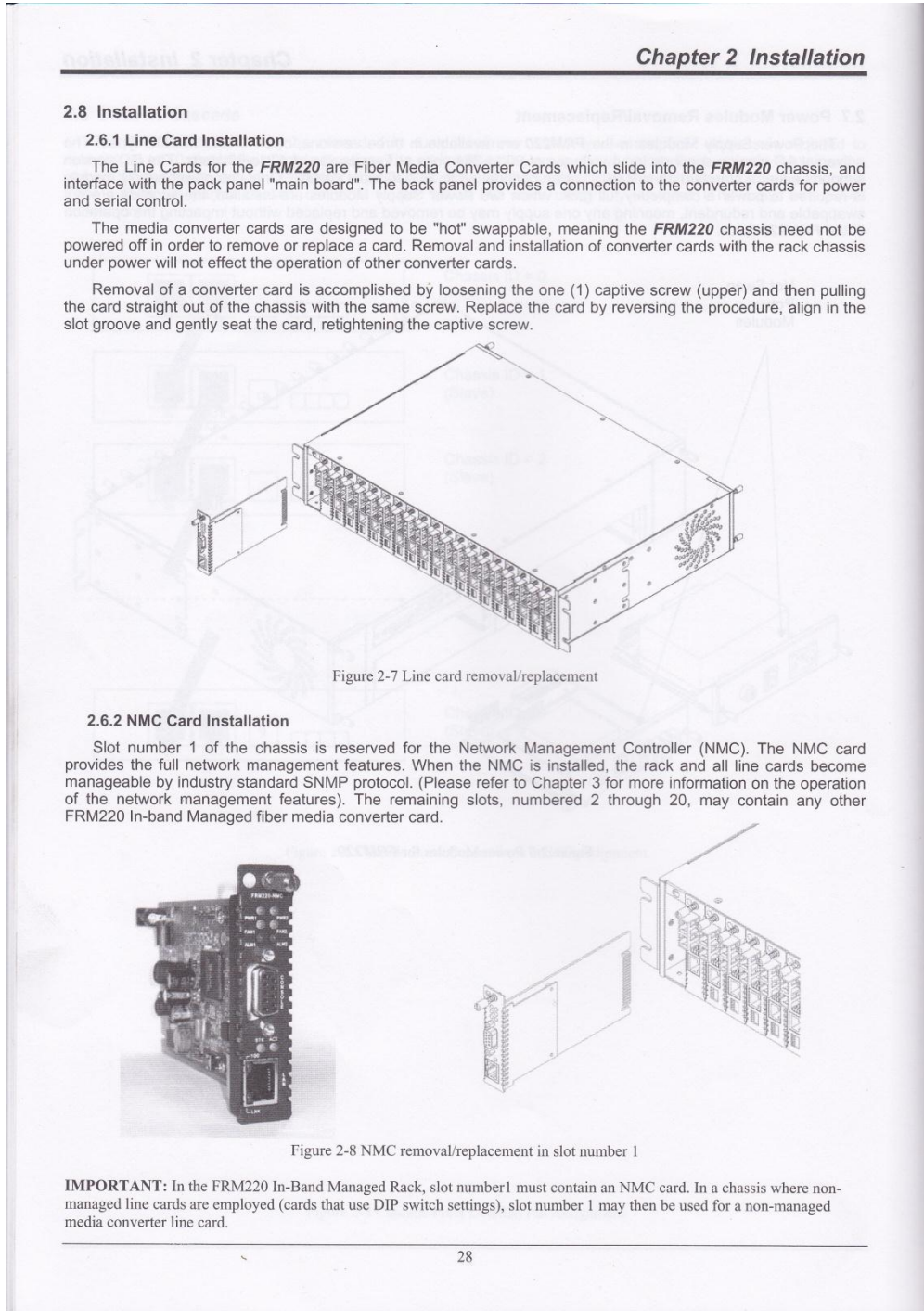
## LED Indicators



LED	Color	State	Status
PWR	( Green )	On	Power on
		Flash	On Upgrade
		Off	Power down or Port disable
Fx LNK	( Green )	On	Fiber Link
		Flash	Remote side fiber sync loss
		Off	Fiber Link Down
E1T1 Sig	( Green )	On	E1/T1 signal occur
		Off	E1/T1 signal loss
TEST	( Red )	On	Any Test Active
		Off	Normal Operation
SYN	( Green )	On	E1/T1 frame sync
		Off	E1/T1 frame sync loss
RD	( Green )	On	E1/T1 received data is space(0)
		Flash	E1/T1 received data is changed
		Off	E1/T1 received data is mark(1)
TD	( Green )	On	E1/T1 transmitted data is space(0)
		Flash	E1/T1 transmitted data is changed
		Off	E1/T1 transmitted data is mark(1)
AIS	( Red )	On	E1/T1 received AIS
		Off	E1/T1 doesn't receive AIS

## Anexo 3

### Instalación del chasis y las tarjetas conversores CTC Union Technologies.



## Anexo 4

### Fibra Óptica marca Prysm

# SM Light Single Mode Fibre

Prysmian Telecom Cables and Systems is a world leader in optical networking, offering a comprehensive range of vertically integrated products and services.

We create everything from in-house local area networks to international communication links spanning oceans and continents.

## Benefits and Features

### > High Bandwidth

Standard Single mode optical fibres are best suited for the 1310 nm wavelength range, but can also be used at 1550 nm. This has allowed your optical fibre to be used with a variety of sources, from LEDs to lasers, offering a highly versatile fibre capable of carrying high bit rates on multiple channels.

### > Compatibility

Single mode optical fibres are at the core of the majority of installations throughout the world. A vast database has been accumulated over time that shows this fibre to be a truly compatible product, both with other fibres and with optical systems employed globally.

### > Low Cost

Long experience of manufacturing and continuing optimisation of the process allow Prysmian to propose a first class product. This offers the customer the opportunity to minimise the overall cost per bit transported in those networks where single mode fibre is the established solution.

### > Lowest, Guaranteed PMD

SM Light still sets the PMD world standard for ITU-T G.652 fibres. Furthermore, Prysmian has devised a way to ensure any PMD reducing measures taken during the manufacturing process are effectively "locked into" every metre of fibre.

## Mechanical specifications

Single mode optical fibre is proof tested at an elongation greater than or equal to 1%.

This fibre is characterised in terms of Weibull plot and n value (Stress Corrosion Susceptibility Factor), with typical values above 19 (Dynamic Test).





## Fibre Coating

SM Light is available with the latest generation coating Necon™ Plus. This coating is based on the highly acclaimed Necon™ coating used by Prysmian worldwide for well over 10 years.

Key benefits include increased resistance to bending, an important feature for "tight" cable designs or smaller diameter cables. Furthermore, the fibre has improved performance against temperature variations and mechanical disturbances.

Prysmian single mode fibre is compliant with ITU-T Recommendation G.652 and IEC 60793-2-30 B1.1.

## Manufacturing Process

Prysmian is in the unique position of having access to all three major manufacturing processes: MCFD (Modified Chemical Vapour Deposition), OVD (Outside Vapour Deposition) and VAD (Vapour Axial Deposition).

### DIMENSIONAL SPECIFICATIONS

Glass geometry	Unit	
Cladding diameter	µm	125.0 ± 0.3
Cladding non-circularity	%	≤ 0.7
Core/cladding concentricity error	µm	≤ 0.7

Coating geometry	Unit	
Outer coating diameter	µm	245 ± 1
Coating/cladding concentricity error	µm	≤ 1.2

### OPTICAL SPECIFICATIONS

Attenuation coefficients	Unit	
④ 1310 nm	dB/km	≤ 0.24
④ 1380 nm	dB/km	≤ 1.0
④ 1550 nm	dB/km	≤ 0.20
④ 1625 nm	dB/km	≤ 0.23

Macrobending attenuation	Unit	
100 turns, 60 mm diameter at 1550 nm	dB	≤ 0.05
100 turns, 60 mm diameter at 1625 nm	dB	≤ 0.1

Dispersion coefficients	Unit	
In the range 1280 – 1320 nm	ps <sup>2</sup> /nm.km	≤ 3.0
④ 1550 nm	ps <sup>2</sup> /nm.km	≤ 18
④ 1625 nm	ps <sup>2</sup> /nm.km	≤ 22
Zero dispersion wavelength (λ <sub>0</sub> )	nm	1312 to 1322
Slope λ <sub>0</sub> at λ <sub>0</sub>	ps <sup>2</sup> /nm <sup>2</sup> .km	≤ 0.0009
Polarization mode dispersion (PMD)	ps/√km	≤ 0.1
PMD link design value*	ps/√km	≤ 0.04

\* Link design value definition complies with IEC 61283-1.

Mode Field Diameter	Unit	
④ 1310 nm	µm	8.2 ± 0.4
④ 1550 nm	µm	10.4 ± 0.5

Cable cut-off wavelength (λ <sub>c</sub> )	Unit	
	µm	≤ 1260

Note: Other fibre grades are available to match your need.

## Anexo 5

### ODF marca 3Dnet



## ODF DISTRIBUIDOR DE FIBRA OPTICA (ODF) EN RACK DE 19"

### DESCRIPCIÓN

El distribuidor de fibras ópticas ODF de 3Dnet, facilita la centralización, interconexión y derivaciones de cables de F.O. en un rack normalizado de 19".

El sistema está diseñado para combinar altas densidades de fibras con facilidad de utilización, seguridad y sencillez de mantenimiento.

El distribuidor está fabricado siguiendo los requisitos más altos de baja emisión de humos y nula de halógenos.

### CAPACIDAD DEL SISTEMA

La alta capacidad del distribuidor se consigue con bandejas organizadoras de 8 fibras y con diferentes tamaños de subtracks.

RACK	CAPACIDAD DE BANDEJAS BMM
9 U	16 bandejas
6 U	10 bandejas
3 U	5 bandejas

### BANDEJAS BMM

El distribuidor de fibras ópticas ODF ha sido diseñado en base a las bandejas de empalme y conectorización de fibra óptica modelo BMM de 3DNET.

Se fabrican en ABS-PC cumpliendo los requisitos de baja emisión de humos y cero halógenos. Tienen forma rectangular y se caracterizan porque los adaptadores se encuentran situados en el lateral derecho de la bandeja, lo cual proporciona al usuario facilidad de manejo y seguridad, evitando que las caras frontales de los conectores (y en consecuencia la luz láser) puedan ser visualizada directamente por el operario.



La entrada de las fibras se realiza por la parte posterior y/o lateral izquierda de la bandeja. El ordenamiento de las fibras y los empalmes se lleva a cabo sobre la unidad organizadora, en donde existen dos habitáculos cada uno de los cuales puede alojar 8 protectores de empalme termorretráctil (16 empalmes/bandeja). La cantidad de fibra que se puede almacenar en la unidad organizadora varía dependiendo del nº de vueltas de diferente radio que se da a la fibra. El radio mínimo de curvatura de la fibra óptica está limitado, en cualquier parte de la unidad organizadora, a 35 mm, asegurándose la buena transmisión a 1550 nm para las fibras ópticas monomodo. El recorrido de la fibra por toda la bandeja está determinado por el diseño de la misma, facilitando las labores de instalación e imposibilitando al operario una mala organización de la fibra en el interior de la bandeja. La unidad organizadora lleva una tapa de protección de metacrilato transparente.

Se comercializan 4 modelos principales en base a la capacidad y tipo de conectores que admitan:

REFERENCIA	DIMENSIONES (mm)	N.º EMPALMES	N.º CONECTORES	TIPO CONECTOR
BMM-8-FC-ST	288 x 215 x 21	16	8	FC o ST
BMM-8-SC	288 x 215 x 21	16	8	SC
BMM-12-SC	288 x 215 x 21	16	12	SC
BMM-16-FC-ST	345 x 215 x 21	16	16	FC o ST



Producto fabricado por Revenga Ingeniería, S.A. según normas de gestión de Calidad y Medio Ambiente y sus certificaciones. Sumos en los sistemas de certificación española. Calidad: ISO 9001:2008 Medio Ambiente: ISO 14001:2004



**REVENGA INGENIEROS, S. A.**

**Oficina Central**

c/ Fragua, 6 - 28760 Tres Cantos - Madrid  
 Tlfno. (34) 91 806 19 10 - Fax (34) 91 804 19 55  
 e-mail: marketing@revenga.com - www.revenga.com

Edición

## **Anexo 6**

### **Plano del anillo de fibra óptica de última milla**

