



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS,
ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRÓNICA Y
COMUNICACIONES

Tema:

“ENLACE DE TRANSMISIÓN DE DATOS POR FIBRA ÓPTICA ENTRE LAS CIUDADES AMBATO – PÍLLARO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES QUE OFRECE UN ISP.”

Trabajo de Graduación. Modalidad: TEMI, presentado previo la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones.

AUTOR: Paola Augusta Carvajal Vizuete.

TUTOR: Ing. Carlos Gordon.

AMBATO – ECUADOR

JUNIO- 2011

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el tema: **“ENLACE DE TRANSMISIÓN DE DATOS POR FIBRA ÓPTICA ENTRE LAS CIUDADES AMBATO – PÍLLARO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES QUE OFRECE UN ISP.”** de la señorita Paola Augusta Carvajal Vizuete, 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, Junio 2011

EL TUTOR

Ing. Carlos Gordon.

CC.1803405495

AUTORÍA

El presente trabajo de investigación titulado: **“ENLACE DE TRANSMISIÓN DE DATOS POR FIBRA ÓPTICA ENTRE LAS CIUDADES AMBATO – PÍLLARO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES QUE OFRECE UN ISP.”** 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, Junio 2011

Paola Augusta Carvajal Vizuete

CC: 0603577461

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. David Guevara e Ing. Julio Acosta , revisó y aprobó el Informe Final del trabajo de graduación titulado **"ENLACE DE TRANSMISIÓN DE DATOS POR FIBRA ÓPTICA ENTRE LAS CIUDADES AMBATO – PÍLLARO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES QUE OFRECE UN ISP."**, presentado por la señorita Carvajal Vizuete Paola Augusta de acuerdo al Art. 18 del Reglamento de Graduación para Obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Oswaldo Paredes
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. David Guevara
DOCENTE CALIFICADOR

Ing. Julio Acosta
DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA

A Dios por guiarme, bendecirme
y darme fuerzas en los momentos
difíciles.

A mis padres por darme su apoyo
y su amor incondicional ellos
siempre han sido una guía en mi
camino para yo poder alcanzar
mis metas

A mis hermanas por su cariño y
apoyo

A todas las personas que han
creído en mí

Paola Carvajal.

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme salud,
vida y esperanza.

Al Ing. Carlos Gordon por
ser una persona ejemplar y
brindarme toda su ayuda
para la realización del
presente trabajo

A mis profesores y
compañeros por los
conocimientos académicos
adquiridos en el trayecto de
mi carrera que han
contribuido para ser una
buena profesional

ÍNDICE

PORTADA	
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUTORÍA.....	III
APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE	VII
RESUMEN EJECUTIVO	XVII
INTRODUCCIÓN	XVIII

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. TEMA	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN	1
1.2.2. ANÁLISIS CRÍTICO	2
1.2.3. PROGNOSIS	2
1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.2.5. PREGUNTAS DIRECTRICES	3
1.2.6. DELIMITACIÓN.....	3
1.3. JUSTIFICACIÓN	3
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	5
2.2. FUNDAMENTACIÓN	5
2.2.1. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	5
2.2.2 CATEGORIA FUNDAMENTAL	9
2.2.2.1 PRINCIPIOS BÁSICOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA ÓPTICA	9
2.2.2.2 PRINCIPIOS FÍSICOS	13

2.2.2.4 TIPOS DE CABLES DE FIBRA ÓPTICA PARA APLICACIONES ESPECIALES	22
2.2.2.5 ELEMENTOS BÁSICOS CONSTITUTIVOS DE UN SISTEMA DE FIBRA ÓPTICA	25
2.2.2.6 EMPALMES Y CONECTORES.....	26
2.2.2.7 VENTAJAS Y DESVENTAJAS.....	30
2.2.2.8 DISEÑO DE UNA RED ÓPTICA.....	32
2.2.2.9 TENDIDO DE LA FIBRA ÓPTICA	33
2.3. HIPÓTESIS	37
2.4. VARIABLES	37
2.4.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	37
2.4.2. VARIABLE DEPENDIENTE	37

**CAPÍTULO III
METODOLOGÍA**

3.1. ENFOQUE	38
3.2. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	38
3.2.1. INVESTIGACIÓN DE CAMPO	38
3.2.2. INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA-DOCUMENTAL	38
3.3. TIPO O NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN	39
3.3.1. NIVEL EXPLORATORIO	39
3.3.2. NIVEL DESCRIPTIVO.....	39
3.3.3. NIVEL CORELACIONAL.....	39
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	39
3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	40
3.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	40
3.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE	41
3.6. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	42
3.7. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	42

**CAPÍTULO IV
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

4.1. ANÁLISIS DE DATOS	43
4.1.1 ENCUESTA DIRIGIDA A LOS CLIENTES DE PÍLLARO	43

4.2 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	52
CAPÍTULO V	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1 CONCLUSIONES	53
5.2 RECOMENDACIONES	54
CAPÍTULO VI	
PROPUESTA	
6.1 DATOS INFORMATIVOS	55
6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	55
6.3 JUSTIFICACIÓN.	56
6.4 OBJETIVOS.	56
6.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	56
6.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	56
6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	57
6.6 FUNDAMENTACIÓN	57
6.6.1. REDES ÓPTICAS	57
6.6.2. TOPOLOGÍAS DE REDES.....	58
6.6.3. DIRECCIÓN IP	59
6.6.4. ENLACES DE FIBRA ÓPTICA	60
6.6.4.1. TENDIDO AÉREO.....	60
A. Métodos para el tendido de Fibra.....	60
B. Fibra Óptica Aérea	62
C. Elementos para la fijación de cables aéreos	64
6.6.4.2. EQUIPAMIENTO PARA ENLACES CON FIBRA ÓPTICA	65
B. Switch.....	66
C. Interfaz Óptico.....	67
D. Conectores de Fibra Óptica.....	67
6.7 METODOLOGÍA	68
6.7.1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED AMBATO –PÍLLARO	68
6.7.1.1. RED ACTUAL DE LA CIUDAD DE AMBATO.....	68
6.7.1.2. RED ACTUAL DE LA CIUDAD DE PÍLLARO.....	70
6.7.2. DIAGNÓSTICO DE LA RED.....	73
6.7.3. DISEÑO DEL ENLACE DE FIBRA ÓPTICA AMBATO-PÍLLARO	73
6.7.3.1. SELECCIÓN DE LA RUTA	74

A.	Criterios Técnicos	74
B.	Ubicación de los Terminales.....	75
6.7.3.2.	REQUERIMIENTOS DEL ENLACE AMBATO – PÍLLARO.....	76
A.	Estudio del Tipo de Tendido.....	77
B.	Estudio del Tipo de la Fibra Óptica.	78
6.7.3.3.	SELECCIÓN DE EQUIPOS.....	83
A.	Selección del Equipo de Conmutación	83
B.	Selección de la Interfaz óptica	84
C.	Selección de Conectores	85
6.7.3.4.	INTERCONEXIÓN DE LOS NODOS AMBATO – PÍLLARO.	86
6.7.3.5.	CÁLCULOS DE LOS PARAMETROS DE UN ENLACE ÓPTICO	90
6.7.3.6.	ESTRUCTURA DEL NODO	96
A.	Elementos para el Armario de Telecomunicaciones.....	96
B.	Elementos para la Protección de Equipos y de la red.	97
6.7.4.	DESARROLLO DE ESQUEMAS.	99
6.7.4.1.	ESQUEMA DE RED	99
6.7.5.	COSTO DEL PROYECTO.....	100
PRESUPUESTO 1	101
A.	Costo de la fibra óptica –tendido-instalación.....	101
B.	Costos de la implementación del nodo.....	102
C.	Costo de accesorios.....	102
D.	Costo total del proyecto	103
PRESUPUESTO 2	104
A.	Costo de la fibra óptica –tendido-instalación.....	104
B.	Costos de la implementación del nodo.....	104
C.	Costo de accesorios.....	105
D.	Costo total del proyecto	106
6.7.6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL PROYECTO.....	107
6.7.6.1.	CONCLUSIONES.	107
6.7.6.2.	RECOMENDACIONES.....	107
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

Fig. 2.1 fibra óptica.	9
Fig. 2.2 Componentes de la F.O.....	10
Fig. 2.3 F.O. Monomodo.....	12
Fig.2.4 Fibra Multimodal con índice escalonado.....	13
Fig. 2.5 Fibra Multimodal con índice graduado.....	13
Fig. 2.6 Espectro electromagnético.....	14
Fig.2.7 Longitudes de onda de operación de la F.O.....	15
Fig. 2.8 Reflexión.....	16
Fig. 2.9. Refracción.....	17
Fig. 2.10. Perdidas por curvatura	19
Fig. 2.11. Pérdidas por curvatura	19
Fig. 2.12. Imagen de medición de un Otdr.....	20
Fig. 2.13. Atenuación geométrica.	21
Fig. 2.14. Cable de estructura holgada.	22
Fig. 2.15. Cable de estructura ajustada.	23
Fig. 2.16. Cable aéreo Auto soportado.....	23
Fig. 2.17. Cable submarino.	24
Fig. 2.18. Cable OPGW.	24
Fig. 2.19. Cable hibrido.	25
Fig. 2.20. Empalme por fusión.....	26
Fig. 2.21. Elementos de una fusionadora.	27
Fig. 2.22. Tubos de fusión.....	27
Fig. 2.23. Empalme Mecánico.	28
Fig. 2.24. Empalme con Pegamento: Manguillo.....	29
Fig. 2.26. Tolerancias de manufactura.	34
Fig. 2.27 Imagen de las variables (Poste tendido aéreo).....	34
Fig. 2.28 Herrajes de retención.	35

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Fig. 4.1. Enlaces para acceso a Internet	44
Fig. 4.2. Servicios de Telecomunicaciones.....	45
Fig. 4.3. Problemas de servicio.....	46
Fig. 4.4 Calidad de Servicio.....	47
Fig. 4.5 Otro medio físico para el acceso a Internet Fibra Óptica.	48
Fig. 4.6. Inversión para otro enlace.....	49
Fig. 4.7. Empresas de Telecomunicaciones.	50
Fig. 4.8 Inversión en Fibra Óptica.	51

CAPÍTULO VI
PROPUESTA

Fig. 6.1 Topología de Bus.....	58
Fig. 6.2 Topología Estrella.....	59
Fig. 6.3 Topología Anillo.....	59
Fig. 6.4 Retractable fijo.....	61
Fig. 6.5 Enrollado Móvil.....	61
Fig. 6.6 Opgw en torres de transmisión eléctrica.....	63
Fig. 6.7 Adss en Poste Eléctricos.....	64
Fig. 6.8 Herraje Tipo A.....	64
Fig. 6.9 Amortiguadores.....	65
Fig. 6.10 Herraje Tipo B.....	65
Fig. 6.11 Router Cisco serie 2500.....	66
Fig. 6.12 Switch Cisco serie 3550.....	67
Fig. 6.13 Tipos de Transceivers.....	67
Fig. 6.17 Mapa Lógico de los clientes de Pillaro (Nodo Atahualpa).....	71
Fig. 6.18 Estructura de la Torre del Nodo Atahualpa.....	72
Fig. 6.19 Nodo Atahualpa -Píllaro.....	76
Fig. 6.20 Fibra Multimodo.....	78
Fig. 6.21 Fibra Monomodo.....	80
Fig. 6.22 Tipos de Cables ópticos ADSS.....	82
Fig. 6.23 Bucle de exceso.....	88

Fig. 6.24 Código de colores.	89
Fig. 6.25 Elementos de un Armario de Telecomunicaciones.....	97
Fig. 6.26 Sistema de Backup.....	98
Fig. 6.27 Cajetín de Breques.	98
Fig. 6.28 Esquema de red propuesto Ambato-Píllaro.	99
Fig. 6.29 Esquema lógico Ambato-Píllaro.....	100

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO III METODOLOGIA

Tabla 3.1 Operacionalización Variable independiente.	40
Tabla 3.2 Operacionalización Variable dependiente.	41

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Tabla 4.1. Enlaces para acceso a Internet	44
Tabla 4.2. Servicios de Telecomunicaciones.	45
Tabla 4.3. Problemas de servicio.	46
Tabla 4.4. Calidad de Servicio.	47
Tabla 4.5. Otro medio físico para el acceso a Internet Fibra Óptica.....	48
Tabla 4.6. Inversión para otro enlace.	49
Tabla 4.7. Empresas de Telecomunicaciones.	50
Tabla 4.8. Inversión en Fibra Óptica.....	51

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

Tabla 6.1 Ubicación Geográfica de los Nodos.....	76
Tabla 6.2 Requerimientos para el tipo de tendido.....	77
Tabla 6.3 Características de la fibra Multimodo.....	79
Tabla 6.4 Características de la fibra Monomodo.	81
Tabla 6.5 Característica del Cable Óptico Auto-Sustentado.....	82
Tabla 6.6 Características técnicas de los equipos.	84
Tabla 6.7 Características Técnicas del Interfaz Óptico.....	85
Tabla 6.8 Características técnicas del conector SC y LC.....	86
Tabla 6.9 Distancia total y numero de postes.	86
Tabla 6.10 Parámetros del Enlace Ambato-Píllaro.	90
Tabla 6.11 Cálculo de Atenuaciones Ambato-Píllaro.....	94
Presupuesto 1	101
Tabla 6.12. Cantidad de Fibra y Accesorios.	101
Tabla 6.13. Costo de la fibra óptica –tendido-instalación.....	102
Tabla 6.14. Costos de la implementación del nodo.	102
Tabla 6.15. Costo de accesorios.....	103

Tabla 6.16. Costo Total del Proyecto.....	103
Presupuesto 2	104
Tabla 6.17. Costo de la fibra óptica –tendido-instalación.....	104
Tabla 6.18. Costos de la implementación del nodo.	105
Tabla 6.19. Costo de accesorios.....	105
Tabla 6.20. Costo Total del Proyecto.....	106

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1	110
UBICACIÓN DE LOS NODOS	
TRAZADO DE LA RUTA CON F.O	
UBICACIÓN DE LAS MANGAS DE EMPLAME	
ANEXO 2.....	111
UIT-T G.651	
UIT-T G.652	
ANEXO 3.....	112
FIBER HOME GYXTC8S	
ANEXO 4.....	113
FUSIÓN DE FIBRA ÓPTICA	
ANEXO 5.....	114
DISEÑO DE LA UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS EN EL NODO	

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto titulado: “Enlace de transmisión de datos por fibra óptica entre las ciudades Ambato – Píllaro para la optimización de los servicios de telecomunicaciones que ofrece un ISP.”, tiene como objetivo brindar una solución para el mejoramiento de las redes de datos de empresas dedicadas a ofrecer los servicios de telecomunicaciones.

El desarrollo del presente proyecto está dividido en función de los siguientes capítulos:

En el Capítulo uno se presenta el Planteamiento del problema, en donde se trata de esclarecer los motivos y causas que originan el inconveniente, se realiza un análisis crítico para comprender mejor el problema, se justifica el proyecto, finalmente se define los objetivos de la investigación.

En el Capítulo dos se hace una introducción general de la fibra óptica, sus principios físicos, las características, se realiza una breve descripción de conceptos fundamentales como: atenuaciones, ventajas, empalmes, conectores y además se describe los parámetros para un enlace óptico.

En el Capítulo tres, cuatro y cinco, se describe la metodología a emplearse. También se realiza el análisis de datos con su debida interpretación y se presentan las conclusiones y recomendaciones remitidas a los resultados obtenidos en el análisis de datos.

En el Capítulo seis se presenta la descripción de la red actual entre las ciudades de Ambato - Píllaro además se realiza el diagnostico de la red, una vez que se ha determinado los requerimientos de la red se procede a realizar el diseño del enlace con fibra óptica donde se selecciona parámetros como: ruta, tipo de fibra , tipo de tendido, selección de equipos, y los cálculos correspondientes para determinar si el enlace es factible y finalmente se presenta anexos que contienen documentación que facilita la comprensión del Proyecto.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo y crecimiento de los medios de comunicación durante los últimos años han permitido a los usuarios tener la capacidad de transmitir gran cantidad de datos de información a través de largas distancias con buena calidad y a una gran velocidad, todo esto se debe a la sustitución de los cables de cobre y de los medios inalámbricos por delgadas fibras de vidrio que transportan la información mediante pulsos de luz a grandes velocidades.

Los sistemas de fibra óptica presenta mayores ventajas con respecto a los otros medios físicos empleados para la comunicación entre las más relevantes se puede mencionar que poseen una mayor capacidad debido a los grandes anchos de banda disponibles con las frecuencias ópticas, son inmunes a transmisiones cruzadas entre cables causadas por la inducción magnética, inmunes a la interferencia estática causada por motores eléctricos, luces y otras fuentes de ruido eléctrico.

Y principalmente los cables de fibra son más seguros porque es casi imposible interceptar un cable de fibra, sin que el usuario se entere de esto.

Actualmente, hay muy pocas desventajas de los sistemas de fibra. Una desventaja importante es el alto costo inicial de instalar un sistema de fibra. Sin embargo, como cualquier tecnología es imprescindible para cualquier empresa invertir para estar en continuo desarrollo y de esta manera ofrecer servicios de calidad a todos los clientes. Por estas razones las soluciones de realizar enlaces con fibra óptica cada vez son más implementadas por las empresas de telecomunicaciones.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. TEMA

Enlace de transmisión de datos por fibra óptica entre las ciudades Ambato – Píllaro para la optimización de los servicios de telecomunicaciones que ofrece un ISP.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN

Las redes ópticas fueron concebidas gracias al aporte de Alexander Graham Bell, en el año 1880, quien fue el primero que intento utilizar la luz como soporte para una transmisión. Gracias a este aporte hoy en día a nivel mundial las comunicaciones ópticas permiten tener un mayor ancho de banda para el transporte de voz video y datos a una gran velocidad mucho mayor que en las comunicaciones de radio y cable.

En el Ecuador las redes de fibra óptica que se posee se las obtiene a través del cable panamericano, y para poder tener conexión con estas redes ópticas, se deben conectar con las cabezas de cable submarino que aterrizan en Colombia por lo que el Ecuador utiliza las siguientes redes de Backhaul:

Desde Quito a Tulcán: red de Transnexa, red de Ex_Andinatel

Desde Guayaquil a Quito: red de Transelectric, red de Ex_Andinatel, Red de Porta

Desde Cuenca a Quito: red de Ex_Andinatel.

En la ciudad de Ambato se puede encontrar empresas especializadas en redes ópticas, las cuales nos ofrecen servicios tanto para la transmisión de datos e

internet entre las más representativas tenemos la Corporación Nacional de Telecomunicaciones(CNT), Porta, Telconet S.A.

Debido a la gran demanda de servicios de transmisión de datos y el crecimiento de clientes existente en la ciudad de Pillaro, se ha mantenido durante mucho tiempo la falta de un mejoramiento en cuanto al enlace actual existente en esta ciudad, proporcionando conectividad a los usuarios de Pillaro con un enlace no muy eficiente, en donde los proveedores de internet no se han preocupado por solucionar problemas como:

Calidad en el servicio, mayor velocidad y mejoramiento en el ancho de banda

1.2.2. ANÁLISIS CRÍTICO

La red implementada vía radio enlace en las ciudades de Ambato y Píllaro, está presentando ciertos inconvenientes esto se debe al establecimiento de nuevos equipos de radio de varias empresas, en donde las frecuencias de operación y las señales electromagnéticas se interfieren entre sí.

Esto causa que existan caídas del servicio de internet y datos de un momento a otro causando muchas molestias a los clientes, por otra parte el ISP no puede implementar nuevos usuarios a la red ya que esto causaría que la red se sature debido a que su enlace no puede soportar una capacidad mayor a la que posee.

1.2.3. PROGNOSIS

Si no se realiza el diseño de un enlace de transmisión de datos por fibra óptica entre las ciudades Ambato – Píllaro, el enlace en un futuro se saturaría ya que no se podría ofrecer un mejor servicio a los usuarios actuales y la factibilidad de incrementar nuevos usuarios a la red se vería limitada.

1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué beneficios se obtendrá del enlace de transmisión de datos por fibra óptica entre las ciudades Ambato-Píllaro.

1.2.5. PREGUNTAS DIRECTRICES

¿Qué dificultades existen en el enlace actual de las ciudades Ambato – Píllaro?

¿Cuáles son los inconvenientes producidos en el servicio de telecomunicaciones ofrecido por el ISP?

¿Qué parámetros se deben tomar en cuenta en el diseño de un enlace de transmisión de datos por Fibra Óptica?

1.2.6. DELIMITACIÓN

El diseño del enlace de transmisión de datos por fibra óptica entre las ciudades Ambato – Píllaro para la optimización de los servicios de telecomunicaciones que ofrece un ISP, se lo realizará desde el sector de Atahualpa perteneciente a la ciudad de Ambato hasta la ciudad de Píllaro cantones de la provincia de Tungurahua.

El desarrollo del proyecto se lo efectuará una vez aprobado por parte del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial en un periodo de seis meses.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Las redes de datos, los sistemas de cableado estructurado, los radio enlace necesitan mejorar sus anchos de banda para el transporte de voz, datos e imágenes, por este motivo cada día más frecuentemente se recurre al cable de Fibra Óptica como medio de transmisión en las redes.

Las comunicaciones ópticas se están utilizando actualmente, debido a que son altamente inmunes a las interferencias electromagnéticas, su baja atenuación de la señal, admite un gran ancho de banda, mayor a 1Ghz, y es absolutamente confidencial, se pueden establecer comunicaciones a grandes distancias, y tiene aislación dieléctrica entre los puntos de conexión.

Este trabajo es importante, ya que se busca la integración de una nueva red óptica para dar solución a los problemas que se están presentando por la red actual que

posee entre las ciudades de Ambato –Píllaro. Por lo que al desarrollar este proyecto brindaríamos soluciones como:

- Entregar un mejor servicio a sus clientes.
- Mayor ancho de banda para las transmisiones de datos.
- Factibilidad de incrementar futuros usuarios a la red.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

- Diseñar un enlace por fibra óptica entre las ciudades Ambato – Píllaro para optimizar los servicios de telecomunicaciones que ofrece un ISP.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar el enlace actual de las ciudades Ambato-Píllaro.
- Identificar los inconvenientes del servicio de telecomunicaciones ofrecido por el ISP en la red actual de Píllaro.
- Establecer los parámetros que se necesitan en el diseño del enlace de transmisión de datos mediante fibra óptica para la optimización de los servicios de telecomunicaciones.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En cuanto al enlace de transmisión de datos por fibra óptica entre las ciudades Ambato -Píllaro para la optimización de los servicios de telecomunicaciones que ofrece un ISP. , no existe nada realizado, además el presente proyecto no tiene antecedentes bibliográficos en el listado de temas de tesis y pasantías, en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial.

2.2. FUNDAMENTACIÓN

2.2.1. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

La Ley N°642/95 de Telecomunicaciones, crea la Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), entidad autárquica con personería jurídica, encargada del fomento, control y reglamentación de las Telecomunicaciones Nacionales, en el marco de una política integrada de servicios, prestadores, usuarios, tecnología e industria, asumiendo ésta la totalidad de sus funciones a partir de julio de 1996, con la firma del Decreto 14.135/96, “Por el cual se Aprueban las Normas Reglamentarias de la Ley 642/95 de Telecomunicaciones”.

El marco legal vigente, apunta a la apertura del sector, promoviendo y fortaleciendo el desarrollo de la competencia en el mercado y propiciando el crecimiento de la inversión privada en el Sector de las Telecomunicaciones, y en general la promoción de reglas de juego claras administradas en forma transparente y garantizando igualdad de oportunidades para acceso al aprovechamiento del espectro radioeléctrico así como para todos los agentes que

actúan en el mercado, otorgando a la CONATEL el rol fundamental en el proceso de transformación del sector.

CONATEL

Es el ente de la administración y regulación de las telecomunicaciones en el Ecuador y la administración de telecomunicaciones del Ecuador ante la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

Funciones principales:

- Dictar políticas del Estado con relación a las telecomunicaciones.
- Aprobar el plan de desarrollo de las telecomunicaciones.
- Establecer términos, condiciones y plazos para otorgar concesiones y autorizaciones para la explotación de servicios finales y portadores de telecomunicaciones.
- Expedir los reglamentos necesarios para la interconexión de las redes.
- Promover la investigación científica y tecnológica en el área de las telecomunicaciones.

Resolución 534-22-conatel-2006 consejo nacional de telecomunicaciones

En la resolución 534-22-Conatel se explica que la Ley Especial de Telecomunicaciones y sus reformas establece que el Consejo Nacional de Telecomunicaciones es el ente de administración y regulación de las telecomunicaciones en el país.

- Que el artículo 2 del Reglamento para la prestación de Servicios de Valor Agregado, aprobado mediante Resolución 071-03-CONATEL-2002 y publicado en el Registro Oficial 545 de 01 de abril de 2002 y Reformado por la Resolución 247-10-CONATEL-2002, publicado en el Registro Oficial 599 de 18 de junio de 2002, dispone que son servicios de valor agregado aquellos que utilizan servicios finales de telecomunicaciones e incorporan aplicaciones que permiten transformar el contenido de la

información transmitida. Esta transformación puede incluir un cambio neto entre los puntos extremos de la transmisión en el código, protocolo o formato de la información.

- Que el artículo 25 del Reglamento para la prestación de Servicios de Valor Agregado establece que los Permisos de Servicios de Valor Agregado de Internet podrán acceder a sus usuarios a través de servicios portadores y/o finales, o mediante el uso de infraestructura propia siempre y cuando obtengan el título habilitante para la prestación de servicios portadores y/o finales.
- Que el artículo 37 del Reglamento para la prestación de Servicios de Valor Agregado establece que la operación de servicios de Valor Agregado está sujeta a las normas de regulación, control y supervisión, atribuidas al Consejo Nacional de Telecomunicaciones, la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones y la Superintendencia de Telecomunicaciones, de conformidad con las potestades de dichos organismos establecidas en la ley.

Que la prestación del Servicio de Valor Agregado de Internet se debe brindar en régimen de libre competencia, evitando los monopolios, prácticas restrictivas, de abuso de posición dominante o de competencia desleal, promoviendo la eficiencia, universalidad, accesibilidad, continuidad, la calidad del servicio y garantizando la seguridad nacional.

Que es necesario expedir una norma que permita establecer los niveles y parámetros mínimos de calidad para la prestación del servicio por parte de los Permisos facultados para la prestación de Servicios de Valor Agregado de Internet, a fin de garantizar un nivel satisfactorio para el usuario, mediante la emisión de una regulación basada en los principios de igualdad, no discriminación y transparencia.

En uso de sus facultades, resuelve expedir la siguiente:

Norma de calidad del servicio de valor agregado de internet

Artículo 1. Objeto

La presente Norma tiene por objeto establecer los parámetros de calidad del servicio que ofrecen los Permisos de Servicios de Valor Agregado de

Internet con el objeto y fin de garantizar al usuario el nivel adecuado de la prestación del servicio.

Artículo 2. Ámbito de Aplicación

La presente Norma es de cumplimiento obligatorio por todos los Permisosarios que brindan servicios de Valor Agregado de Internet; sin perjuicio de las obligaciones estipuladas en sus respectivos títulos habilitantes.

Artículo 3. Términos y Definiciones

ACCESO CONMUTADO: Conexión temporal entre el terminal de usuario y el equipo del Permisosario, mediante la conexión por medio de discado o marcación a una red pública de servicios finales (“Dial-up”).

ACCESO NO CONMUTADO: Conexión permanente entre el terminal de usuario y el equipo del Permisosario, efectuada a través de un canal de comunicación, compartido o no compartido.

ANCHO DE BANDA (Velocidad de Transmisión de información): Cantidad de información que puede ser transmitida en la unidad de tiempo a través de un canal de comunicación, expresada en bits por segundo o en sus múltiplos. Para los fines de la presente Norma, se entenderá la denominación “Ancho de banda” como expresión de referencia a la velocidad de transmisión de información.

BANDA ANCHA: Ancho de banda suministrado a un usuario mediante una velocidad de transmisión de bajada (Permisosario hacia usuario) mínima efectiva igual o superior a 256 kbps y una velocidad de transmisión de subida (usuario hacia Permisosario) mínima efectiva igual o superior a 128 kbps para cualquier aplicación.

CANAL COMPARTIDO: Canal de comunicación en el que se divide el ancho de banda disponible para el número de usuarios que lo ocupan simultáneamente.

CANAL NO COMPARTIDO: Canal de comunicación en el que el ancho de banda disponible se asigna a un usuario único.

CONATEL: Consejo Nacional de Telecomunicaciones.

CONGESTIÓN: Condición bajo la cual no se puede acceder al servicio debido a falta de capacidad de la red.

DIRECCIÓN IP PÚBLICA: Código numérico asignado a un dispositivo determinado dentro de la red Internet.

ENLACE ASIMÉTRICO: Es aquel cuyas velocidades de transmisión son diferentes en cada sentido.

ENLACE SIMÉTRICO: Es aquel cuyas velocidades de transmisión son iguales en ambos sentidos.

PERMISIONARIO: Persona natural o jurídica que se encuentra legalmente facultada por el Estado ecuatoriano para brindar el Servicio de Valor Agregado de Internet, previa autorización del Consejo Nacional de Telecomunicaciones.

2.2.2 CATEGORÍA FUNDAMENTAL

2.2.2.1 PRINCIPIOS BÁSICOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA ÓPTICA

Fibra óptica¹

La Fibra Óptica es un medio de comunicación que utiliza pulsos de luz para transmitir los cuales viajan a través de un filamento de vidrio o un material transparente. La fibra óptica es capaz de dirigir la luz a lo largo de su longitud usando la reflexión interna, normalmente la luz es emitida por un láser o un LED. (Fig.2.1)

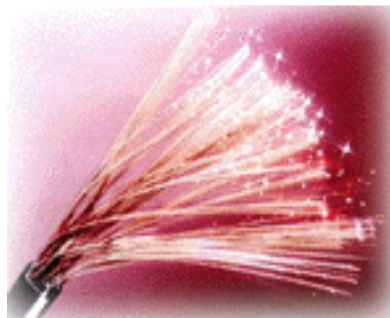


Fig. 2.1 fibra óptica.

Componentes y características²

La fibra óptica posee tres regiones claramente distinguibles (Fig. 2.2):

¹ wikipedia. (2009). Fibra Óptica.
Recuperado el 20 de Septiembre del 2010,de http://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_%C3%B3ptica

² Rodríguez, Y. (2009). Componentes y Características F.O
Recuperado el 20 de Septiembre del 2010,de
<http://www.monografias.com/trabajos13/fibropt/fibropt.shtml>

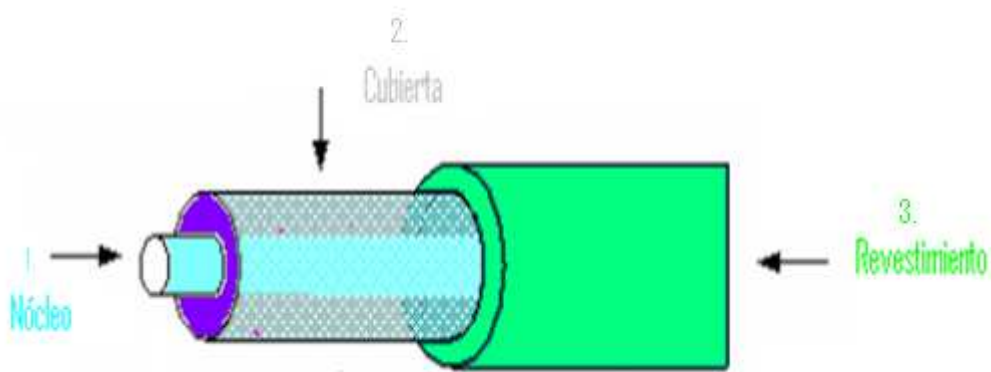


Fig. 2.2 Componentes de la F.O.

1.-El núcleo

Es la región cilíndrica en la que se efectúa la propagación propiamente dicha.

2.-La cubierta

Constituida de los mismos materiales del núcleo pero con un índice de refracción menor

3.-El revestimiento

Es una zona externa al núcleo, pero que comparte el eje con éste, que es totalmente necesaria para que se produzca la propagación del haz.

Características Técnicas

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

- ✓ Del diseño geométrico de la fibra.
- ✓ Propiedades de los Materiales Utilizados 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.

Características Mecánicas³

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. Es necesario

³ Robertexto. (2000). Características Mecánicas F.O. Recuperado el 20 de Septiembre del 2010, de http://www.robertexto.com/elarchivo_ciencia.htm

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.

Tipos de fibra óptica⁴

La fibra es clasificada de acuerdo con su tipo de fabricación y forma de propagación de los rayos de luz, además de su capacidad de transmisión (el ancho de banda) y su facilidad de acoplar a los equipos activos en las conexiones.

Existen dos tipos de fibra óptica:

- ✓ Monomodo y
- ✓ Multimodo.

La fibra óptica multimodo se la utiliza para distancias cortas, como por ejemplo redes LAN, mientras que la fibra óptica monomodo fue diseñada para abarcar sistemas de comunicaciones ópticas de larga distancia.

Monomodo

Son fibras que poseen el núcleo mucho más fino, permitiendo el paso de un único haz de luz, por lo tanto de un más ancho de banda con mayores distancias. Para su correcto funcionamiento se precisan emisores láser más potentes y sofisticados, lo que encarece su uso son empleadas fundamentalmente para conexiones de media, larga y muy larga distancia: desde 550 metros hasta 40 kilómetros. (Fig. 2.3)

⁴ Textos Científicos. (2005). Tipos de Fibra Óptica
Recuperado el 25 de Septiembre del 2010, de
<http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica/tiposfibra>

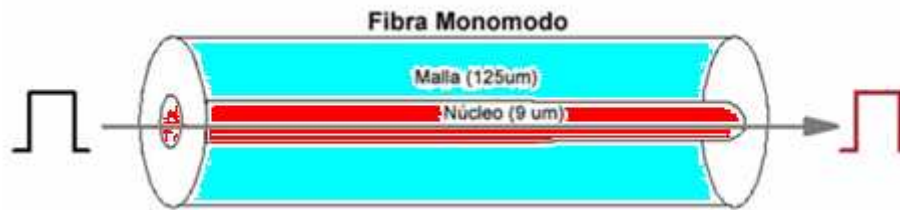


Fig. 2.3 F.O. Monomodo.

Las fibras monomodo no sufren tanto el fenómeno de la dispersión como las multimodo ya que por la fibra sólo viaja un pulso de luz cada vez. También tiene menos atenuación lo que garantiza una transmisión de la señal más fidedigna.

Una de las desventajas de este tipo de fibras, es que al ser el núcleo mucho más estrecho que en las fibras multimodo, la conexión entre dos fibras tiene que ser mucho más precisa, encareciendo los conectores y el coste del cable en general.

Existen 3 tipos básicos de fibra monomodo: NDSF, DSF y NZ-DSF. Las diferencias entre los 3 tipos se basan principalmente en su adecuación para el funcionamiento con diferente láser que funcione en distintas longitudes de onda. Por último, una familia de fibras monomodo, las PM (Polarization-maintaining), son capaces de transmitir sólo una polarización de la luz de entrada, lo cual tiene aplicaciones muy interesantes en la industria.

Multimodo

Son fibras que permiten el paso de varios haces de luz a través del núcleo, que se reflejan con distintos ángulos dentro del núcleo. Su alcance es limitado a construcciones con poca distancia entre ellas.

Dentro de las fibras multimodo, existen dos tipos principales:

- ✓ Las de índice escalonado y
- ✓ Las de índice gradual.

En las fibras de índice escalonado, se propagan varias ondas o modos diferentes a través de la fibra (Fig.2.4).

Unas ondas se propagan completamente paralelas al revestimiento, por el núcleo de la fibra. Otras se refleja continuamente, atrapadas por el fenómeno TIR y el resto se refracta en el revestimiento.

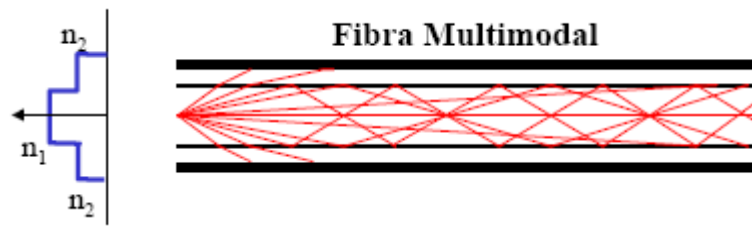


Fig.2.4 Fibra Multimodal con índice escalonado.

Intuitivamente se ve que las ondas que se reflejan, recorren mucha mayor distancia que las que se propagan por el núcleo sin reflejarse. Esto da lugar a un fenómeno, conocido como dispersión que produce atenuación de la señal transmitida. Este fenómeno es inevitable en la fibra óptica multimodo y es el ocasionante de que la longitud de estas fibras no pueda ser tan grande como la de las fibras monomodo.

En las fibras de índice gradual, el índice de refracción del núcleo decrece desde el centro hacia el revestimiento (Fig. 2.5).

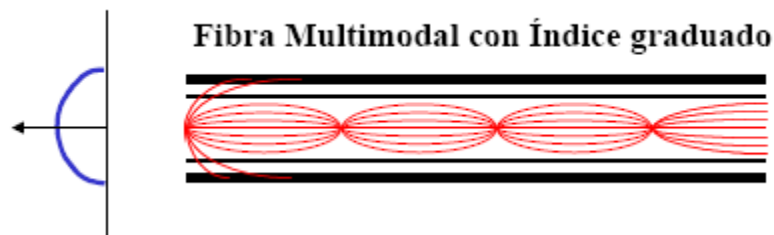


Fig. 2.5 Fibra Multimodal con índice graduado.

Esto hace que se reduzca la dispersión, ya que los haces llegan casi al mismo tiempo, ya que cerca del revestimiento, los rayos se propagan más rápidamente que en el núcleo.

2.2.2.2 PRINCIPIOS FÍSICOS⁵

El principio en que se basa la transmisión de luz por la fibra es la reflexión interna total; la luz que viaja por el centro o núcleo de la fibra incide sobre la superficie externa con un ángulo mayor que el ángulo crítico, de forma que toda la luz se refleja sin pérdidas hacia el interior de la fibra. Así, la luz puede transmitirse a larga distancia reflejándose miles de veces. Para evitar pérdidas por dispersión de

⁵ Rincondelvago. (2010). Principio físico F.O. Recuperado el 25 de Septiembre del 2010, de http://html.rincondelvago.com/fibra-optica_2.html

luz debida a impurezas de la superficie de la fibra, el núcleo de la fibra óptica está recubierto por una capa de vidrio con un índice de refracción mucho menor; las reflexiones se producen en la superficie que separa la fibra de vidrio y el recubrimiento.

Espectro electromagnético

Las fibras ópticas trabajan en la región del espectro en infrarrojo y luz visible, por las altas frecuencias se utiliza la longitud de onda en lugar de la frecuencia (Fig. 2.6).

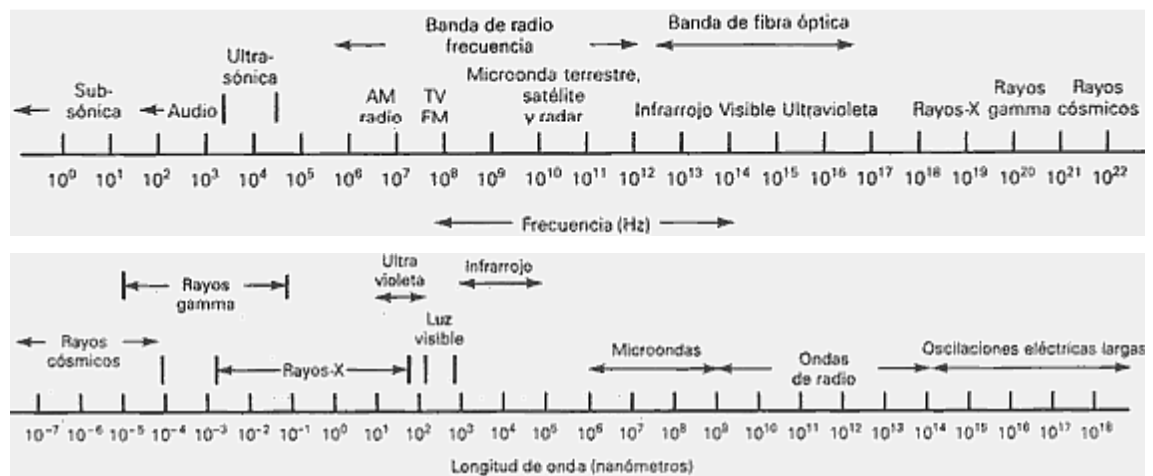


Fig. 2.6 Espectro electromagnético.

Lo que llamamos luz solo es una pequeña parte del espectro de la radiación electromagnética. La radiación electromagnética puede ordenarse en un espectro que va desde las ondas de frecuencia sumamente alta y longitud de onda corta a frecuencia sumamente baja y longitud de onda larga.

En un extremo del espectro se ubican las ondas de radio con billones de longitudes de onda más largas que aquéllos de la luz visible. En el otro extremo del espectro están los rayos gamma que tienen millones de longitudes de onda más pequeño que aquéllos de la luz visible.

La región óptica, donde la fibra óptica y los elementos ópticos trabajan. Esta región incluye la luz visible al ojo humano que va desde las longitudes de ondas de los 400 hasta 700 nanómetros.

En líneas generales estamos hablando de longitudes de onda que van desde los 200 a 20,000nm. Las longitudes de onda normalmente usadas en comunicaciones en las fibras de silica están entre los 700-1600nm. Las fibras de plásticas típicas

transmiten mejor una longitud de onda visible que al infrarrojo cercano, por lo que las comunicaciones sobre las fibras de plásticos típicas es con luz visible. Sin embargo la fibra de plástico no es tan transparente como el vidrio de sílica. Las longitudes de onda normalmente usadas en comunicaciones en las fibras de sílica están entre los 700-1600 nm (Fig. 2.7).

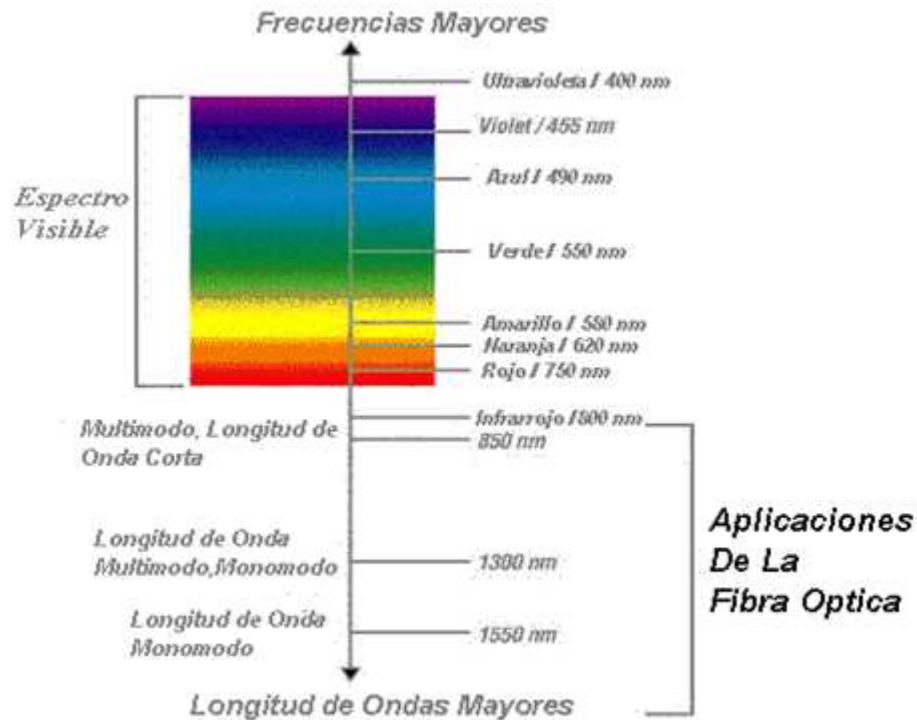


Fig.2.7 Longitudes de onda de operación de la F.O.

Ventanas de operación

Tenemos 4 ventanas de operación de la fibra óptica:

- ✓ 1ra Ventana 850nm
- ✓ 2da Ventana 1300nm
- ✓ 3era Ventana 1550nm
- ✓ 4ta Ventana 1650nm

La Reflexión

Cuando los rayos de luz llegan a un cuerpo en el cual no pueden continuar propagándose, salen desviados en otra dirección, es decir, se reflejan. La forma en que esto ocurre depende del tipo de superficie sobre la que inciden y del ángulo que forman sobre la misma.

Así las superficies pulidas (a) reflejan de una forma regular la mayor parte de las radiaciones luminosas que les llegan mientras que las superficies rugosas (b), actúan como si estuvieran formadas por infinidad de pequeñas superficies dispuestas irregularmente y con distinta orientación, por lo que las direcciones de los rayos reflejados son distintas. La mayor parte de lo que nosotros vemos es luz que ha sido reflejada por los objetos situados en nuestro entorno. (Fig. 2.8)

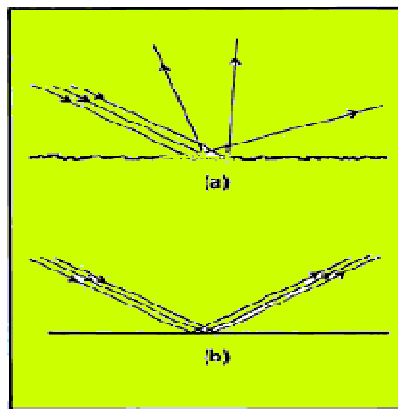


Fig. 2.8 Reflexión

Como se menciona arriba, todo cuerpo, opaco o transparente, refleja una parte de la luz que incide sobre él. La mayoría de las superficies de los cuerpos son ásperas o irregulares, y producen por ello una reflexión difusa, enviando la luz reflejada en todas las direcciones posibles. Gracias a esta reflexión difusa podemos ver las superficies iluminadas: porque una parte de esa luz que ha sido reflejada en todas direcciones llega hasta donde están nuestros ojos.

Una superficie lisa y bien pulida, en cambio, produce una reflexión regular: la luz que incide en una dirección determinada, la refleja en otra dirección bien determinada. En este caso lo que se pone de manifiesto con la reflexión no es la superficie reflectora, sino los objetos cuyas imágenes se ven reflejadas. Este tipo de reflexión, llamada especular, ha llamado la atención del hombre desde tiempos inmemoriales, y ha tenido múltiples aplicaciones en ámbitos tan variados como el arte, el transporte, las comunicaciones y hasta en los actos de magia. Una superficie rugosa refleja de manera difusa, y una superficie lisa refleja de manera especular; la imagen de una vela: contraste entre la reflexión difusa producida por una pantalla de cartón y reflexión regular del espejo.

La reflexión especular sigue un par de leyes muy simples:

- La primera ley nos dice que el rayo incidente y el reflejado se encuentran siempre sobre el mismo plano.
- La segunda que el ángulo de incidencia y el ángulo de reflexión son iguales.

Como resultado de estas leyes, tenemos que un espejo plano produce imágenes fieles de los objetos: ni los deforma ni los cambia de tamaño. Lo que si hace la reflexión es invertir derecha e izquierda; bien nos damos cuenta de ello cuando queremos hacer determinado movimiento con la mano frente al espejo, o descifrar un texto a través de su imagen reflejada.

Refracción

El cambio de dirección que sufren los rayos luminosos al pasar de un medio a otro, donde su velocidad es distinta, da lugar a los fenómenos de refracción. Así si un haz de rayos luminosos incide sobre la superficie de un cuerpo transparente, parte de ellos se reflejan mientras que otra parte se refracta, es decir penetran en el cuerpo transparente experimentando un cambio en su dirección de movimiento (Fig. 2.9).

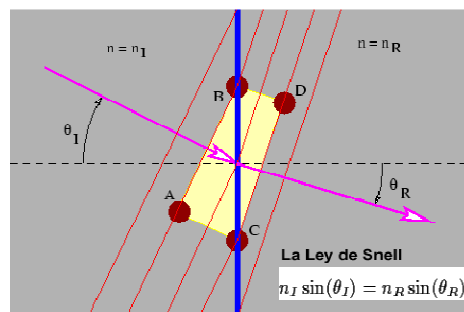


Fig. 2.9. Refracción.

Las leyes de la refracción

Suponga usted que un rayo de luz incide en una superficie plana que separa dos medios. En la figura la recta vertical representa dicha superficie. Una vez más se ha dibujado la normal a la superficie. Al cambiar del medio I, el rayo cambia de dirección: se refracta en el medio R. Cada uno de los dos medios de propagación está caracterizado por un parámetro: el índice de refracción, n . La trayectoria del rayo refractado sigue dos sencillas leyes.

La primera es que dicho rayo se encuentra en el plano del rayo incidente y la normal que pasa por el punto de incidencia. En otras palabras, si el rayo incidente y la normal están en el plano de la hoja, también el rayo refractado debe estar en este plano.

La segunda ley, es la denominada Ley de Snell

2.2.2.3 ATENUACIONES Y PÉRDIDAS

Atenuación en F.O.⁶

La transmisión de datos por fibra óptica no es 100% eficiente, ya que existe pérdida de potencia óptica en las fibras, a esto se le llama atenuación, y se mide en dB y dB/Km.

Varios son los factores que influyen en esta pérdidas tales como:

- ✓ Absorción por materiales dentro de la fibra.
- ✓ Dispersión de la luz fuera del núcleo de la fibra.
- ✓ Fuga de luz fuera del núcleo por factores ambientales.

La atenuación se mide comparando la potencia de salida con la potencia de entrada.

Perdidas en F.O.⁷

Las pérdidas pueden ser intrínsecas o extrínsecas.

Intrínsecas: Estas pérdidas no se pueden eliminar ya que se deben a la composición del vidrio e impurezas, etc.

Las ondas de luz en el vacío no sufren ninguna perturbación. Pero si se propagan por un medio no vacío, interactúan con la materia produciéndose un fenómeno de dispersión debida a dos factores:

- Dispersión por **absorción:** la luz es absorbida por el material transformándose en calor.
- Dispersión por **difusión:** la energía se dispersa en todas las direcciones.

Esto significa que parte de la luz se irá perdiendo en el trayecto, y por lo tanto resultará estar atenuada al final de un tramo de fibra.

⁶ Orbita. (1998). Atenuación F.O.

Recuperado el 25 de Septiembre del 2010, de <http://orbita.starmedia.com/fortiz/Tema08.htm>

⁷ Arnella, D. Balbuena, C. Aguilar, C. (2009). Perdidas F.O.

Recuperado el 28 de Septiembre del 2010, de

http://www.dei.uc.edu.py/tai98/Fibras_Opticas/perdidas9.htm

Extrínsecas: Estas pérdidas son debidas al mal cableado y empalme.

Las pérdidas por curvaturas se producen cuando le damos a la fibra una curvatura excesivamente pequeña (radio menor a 4 o 5 cm) la cual hace que los haces de luz logren escapar del núcleo, por superar el ángulo máximo de incidencia admitido para la reflexión total interna (Fig. 2.10).

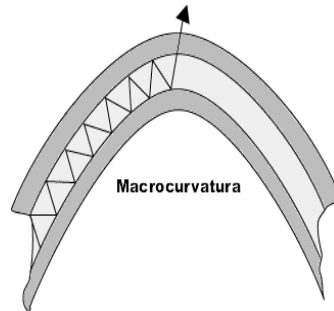


Fig. 2.10. Pérdidas por curvatura (Macro curvatura).

También se dan cuando, al aumentar la temperatura y debido a la diferencia entre los coeficientes de dilatación térmica entre fibras y buffer, las fibras se curvan dentro del tubo (Fig. 1.11).

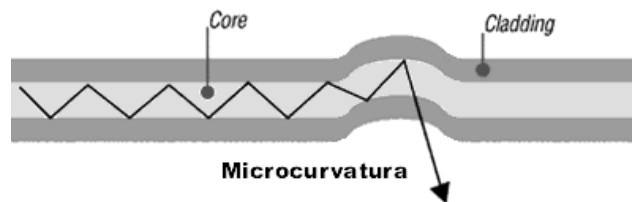
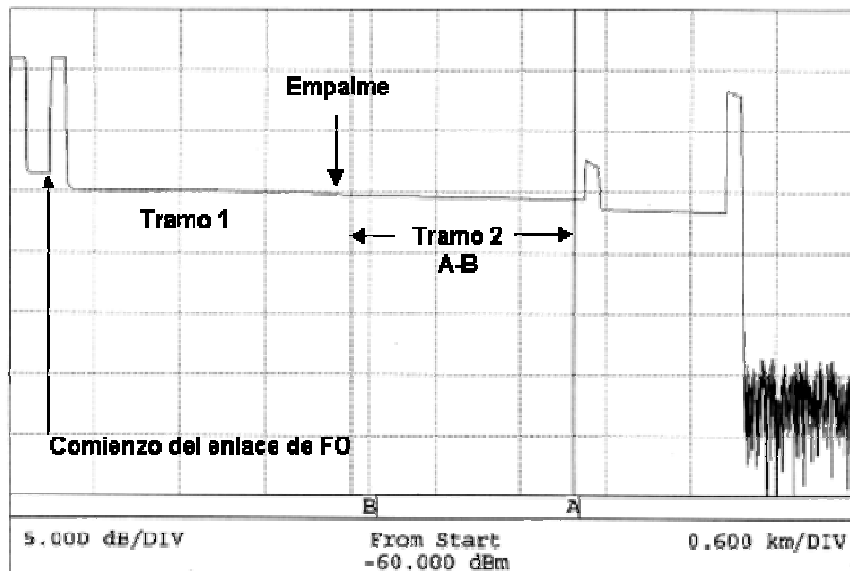


Fig. 2.11. Pérdidas por curvatura (Microcurvatura).

Atenuación por tramo

Es debida a las características de fabricación propia de cada fibra (naturaleza del vidrio, impurezas, etc.) y se mide en **dB/Km**, lo cual nos indica cuántos dB se perderán en un kilómetro (Fig. 2.12).

Medición con OTDR Hewlett Packard 8146^a



Parámetros de medición:	Span (rango) = 0 a 6 km	Resultado de la medición:
l= 1556 nm	Promedios = 15	A-B = 1.447 km
Indice= 1.465	Cursor A = 3.976 km	LSA Attn = 0.185 dB/km
Ancho de pulso= 1000 ns	Cursor B = 2.529 km	

Fig. 2.12. Imagen de medición de un Otdr.

Atenuación por empalme

Cuando empalmamos una fibra con otra, en la unión se produce una variación del índice de refracción lo cual genera reflexiones y refracciones, y sumándose la presencia de impurezas, todo esto resulta en una atenuación.

Se mide en ambos sentidos tomándose el promedio. La medición en uno de los sentidos puede dar un valor negativo, lo cual parecería indicar una amplificación de potencia, lo cual no es posible en un empalme, pero el promedio debe ser positivo, para resultar una atenuación.

- **Por inserción:** es la atenuación que agrega a un enlace la presencia de un conector o un empalme.

- **De retorno o reflectancia:** es la pérdida debida a la energía reflejada, se mide como la diferencia entre el nivel de señal reflejada y la señal incidente, es un valor negativo y debe ser menor a -30 dB (típico -40dB). En ocasiones se indica obviando el signo menos.

Ejemplo para un conector:

Insertion loss	< .2 dB typ < .3 dB max
Return loss PC	< -30dB
Return loss Super PC	< - 40dB
Return loss Ultra PC	< -50dB

Empalmes atenuados

En algunos casos, la atenuación de un tramo de FO es tan baja que en el final del mismo la señal óptica es demasiado alta y puede saturar o dañar el receptor. Entonces es necesario provocar una atenuación controlada y esto se hace con la misma empalmadora, con la función de empalme atenuado (Fig. 2.13).

En este dibujo se pueden ver todos los causales de atenuación geométrica

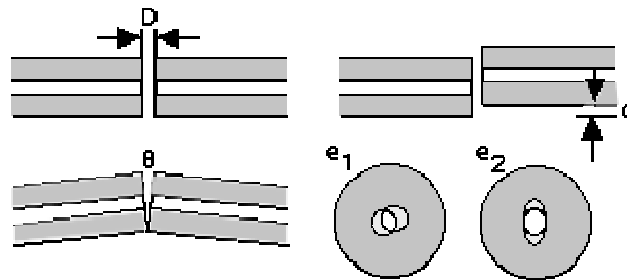


Fig. 2.13. Atenuación geométrica.

Entonces, para realizar empalmes atenuados una empalmadora puede desalinearse los núcleos o darle un ligero ángulo a una de las dos fibras

2.2.2.4 TIPOS DE CABLES DE FIBRA ÓPTICA PARA APLICACIONES ESPECIALES⁸

Los cables de fibra óptica se lo pueden clasificar de acuerdo a sus construcciones básicas:

Por construcciones básicas tenemos:

- ✓ Cable de estructura holgada.
- ✓ Cable de estructura ajustada.

Cable de estructura holgada.

Las fibras individuales, conservando su diámetro exterior de 250 μm , son alojadas, en número de hasta 24, en el interior de tubos plásticos conteniendo gel hidrófugo que actúa como protector anti humedad.

Los cables tipo-R cuentan con gel entre los diferentes tubos como protección suplementaria. Este método permite la fabricación, utilizando estos tubos como elemento de base, de cables con gran número de fibras y diámetros exteriores relativamente reducidos. El núcleo óptico así constituido se complementa con un elemento para dotarlo de resistencia a la tracción (varilla flexible metálica o dieléctrica como elemento central; o hilaturas de Aramida o fibra de vidrio situadas periféricamente.) Como inconvenientes cabe señalar la posibilidad de desprotección frente a la humedad en tramos verticales, consecuencia de la fluidez del gel, o la relativa fragilidad frente a la rotura de las fibras individuales (Fig. 2.14).



Fig. 2.14. Cable de estructura holgada.

⁸Textos Científicos. (2005). Tipos de Cables F.O.
Recuperado el 28 de Septiembre del 2010, de
<http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica/tiposfibra>

Cable de estructura ajustada.

Consiste en dotar a cada fibra individualmente de una protección plástica extrusionada directamente sobre ella, hasta alcanzar un diámetro de 900 μm . Se sitúan hilaturas de Aramida o fibra de vidrio rodeando las fibras para conseguir la resistencia a la tracción necesaria. Con esta base se construye el cable. Su principal ventaja es una óptima protección anti humedad y unas considerables flexibilidad y resistencia mecánica. Su principal inconveniente es la dificultad para elaborar cables de más de 24 fibras (Fig. 2.15).

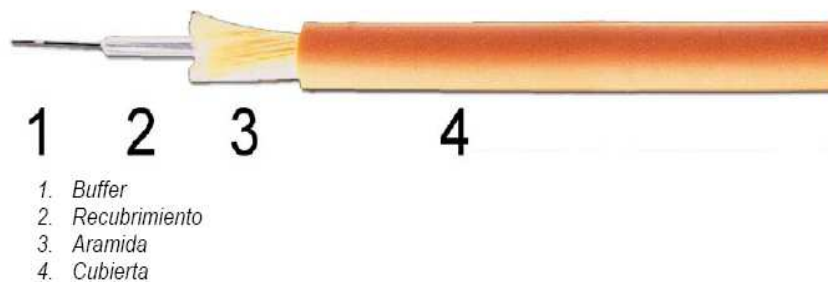


Fig. 2.15. Cable de estructura ajustada.

Aplicaciones

Cable aéreo auto soportado

Es un cable de estructura holgada utilizado en estructuras aéreas. Para asegurar el cable directamente a la estructura del poste se utilizan abrazaderas especiales. El cable se sitúa bajo tensión mecánica a lo largo del tendido (Fig. 2.16).

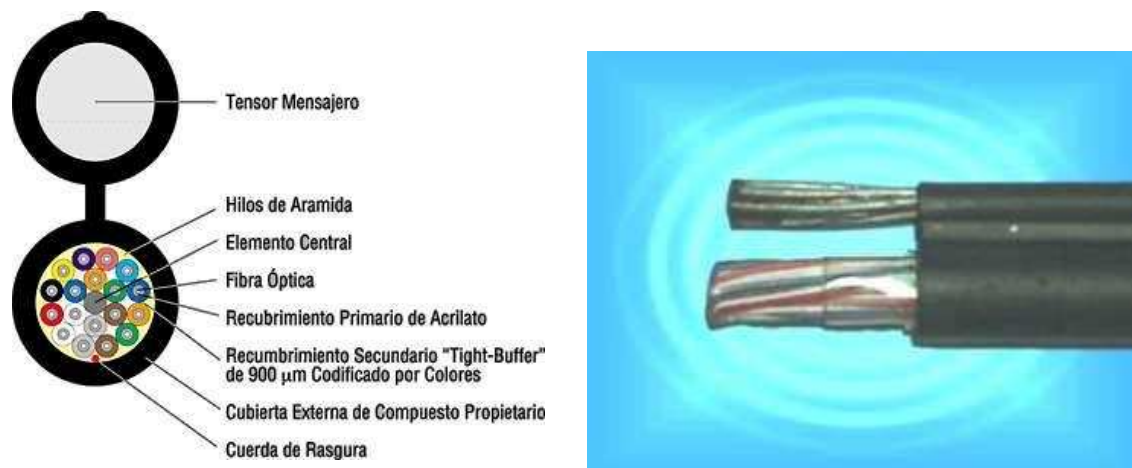


Fig. 2.16. Cable aéreo Auto soportado.

Cable submarino

Es un cable de estructura holgada utilizado para permanecer sumergido en el agua. En la actualidad muchos continentes están conectados por cables submarinos de fibra óptica transoceánicos (Fig. 2.17).

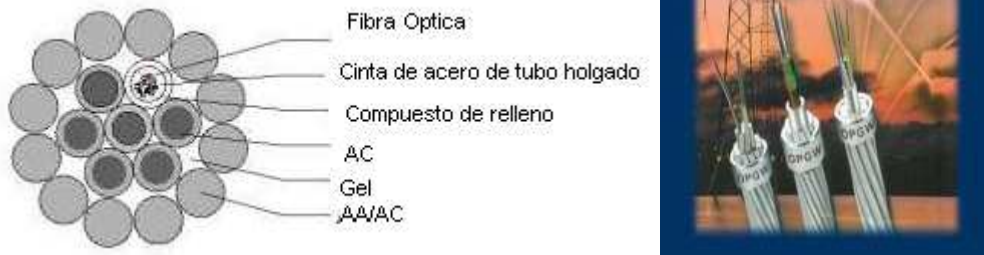


Fig. 2.17. Cable submarino.

Cable compuesto tierra-óptico (OPGW)

Es un cable de tierra que tiene fibras ópticas insertadas dentro de un tubo en el núcleo central del cable. Las fibras ópticas están completamente protegidas y rodeadas por pesados cables a tierra. Es utilizado por las compañías eléctricas para suministrar comunicaciones a lo largo de las rutas de las líneas de alta tensión (Fig. 2.18).



Fig. 2.18. Cable OPGW.

Cables híbridos

Es un cable que contiene tanto fibras ópticas como pares de cobre (Fig. 2.19).



Fig. 2.19. Cable híbrido.

Cable en abanico

Es un cable de estructura ajustada con un número pequeño de fibras y diseñado para una conexión directa y fácil.

2.2.2.5 ELEMENTOS BÁSICOS CONSTITUTIVOS DE UN SISTEMA DE FIBRA ÓPTICA⁹

Básicamente el sistema de fibra óptica se compone de un transmisor, un regenerador óptico y un receptor óptico.

- ✓ El **transmisor** – Está físicamente cerca de la fibra óptica y puede incluso tener lentes para enfocar la luz en la fibra.
- ✓ **Regenerador óptico** – Como se ha comentado, se pueden perder señales cuando se transmite la luz dentro de la fibra, especialmente en distancias largas. Por ello, uno o más regeneradores ópticos son puestos a lo largo del cable para aumentar la señal de luz degradada.
- ✓ **Un receptor óptico** – Recibe la señal de luz digital entrante, la decodifica y envía la señal eléctrica a los otros usuarios, que pueden ser ordenadores, televisión o sistema de teléfonos. El receptor usa una foto célula o foto diodo para detectar la luz.

⁹ Rincondelvago. (2010). Elementos constitutivos F.O. Recuperado el 28 de Septiembre del 2010, de http://html.rincondelvago.com/fibra-optica_4.html

2.2.2.6 EMPALMES Y CONECTORES¹⁰

Empalmes

Debido a que una bobina de cable de fibra óptica no llega a superar los 4Km de longitud, y las distancias que pueden existir entre sucursales o centrales, son superiores al de una bobina de cable se realizan empalmes entre los tramos, y entre cada final y los conectores.

Los empalmes pueden clasificarse según la forma de realización en:

- ✓ Soldadura por fusión
- ✓ Unión mecánica o
- ✓ Adhesiva.

Empalme por fusión

Consiste en alinear con precisión los extremos a unir, generando un arco eléctrico para soldarlos, proporcionando bajas pérdidas, tanto para fibras monomodo como multimodo. Son empalmes permanentes y se realizan con máquinas empalmadoras,

que luego de cargarles las fibras sin *coating* (funda exterior), y cortadas a 90° realizan un alineamiento de los núcleos de una y otra, para luego fusionarlas con un arco eléctrico producido entre dos electrodos. Llegan a producir atenuaciones casi imperceptibles (0,01 a 0,10dB) (Fig. 2.20).

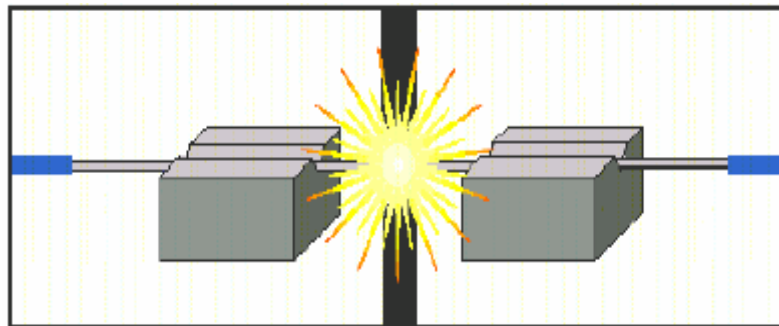


Fig. 2.20. Empalme por fusión.

Una máquina empalme de fusión dispone de los siguientes componentes (Fig. 2.21):

- ✓ Panel de control y display. Para modificar los parámetros del Splicing.

¹⁰ Textos Científicos. (2006). Empalmes y Conectores
Recuperado el 28 de Septiembre del 2010, de
<http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica/empalmes-conexiones>

- ✓ Caja de embalaje. Permite acomodar los componentes usados durante la operación.
- ✓ Cleaver. Permite el corte de la fibra óptica en forma perpendicular y plana.



Fig. 2.21. Elementos de una fusionadora.

- ✓ Sistema de control de energía. Dispone de batería recargable para aplicaciones en lugares sin alimentación de red.
- ✓ Protección del empalme. Se trata de un tubo termocontraíble de silicona vulcanizable (Fig. 2.22).

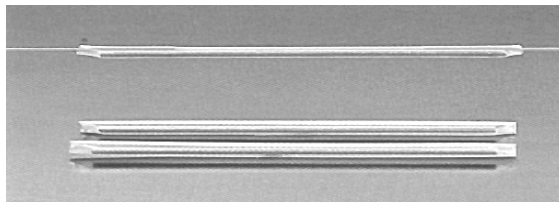


Fig. 2.22. Tubos de fusión.

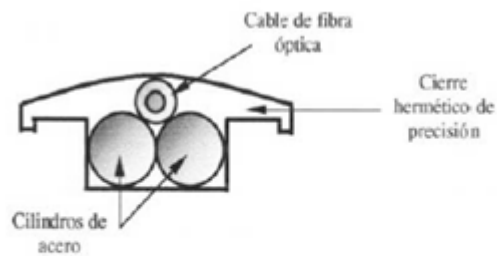
- ✓ Electrodo. Forma el arco eléctrico para el calentamiento de las fibras ópticas.
- ✓ Sistema de alineamiento automático mediante inyección de luz para optimizar el alineamiento del núcleo.

Empalme mecánico.

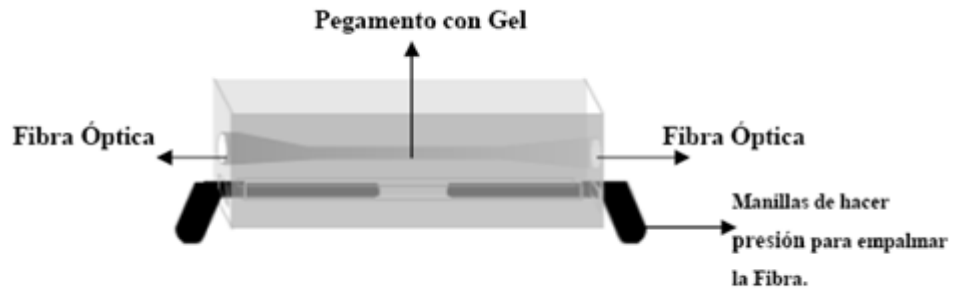
Es una técnica alternativa que no requiere una empalmadura de fusión, sino que utiliza un pequeño conector que se encarga de alinear los extremos a unir de manera precisa, asegurándolas mecánicamente. En la imagen se observa un tipo de empalme mecánico denominado Ranura de Muelle o Springroowe.

Son empalmes rápidos, permanentes o temporarios, que pueden usarse, por ejemplo, para probar bobinas, o en enlaces donde no es apremiante reducir las pérdidas debido a la longitud del mismo. Producen atenuaciones relativamente

altas, del orden de 0,20 a 1dB. Vienen rellenos con gel para mejorar la continuidad de la luz (Fig. 2.23).



Empalme Mecánico tipo Ranura de muelle o *Springroowe*.



Empalme Mecánico relleno con gel

Fig. 2.23. Empalme Mecánico.

Empalme con pegamento

Son conexiones a través de pegamentos rápidos (resma epóxica), que presentan como inconveniente la degradación de este pegamento con el tiempo. En la imagen se muestra un tipo de empalme por pegamento denominado Manguillo. En realidad no son empalmes muy confiables, ya que no son muy duraderos, ni muy pocos resistentes.

Presentan una atenuación que se encuentra en el orden de los 0,2 a 1dB. Al igual que en el caso del empalme mecánico se emplean métodos de alineación de fibras antes de ser unidas con un material adhesivo epóxico (Fig. 2.24).

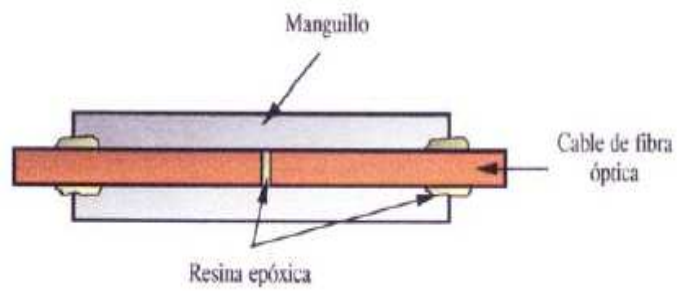


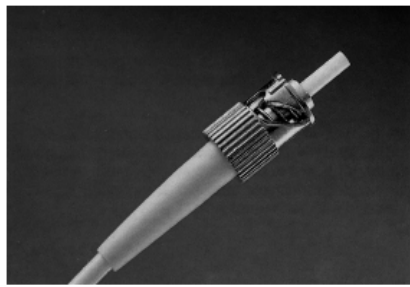
Fig. 2.24. Empalme con Pegamento: Manguillo.

Conectores

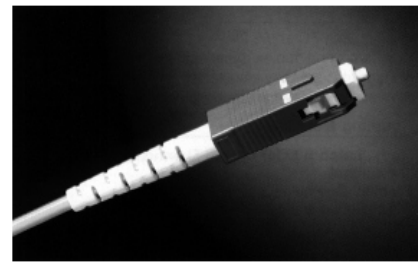
Los más frecuentes se relacionan en la tabla siguiente:

Conectores	Acoplamiento	Tipo de fibra óptica	Pérdidas Conectores
ST	Bayoneta	SM y MM	0.30 SM – 0.40 MM
SMA	Rosca	MM	0.60 MM
FC/PC	Guía+Rosca	SM Y MM	0.20 SM – 0.15 MM
SC	Push-Pull	SM y MM	0.20 SM – 0.15 MM

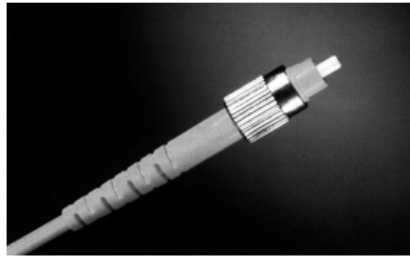
Conectores de F.O. tipos:



ST



SC



FC



DIN



SMA

Fig. 2.25. Tipos de conectores de F.O.

2.2.2.7 VENTAJAS Y DESVENTAJAS¹¹

Ventajas de la fibra óptica

Baja Atenuación

Las fibras ópticas son el medio físico con menor atenuación. Por lo tanto se pueden establecer enlaces directos sin repetidores, de 100 a 200 Km. con el consiguiente aumento de la fiabilidad y economía en los equipamientos.

Gran ancho de banda

La capacidad de transmisión es muy elevada, además pueden propagarse simultáneamente ondas ópticas de varias longitudes de onda que se traduce en un mayor rendimiento de los sistemas. De hecho 2 fibras ópticas serían capaces de transportar, todas las conversaciones telefónicas de un país, con equipos de transmisión capaces de manejar tal cantidad de información (entre 100 MHz/Km a 10 GHz/Km).

¹¹ Tripod. (2000). Ventajas y desventajas
Recuperado el 3 de Octubre del 2010, de <http://glorsarm.tripod.com/index-4.html>

Peso y tamaño reducidos

El diámetro de una fibra óptica es similar al de un cabello humano. Un cable de 64 fibras ópticas, tiene un diámetro total de 15 a 20 mm. y un peso medio de 250 Kg/km. Si comparamos estos valores con los de un cable de 900 pares calibre 0.4 (peso 4,000 Kg/Km y diámetro 40 a 50 mm) se observan ventajas de facilidad y costo de instalación, siendo ventajoso su uso en sistemas de ductos congestionados, cuartos de computadoras o el interior de aviones.

Gran flexibilidad y recursos disponibles

Los cables de fibra óptica se pueden construir totalmente con materiales dieléctricos, la materia prima utilizada en la fabricación es el dióxido de silicio (SiO₂) que es uno de los recursos más abundantes en la superficie terrestre.

Aislamiento eléctrico entre terminales

Al no existir componentes metálicos (conductores de electricidad) no se producen inducciones de corriente en el cable, por tanto pueden ser instalados en lugares donde existen peligros de cortes eléctricos.

Ausencia de radiación emitida

Las fibras ópticas transmiten luz y no emiten radiaciones electromagnéticas que puedan interferir con equipos electrónicos, tampoco se ve afectada por radiaciones emitidas por otros medios, por lo tanto constituyen el medio más seguro para transmitir información de muy alta calidad sin degradación.

Costo y mantenimiento

El costo de los cables de fibra óptica y la tecnología asociada con su instalación ha caído drásticamente en los últimos años. Hoy en día, el costo de construcción de una planta de fibra óptica es comparable con una planta de cobre. Además, los costos de mantenimiento de una planta de fibra óptica son muy inferiores a los de una planta de cobre. Sin embargo si el requerimiento de capacidad de información es bajo la fibra óptica puede ser de mayor costo.

Las señales se pueden transmitir a través de zonas eléctricamente ruidosas con muy bajo índice de error y sin interferencias eléctricas.

Las características de transmisión son prácticamente inalterables debido a los cambios de temperatura, siendo innecesarios y/o simplificadas la ecualización y compensación de las variaciones en tales propiedades. Se mantiene estable entre -40 y 200 °C. Por tanto dependiendo de los requerimientos de comunicación la fibra óptica puede constituir el mejor sistema.

Desventajas de la fibra óptica

- ✓ La alta fragilidad de las fibras.
- ✓ Necesidad de usar transmisores y receptores más caros.
- ✓ Los empalmes entre fibras son difíciles de realizar, especialmente en el campo, lo que dificulta las reparaciones en caso de ruptura del cable.
- ✓ La necesidad de efectuar, en muchos casos, procesos de conversión eléctrica-óptica.
- ✓ La fibra óptica convencional no puede transmitir potencias elevadas.
- ✓ No existen memorias ópticas.

2.2.2.8 DISEÑO DE UNA RED ÓPTICA¹²

Los pasos más importantes que se involucran en el diseño de una red óptica son los siguientes:

- ✓ Determinar el ancho de banda.
- ✓ Determinar el BER tolerable si la señal es digital.
- ✓ Determinar la distancia del enlace, esto es, la distancia entre el transmisor y el receptor.
- ✓ Seleccionar una fibra basada en atenuación.
- ✓ Calcular el ancho de banda de la fibra para el sistema. Esto se logra midiendo el factor de ancho de banda en MHZ/Km.
- ✓ Determinar el margen de potencia.

¹² Compute-rs. (2000). Diseño de una red óptica
Recuperado el 3 de Octubre del 2010, de <http://www.compute-rs.com/es/consejos-1277059.htm>

- ✓ Determinar la pérdida total de la fibra
- ✓ Identificar el numero de conectadores
- ✓ Identificar el numero de empalmes
- ✓ Se debe colocar 3db para la degradación de la temperatura
- ✓ Se debe colocar 3db para la degradación del tiempo
- ✓ Y por ultimo sumar todas las perdidas.

2.2.2.9 TENDIDO DE LA FIBRA ÓPTICA¹³

Tendido aéreo

El cable de fibra óptica ADSS para instalación aérea autosoportada, consta de un elemento central dieléctrico sobre el que se configura el núcleo, en base en tubos de fibras dispuestos en paso S-Z, y una cubierta de tipo polietileno y fibras de aramida. Este tipo de cable puede llevar desde 6 hasta 144 fibras.

Las principales variables que se manejan dentro del aprovisionamiento de las redes de fibra óptica aérea son las siguientes:

- Vano máximo (span) del enlace: Es la distancia máxima entre apoyos (postes, torres) que se van a tener en el enlace.
- Flecha máxima (sag) que soporta el cable: Es la parte porcentual que respecto de catenaria que puede tener el cable respecto del vano. Esta variable es muy estable en ciudad (estándar flecha 1.5%).
- Campo Eléctrico asociado: Para determinar si la chaqueta debe ser antitracking (superior a 12 kV) ó chaqueta convencional (inferior a 12 KV). Por lo general se necesita antitracking cuando la línea es de 115 kV, 230 kV y 500 kV.
- Herrajes de retención y de suspensión: Elementos ó accesorios usados para fijación del cable a la postería.

Los cables ADSS están diseñados para elongarse bajo cargas de viento o hielo. Esta elongación se controla por medio de la cantidad de hebras de fibra aramida integradas en el cable. Más Fibra aramida, mas Fuerza, menos Catenaria,

¹³ Wikipedia. (2011). Instalación Aérea
 Recuperado el 3 de Octubre del 2010,de
http://es.wikipedia.org/wiki/Instalaci%C3%B3n_a%C3%A9rea_de_fibra_%C3%B3ptica

tensiones más Altas. Menos Fibras aramida, menor Fuerza, mas Catenaria, tensiones mas bajas

Las tolerancias de manufactura especificadas por el fabricante son críticas para asegurar el adecuado desempeño bajo altos esfuerzos de tensión (Fig. 2.26)

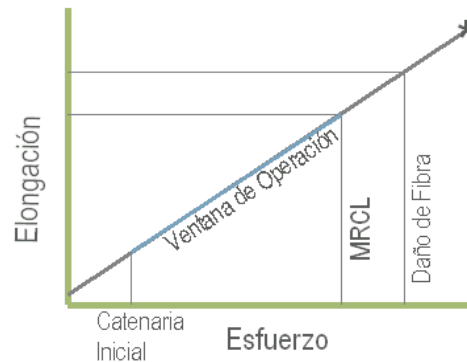


Fig. 2.26. Tolerancias de manufactura.

Dentro de las principales variables que se deben tener en cuenta se resaltan las siguientes (Fig. 2.27):

- a. Longitud Máxima de Vano
- b. Catenaria Inicial de Instalación
- c. Catenaria bajo condiciones climáticas prevaletientes “Viento”
- d. Voltaje de Línea del Sistema

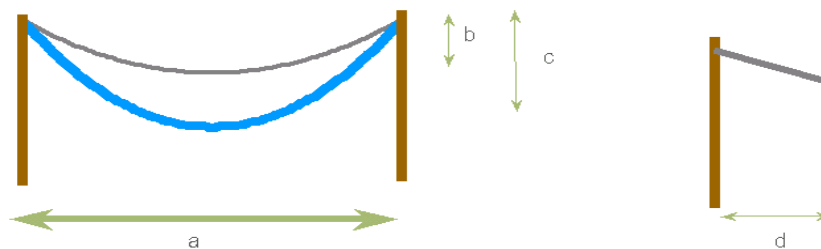


Fig. 2.27 Imagen de las variables (Poste tendido aéreo).

Dadas estas variables los precios de los cables varían dependiendo de las características indicadas por el fabricante al igual que el precio de los herrajes, por lo que es necesario tener en cuenta el span y numero de hilos, no hay una tabla de referencia para escoger el cable con el escenario, lo que hay es tablas para los herrajes y amortiguadores.

Los Herrajes de retención (Fig. 2.28) y de suspensión se determinan dependiendo del diámetro del cable ADSS y el span que van a soportar, hay para vano corto, mediano y largo. Varían dependiendo el agarre que deben tener, a menos vano menos agarre, para vanos más grandes se necesita más agarre por lo que las varillas de retención son más largas. Los herrajes de Suspensión se instalan uno por poste de paso donde no hay cambio de ruta del cable.



Fig. 2.28 Herrajes de retención.

Para vanos inferiores de 100 metros no es necesario las varillas de retención, solo el herraje de retención, abrazadera del poste o elemento de sujeción a este (Fig. 2.29).

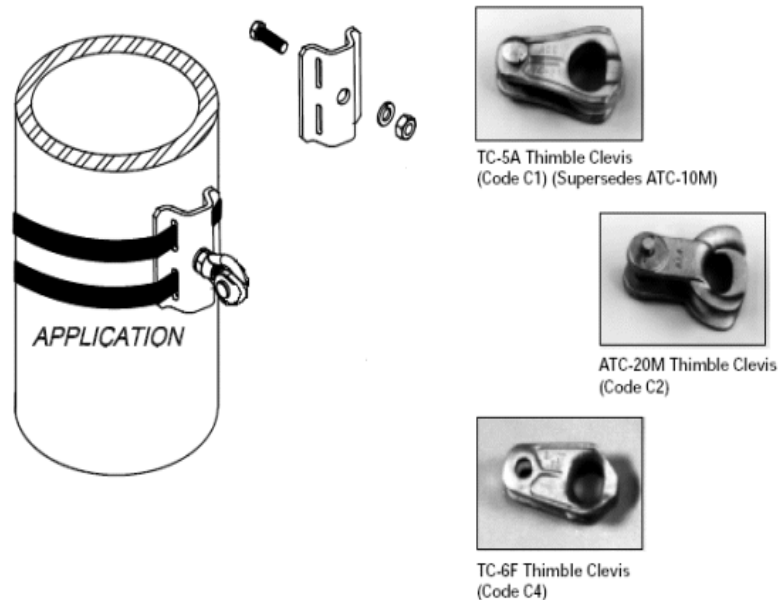


Fig. 2.29 Abrazaderas.

Los amortiguadores se utilizan en vanos largos mayores a 120 metros aprox. y/o cuando la tensión del cable excede el 15% de la tensión última de ruptura

calculada y existe un viento laminar prevaleciente entre 3 y 30 km/hora deberán ser apropiados para amortiguar efectivamente la vibración eólica en un rango de frecuencias que puedan producir daños al cable ADSS y herrajes.

Tendido del cable

Paso del cable por las poleas

Debido al poco peso del cable de fibra óptica y según aconsejen las condiciones del trazado de la línea podrán emplearse el siguiente método:

Tirar el cable

Consiste en ir pasando el cable por las poleas y tirar de él, para lo que se podrán emplear los dos procedimientos siguientes:

Tracción manual

En el extremo preparado del cable se dispondrá un nudo giratorio y se atará una cuerda de cáñamo de por lo menos 25 mm de diámetro, para que pueda ser agarrada cómodamente, y de unos 20 a 25 m, de longitud.

En el primer poste se hará pasar la cuerda de cáñamo por la polea guía.

Siguiendo la línea de postes, y en el sentido de alejarse de la bobina, se hará la tracción sobre la cuerda de cáñamo por los operadores necesarios, a la velocidad normal del paso de un hombre, hasta que el cable llegue al poste siguiente, donde se detendrá para pasar de nuevo la cuerda por la polea y continuar realizando la tracción.

Se dispondrán ayudas intermedias cuando la fuerza de tracción en la punta del cable sea muy alta o para evitar que, entre postes, el cable arrastre por el suelo.

Tracción con cabrestante

En el extremo distante de la sección de cable a tender, o en el punto donde vaya a ir el empalme, se dispondrá un cabrestante que pueda controlar la fuerza de tracción.

Se pasará el cable del cabrestante por todas las poleas de la línea hasta llegar a la bobina del cable.

Se enganchará el cable al extremo preparado del cable y se realizará la tracción cuidando de no sobrepasar la tensión máxima admisible.

En ambos casos se tendrá en cuenta lo siguiente:

Sí la línea de postes presenta alguna discontinuidad fuerte, como cambios bruscos de dirección o de pendiente, o si la sección de tendidos lleva tramos canalizados, deberá elegirse un punto intermedio de colocación de la bobina, de manera que permita tender el cable en dos sentidos. Para ello se tenderá primero hacia un extremo, después se desenrollara lo que reste de bobina, depositando el cable en el suelo formando “ochos” y finalmente se tenderá hacia el otro extremo.

En aquellos casos en los que sea necesario mantener temporalmente la altura libre de tendido, tales como cruces de carreteras, se instalará un cable soporte auxiliar y a través de los cuales se pasará el cable autoportado.

2.3. HIPÓTESIS

El diseño de un enlace por fibra óptica entre las ciudades Ambato – Píllaro optimizará los servicios de telecomunicaciones que ofrece un ISP.

2.4. VARIABLES

2.4.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Enlace de transmisión de datos por fibra óptica.

2.4.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Optimizar los servicios de telecomunicaciones que ofrece un ISP.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE

La investigación estuvo enfocada dentro del paradigma Cualitativo-Cuantitativo en razón de que se realizó una investigación previa para comprender el origen del problema buscando las causas y consecuencias para así orientarse al desarrollo del proyecto de investigación

3.2. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo y elaboración de la presente investigación se utilizó las siguientes modalidades:

3.2.1. INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Se realizó la investigación de campo debido a que el proyecto se basó en un enlace de transmisión de datos por fibra óptica entre las ciudades Ambato – Píllaro para la optimización de los servicios de telecomunicaciones que ofrece un ISP. , por lo que el investigador estuvo en contacto de forma directa con el lugar donde se suscitó el problema de investigación.

3.2.2. INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA-DOCUMENTAL

Con la finalidad de aprender, ampliar y profundizar mis conocimientos y mirar el tema desde diversos puntos de vista, los cuales me ayudaron y aportaron para la investigación se tomó en cuenta libros, documentales, Internet o cualquier medio bibliográfico con el cual se pudo sustentar el marco teórico.

3.3. TIPO O NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1. NIVEL EXPLORATORIO

Me ayudó a Identificar, conocer y tratar de solucionar el problema, dentro del contexto en el que se produce, buscando, experimentando, indagando y estudiando las diversas variables que se planteen para así determinar la factibilidad de resolver el problema.

3.3.2. NIVEL DESCRIPTIVO

Se determinó las particulares del problema, sus causas, sus efectos, sus consecuencias, además se planteó las variables a estudiar, es decir se describió el fenómeno tal y como se planteó el problema, detectando de mejor manera los factores que determinan ciertos comportamientos.

3.3.3. NIVEL CORELACIONAL

Se estableció la comparación entre las distintas variables, el análisis, la verificación de hipótesis, ya que por medio de la utilización de la hipótesis se proyectó la predicción de los resultados y la solución del problema.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

La investigación estuvo orientada a los clientes que poseen los servicios de telecomunicaciones, quienes exigen mejoras en la calidad de transmisión de datos e internet, también se tomó en cuenta a todos los ISP que brindan el servicio, por lo que la muestra a considerar fue de 30 personas.

3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

ABSTRACTO		CONCRETO		
CONCEPTUAL	DIMENSION	INDICADORES	ITEMS	TECNICAS-INSTRUMENTOS
<p>Es el envío de datos por medio de haces de luz empleando como medio de transmisión la F.O., en donde el éxito de la recepción de datos se deberá al poseer un buen enlace de F.O.</p> <p>La rapidez y seguridad del enlace dependerá del tipo de topología y tecnología que se emplee en la Tx.</p>	Transmisión	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Conceptos ✓ Tipos, medios. 	¿Cuáles son los diferentes tipos de transmisión?	ENCUESTA
	Fibra óptica (F.O)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Principios físicos ✓ Características ✓ Ventajas y Desventajas 	¿Qué ventajas posee la tx por fibra óptica?	
	Enlace de fibra óptica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Atenuaciones ✓ Pérdidas ✓ Potencia de Tx ✓ Potencia de Rx 	¿Qué pérdidas y atenuaciones son permitidas en un enlace óptico?	
	Topología.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tipos de Topología. 	¿Cuál es el tipo de tecnología a emplearse?	
	Tecnología.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tipos de Multiplexación. 		

Tabla 3.1 Operacionalización Variable independiente.

3.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE (Optimizar los servicios de telecomunicaciones que ofrece un ISP.)

ABSTRACTO		CONCRETO		
CONCEPTUAL	DIMENSION	INDICADORES	ITEMS	TECNICAS-INSTRUMENTOS
Son los llamados a cubrir y satisfacer las necesidades de los clientes, ofreciendo servicios acorde al presupuesto y empleando la técnica adecuada para su respectivo enlace.	Servicios Técnicas Presupuesto	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Características ✓ Tipos ✓ Tendido aéreo ✓ Tendido Subterráneo ✓ Análisis de Factibilidad 	<p>¿Señale qué tipos de servicio le brinda su ISP?</p> <p>¿Qué técnica para el tendido de la fibra se utilizará en el diseño de la red?</p> <p>¿Qué beneficios se podría obtener?</p>	ENCUESTA

Tabla 3.2 Operacionalización Variable dependiente.

3.6. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

En la recolección de la información se emplearan los siguientes recursos:

- ✓ Selección de las técnicas a emplear en el proceso.
- ✓ Definición de sujetos, personas.
- ✓ Estructuración del instrumento.
- ✓ Recopilación de la información.

3.7. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

En el procesamiento de la información se emplearán los siguientes recursos:

- ✓ Revisión de la información recogida.
- ✓ Tabulación de la encuesta.
- ✓ Manejo de la información
- ✓ Análisis de la información

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE DATOS

El análisis de esta investigación se basará en los datos que nos puedan proporcionar los clientes y técnicos de varios ISP.

La recolección de la información es de fuentes primarias y se utilizará como técnica una encuesta a través de la modalidad de cuestionario, dicho cuestionario constará de 8 Ítems en donde se analizará cada una de las preguntas.

4.1.1 ENCUESTA DIRIGIDA A LOS CLIENTES DE PÍLLARO

Después de recolectar la información de la encuesta se procedió a analizarlos y organizarlos para matemáticamente cuantificarlos y así obtener conclusiones que respalden la propuesta.

Se ha tomado en cuenta 30 clientes de diferentes ISP estos representaran al 100 % de encuestados.

Una vez tabulados todos los datos se obtuvieron los siguientes resultados:

Pregunta 1: ¿Qué tipo de enlace posee para el acceso a internet?

- a. Radio enlace
- b. Fibra óptica
- c. ADSL
- d. Modem Gsm

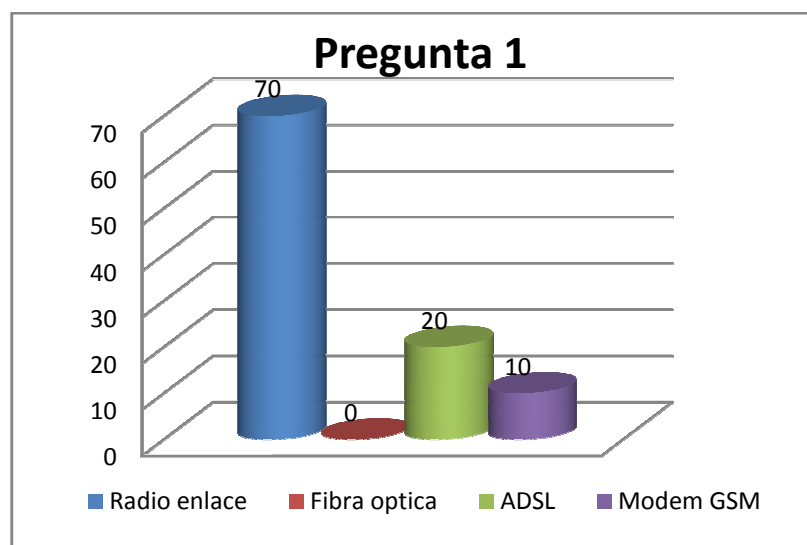
Tabla 4.1. Enlaces para acceso a Internet

Opciones	Respuestas	Porcentaje (%)
Radio enlace	21	70
Fibra Óptica	0	0
ADSL	6	20
Modem GSM	3	10
Total	30	100

Fuente: Encuesta.

Elaborado por: Paola Carvajal.

Figura 4.1. Enlaces para acceso a Internet



Análisis e Interpretación:

Como se muestra en la Figura 4.1 tenemos que el 70% de los encuestados respondió poseer un enlace de radio, el 20% acceden al internet mediante una conexión ADSL y el 10% han utilizado el Modem Gsm y ninguno accede al internet por medio de la fibra óptica.

Pregunta 2: ¿Señale qué tipos de servicio le brinda su ISP?

- a. Transmisión de datos
- b. Seguridad (Firewall)
- c. Internet
- d. Sistema de backup
- e. Otros Servicios

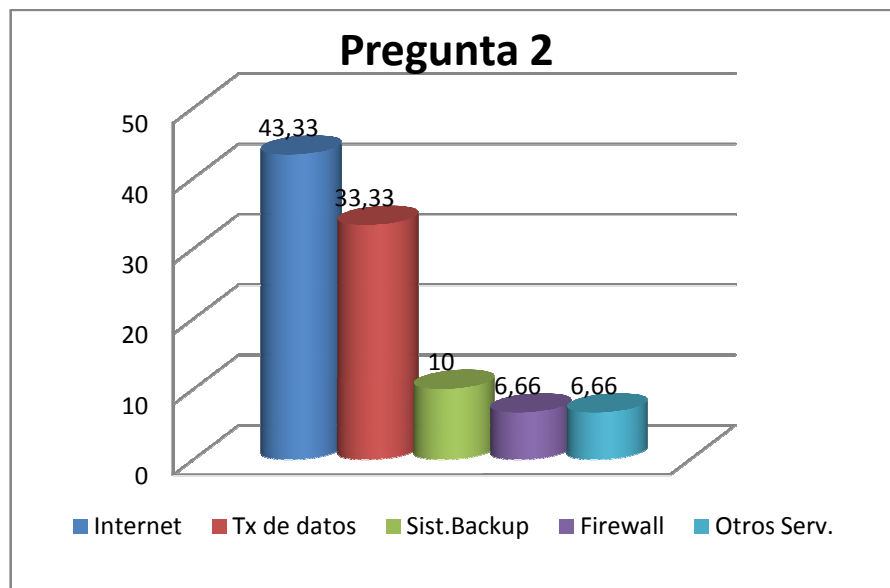
Tabla 4.2. Servicios de Telecomunicaciones.

Opciones	Respuestas	Porcentaje
Internet	13	43.33%
Tx de Datos	10	33.33%
Sistema de Backup	3	10%
Firewall	2	6.66%
Otros Servicios	2	6.66%
Total	30	100%

Fuente: Encuesta.

Elaborado por: Paola Carvajal.

Figura 4.2. Servicios de Telecomunicaciones.



Análisis e Interpretación:

En la Figura 4.2 podemos observar que el 43.33% y el 33.33% de los usuarios entrevistados en Píllaro utilizan en su mayoría los servicios dedicados para el Internet y la transmisión de datos ofrecidos por el ISP.

Estos servicios son los más solicitados por los clientes de Píllaro para actividades como transferencias bancarias, comunicación entre sucursales, servicios de internet para hogares, video conferencias, envío de datos etc. Por lo que en

especial estos servicios deben poseer un buen ancho de banda y una buena velocidad ya que son de mucha utilidad para empresas Bancarias, Instituciones Educativas, Negocios etc.

Pregunta 3: ¿Qué tipo de problemas ha tenido con su ISP?

- a. De Conectividad
- b. De ancho de Banda
- c. De Seguridad

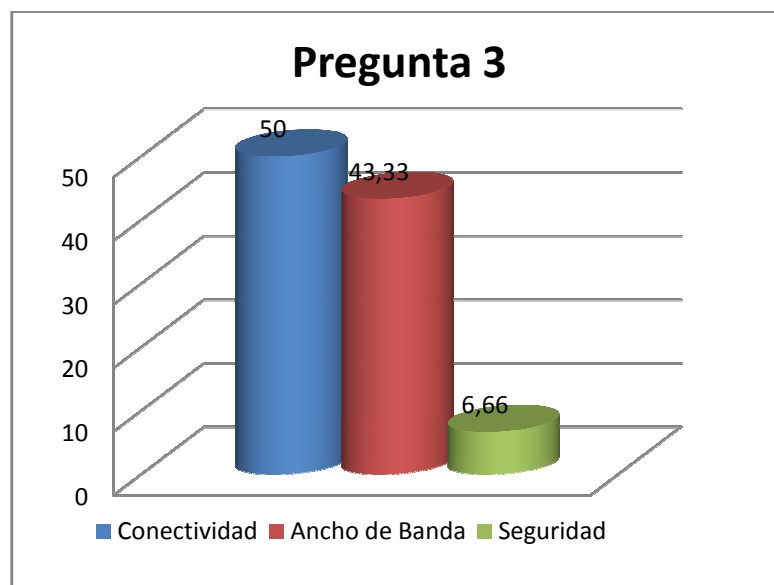
Tabla 4.3. Problemas de servicio.

Opciones	Respuestas	Porcentaje (%)
Conectividad	15	50
Ancho de Banda	13	43.33
Seguridad	2	6.66
Total	30	100

Fuente: Encuesta.

Elaborado por: Paola Carvajal.

Figura 4.3. Problemas de servicio.



Análisis e Interpretación:

En los datos obtenidos y mostrados en la Figura 4.3, tenemos que el 50% y el 43.33% de los usuarios en Píllaro tienen problemas con respecto a la conectividad y ancho de banda ofrecido por el ISP y el 6.66% con respecto a la seguridad.

Los problemas debido a la conectividad no han sido solucionados ya que existen momentos en los que el sistema de internet se va o se cuelga causando varias molestias en los usuarios

En cuanto al ancho de banda se ve reflejado en la velocidad y el tiempo empleado para la transmisión de los datos los cuales no son efectivos.

Pregunta 4: ¿Qué opina usted con respecto al servicio que le ofrece su ISP?

- a. Excelente
- b. Muy Bueno
- c. Bueno
- d. Regular
- e. Malo

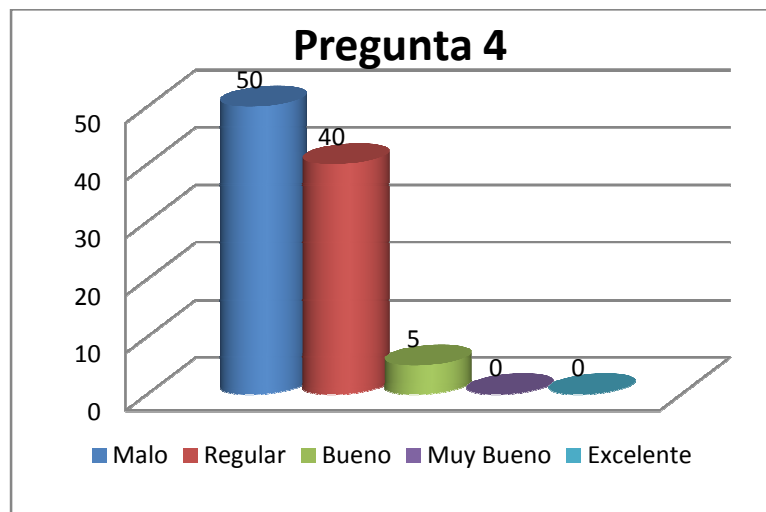
Tabla 4.4. Calidad de Servicio.

Opciones	Respuestas	Porcentaje (%)
Malo	15	50
Regular	12	40
Bueno	3	10
Muy Bueno	0	0
Excelente	0	0
Total	30	100

Fuente: Encuesta.

Elaborado por: Paola Carvajal.

Figura 4.4 Calidad de Servicio.



Análisis e Interpretación:

En la Figura 4.4 podemos observar que la mayoría de los usuarios de Píllaro que ocupan los servicios de Telecomunicaciones ofrecidos por su ISP calificaron con un 50% al servicio que poseen es malo, con un 40% que es regular ,10% Bueno y ninguno lo calificó de Muy bueno o Excelente.

Pregunta 5: ¿Conoce las ventajas que posee la fibra óptica con respecto a otros medios empleados para el acceso a internet?

Si No

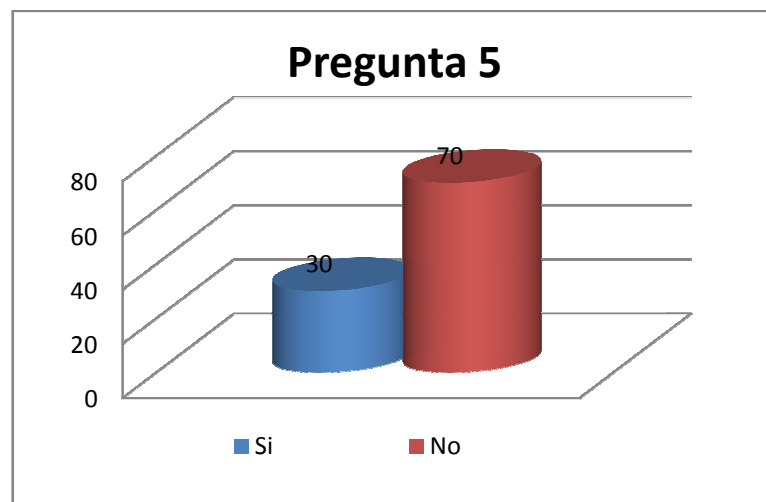
Tabla 4.5. Otro medio físico para el acceso a Internet Fibra Óptica.

Opciones	Respuestas	Porcentaje (%)
Si	9	30
No	21	70
Total	30	100

Fuente: Encuesta.

Elaborado por: Paola Carvajal.

Figura 4.5 Otro medio físico para el acceso a Internet Fibra Óptica.



Análisis e Interpretación:

Como se indica en la Figura 4.5 tenemos que el 70% de encuestados respondió no conocer sobre las ventajas que puede ofrecer la fibra óptica como medio de transmisión, el 30% manifestó conocer los beneficios que la fibra óptica ofrece en relación a la confiabilidad y el ancho de banda.

Pregunta 6: ¿Usted invertiría en una mejora de su enlace actual?

Si No

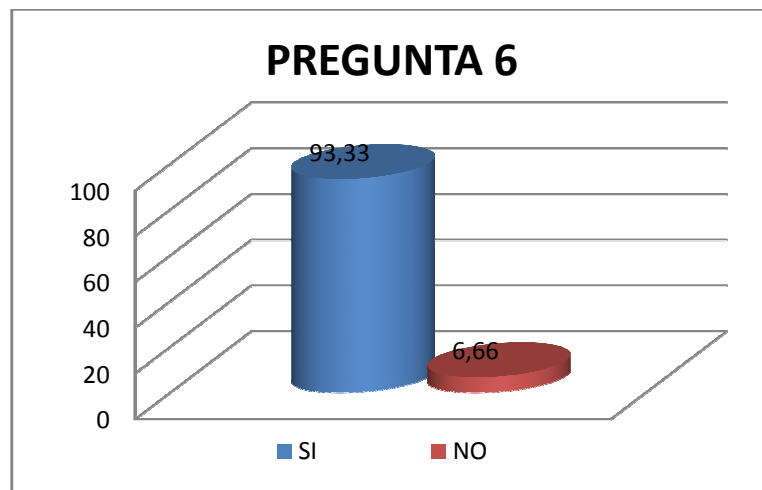
Tabla 4.6. Inversión para otro enlace.

Opciones	Respuestas	Porcentaje (%)
Si	28	93.33
No	2	6.66
Total	30	100

Fuente: Encuesta.

Elaborado por: Paola Carvajal.

Figura 4.6. Inversión para otro enlace.



Análisis e Interpretación:

Los datos obtenidos se indica en la Figura 4.6 en donde el 93.33% de los usuarios de Píllaro estarían de acuerdo en invertir, para obtener una mejora del enlace actual también opinan que las empresas proveedoras de servicios de telecomunicaciones deberían ofrecer una mejor solución como por ejemplo implementar una nueva tecnología utilizando fibra óptica y el 6.66% opinó no estar de acuerdo este porcentaje pertenece a los usuarios pequeños quienes no ocupan los servicios de telecomunicaciones para actividades significativas.

Pregunta 7: ¿Qué empresas proveedoras de servicios de internet conoce?

- a. Cnt ()
- b. Porta ()
- c. Movistar ()
- d. Telconet S.A. ()
- e. Otros ()

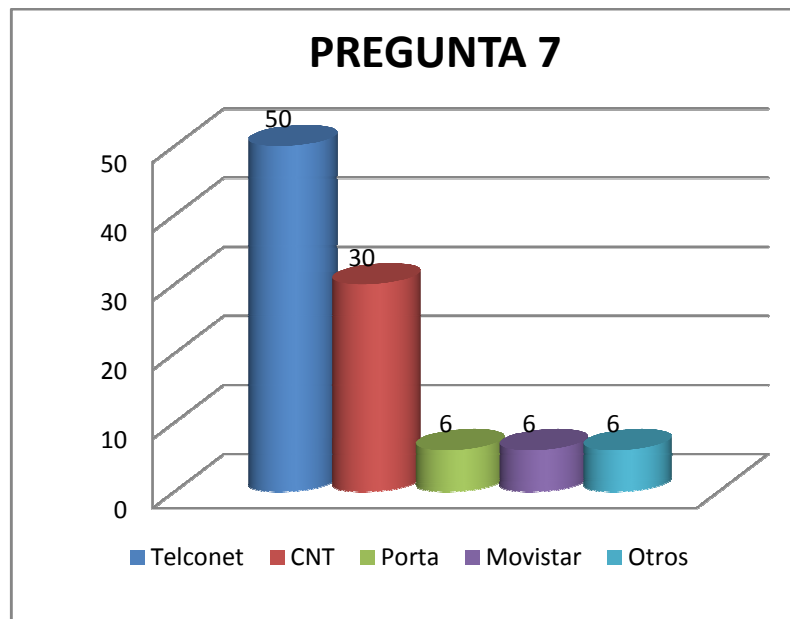
Tabla 4.7. Empresas de Telecomunicaciones.

Opciones	Respuestas	Porcentaje (%)
Telconet	15	50
CNT	9	30
Porta	2	6.66
Movistar	2	6.66
Otros	2	6.66
Total	30	100

Fuente: Encuesta.

Elaborado por: Paola Carvajal.

Figura 4.7. Empresas de Telecomunicaciones.



Análisis e Interpretación:

De acuerdo a los datos obtenidos e indicados en la Figura 4.7 tenemos que el 50% de los clientes en Píllaro conoce los servicios ofrecidos por la empresa Telconet S.A. en este porcentaje se encuentra en su mayoría a los usuarios corporativos, el 30 % conoce el servicio ofrecido por la CNT aquí encontramos a usuarios

corporativos y usuarios residenciales, estas dos empresas son las compañías proveedoras más grandes que brindan servicio a nivel nacional en el país.

Sumando los servicios que ofrecen las operadoras de Porta, Movistar y otros ISP tenemos que el 20% conoce los servicios de estas operadoras aquí encontramos solo a Clientes residenciales pero reportando grandes molestias del servicio que se ofrece.

Pregunta 8: ¿Estaría de acuerdo en que se implementara la fibra óptica como medio de transmisión para mejorar su enlace, con la finalidad de solucionar todos los problemas que actualmente posee con su ISP?

Si No

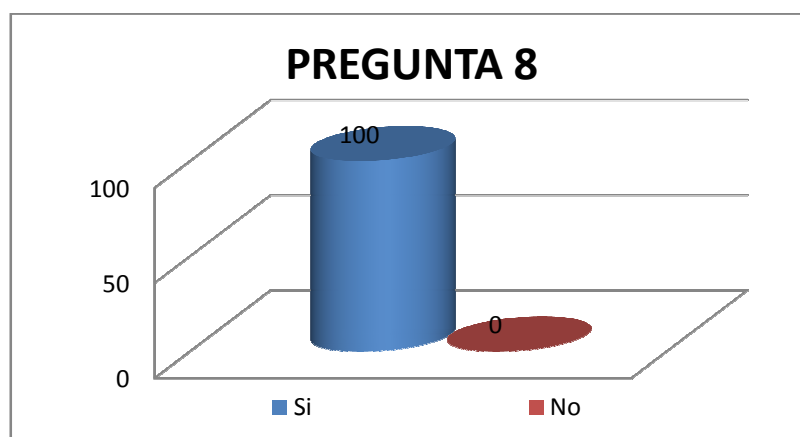
Tabla 4.8. Inversión en Fibra Óptica.

Opciones	Respuestas	Porcentaje (%)
Si	30	100
No	0	0
Total	30	100

Fuente: Encuesta.

Elaborado por: Paola Carvajal.

Figura 4.8 Inversión en Fibra Óptica.



Análisis e Interpretación:

De los resultados obtenidos podemos observar en la Figura 4.8 que el 100% de los encuestados opinó que el mejoramiento del enlace solucionaría los problemas actuales en cuanto a la tx de datos, velocidad, tiempo, conectividad, seguridad etc., problemas que actualmente causan muchas molestias a los usuarios.

4.2 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Después de la recolección e interpretación de los datos obtenidos a través de la encuesta dirigida a los clientes de Píllaro se puede deducir que la mayoría de los usuarios poseen medios guiados y no guiados para el acceso a internet dichos medios sirven para brindar servicios como: Tx de datos, Firewall, internet, Backup, etc.

Al utilizar estos medios físicos para el acceso a internet se tiene problemas de conectividad, ancho de banda y de Seguridad debido a que no son enlaces dedicados para cada cliente.

Las quejas de los clientes sobre el rendimiento de la red y el servicio brindado por el ISP en su mayoría lo catalogan como malo y regular debido a que presenta problemas de propagación e interferencia, esto causa caídas del servicio, además de la saturación de la red, por lo que se debe escoger otro medio físico para el acceso a internet, el cual permita brindar a cada usuario un enlace dedicado, una mejor calidad de servicio y sobre todo confiabilidad de la red.

La propuesta es la mejor opción para solucionar todos los problemas que la red presenta actualmente.

El diseño de un enlace de fibra óptica permitirá brindar una mayor confiabilidad de red, ya que al ser un enlace dedicado para cada cliente se podrá ofrecer la integridad de la información, con una mayor seguridad, cobertura, mayor ancho de banda y una mejor velocidad en las transmisiones de datos, mejorando de esta manera el servicio que el ISP debe brindar a cada usuario.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Los ISP dedicados a ofrecer servicios de telecomunicaciones deben siempre procurar brindar a sus clientes las nuevas aplicaciones y tecnologías actuales, tienen que necesariamente estar realizando nuevas inversiones para brindar un buen servicio a sus clientes con la finalidad de ofrecer una buena alternativa para el transporte de la información.
- Con respecto a la seguridad en las transmisiones tendremos que al ocupar la fibra óptica poseeremos un enlace dedicado a cada cliente brindando así la integridad de la información en un 100%.
- El diseño de un enlace óptico nos permitirá poseer ventajas como: baja atenuación, gran ancho de banda, aislamiento eléctrico entre terminales, a demás este medio es inmune a las interferencias electromagnéticas y nos permitirá abarcar una mayor cobertura para el enlace .
- Entre las ventajas de pasar las comunicaciones de radio enlace a un medio óptico se basa principalmente a la capacidad de transmisión que la fibra nos ofrece ya que podemos hablar en el orden de los gigabit.

5.2 RECOMENDACIONES

- Examinar la ruta por la que enviaremos la fibra, teniendo en cuenta todos los parámetros técnicos que se deben considerar en el tendido.
- Para el diseño del enlace de fibra óptica debemos tomar en cuenta las pérdidas totales que genere, para así determinar si el enlace es factible en la ruta escogida y este no exceda de la pérdida total admisible para que la transmisión sea considerada como excelente.
- Investigar las características de los equipos que se emplearan en el enlace de fibra óptica tanto para transmisión como para la recepción estos deberán cumplir con los cálculos admitibles que obtengamos para que el enlace sea factible.
- Para realizar las pruebas pertinentes en el enlace se deberá utilizar el OTDR con la finalidad de determinar si existen cortes en el trayecto de la fibra tanto al inicio y final, también podremos determinar la calidad de la señal en el punto de recepción.
- Para el diseño de la red de fibra óptica se recomienda tomar en cuenta a los clientes actuales de la red y los clientes futuros que se pueda integrar a la red.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 DATOS INFORMATIVOS

a) Nombre del proyecto:

Enlace de transmisión de datos por fibra óptica entre las ciudades Ambato – Píllaro para la optimización de los servicios de telecomunicaciones que ofrece un ISP.

b) Ubicación: Tungurahua, Ambato.

c) Tutor: Ing. Carlos Gordon.

d) Autor: Paola Augusta Carvajal Vizúete.

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Previa a la investigación realizada sobre la actual situación del enlace entre Ambato – Píllaro se pudo determinar que las empresas dedicadas a ofrecer los servicios de telecomunicaciones no brindan un servicio de calidad a sus clientes por lo que es necesario diseñar un nuevo enlace para poder mejorar el servicio actual.

La desactualización de estas tecnologías causa muchas deficiencias en el servicio por lo que en este aspecto no se puede ofrecer mejoras para el enlace de radio actual ni brindar soluciones eficaces.

Además los ISP siempre deben procurar brindar nuevas aplicaciones y tecnologías actuales y siempre estar realizando nuevas inversiones para brindar un buen servicio a todos sus clientes.

Si comparamos las ventajas que nos puede ofrecer un medio óptico con respecto a un radio enlace estaríamos hablando que se tendría la capacidad de ofrecer a cada cliente la integridad de la información en un 100%.

6.3 JUSTIFICACIÓN.

Los avances tecnológicos logrados en el área de telecomunicaciones han permitido un gran desarrollo para la transmisión de datos e internet, en donde se trata de brindar un mejor servicio de una manera más eficiente. El desarrollo de la fibra óptica ha permitido que se pueda brindar mayores ventajas, además encontraremos cada vez más competitivo su uso con respecto a los sistemas cableados teniendo en cuenta su gran eficiencia y su alto grado de confiabilidad en las transmisiones.

Por tal motivo este proyecto se orienta en el diseño de un enlace de fibra óptica para el mejoramiento del enlace actual y con esto se podrá ofrecer un mejor servicio para todos los clientes.

Entre los beneficios que se podría contar aplicando la fibra óptica como medio de transmisión a diferencia de los otros medios empleados para la comunicación de datos tendríamos el mejoramiento de la transmisión de datos a alta velocidad, gran ancho de banda, inmunidad a las interferencias electromagnéticas y gran seguridad por su alto grado de confidencialidad.

6.4 OBJETIVOS.

6.4.1 OBJETIVO GENERAL

- ❖ Diseñar el enlace por fibra óptica entre las ciudades Ambato – Píllaro.

6.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Investigar y analizar la Situación actual de la red existente entre las ciudades Ambato – Píllaro.
- ❖ Definir los parámetros técnicos para el diseño del Enlace Ambato-Píllaro.
- ❖ Especificar la mejor ruta para el diseño del Enlace Ambato -Píllaro.
- ❖ Calcular las pérdidas totales existentes en el Enlace de Fibra Óptica.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

La Propuesta es factible desde el criterio técnico, ya que existe en el mercado los elementos y recursos necesarios para su implementación y realización. Además debido a que la demanda de clientes crece cada día más se necesita siempre mejorar el servicio, por lo que las empresas deben invertir en mejoras para brindar una mayor satisfacción a cada cliente.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

6.6.1. REDES ÓPTICAS ¹⁴

Las redes de fibra óptica se emplean cada vez más en el mundo de las telecomunicaciones, debido a que es un método de comunicación de información digital que emplean láseres o Leds sobre óptica. Este método fue desarrollado para el transporte de gran cantidad de datos y para permitir interoperabilidad entre equipos de diferentes fabricantes. Las Redes Ópticas proveen más flexibilidad de configuración y mayor ancho de banda, permitiendo también reducir los requerimientos de los equipos e incremento de la confiabilidad en la red, entre otras ventajas.

Aplicaciones

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.

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.

¹⁴ Wikipedia. (2011). Red de F.O. Recuperado el 14 de Noviembre del 2010, de http://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_fibra_%C3%B3ptica.

Otros recursos informáticos conectados son las redes de área amplia o redes WAN. 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.

6.6.2. TOPOLOGÍAS DE REDES¹⁵

Tipos de Topología

La topología de una red es el patrón de interconexión entre los nodos. Existe tanto la topología lógica que es la forma en que se regula el flujo de los datos, como la física, que es simplemente la manera en que se dispone una red a través de su cableado. Existen tres tipos de topologías:

Bus

El lado negativo de una red de bus es que tiene muchos puntos de falla. Si uno de los enlaces entre cualquiera de estos puntos se rompe, la red deja de funcionar.

(Fig.6.1)

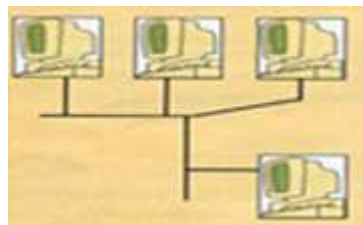


Fig. 6.1 Topología de Bus.

Estrella

La topología de estrella es una red de comunicaciones en la que las terminales están conectadas a un núcleo central. Si un terminal no funciona, no afecta a las demás, siempre y cuando el núcleo central no esté caído. En una tipo estrella, en

¹⁵Inegi. (2002). Topologías de Redes.
Recuperado el 14 de Noviembre del 2010,de
<http://www.inegi.gob.mx/inegi/contenidos/espanol/ciberhabitat/museo/cerquita/redes/fundamentos/03.htm>

cambio, se pueden conectar más terminales a pesar de que la red esté en operación, sin causar fallas en la misma. (Fig.6.2)

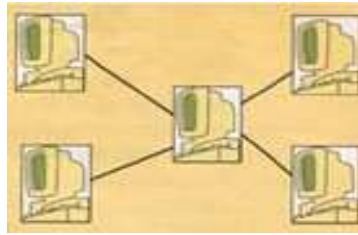


Fig. 6.2 Topología Estrella.

Anillo

Todos los terminales o nodos están conectados el uno con el otro, formando una cadena o círculo cerrado. En una tipo anillo, en cambio, se pueden conectar más terminales a pesar de que la red esté en operación (Fig.6.3)

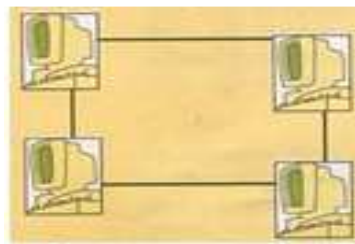


Fig. 6.3 Topología Anillo.

A la hora de tratar con fallos y averías, la red en anillo presenta la ventaja de poder derivar partes de la red, aislando dichas partes defectuosas del resto de la red mientras se determina el problema. Un fallo, pues, en una parte del cableado de una red en anillo, no debe detener toda la red, otra ventaja es que cada equipo actúa como repetidor regenerando la señal y enviándola al siguiente equipo conservando la potencia de la señal.

6.6.3. DIRECCIÓN IP¹⁶

Los equipos se comunican a través de Internet mediante el protocolo IP (Protocolo de Internet). Este protocolo utiliza direcciones numéricas denominadas

¹⁶ Kioskea. (2008). Dirección IP.

Recuperado el 14 de Noviembre del 2010, de <http://es.kioskea.net/contents/internet/ip.php3>

direcciones IP compuestas por cuatro números enteros (4 bytes) entre 0 y 255, y escritos en el formato xxx.xxx.xxx.xxx.

Por ejemplo, 194.153.205.26 es una dirección IP en formato técnico. Los equipos de una red utilizan estas direcciones para comunicarse, de manera que cada equipo de la red tiene una dirección IP exclusiva.

6.6.4. ENLACES DE FIBRA ÓPTICA

Los enlaces con fibra óptica tienen la capacidad de unir grandes redes, para conexiones transoceánicas, de larga distancia y en redes regionales y metropolitanas.

6.6.4.1. TENDIDO AÉREO

A. Métodos para el tendido de Fibra¹⁷

Para el tendido aéreo existen dos métodos:

1. Método de enrollado retractable fijo.
2. Método de enrollado móvil.

1. El método de enrollado retractable/fijo

Es el método usual de tendido de cables. El cable se coloca desde el carrete yendo hacia arriba por el alambre, tirado por un bloque que solamente viaja hacia adelante y es mantenido en alto por los soportes de cables. El cable se corta de inmediato y se forman los bucles de expansión, la atadura de cables se realiza después de tender el cable. (Fig. 6.4)

¹⁷ Saila,H. (2000). Especificaciones para la instalación
Recuperado el 26 de Noviembre del 2010,de http://www.interior.ejgv.euskadi.net/r42-440/es/contenidos/contratacion/s_002_2008/es_s_002_08/adjuntos/Com001-Anexo%20-%20ET%20Instalacion%20cable%20FO.pdf

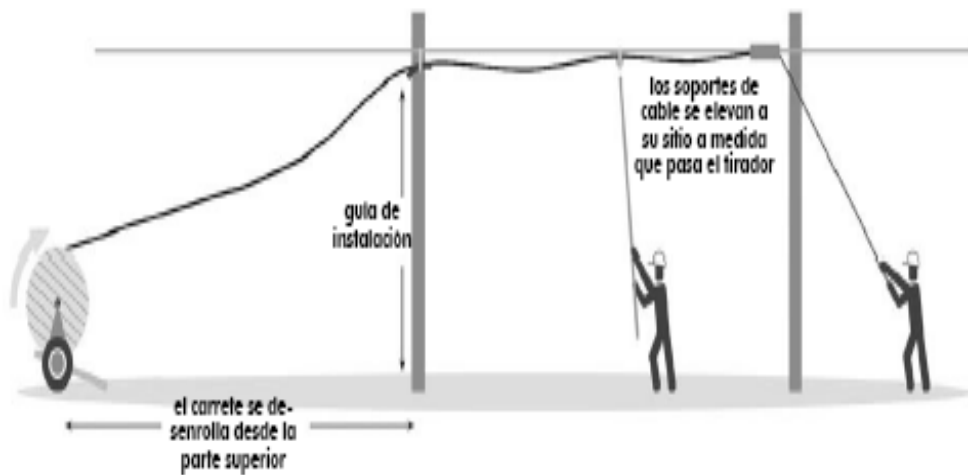


Fig. 6.4 Retractable fijo.

2. El método de instalación con desplazamiento de carrete o Enrollado Móvil

Este método puede requerir cierta mano de obra adicional y ahorrar tiempo con la colocación y atadura del cable. En esto, el cable se acopla al alambre y se desenrolla de un carrete alejándose de él. El cable se ata a medida que se tira, los bucles de corte y expansión se hacen durante la atadura de cables. (Fig. 6.5)

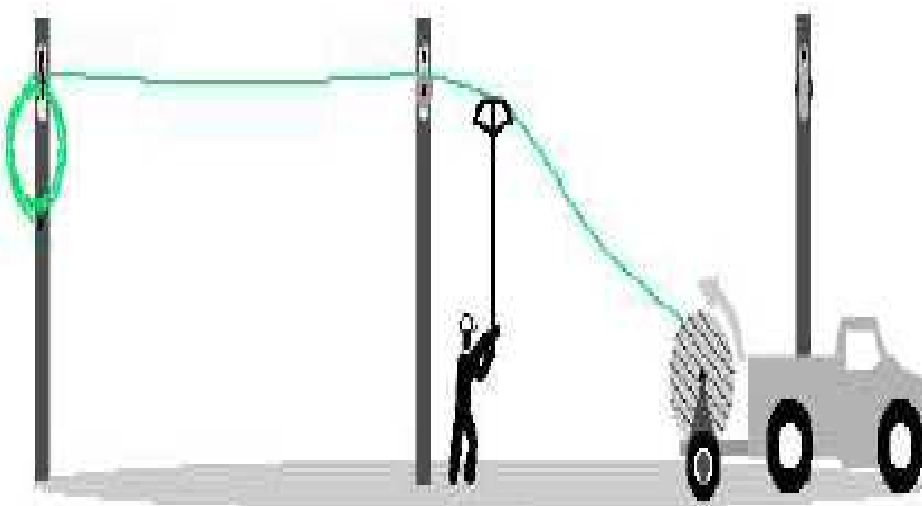


Fig. 6.5 Enrollado Móvil.

Recomendaciones:

- Es necesario asegurarse que todos los cables de soporte de poste en las esquinas (riendas) y los extremos terminales se instalen y tensionen antes del tendido del cable.
- Asegurarse de guardar las precauciones de seguridad (desconexión eléctrica etc.).
- Instalar el cable mensajero ó cable fiador correctamente conexasionado a tierra (solo para cables F.O. aéreos no auto soportados)
- Continuar el tendido identificando en cada poste con etiquetas de aviso de cable óptico y cuando sea preciso, las cajas de empalme se pueden montar en postes o en el cable mensajero.

B. Fibra Óptica Aérea¹⁸

Cables para Instalaciones Aéreas.

En general para el tendido de fibra óptica aérea existen tres alternativas.

1. Embutido en cable de guarda tipo OPGW (Óptica Ground Wire)
2. Adosado el cable de guarda a una de las líneas de fase.
3. Colgado por las líneas de alta tensión usando cable ADSS (All Dielectric self-Supported).

OPGW

Este cable está diseñado para extenderse hasta 10 Km., reemplazando al cable de guarda existente en la red de transmisión eléctrica, permitiendo un doble uso real aprovechando, mejor los recursos de la torre de transmisión eléctrica.

La fibra óptica especializada de propósito dual está constituida por un núcleo de aluminio flexible, dentro del mismo se concentran los tubos buffer, que permiten a la fibra óptica, distribuirse entre ellos en número de 6, 12, 16,24 o 48 fibras.

¹⁸ Wikipedia. (2010). Fibra óptica aérea.
Recuperado el 26 de Noviembre del 2010,de
http://es.wikipedia.org/wiki/Instalaci%C3%B3n_a%C3%A9rea_de_fibra_%C3%B3ptica

La fibra óptica cumple sobradamente con los requerimientos CCITT, G652, para fibra de Monomodo y con G655 de dispersión desplazada.

Individualmente las fibras ópticas son protegidas por una cubierta de plástico que protege los daños físicos, ambientales y por efecto de manipulación de la misma.

El núcleo de fibras ópticas se aloja en el interior de un tubo de aluminio revestido que proporciona tanto protección mecánica al núcleo óptico como estanqueidad frente a la humedad o penetración de agua. Este tubo de aluminio proporciona a su vez alta conductividad eléctrica necesaria para la disipación de las descargas atmosféricas o cortocircuitos accidentales. (Fig. 6.6)

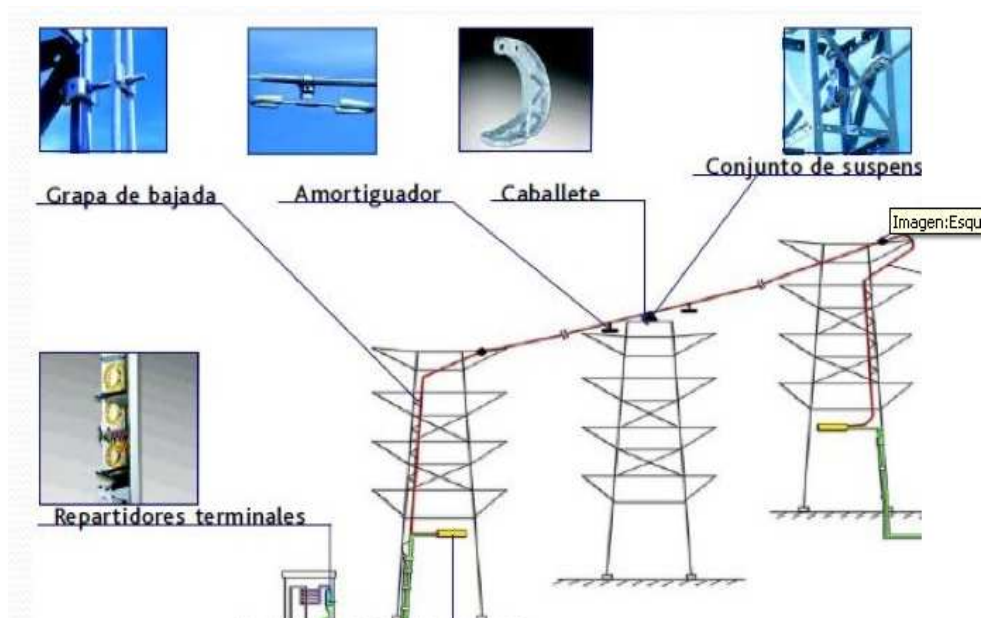


Fig. 6.6 Opgw en torres de transmisión eléctrica.

Adosados

Diseñados para ser atados a un cable mensajero, al hilo de tierra o al conductor de fase en las líneas de alta tensión. La solución usada en líneas de alta tensión, conocida como ADL, contiene elementos totalmente dieléctricos. La tecnología ADL permite instalaciones rápidas y económicas. El adosado del cable óptico al hilo de tierra en las líneas de alta tensión se hace de una manera discontinua usando preformados metálicos.

ADSS

Son cables ópticos auto-sustentados totalmente dieléctricos, fueron sometidos a rigurosas pruebas ambientales y mecánicas, de acuerdo a las normas apropiadas de EIA / TIA, IEEE y ASTM. Inicialmente con el uso de cables ópticos auto-sustentados ADSS se eliminó la necesidad de un cable mensajero, constituyendo de este modo una excelente solución para distancias largas tal como travesías de ríos y carreteras ofreciendo ventajas en costo y facilidad de instalación. Estos cables ópticos son inmunes a interferencias de las redes eléctricas y no son susceptibles a la caída de rayos ya que carece de elementos metálicos. (Fig. 6.7)

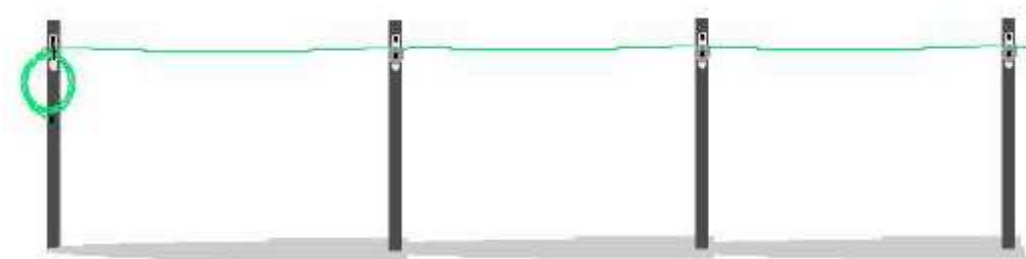


Fig. 6.7 Adss en Poste Eléctricos.

C. Elementos para la fijación de cables aéreos¹⁹

Herrajes de Retención o Tipo A

Los herrajes de retención se utilizan dos por poste en rutas de cable donde hay cambios de dirección o existen vanos considerablemente largos mayor a 100 metros. (Fig. 6.8)



Fig. 6.8 Herraje Tipo A.

¹⁹ Chalacán, A. Orosco, E. (2000) Herrajes. Recuperado el 26 de Noviembre del 2010, de <http://www.monografias.com/trabajos69/normas-fibra-optica/normas-fibra-optica2.shtml>

Los amortiguadores se utilizan en vanos largos mayores a 120 metros aprox. o cuando la tensión del cable excede el 15% de la tensión última de ruptura calculada y existe un viento laminar prevaleciente entre 3 y 30 km/hora deberán ser apropiados para amortiguar efectivamente la vibración eólica en un rango de frecuencias que puedan producir daños al cable ADSS y herrajes. (Fig. 6.9)



Fig. 6.9 Amortiguadores.

Herrajes de Suspensión o Tipo B

El herraje de suspensión se utiliza en tramos muy cortos y rectos, tiene la función de sujetar firmemente la fibra sin dañarla, tiene movimiento lateral para evitar daños al cable. (Fig. 6.10)



Fig. 6.10 Herraje Tipo B.

6.6.4.2. EQUIPAMIENTO PARA ENLACES CON FIBRA ÓPTICA

Equipos para la interconexión de terminales (o Nodos):

A. Router²⁰

El router es un dispositivo que permite conectar uno o varios equipos o incluso una red de área local (LAN). (Fig. 6.11)

Realmente se trata de varios componentes en uno. Realiza las funciones de:

- Puerta de enlace, ya que proporciona salida hacia el exterior a una red local.

²⁰ Wikipedia. (2010). Router.

Recuperado el 2 de Diciembre del 2010, de http://es.wikipedia.org/wiki/Router_ADSL

- Router: cuando le llega un paquete procedente de Internet, lo dirige hacia la interfaz destino por el camino correspondiente, es decir, es capaz de encaminar paquetes IP.
- Módem ADSL: modula las señales enviadas desde la red local para que puedan transmitirse por la línea ADSL y demodula las señales recibidas por ésta para que los equipos de la LAN puedan interpretarlos. De hecho, existen configuraciones formadas por un módem ADSL y un router que hacen la misma función que un router ADSL.
- Punto de acceso wireless: algunos router ADSL permiten la comunicación vía Wireless (sin cables) con los equipos de la red local.

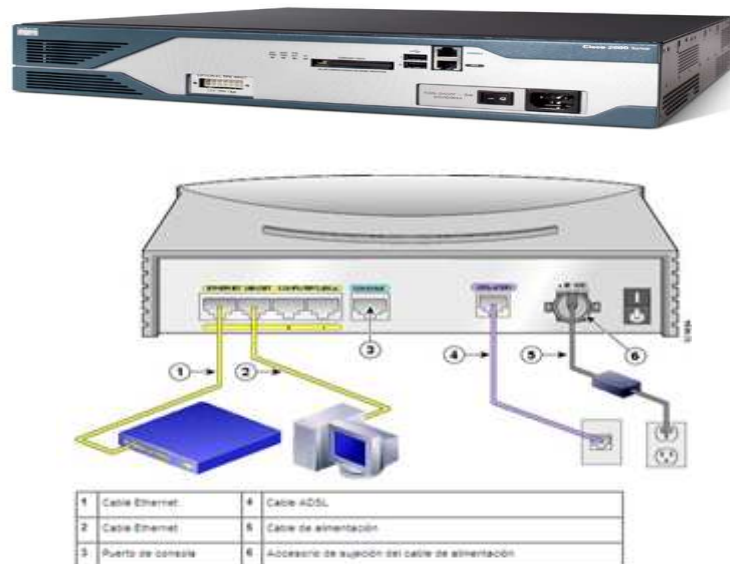


Fig. 6.11 Router Cisco serie 2500.

B. Switch²¹

Un conmutador o Switch es un dispositivo digital de lógica de interconexión de redes de computadores que opera en la capa 2 (nivel de enlace de datos) del modelo OSI. Su función es interconectar dos o más segmentos de red, de manera similar a los puentes (bridges), pasando datos de un segmento a otro de acuerdo con la dirección MAC de destino de las tramas en la red. (Fig. 6.12)

²¹ Wikipedia. (2010). Conmutador. Recuperado el 2 de Diciembre del 2010, de [http://es.wikipedia.org/wiki/Conmutador_\(dispositivo_de_red\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Conmutador_(dispositivo_de_red))



Fig. 6.12 Switch Cisco serie 3550.

C. Interfaz Óptico²²

Dispositivo que realiza, dentro de una misma caja o chasis, funciones tanto de transmisión como de recepción y es el que acopla la señal óptica con la señal eléctrica. (Fig. 6.13)



Fig. 6.13 Tipos de Transceivers.

D. Conectores de Fibra Óptica²³

Los conectores ópticos constituyen, quizás, uno de los elementos más importantes dentro de la gama de dispositivos pasivos necesarios para establecer un enlace óptico, siendo su misión, junto con el adaptador, la de permitir el alineamiento y unión temporal y repetitivo, de dos o más fibras ópticas entre sí y en las mejores condiciones ópticas posibles. (Fig. 6.14)

²² Rincondelvago. (2010). Interfaz Óptico.
Recuperado el 2 de Diciembre del 2010, de http://html.rincondelvago.com/fibra-optica_26.html

²³ Llorente, A. (2009). Conectores
Recuperado el 5 de Enero del 2011, de <http://www.fibraoptica hoy.com/conectores-para-fibra-optica-un-poco-de-historia-2/>

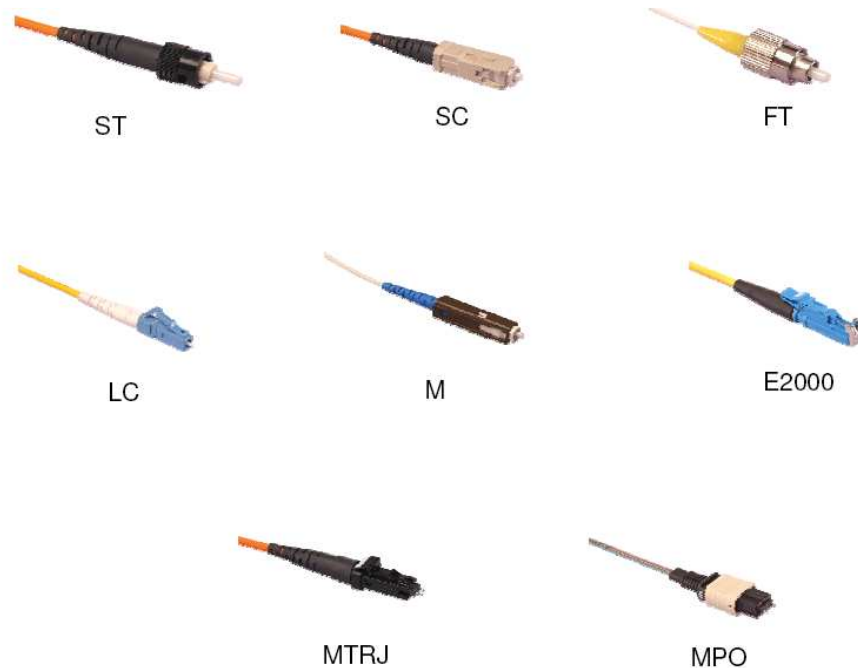


Fig. 6.14 Tipos de conectores de fibra óptica.

6.7 METODOLOGÍA

Para el presente proyecto se tendrá a consideración las siguientes fases para el diseño del Enlace con Fibra Óptica.

- Analizar la situación actual de la red Ambato –Píllaro.
- Realizar un diagnostico de la red.
- Determinar parámetros para el diseño.
- Realizar la selección de estándares a trabajar.
- Diseñar la ubicación adecuada de los equipos.
- Realizar el diagrama físico.

6.7.1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED AMBATO –PÍLLARO

6.7.1.1. RED ACTUAL DE LA CIUDAD DE AMBATO

Cabe señalar que solamente se ha tomado datos referenciales proporcionados por las empresas dedicadas a brindar los servicios de telecomunicaciones, considerando la confidencialidad de los mismos.

La Red actual considerada como referente de la ciudad de Ambato se la describe a continuación:

Red de Transporte

Para la conectividad de la ciudad de Ambato con el proveedor internacional existe una interconexión de fibra óptica aérea interurbana de 12 hilos que viene desde Quito hacia Ambato de los cuales son ocupados 1 hilo para transmisión, 1 hilo para la recepción y los hilos restantes sirven de Backup para la red. (Ver Fig. 6.15) Cada ciudad consta de un nodo Principal del cual dependerán los demás nodos.

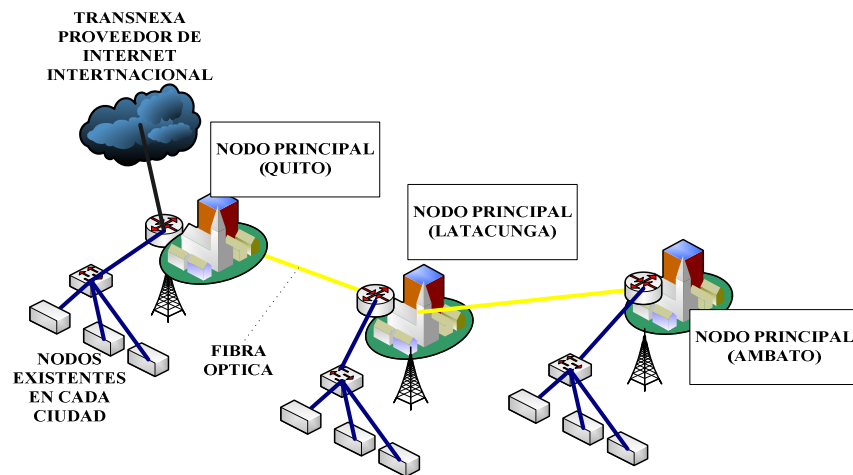


Fig. 6.15 Interconexión de Ambato con el proveedor internacional.

El nodo Principal consta de los siguientes armarios:

- ✓ Armario DWDM
- ✓ Armario SDH
- ✓ Armario WAN

Del Armario Wan se interconecta con los demás nodos de la ciudad de Ambato entre ellos tenemos la conexión hacia el nodo Atahualpa, aplicando la transmisión de datos sobre el canal IP, cabe mencionar que por medio de este nodo se provee la conectividad a los usuarios de la ciudad de Píllaro (Ver Fig. 6.16).

Los demás nodos no son parte de nuestro estudio, ya que estos proveen de conectividad a usuarios de la ciudad de Ambato, cabe indicar que estos nodos constan con tecnologías gigabitethernet, sdh, y dwdm.

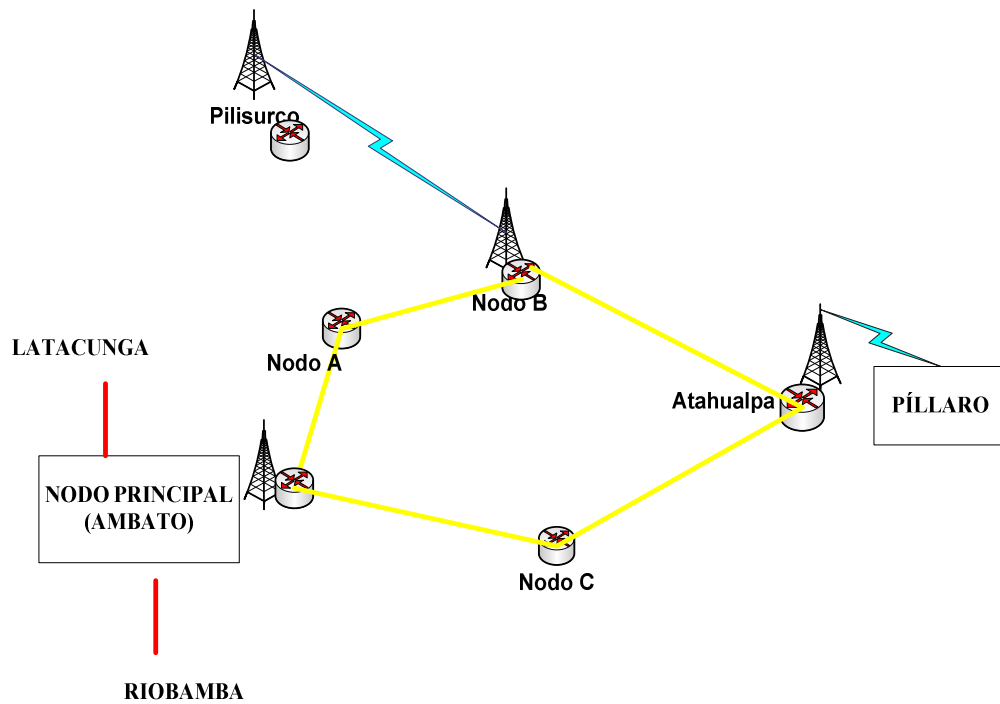


Fig. 6.16 Red actual de la ciudad de Ambato.

6.7.1.2. RED ACTUAL DE LA CIUDAD DE PÍLLARO.

Cabe señalar que solamente se ha tomado datos referenciales proporcionados por las empresas dedicadas a brindar los servicios de telecomunicaciones, considerando la confidencialidad de los mismos.

La Red actual considerada como referente de la ciudad de Píllaro se la describe a continuación:

Red de Transporte

Para la conectividad de la ciudad de Píllaro con la ciudad de Ambato, ésta se encuentra conectada por medio de un radio enlace el cual lo describimos a continuación:

Es un enlace de Radio a una frecuencia de 5.4 GHz. El enlace principal se encuentra en el nodo Atahualpa perteneciente a la ciudad de Ambato del cual se da conexión a los clientes de Píllaro en modo AP con equipos IPTECOM , quienes acceden al servicio por medio del empleo de equipos NANO STATION y CANOPY a una frecuencia de 5.2 GHz en modo SM. (Ver Fig. 6.17)

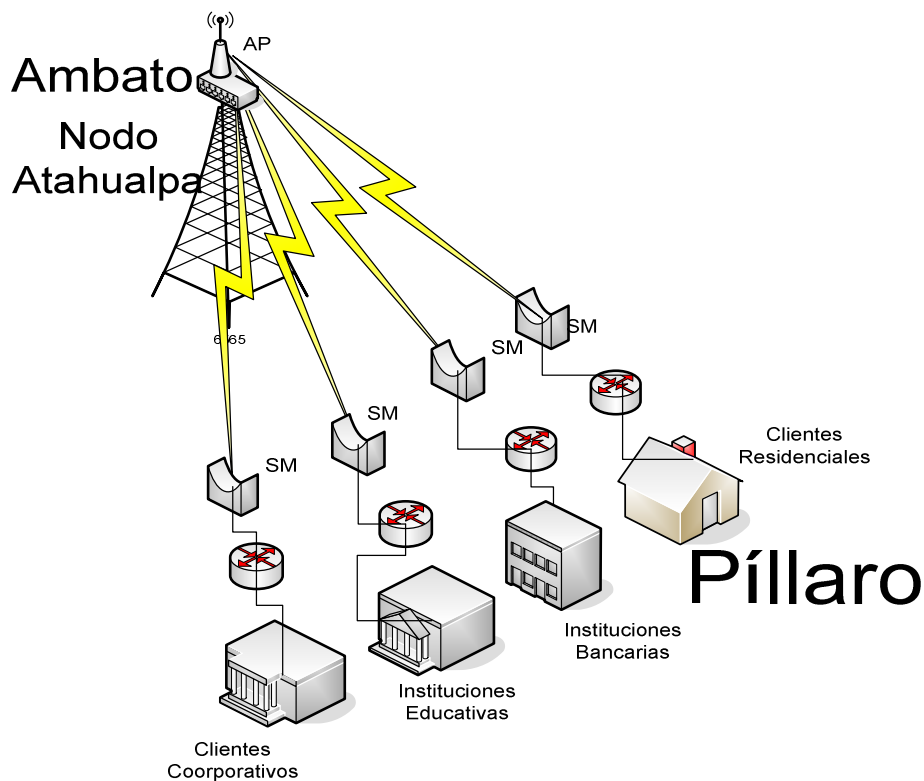


Fig. 6.17 Mapa Lógico de los clientes de Píllaro (Nodo Atahualpa).

Servicios Soportados

Entre los servicios soportados actualmente con el radio enlace tenemos:

- ✓ Internet.
- ✓ Transmisión de datos.

Estructura del nodo Atahualpa

➤ La Torre

Aquí se encuentran los equipos de radio ubicados y dirigidos hacia el otro equipo perteneciente al cliente ya sea en modo AP o modo SM. (Ver Fig. 6.18)

➤ **El Rack**

Están ubicados equipos de conmutación, de acceso, elementos como ventiladores, Transceivers, fuentes, toma corrientes. (Ver Fig. 6.18)

➤ **La Caja de Backup**

Para el caso de fallas eléctricas en la caja de Backup están ubicadas las baterías y el ups. (Ver Fig. 6.18)

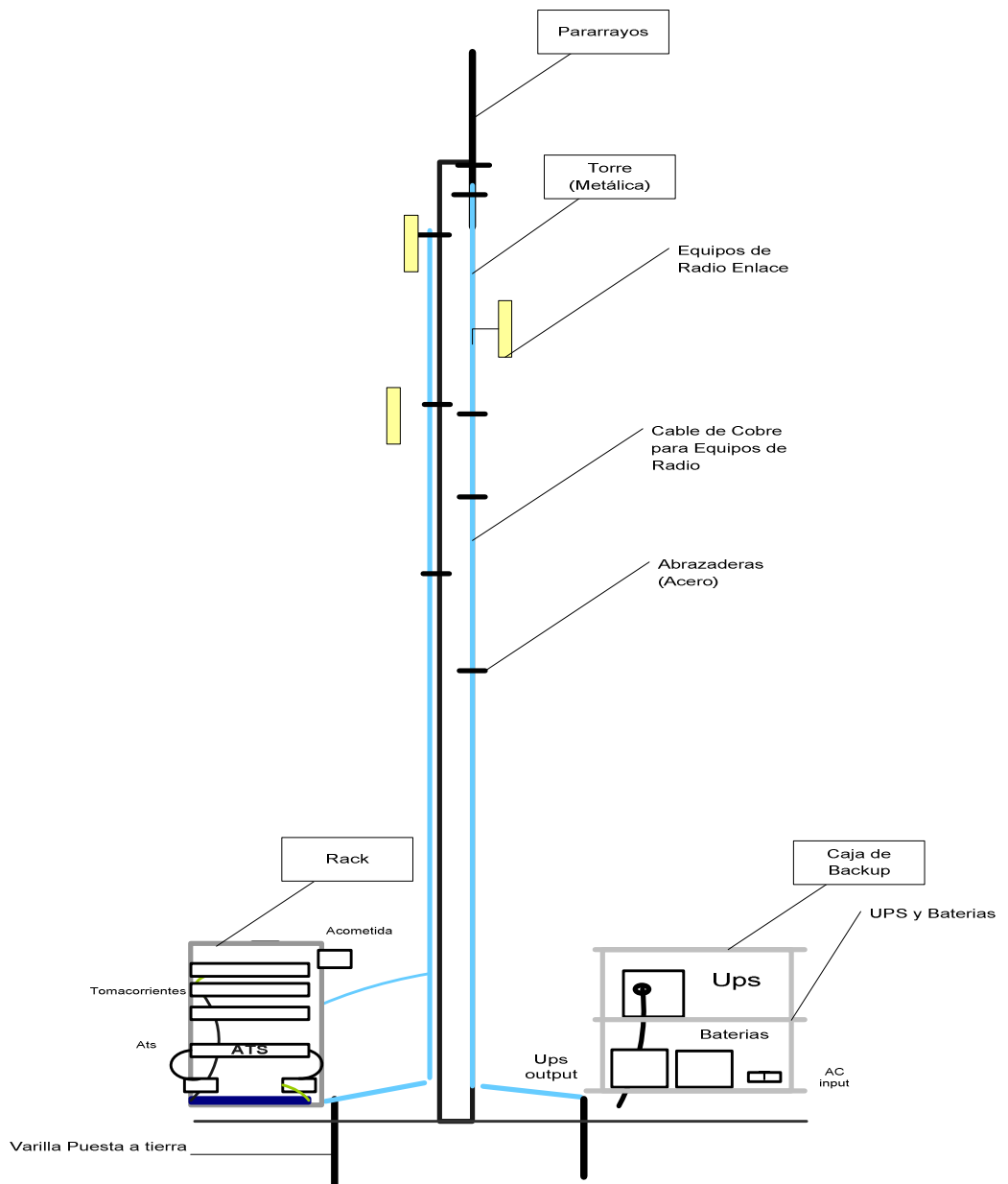


Fig. 6.18 Estructura de la Torre del Nodo Atahualpa.

6.7.2. DIAGNÓSTICO DE LA RED

Actualmente el enlace Ambato – Píllaro no cuenta con una herramienta que permita a los usuarios de poseer un mejor servicio ni de interactuar con las diferentes tecnologías que están siendo utilizadas en la actualidad.

Este presenta ciertos inconvenientes como la interferencia, el cual es un problema para el rendimiento de un radio enlace. Al aumentar el número de clientes en la red esto ha causado que la Cantidad de datos que se envían saturan a la red. Además del efecto directo de descartar tramas transmitidas que posteriormente requieren una retransmisión, la interferencia tiene dos efectos indirectos:

- Una mala calidad de transmisión (Saturación de la red).
- Transmisiones más lentas (Reducción de velocidad en la transmisión de datos).

Las quejas del rendimiento indican un problema de red general, además el rendimiento depende de la capacidad del radio los cuales no funcionan al 100%. Las estaciones de radio que han reducido su velocidad no pueden ofrecer mucho rendimiento para el servicio de datos. Para resolver problemas de interferencia, se puede intentar reorientar el punto de acceso de la antena o situar un nuevo punto de acceso en una nueva zona, pero estas soluciones solo serían provisionales debido al crecimiento de la red.

Con la implementación de este anillo óptico se pretende mejorar el transporte de datos al utilizar la fibra óptica como medio de transmisión y de igual manera ofrecer mejores servicios y con calidad para todos los clientes.

6.7.3. DISEÑO DEL ENLACE DE FIBRA ÓPTICA AMBATO-PÍLLARO

Para el diseño del enlace de fibra óptica se debe tomar en cuenta ciertos parámetros que nos brindaran un claro margen de la solución entre los puntos a considerarse tenemos:

- ❖ Selección de la ruta.
 - Criterios Técnicos.
 - Ubicación de los Terminales (o Nodos).

- ❖ Requerimientos del Enlace Ambato – Píllaro.
 - Tipo de Tendido.
 - Tipo de Fibra.
- ❖ Selección de Equipos.
 - Selección del Equipo de Conmutación.
 - Selección de la Interfaz óptica.
 - Selección de Conectores.
- ❖ Interconexión de los nodos.
- ❖ Cálculos de los parámetros de un enlace óptico
 - Pérdidas totales.
 - Máxima Atenuación Permisible.
 - Máximo de Ancho de Banda.
- ❖ Estructura del Nodo.
 - Elementos para el Armario de Telecomunicaciones.
 - Elementos para la Protección de Equipos y de la red.
 - Instalación Eléctrica.

6.7.3.1. SELECCIÓN DE LA RUTA

Para la selección de la ruta entre las ciudades Ambato-Píllaro, se ha considerado lo siguiente.

A. Criterios Técnicos

1. Cercanía a las poblaciones a servir:

Escoger una ruta cercana a la población que nos permita optimizar recursos para el tendido (aéreo o subterráneo) como para los materiales y equipos a emplearse.

2. Mínima longitud de separación entre Terminales:

Se debe tomar en cuenta la separación existente entre los terminales con el objeto de evitar a lo posible la instalación de repetidoras intermedias en la ruta.

3. Existencia de factores ambientales adversos:

Tomar en cuenta los factores ambientales que a futuro puedan perjudicar la ruta del tendido.

4. Disponibilidad de fuentes de energía de baja tensión:

Es necesario tener al alcance fuentes de energía de baja tensión, si durante la ruta se colocan amplificadores y repetidores de señal.

5. Accesibilidad para la instalación y mantenimiento del enlace:

Evitar trayectos peligrosos para salvaguardar al personal de instalación y mantenimiento.

Tomando en cuenta todos estos criterios se procedió a determinar la ruta del tendido Ambato –Píllaro, siendo la mejor opción las carreteras de nuestro país. También se determina la ubicación del nodo inicial y final, que se puede observar en el Anexo 1 (Realizado en Autocad).

B. Ubicación de los Terminales.

El nodo inicial partiría de Atahualpa punto más cercano a la ciudad de Píllaro, para la ubicación del nodo final se debe tomar en cuenta una ubicación central que sea la más cercana a todos los puntos de los clientes existentes en la red con la finalidad de evitar distancias grandes entre los clientes y el nodo, disminuyendo de esta manera la atenuación.

La mayoría de los clientes se encuentran en el centro de Píllaro por lo que ubicaremos el armario final cerca del centro, para la ubicación geográfica de los armarios nos valemos de la herramienta google earth (Ver Fig. 6.19) para así poder determinar distancias totales en la ruta.

En la Tabla 6.1 se detalla la latitud y longitud de cada nodo.

NODO	UBICACIÓN GEOGRAFICA		ALTURA
	Latitud	Longitud	
Píllaro	S 1°10'36.82"	O 78°33'26.47"	2807(m)
Ambato (Atahualpa)	S 1°12'35.65"	O 78°37'17.10"	2668(m)

Tabla 6.1 Ubicación Geográfica de los Nodos.

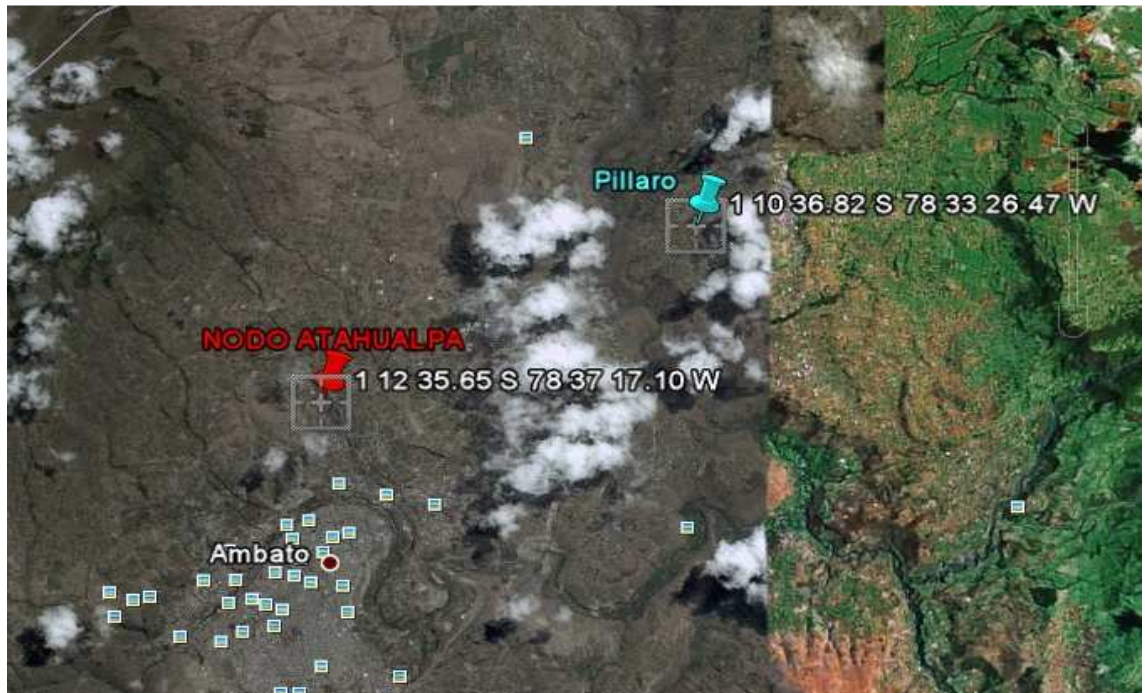


Fig. 6.19 Nodo Atahualpa -Píllaro.

La Topología a emplearse entre las ciudades Ambato –Píllaro es la topología anillo debido a muchas ventajas que esta posee con respecto a la confiabilidad de la red.

6.7.3.2. REQUERIMIENTOS DEL ENLACE AMBATO – PÍLLARO

Una vez que hemos establecido nuestra ruta procedemos a fijar ciertos parámetros como:

- ✓ Tipo de tendido.
- ✓ Tipo de fibra.

A. Estudio del Tipo de Tendido.

Para el tendido de la fibra óptica se debe considerar el presupuesto y la infraestructura disponible que esté a nuestro alcance para así evitar mayores gastos.

Entre los tipos de tendido para la fibra analizaremos dos los cuales pueden ser factibles para el diseño.

- ✓ Tendido aéreo.
- ✓ Tendido Subterráneo.

Para la realización de un tendido aéreo o subterráneo se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos para su posible factibilidad.

En la Tabla 6.2 se detalla los requerimientos para cada tendido.

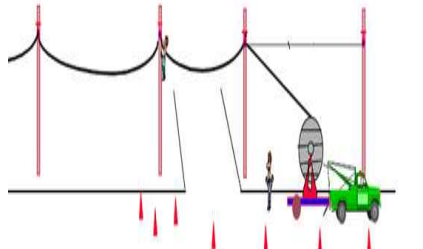
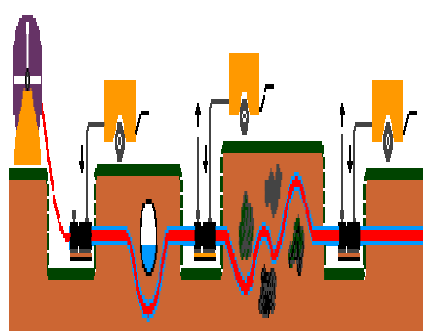
Tipo de Tendido	Requerimientos para su implementación
<p>Aéreo</p>  <p>El diagrama muestra una línea de fibra óptica suspendida entre postes de soporte. Un vehículo verde está realizando el tendido, tirando del cable desde un punto de partida. Se ven conos de seguridad en la base de los postes.</p>	<p>Para la realización del tendido aéreo necesitaremos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Estudio del tipo de la infraestructura ✓ Disponibilidad de Postes y fuentes de energía. ✓ Elementos de sujeción y retención. ✓ Personal Capacitado. <p>Este tendido es aconsejable siempre que exista la infraestructura disponible para su instalación, implica un menor costo, la instalación se lo implementa en menor tiempo.</p>
<p>Subterráneo</p>  <p>El diagrama muestra un corte transversal del suelo con tuberías de fibra óptica enterradas. Se ven máquinas de excavación y tuberías que se extienden bajo el terreno, conectando diferentes puntos.</p>	<p>Para la realización del tendido subterráneo necesitaremos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Estudio del suelo. ✓ Permisos para la realización de los trabajos de canalización, ✓ Máquinas especializadas para la excavación del suelo y el corte del pavimento, ✓ Personal capacitado, ✓ Tuberías pvc para proteger al cable de fibra <p>Este tendido es aconsejable siempre que las características del suelo sean las adecuadas, además de contar con el presupuesto adecuado ya que implica un mayor gasto, su instalación e implementación requerirá mayor tiempo.</p>

Tabla 6.2 Requerimientos para el tipo de tendido.

El tipo de tendido a utilizarse en el diseño será aéreo, debido a que es el más conveniente por las siguientes razones:

- Menor Costo para su implementación.
- Implementación del tendido en menor tiempo.
- Facilidad de Mantenimiento.

B. Estudio del Tipo de la Fibra Óptica.

Se debe escoger un tipo de fibra que nos permita cubrir distancias superiores a 10Km, ya que el enlace Ambato –Píllaro supera esta distancia y que trabaje en las ventanas de operación de 1310nm y 1550nm.

Entre los tipos de fibra tenemos básicamente dos:

- Fibra óptica Multimodo (Ver Fig. 6.20)
- Fibra óptica Monomodo (Ver Fig. 6.21)

En la Tabla 6.3 y 6.4 se detalla las características de cada Fibra.

Fibra Óptica Multimodo.

Para la fibra Multimodo tomaremos en cuenta la recomendación UIT-T G.651

Anexo 2

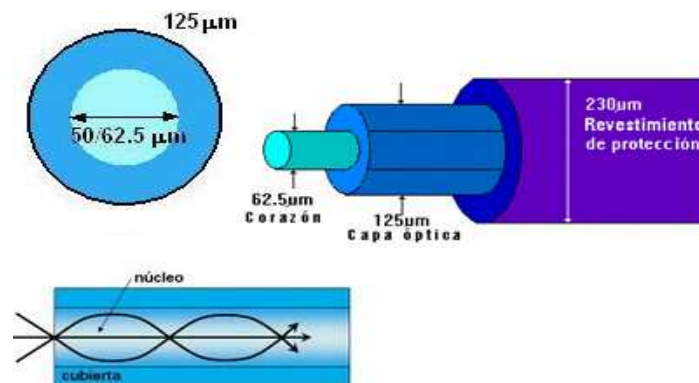


Fig. 6.20 Fibra Multimodo.

Características Técnicas:

Fibra Óptica	Multimodo
Recomendación	UIT-T G.651
Longitud de onda	La fibra Multimodo deberá trabajar en el rango de longitud de onda de 850 nm o 1300nm.
Atenuación máxima	Se adoptarán fibras Multimodo estándar con una atenuación máxima de: 3.0 dB/km a 850 nm. 0,7 dB/km a 1300 nm.
Diámetro del núcleo	El diámetro del núcleo será 62.5 +/- 3.0 µm.
Diámetro del revestimiento	El diámetro del revestimiento será de 125 µm. +/- 2.0 µm
Recubrimiento primario	El recubrimiento primario será aplicado directamente sobre la fibra óptica en una o dos capas de compuesto de acrilato, silicona multicapa u otro material de características similares.
El valor nominal del diámetro exterior	245 µm +/- 10 µm .
Dispersión cromática	El valor del coeficiente de dispersión cromática deberá cumplir con Pendiente de dispersión cero (So) : $\leq 0.097 \text{ ps}/(\text{nm}^2. \text{Km})$ - Calculo de la dispersión Dispersión = $D(\lambda) = (S_0/4)(\lambda - \lambda_0)^4/\lambda^3$ ps/(nm.Km) para $750 \leq \lambda \leq 1450 \text{ nm}$ Donde λ = long. de onda de operación λ_0 = long. de onda de dispersión cero. - Longitud de onda de dispersión cero La longitud de onda (λ_0) debe cumplir con: $1332\text{nm} \leq \lambda_0 \leq 1354$
Apertura numérica	La misma deberá cumplir 0.275 +/- 0.015

Tabla 6.3 Características de la fibra Multimodo.

Fibra Óptica Monomodo.

Para la fibra Monomodo tomaremos en cuenta la recomendación UIT-T G.652.Anexo 2

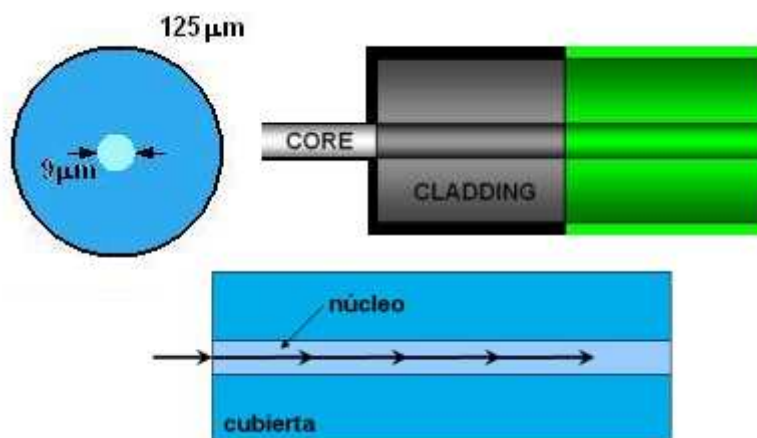


Fig. 6.21 Fibra Monomodo.

Características Técnicas:

Fibra Óptica	Monomodo
Recomendación	UIT-T G.652
Longitud de onda	La fibra Monomodo deberá trabajar en el rango de longitud de onda de 1310nm, siendo aptas para trabajar a longitudes de onda en la región de 1550 nm.
Atenuación máxima	Se adoptarán fibras Monomodo estándar con una atenuación máxima de: 0,35 Db/km a 1310 nm. 0,25 Db/km a 1550 nm.
Diámetro del campo modal	El valor nominal del campo modal a 1310 nm. Será de 9,3 +/- 0,5 μm.
Diámetro del revestimiento	El diámetro del revestimiento será de 125 μm. +/- 1 μm
Recubrimiento primario	El recubrimiento primario será aplicado directamente sobre la fibra óptica en una o dos capas de compuesto de acrilator, silicona multicapa u otro material de características similares.

El valor nominal del diámetro exterior	será de: 245 μm +/- 10 μm .
Dispersión cromática	El valor del coeficiente de dispersión cromática deberá cumplir con: 1.-Para long. De Onda de 1330 nm: 0,092 ps/(nm ² .km) pendiente de dispersión cromática. 2.- El λ_0 debe estar entre los siguientes puntos: 1301,5 nm \leq λ_0 \leq 1321,5 nm
Longitud de onda de corte	La longitud de onda de corte para la fibra cableada deberá ser : $\lambda_{ccf} < 1260$ nm
<ul style="list-style-type: none"> - Error de concentricidad del núcleo con el revestimiento (core-clading): - Error de concentricidad del calding-coating: - No circularidad del revestimiento (clading) : 	$\leq 0.8\mu\text{m}$ $< 12\mu\text{m}$ $< 1 \%$

Tabla 6.4 Características de la fibra Monomodo.

Analizando a cada una, se puede concluir que debido a las mejores características que posee la fibra óptica Monomodo, es el tipo de medio físico escogido para el diseño del enlace además opera en las ventanas de trabajo de 1310nm y 1550nm, presenta una atenuación más baja, mayor distancia de cobertura, ofrece la mayor capacidad de transporte de información, además poseen una banda de paso del orden de los 100Ghz/Km.

Tipo de Cable de la fibra Óptica para tendidos aéreos.

Se escoge para este diseño el tipo de cable ADSS (Auto soportado), porque este tipo de cable es especialmente concebido para ser instalado en líneas de alta tensión, además estos cables tienen la característica de que pueden ser instalados en vanos de hasta 600 metros.

Básicamente existen tres tipos de cables ópticos ADSS disponibles en el mercado (Ver Fig. 6.22).

Tipo	Grafico
<p>1. Figura "8":</p> <p>Es un cable que tiene un revestimiento extra de polietileno que envuelve al cable óptico dieléctrico y al elemento de sustentación externo no metálico. Lo cual proporciona la necesaria resistencia a la tracción. Asimismo la sección transversal tiene la forma de ocho.</p>	 
<p>2. Concéntrico:</p> <p>Es un cable que posee un elemento de soporte dieléctrico es aplicado debajo o dentro del revestimiento externo, o que resulta en una sección transversal circular.</p>	 
<p>3. Warp on:</p> <p>Es un cable óptico patrón totalmente dieléctrico de construcción flexible para resistir barios esfuerzos, lo que permite el bloqueo helicoidalmente en torno de un cable de energía o para rayo lo cual proporciona su apoyo a la red aérea.</p>	 

Fig. 6.22 Tipos de Cables ópticos ADSS

Se analiza las características de los tres tipos de cables ópticos en la tabla 6.5 para así poder elegir la mejor opción

Tipo	Figura "8"	Concéntrico	Warp on
Área de sección transversal	Excelente	Regular	Bueno
Resistencia del viento y acumulación del gel	Excelente	Regular	Regular
Adecuado para proyecto	Excelente	Bueno	Bueno
Facilidad de mantenimiento	Excelente	Excelente	Bueno
Facilidades de instalación	Excelente	Bueno	Regular

Tabla 6.5 Característica del Cable Óptico Auto-Sustentado

El cable ADSS (auto soportado) Figura "8" (Ver Fig. 6.22), es ideal para nuestro diseño por los siguientes motivos:

- ✓ Permite una instalación muy económica.
- ✓ Son fácilmente instalables en postes de madera o de cemento.
- ✓ Presenta la ventaja de bajo costo para los accesorios de la instalación aérea.

Catalogo técnico de la fibra seleccionada Anexo 3.

6.7.3.3. SELECCIÓN DE EQUIPOS

En el área de redes tenemos a varios fabricantes entre los más representativos están 3Com y Cisco.

A. Selección del Equipo de Conmutación

Para seleccionar la interfaz de interconexión entre los dos nodos se debe tomar en cuenta los siguientes ítems:

- ✓ Costo.
- ✓ Cantidad de Puertos.
- ✓ Tipos de Interfaces.
- ✓ Velocidad de Conmutación.
- ✓ Capacidades de administración de red.
- ✓ Las tecnologías de seguridad incorporadas.

Hay que considerar cuidadosamente cuántos puertos se necesitará para capacidades de Gbps y cuántos requerirán sólo anchos de banda de 10/100 Mbps ya que una mala elección afectaría en el costo del Equipo.

Tomando en cuenta estos ítems se escoge para nuestro diseño un Switch con las siguientes características (Ver tabla 6.6).

Marca	Cisco	3Com
Serie	WS-C3550-48-EMI	Switch 4200G
Total de puertos	48	48



Dimensiones (HxWxD)	16.3 "x 17.5" x 1.8 "	Altura: 4,4 cm (1 RU) anchura: 44,2 cm fondo: 30,0 cm peso: 4,7 kg
Velocidad de transferencia de datos	10Mbps Ethernet 100 Fast Ethernet	10Mbps Ethernet 100 Fast Ethernet
Modo de Comunicación	Full-Dúplex Half-duplex	Full-Dúplex Half-duplex
Interfaces	48 x RJ-45 1 x RJ-45 Consola 2 x Ranuras de expansión GBIC	44 Ethernet 4 GBIC 1 ranura 10-Gigabit
Cisco 3550		
3com 4220		

Tabla 6.6 Características técnicas de los equipos.

B. Selección de la Interfaz óptica

Para seleccionar la interfaz de interconexión entre los dos nodos se debe tomar en cuenta:

- ✓ Tipo de Fibra.
- ✓ La Longitud de Onda.
- ✓ La distancia de Cobertura.

En nuestro caso necesitamos una interfaz óptica que contengan los siguientes datos la cual se detalla en la Tabla 6.7:



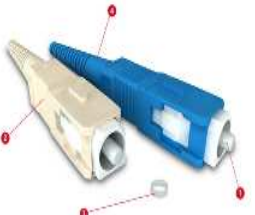

Modelo	15454-GBIC-ZX	GLC-ZX-SM-RGD
Fibra óptica	SMF	SMF
SFP	1000Base-Zx	1000Base-Zx
Potencia de Tx (dB)	Max 5 Min 0	Max 5 Min 0
Potencia de Rx (dB)	Max -3 Min -23	Max -3 Min -23
Longitud de alcance	70Km (43.2 millas)	70Km (43.2 millas)
Longitud de onda	1550 nm	1550 nm
Conector	SC duplex	LC Duplex Connector
Compatibilidad	100% compatible con Cisco	100% compatible con 3Com
Transceptor GBIC 1000BASE-ZX		
Transceiver 1000BASE-ZX		

Tabla 6.7 Características Técnicas del Interfaz Óptico.

C. Selección de Conectores

La selección de los conectores dependerá del tipo de interfaz óptico que se adopte. En nuestro caso necesitaremos conectores tipo Sc. (Ver Tabla 6.8)

Perdida de inserción	Típica : 0.20dB Máxima:<0.50dB	Conector SC	Conector LC
Receptibilidad	Perdida de inserción ± 0.1 dB en 1000 conexiones.		

Vida operativa	Mínima: 1000 conexiones y desconexiones.		
----------------	--	--	--

Tabla 6.8 Características técnicas del conector SC y LC.

6.7.3.4. INTERCONEXIÓN DE LOS NODOS AMBATO – PÍLLARO.

Para la interconexión entre los puntos Ambato –Píllaro se realizará un tendido aéreo y se utilizará una fibra óptica Monomodo Figura “8” como medio físico.

El tendido se lo realizará por medio de los postes de la empresa eléctrica cabe recalcar que si falta postes para el tendido deberán ser comprados y puestos para continuar el trayecto del enlace.

Para tener una idea de cuantos postes necesitaremos lo calculamos a continuación:

Partiendo del espacio adoptado por la empresa eléctrica en colocar los postes a una cierta distancia de 75 m y teniendo como dato la distancia total del enlace de nodo a nodo podemos calcular un aproximado de los postes a utilizarse. (Ver Tabla 6.9).

ENLACE	DISTANCIA TOTAL(m)	ESPACIO EXISTENTE ENTRE POSTES(m)	NUMERO DE POSTES	NUMERO DE POSTES APROXIMADO CON MARGEN DE ERROR
Ambato-Píllaro	13330	75	177	$177+2=179$

Tabla 6.9 Distancia total y numero de postes.

Para realizar el tendido aéreo de la fibra Óptica debemos determinar el método para el tendido:

Existe dos métodos para el tendido aéreo ver referencia 6.6.4.1. (a)

Para la determinación del método de tendido las empresas deberán tomar en cuenta los siguientes factores:

- ✓ La disponibilidad de Equipo.
- ✓ Mano de obra a disposición.
- ✓ Presupuesto.

El método de enrollado retractable/fijo es el más económico para cualquier empresa ya que solo requiere de pocos elementos para su realización y no necesitamos emplear máquinas para el traslado del carrete.

El ahorro en materiales de instalación es menor comparado a los otros métodos de instalación de cables de Fibra.

Cualquiera que sea el método de tendido empleado se deberá tomar en cuenta los siguientes factores:

Carrete de la Fibra Óptica

Realizar una inspección visual del carrete antes de iniciar el tendido del cable para buscar fallas como astillas y roturas, que puedan ocasionar algún daño a los operarios o al cable durante su desenrollado para así poder manipular técnicamente y con mucho cuidado el carrete.

Vano

Se debe tomar en cuenta la distancia del vano ya que será la máxima distancia que el cable de fibra pueda soportar en cuanto a la tensión, tratando de evitar de esta manera de no sufrir pérdidas adicionales.

Radio de Curvatura

El radio de curvatura para el cable de fibra óptica no debe exceder el radio mínimo de curvatura, ya que si este es demasiado doblado puede deformarse y dañar la fibra adentro.

Bucles de exceso (Reserva)

Para los bucles de exceso se recomienda que por lo general se guarde un 5% de la longitud total del Carrete de la Fibra óptica para facilitar la realización del empalme y futuras reubicaciones de los postes. El radio del bucle no debería ser menor que el radio mínimo de curvatura del cable. (Ver Fig. 6.23)

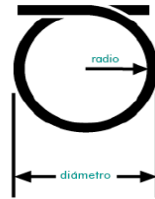


Fig. 6.23 Bucle de exceso.

Herrajes

Se deberá colocar Herrajes en los postes para la sujeción de la fibra y tensión de la misma. El tipo de herrajes dependerá de las características de la ruta y del método de tendido escogido para el enlace. Existen herrajes de suspensión para trayectorias rectas y de retención para cada cambio de dirección del trayecto ver referencia. 6.6.4.1. (c)

La fusión de fibra con la maquina empalmadora nos puede entregar atenuaciones casi imperceptibles en la fusión de la fibra.

Aplicando este método de fusión debemos tomar en cuenta los siguientes ítems:

Fusión de los Hilos

En la fusión de los hilos se deberá tratar de obtener en lo posible una atenuación lo más baja posible al fusionar las fibras Ópticas ver el Anexo 4 para el proceso de la fusión de la F.O.

Código de colores.

El código de colores es un parámetro que nos servirá para la identificación numérica de las Fibras Ópticas existe diversos códigos de colores que varían de acuerdo al fabricante.

Dependiendo del número de fibras que posea el código de colores nos servirá para identificar cada fibra y cada grupo de fibras contenidas en los tubos buffer.

Para nuestro enlace utilizaremos una fibra Monomodo figura “8” de 12 hilos del fabricante Fiber Home (Ver Fig. 6.24):

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Hilos	Rojo	Blanco	Amarillo	Verde	Naranja	Celeste	Cafe	Negro	Azul	Gris	Violeta	Rosado

Fig. 6.24 Código de colores.

Mangas de Empalme

Para la realización de las Mangas de Empalme debemos tomar en cuenta la cantidad de cable promedio que viene en un carrete de Fibra Óptica que es de 4Km por lo que se deberá realizar las mangas de empalme para esta distancia.

Número de Fusiones

El número de empalmes que se obtendrá será igual al número de mangas multiplicado por el número de fibras que posea el cable óptico.

Número de Empalmes

El número de empalmes será igual al número de mangas que se dé en la ruta más dos debido a los latiguillos en las terminaciones para cada nodo.

Con todos estos parámetros ya definidos en el enlace (Ver Tabla 6.10), podemos realizar el cálculo de pérdidas totales para así determinar si el enlace es factible con los parámetros que ya se ha escogido.

RUTA	Ambato -Píllaro
TIPO DE TENDIDO	Tendido Aéreo
TIPO DE FIBRA	Cable ADSS Figura 8
NÚMERO DE FIBRAS	12 Hilos

NÚMERO DE FIBRAS A UTILIZARSE	4 Hilos
FIBRAS DISPONIBLES	8 Hilos
MANGAS	3
NÚMERO DE EMPALMES	5
NÚMERO DE FUSIONES	12 x5 = 60
BUCLES DE EXCESO	5

Tabla 6.10 Parámetros del Enlace Ambato-Píllaro.

6.7.3.5. CÁLCULOS DE LOS PARÁMETROS DE UN ENLACE ÓPTICO

Pérdidas Totales (Pt)

Las pérdidas totales son las atenuaciones por la fibra, atenuaciones por empalmes, atenuaciones por conectores y por curvaturas, en si es la suma de todas las pérdidas totales existentes en el enlace.

Las cuales se detallan a continuación:

Pérdidas en la fibra óptica (Pfo)

Son las pérdidas debidas a las propiedades mismas del material las cuales se incrementan de acuerdo a la longitud del cable y se calculan con el coeficiente de atenuación [db/km] proporcionado por el fabricante y la longitud total del cable a instalarse

$$Pfo = L \times \alpha l \quad [\text{Ecuación 6.1}]$$

LT= Longitud total del enlace

αl = Coeficiente de atenuación

Para el enlace Ambato-Píllaro tenemos los siguientes datos:

$$L = 13.33 \text{ Km}$$

$$\alpha_l = 0.36 \text{ dB/Km}$$

$$P_{fo} = 13.33 \text{ km} \times \frac{0.36 \text{ dB}}{\text{km}}$$

$$P_{fo} = 4.79 \text{ dB}$$

Pérdidas en los Empalmes (Pe)

Son las pérdidas ocasionadas debido al tipo de empalme realizado en el enlace, sea este mecánico o por fusión. Los empalmes de fusión llegan a producir atenuaciones casi imperceptibles (0.01 a 0.10 dB) por la general menores a 1dB mientras que los empalmes mecánicos llegan a producir atenuaciones de hasta 0.5dB.

$$P_e = n_e \times \alpha_e \quad [\text{Ecuación 6.2}]$$

n_e = Numero de empalmes

α_e = Atenuación en los empalmes

Para calcular el número de empalmes aplicamos la siguiente fórmula:

$$n_e = \frac{LT(Km)}{LB(Km)} + 1 \quad [\text{Ecuación 6.3}]$$

LT = Longitud del total del enlace.

LB = Longitud del carrete

Para el enlace Ambato-Píllaro tenemos los siguientes datos:

$$n_e = \frac{13.33 \text{ km}}{4 \text{ km}} + 1$$

$$n_e = 4.3325$$

$$n_e = 4.$$

$$\alpha_e = 0.1 \text{ dB}$$

$$P_e = 4 \times 0.1 \text{ dB}$$

$$P_e = 0.4 \text{ dB}$$

Pérdidas en los conectores (P_c)

Las pérdidas debidas a los conectores se deben al tipo de material del que están hechos y se tienen pérdidas por conector de alrededor de 0.5dB.

$$P_c = n_c \times \alpha_c \quad [\text{Ecuación 6.4}]$$

n_c = Número de conectores.

α_c = Pérdidas por conector.

Para el enlace Ambato-Píllaro tenemos los siguientes datos:

Como fue descrito anteriormente tendremos dos nodos uno inicial y uno final del cual serán utilizados 2 hilos para la Tx y 2 para la Rx por lo que ocuparemos en total 4 conectores

$$n_c = 4$$

$$\alpha_c = 0.5 \text{ dB}$$

$$P_c = 4 \times 0.5 \text{ dB}$$

$$P_c = 2 \text{ dB}$$

Reserva de Atenuación (α)

La reserva de atenuación, permite considerar una reserva de atenuación para empalmes futuros (reparaciones) y la degradación de la fibra en su vida útil.

La magnitud de la reserva depende de la importancia del enlace y particularidades de la instalación, se adopta valores entre 0.1 dB/Km y 0.6 dB/Km.

Para el caso de Ambato-Píllaro adoptaremos:

α = el valor de 0.1dB/Km

Margen de diseño (Md)

Este margen es de seguridad para anticipar futuros cambios que se puedan presentar en el enlace.

$$Md = LT \times \alpha \quad [\text{Ecuación 6.5}]$$

LT= Longitud del total del enlace

α =reserva de atenuación.

Para el enlace Ambato-Píllaro tenemos los siguientes datos:

LT=13.33

α =0.1dB/Km.

$$Md = 13.33km \times 0.1dB/km$$

$$Md = 1.33dB$$

Como se indicó anteriormente las pérdidas totales de un enlace óptico será igual a la sumatoria de todas las atenuaciones ocasionadas en el trayecto del enlace.

Entonces tendremos que para el caso del enlace entre Ambato-Píllaro hay una atenuación total existente:

Tramo :	AMBATO- PÍLLARO
Longitud [km]:	13.33km
Pérdidas en la fibra óptica (Pfo)	4.79dB
Pérdidas en los Empalmes (Pe)	0.4 dB
Pérdidas en los conectores (Pc)	2 dB
Margen de diseño (Md)	1.33 dB
Pérdidas Totales (Pt)	8.52dB

Tabla 6.11 Cálculo de Atenuaciones Ambato-Píllaro.

Teniendo en cuenta que ahora hemos obtenido la atenuación total de nuestro enlace procedemos a calcular la atenuación máxima permisible que soportaría.

Atenuación Máxima Permisible (Pmax)

Es la resta de la potencia calculada existente entre el equipo de transmisión (Ptx) y el equipo de recepción (Prx).

$$P_{max} = P_{tx} - P_{rx} \quad [\text{Ecuación 6.6}]$$

Pmax= Atenuación Máxima permisible

Ptx= Potencia del transmisor en dB

Prx= Potencia de umbral en dB (dependiente de la sensibilidad del receptor).

$$P_{max} = 0dB - (-23dB)$$

$$P_{max} = 23dB$$

$P_{tx}=0dB$

$P_{rx}=-23dB$

Este parámetro nos indica el máximo de pérdidas que podría alcanzar el enlace para que este sea factible de realizarlo.

Al examinar este valor con el valor de pérdidas totales de la tabla 6.11 se verifica que el valor no sobrepasa el límite definido por la atenuación máxima permisible.

Máximo ancho de Banda (AB)

El ancho de banda está determinado por:

- ✓ La dispersión ya sea esta modal o del material.
- ✓ La longitud del enlace.

El ancho de banda para nuestro enlace con fibra Monomodo se lo calcula con la siguiente fórmula:

$$AB = \frac{0.441}{\nabla T} \quad [\text{Ecuación 6.7}]$$

$$\nabla T = LT \times M(\lambda) \times \nabla(\lambda) \quad [\text{Ecuación 6.8}]$$

LT = Longitud total del enlace.

$M(\lambda)$ = dispersión cromática en ps/nm*Km.

$\Delta\lambda$ =ancho espectral medio del emisor en nm.

$$AB = \frac{0.441}{13.33 \times 3.1 \times 0.1}$$

$$AB = 107GHz$$

6.7.3.6. ESTRUCTURA DEL NODO

A. Elementos para el Armario de Telecomunicaciones.

✓ Rack

El rack es para organizar el cableado y ubicar los equipos de red (Ver Fig. 6.25). Sus medidas están normalizadas para que sea compatible con equipamiento de cualquier fabricante, así como puntos de anclaje para los tornillos que fijan dicho equipamiento al armazón.

✓ Terminales Ópticos (Odfs)

Elemento usado como punto de interconexión entre cable de fibra proveniente de la planta externa y equipos activos. (Ver Fig. 6.25)

✓ Organizador de cables Horizontal y vertical

Los organizadores de cables verticales y horizontales cumplen con la función de organizar y acomodar los cables en los racks. (Ver Fig. 6.25)

✓ Catalys

Es un dispositivo de red que trabaja en la capa 2 y su función principal es la de interconectar dos o más segmentos de red. (Ver Fig. 6.25)

✓ Transceivers

Son dispositivos que nos permiten acoplar la parte eléctrica con la óptica para poder enviar y recibir, y así proporcionar comunicación entre el equipo y el cable principal. (Ver Fig. 6.25)

✓ **Patch Cord de Fibra y Utp**

Se los usa en una red para conectar un dispositivo electrónico con otro. (Ver Fig. 6.25)

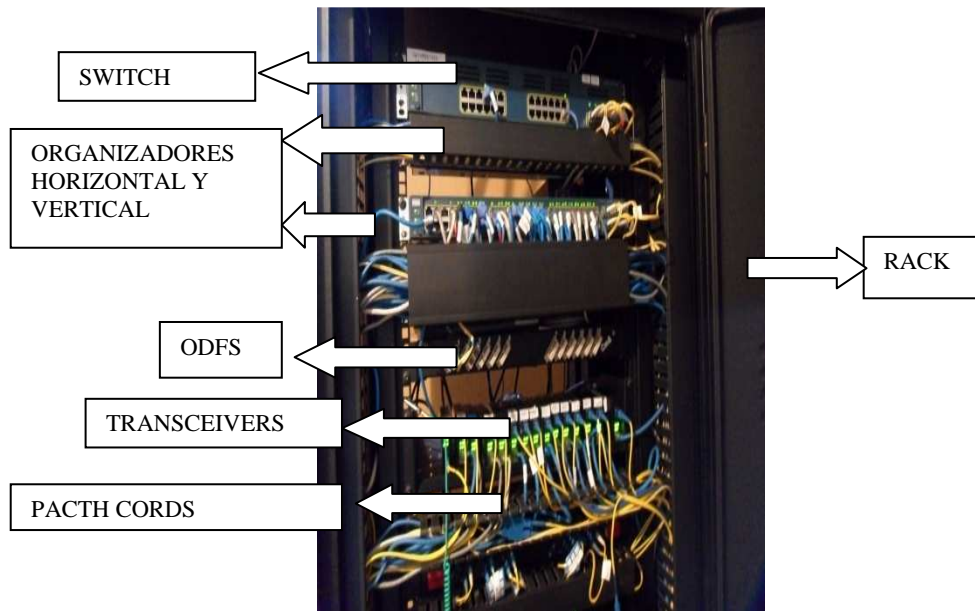


Fig. 6.25 Elementos de un Armario de Telecomunicaciones.

Dimensionamiento del rack.

Como ya hemos determinado que equipos y elementos se colocarán en los nodos y estarán ubicados en el rack, calcularemos el tipo de rack a ocuparse.

Se debe tomar en cuenta las unidades que ocupan los equipos en el rack. De acuerdo a los requerimientos que presenta la estructura del nodo se ocupará un Rack de 40U.

B. Elementos para la Protección de Equipos y de la red.

✓ **UPS y Banco de Baterías**

Debido a las constantes fallas de energía eléctrica (apagones, bajo y alto voltaje) en nuestro país es indispensable tener un Sistema Ininterrumpido de

Energía (UPS), ya que este detecta los cortes de energía para entregar electricidad propia de sus baterías. (Ver Fig. 6.26)

✓ **Ventiladores.**

Sirven para enfriar a los equipos, debido que permanecen todo el tiempo en funcionamiento.

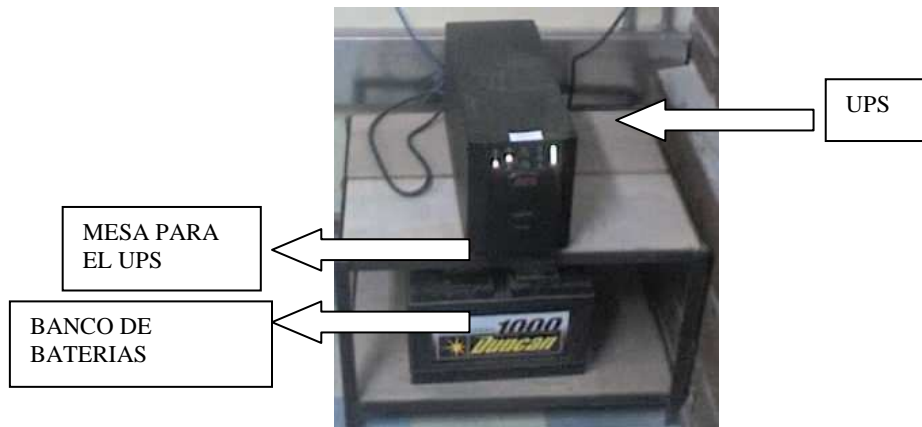


Fig. 6.26 Sistema de Backup.

C. Instalación eléctrica

Se deberá realizar una instalación eléctrica en donde se pueda colocar elementos de protección para los equipos como la implementación de un cajetín de breques y la debida conexión a tierra. (Ver Fig. 6.27)

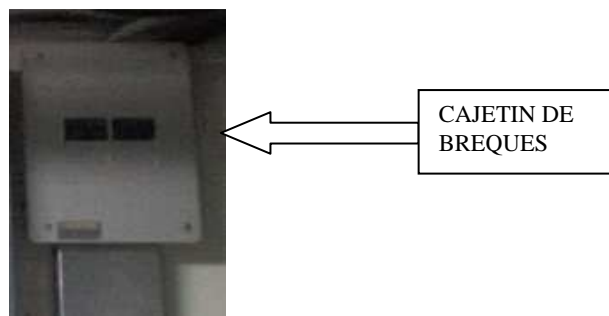


Fig. 6.27 Cajetín de Breques.

Diseño de la ubicación de los equipos en el nodo Anexo 5.

6.7.4. DESARROLLO DE ESQUEMAS.

Una vez que los equipos hayan sido instalados se deberá realizar las mediciones correspondientes con el Otdr para así poder detectar cualquier corte de fibra o atenuaciones muy altas que puedan existir en el recorrido.

6.7.4.1. ESQUEMA DE RED

Si implementamos el enlace de fibra óptica entre los terminales Ambato – Píllaro el backup para la red será el radio enlace de esta manera se tendría la seguridad de respaldar los datos por alguna falla en el enlace óptico. (Ver Fig. 6.28)

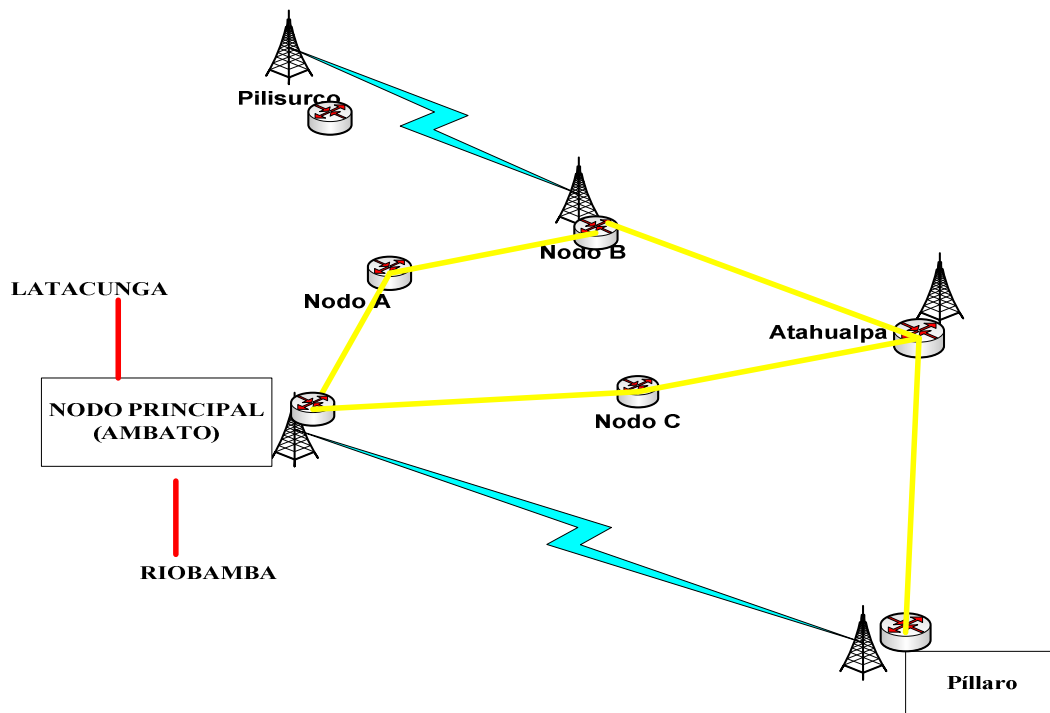


Fig. 6.28 Esquema de red propuesto Ambato-Píllaro.

El enlace partiría del Nodo Atahualpa punto más cercano a la ciudad de Píllaro utilizando como medio físico la fibra óptica adss figura 8 para la interconexión de los dos nodos, durante todo el trayecto se realizará el tendido aéreo y las respectivas fusiones de mangas de paso siguiendo la ruta elegida hasta llegar a un odf de 24 puertos situado en el nodo de Píllaro, el cual deberá estar ubicado por una zona céntrica de la ciudad, los patch cord de fibra tipo Sc serán fusionados al

odf teniendo como resultado seis pares de los cuales serán utilizados un par Tx y un par Rx , se empleará un Transceptor GBIC 1000BASE-ZX que trabaja a una longitud de onda de 1550nm el cual irá conectado a un switch 3550 en el puerto gigabit de igual forma existirá otro Transceptor en el nodo Atahualpa estos deben trabajar en la misma longitud de onda para poder comunicarse , de esta manera se interconectarán todos los nodos de la ciudad de Ambato al nodo principal y que por medio de este se tendrá la salida hacia el proveedor internacional(Ver Fig. 6.29).

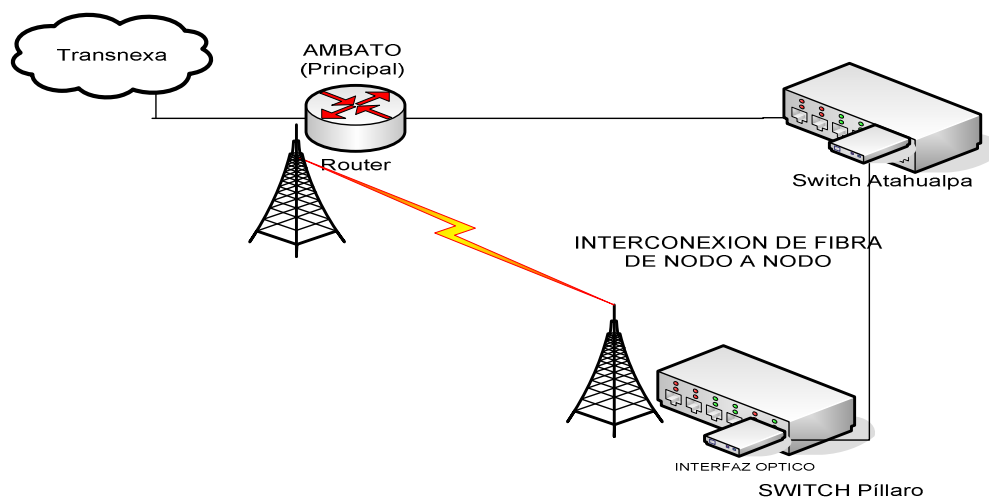


Fig. 6.29 Esquema lógico Ambato-Píllaro.

6.7.5. COSTO DEL PROYECTO.

Una vez que se ha realizado el diseño del enlace óptico y se han identificado todos los elementos que se involucran en el proyecto se procede a realizar un estimativo de costos como:

- Costo del cable de fibra óptica que se ha tomado como referencia en el diseño
- Costo por tendido e instalación del cable
- Se presenta un listado de todos los equipos a implementarse en cada nodo
- Se calcula el costo total del Proyecto.
- Y adicionalmente se presenta una Propuesta económica con los equipos 3 com y el fabricante Prysmian.

Presupuesto 1

A. Costo de la fibra óptica –tendido-instalación.

Determinamos en el diseño que para el tipo de fibra utilizaremos un cable óptico tipo figura 8 con mensajero de 12 hilos del fabricante Fiber Home y se empleará el tendido aéreo.

Ítem	Tramo	Ambato - Pillaro	
1	Longitud total	13.33km	
2	Elementos para la fijación de cables aéreos	Cantidad de postes	Cantidad de herrajes
		179	179
3	Empalmes de fusión	Cantidad de Odfs	Cantidad de Mangas
		2	3

Tabla 6.12. Cantidad de Fibra y Accesorios.

COSTOS					
Ítem	Descripción	Cantidad total	Unidad	P. Unitario(\$)	P. Total(\$)
1	Fibra Monomodo interurbana de 12 hilos	1333	m	1.75	2332.75
2	Elementos para la fijación de cables aéreos	179	u	23.01	4118.79
3	Instalación área de fibra	1333	m	1.26	1679.58
4	Empalmes	2*12=24	u	20	480

	por fusión (Odfs)				
5	Empalmes por fusión (Mangas)	3	u	334.46	1003.98
Subtotal(No incluye IVA)					9615.02

Tabla 6.13. Costo de la fibra óptica –tendido-instalación.

B. Costos de la implementación del nodo.

COSTOS					
Ítem	Descripción	Cantidad total	Unidad	P. Unitario(\$)	P. Total(\$)
1	Odfs	2	u	400	800
2	Patch Cord de Fibra	4	u	47.74	190.96
3	Equipos de Conmutación	2	u	2500	5000
4	Interfaz óptico	2	u	209	418
5	Ventiladores	3	u	20	60
6	Ups	1	u	2500	2500
7	Baterías	4	u	100	400
Subtotal(No incluye IVA)					9368.96

Tabla 6.14. Costos de la implementación del nodo.

C. Costo de accesorios.

COSTOS					
Ítem	Descripción	Cantidad total	Unidad	P. Unitario(\$)	P. Total(\$)
1	Rack	1	u	600	600
2	Organizador de Cables	4	u	63.50	254
3	Tornillos	100	u	0.10	10

4	Pernos de expansión	8	u	0.66	5.28
5	Amarras plásticas	500	u	0.03	15
6	Rejillas	8	u	70	560
7	Escalerillas	8	u	80	640
8	Mesa para el ups	1	u	80	80
Subtotal(No incluye IVA)					2164.28

Tabla 6.15. Costo de accesorios.

D. Costo total del proyecto

El costo total del proyecto se lo resume en la tabla 6.16.

Ítem	Descripción	Costo Total(\$)
1	Costo de la fibra óptica – tendido- instalación.	9615.02
2	Costos de la implementación del nodo.	9368.96
3	Costo de accesorios.	2164.28
4	Costo de Configuración de Equipos	
TOTAL		21148.26

Tabla 6.16. Costo Total del Proyecto.

Presupuesto 2

A. Costo de la fibra óptica –tendido-instalación.

Para esta propuesta se tomara en cuenta al fabricante Prysmian y 3 Com.

COSTOS					
Ítem	Descripción	Cantidad total	Unidad	P. Unitario(\$)	P. Total(\$)
1	Fibra Monomodo interurbana de 12 hilos	1333	m	2.05	2732.65
2	Elementos para la fijación de cables aéreos	179	u	35.01	6266.79
3	Instalación área de fibra	1333	m	1.26	1679.58
4	Empalmes por fusión (Odfs)	2*12=24	u	20	480
5	Empalmes por fusión (Mangas)	3	u	334.46	1003.98
Subtotal(No incluye IVA)					12163

Tabla 6.17. Costo de la fibra óptica –tendido-instalación.

B. Costos de la implementación del nodo.

COSTOS					
Ítem	Descripción	Cantidad total	Unidad	P. Unitario(\$)	P. Total(\$)
1	Odfs	2	u	400	800
2	Patch Cord	4	u	13	52

	de Fibra				
3	Equipos de Conmutación	2	u	6000	12000
4	Interfaz óptico	2	u	805	1610
5	Ventiladores	3	u	20	60
6	Ups	1	u	2500	2500
7	Baterías	4	u	100	400
Subtotal(No incluye IVA)					17422

Tabla 6.18. Costos de la implementación del nodo.

C. Costo de accesorios.

COSTOS					
Ítem	Descripción	Cantidad total	Unidad	P. Unitario(\$)	P. Total(\$)
1	Rack	1	u	600	600
2	Organizador de Cables	4	u	63.50	254
3	Tornillos	100	u	0.10	10
4	Pernos de expansión	8	u	0.66	5.28
5	Amarras plásticas	500	u	0.03	15
6	Rejillas	8	u	70	560
7	Escalerillas	8	u	80	640
8	Mesa para el ups	1	u	80	80
Subtotal(No incluye IVA)					2164.28

Tabla 6.19. Costo de accesorios.

D. Costo total del proyecto

El costo total del proyecto se lo resume en la tabla 6.20.

Ítem	Descripción	Costo Total(\$)
1	Costo de la fibra óptica – tendido- instalación.	12163
2	Costos de la implementación del nodo.	17422
3	Costo de accesorios.	2164.28
4	Costo de Configuración de Equipos	
TOTAL		31749.28

Tabla 6.20. Costo Total del Proyecto.

En el presupuesto uno se obtiene un costo aproximado de 21148.26 y para el presupuesto dos se obtiene un costo de 31749.2, se recomienda utilizar equipos cisco ya que presentan mayores ventajas con respecto a los otros fabricantes entre las más relevantes se puede mencionar:

- ✓ Cisco siempre está en constante innovación.
- ✓ Se encuentra con facilidad toda la documentación técnica.
- ✓ Facilidad en la administración.
- ✓ Existe mayor cantidad de ingenieros que manejan equipos cisco.

El fabricante fiber home presenta una solución más barata en el costo de la fibra y además se rige a las normas establecidas por UIT-T G.652. Por lo que el presupuesto uno sería la mejor opción ya que resulta el más económico y viable para ser invertido por cualquier empresa de telecomunicaciones para de esta manera se pueda mejorar la calidad de servicio para todos los clientes.

6.7.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL PROYECTO.

6.7.6.1. CONCLUSIONES.

- Las redes principales para la ciudad de Píllaro están interconectadas por medio de un radio enlace, que debido a las condiciones atmosféricas presentan problemas de propagación e interferencia además la red actual se satura por la gran demanda de usuarios que acceden a la red, por lo que se debe escoger otro medio físico para la transmisión de datos.
- Para el proyecto se realizó una investigación sobre las características y propiedades de la fibra óptica para la transmisión de datos, voz y video, concluyendo que este medio físico posee las mejores características con respecto a los medios guiados y no guiados.
- La implementación de un enlace con fibra óptica resulta ser beneficioso para cualquier empresa ya que se puede ofrecer mayor capacidad para transportar tráfico, ancho de banda mayor a 1 GHz, seguridad e inmunidad electromagnética.

6.7.6.2. RECOMENDACIONES.

Al realizar el Proyecto del enlace con fibra óptica se recomienda:

- Realizar un previo estudio de la red actual.
- El tendido e instalación de fibra, solo lo debe realizar personal calificado.
- La selección del tipo de fibra nos servirá para realizar los cálculos e investigar los equipos a emplearse en la interconexión de los nodos
- Se recomienda al finalizar el tendido realizar las pruebas correspondientes con un OTDR para detectar cualquier fallo de conexión o atenuación.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS:

- CHOMYCZ, BOB. (1998). Instalaciones de fibra óptica. (1a. ed.). Mc Graw –Hill.
- GARCIA, LEON ALBERTO. (2002). Redes de comunicación. (1a. ed.). Mc Graw –Hill.
- STALLINGS, WILLIAM. (2000). Comunicaciones y Redes. (6a. ed.). Prentice Hall.

INTERNET:

- CommScope. (1999). Carrete F.O.
Recuperado el 5 de Enero del 2011, de
<http://asesorpedroperez.110mb.com/tele/manualfibra.pdf>
- Fuentealba, E. (1995). Vano
Recuperado el 12 de Febrero del 2011, de
<http://www.angelfire.com/empire/tpa2002/plantaext.html#41>
- Scribd. (2010). Bucles de exceso.
Recuperado el 12 de Febrero del 2011, de
<http://www.scribd.com/doc/7360498/044-Instalacion-de-Cable-de-Fibra-optica-aerea>
- Textos Científicos. (2006). Calculo del enlace óptico
Recuperado el 12 de Febrero del 2011, de
http://es.wikipedia.org/wiki/Instalaci%C3%B3n_a%C3%A9rea_de_fibra_%C3%
- Garry, W. (2000). Normas UIT-T
Recuperado el 2 de marzo del 2011, de
<http://www.docstoc.com/docs/10108033/Lista-de-Recomendaciones-UIT-T>

ANEXOS

ANEXO 1

UBICACIÓN DE LOS NODOS

TRAZADO DE LA RUTA CON F.O

UBICACIÓN DE LAS MANGAS DE EMPLAME

ANEXO 2

UIT-T G.651

UIT-T G.652

ANEXO 3

FIBER HOME GYXTC8S

ANEXO 4
FUSIÓN DE FIBRA ÓPTICA

ANEXO 5

DISEÑO DE LA UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS EN EL NODO

