

INTRODUCCION

El presente proyecto tiene como objetivo primordial determinar la funcionalidad en el uso de las conexiones de la fibra óptica y radio radioenlace como medios de comunicación en la transmisión de datos, para establecer el óptimo desarrollo de estas tecnologías.

Para el presente estudio examinamos la red que el Centro de Estudios ha logrado implementar actualmente, con lo cual podremos determinar las mejoras que podría tener dicha red.

Tomando en cuenta estas consideraciones presentamos el diseño de un sistema redundante con fibra óptica aérea de muy alta capacidad, y un sistema mediante radio enlace con equipos de frecuencias no licenciadas, el cual interconectará tanto la matriz como la sucursal de dicho centro de estudios.

El desarrollo del presente proyecto lo hemos dividido en cinco capítulos que los detallamos a continuación:

En el primer capítulo planteamos el problema, definiendo sus nudos críticos, analizando sus causas y consecuencias, para así poder delimitar nuestro estudio en lo referente al uso

de las tecnologías alámbricas como inalámbricas, creando nuestros objetivos principales lo cual nos ayudará a la respectiva justificación de nuestro proyecto.

En el segundo capítulo realizamos una introducción teórica general de los componentes y características de la fibra óptica y radio enlace, así como también los principios físicos en los que se rige la transmisión de la información por el medio óptico y por el inalámbrico.

Incluye también una breve descripción de los parámetros fundamentales de la fibra óptica, como son: atenuación, dispersión cromática y dispersión modal; parámetros que se deben tener en cuenta para implementar tecnologías que requieren una mayor velocidad de transmisión. Además presentamos los fundamentos principales para realizar diseños de enlaces ópticos. Teniendo también en cuenta en el radio enlace la propagación de ondas electromagnéticas, el frente de onda como lo es Absorción, Reflexión, Difracción, Interferencia sus características importantes en la propagación por espacio libre, Pérdida en espacio libre (FSL), Zona de Fresnel, Línea de Vista.

En el tercer capítulo examinamos la red del CETNAV que ha logrado implementar en las ciudades de Guayaquil y Salinas, así como también los diversos servicios que la misma provee a sus usuarios. Se propone el tipo de fibra óptica a utilizar; también proponemos una ruta para su tendido aéreo. Así mismo los equipos que se utiliza en la

conexión por medio de radio enlace, la ruta tomando en cuenta la latitud y longitud que tendremos en el sistema montañoso donde se colocaran las respectivas antenas y radio.

En el capítulo cuatro desarrollaremos lo referente al cronograma y presupuesto de nuestros diseños en lo de enlace nacional tanto por medio de fibra óptica y radio enlace.

Para finalizar tenemos en el quinto capítulo tenemos las conclusiones y recomendaciones que nos llevaran a la elección correcta una vez realizado ya el estudio de los equipos a utilizar, revisando el presupuesto de cada uno de ellos.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

**"ESTUDIO COMPARATIVO PARA EL USO DE CONEXIONES
DE RADIO ENLACE Y FIBRA ÓPTICA"**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

AUTOR: TNTE. JAIME JEFFREY SILVA FRANCO

TUTOR: ING. FRANCISCO CONTRERAS PUCO

GUAYAQUIL – ECUADOR

2011

Guayaquil, 26 de Enero del 2011

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación, "ESTUDIO COMPARATIVO PARA EL USO DE CONEXIONES DE RADIO ENLACE Y FIBRA OPTICA" elaborado por el Sr. Tnte. Jaime Jeffrey Silva Franco, egresado de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil, previo a la obtención del Título de Ingeniero en Sistemas, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la Apruebo en todas sus partes.

Attentamente,

.....

Ing. Francisco Contreras Puco

TUTOR

DEDICATORIA

Primero y antes que nada, dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Dedico este proyecto y toda mi carrera universitaria a mis padres quienes me dieron la vida, mi padre que desde el cielo me da fuerzas y a mi madre ya que gracias a ella soy quien soy hoy en día, fue quien me dio ese cariño y calor humano necesario. Le agradezco a mis hermanas quienes han estado a mi lado, han compartido todos esos secretos y aventuras que solo se pueden vivir entre hermanos y que han estado siempre alerta ante cualquier problema que se me puedan presentar.

A mis hijos ya que son los que me dan la fuerza para seguir adelante en todas las metas que me propongo.

AGRADECIMIENTO

Al finalizar un trabajo tan arduo y lleno de dificultades como el desarrollo de esta tesis es inevitable que te asalte un muy humano egocentrismo que te lleva a concentrar la mayor parte del mérito en el aporte que has hecho. Sin embargo, el análisis objetivo te muestra inmediatamente que la magnitud de ese aporte hubiese sido imposible sin la participación de personas e instituciones que han facilitado las cosas para que este trabajo llegue a un feliz término. Por ello, es para mí un verdadero placer utilizar este espacio para ser justo y consecuente con ellas, expresándoles mis agradecimientos.

Debo agradecer sinceramente a una persona muy especial por aceptarme para realizar esta tesis bajo su apoyo incondicional, su confianza y su capacidad.

Quiero expresar también mi más sincero agradecimiento a todas las personas que supieron aportar de manera desinteresada para lograr mi objetivo y por su importante contribución y participación activa en el desarrollo de esta tesis. Debo destacar, por encima de todo, su disponibilidad y paciencia, no cabe duda que su colaboración ha enriquecido el trabajo realizado y, además, ha significado el surgimiento de una sólida amistad.

También les agradezco a mis amigos más cercanos, a esos amigos que siempre me han acompañado y con los cuales he contado desde que los conocí.

TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Fernando Abad Montero
DECANO DE LA FACULTAD
CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

Ing. Juan Chanabá Alcócer
DIRECTOR

Ing. Francisco Contreras Puco
TUTOR

Nombre y Apellidos
PROFESOR DEL ÁREA - TRIBUNAL

AB. Juan Chávez A.
SECRETARIO

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

**"ESTUDIO COMPARATIVO PARA EL USO DE CONEXIONES
DE RADIO ENLACE Y FIBRA ÓPTICA"**

Autor: Tnte. Jaime Silva Franco

Tutor: Ing. Francisco Contreras Puco

RESÚMEN

Las tecnologías tanto alámbricas como inalámbricas revisten una importancia crucial para las aplicaciones en las telecomunicaciones, ya que cuentan con mayores perspectivas de crecimiento, abren mercados y crea nuevos campos de inversión. Al plantearnos el problema explicamos todos los inconvenientes que puede traer consigo el uso de estas tecnologías y provocar un mal funcionamiento o resultados no deseados por el poco conocimiento de estas al momento de su uso, donde determinaremos la funcionalidad en el uso correcto de las conexiones de la fibra óptica y radio radioenlace como medios de comunicación en la transmisión de datos, para establecer el óptimo desarrollo de estas tecnologías. Este proyecto tiene un tipo de investigación factible, ya que con los resultados obtenidos en la comparación entre fibra óptica y radio enlace podremos concluir cuál de estos 2 tipos de redes nos dan un mejor servicio con mayor alcance, teniendo relación con el tipo de investigación de campo ya que está apoyado con información obtenida mediante encuestas realizadas a ingenieros que trabajan en el campo de las telecomunicaciones. Nuestra población serán las empresas dedicadas a las telecomunicaciones. La técnica utilizada fue hecha a base de encuestas, como se mencionó anteriormente dirigida a Profesionales entendidos en la materia, en la cual se realizaron un conjunto de preguntas normalizadas y acorde al tema de nuestro proyecto, teniendo así como beneficiarios a los usuarios que laboran día a día, lo cual ya al tener una buena comunicación nacional se brindará un mejor servicio a la institución y porque no a la ciudadanía en general.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

**"ESTUDIO COMPARATIVO PARA EL USO DE CONEXIONES DE RADIO
ENLACE Y FIBRA ÓPTICA"**

**Proyecto de trabajo de grado que se presenta como requisito para optar por el
título de INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

**Autor: Tnte. Jaime Jeffrey Silva Franco.
C.I. 0918303074**

Tutor: Ing. Francisco Contreras Puco

Guayaquil, 26 de Enero del 2011

CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Primer Curso de Fin de Carrera, nombrado por el Departamento de Graduación y la Dirección de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Universidad de Guayaquil,

CERTIFICO:

Que he analizado el Proyecto de Grado presentado por el/la egresado(a) Tnte. Jaime Jeffrey Silva Franco, como requisito previo para optar por el título de Ingeniero cuyo problema es: "ESTUDIO COMPARATIVO PARA EL USO DE CONEXIONES DE RADIO ENLACE Y FIBRA OPTICA" considero aprobado el trabajo en su totalidad.

Presentado por:

Tnte. Jaime Jeffrey Silva Franco
Apellidos y Nombres completos

0918303074
Cédula de ciudadanía N°

Tutor: Ing. Francisco Contreras Puco

CAPITULO I
EL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1	UBICACIÓN DEL PROBLEMA EN UN CONTEXTO	1
1.2	SITUACIÓN CONFLICTO NUDOS CRITICOS.....	2
1.2.1	Tiempo de instalación.....	2
1.2.2	Interferencia en la transmisión de datos.....	3
1.2.3	Infraestructura para la instalación.....	3
1.2.4	Confiabilidad de la información.....	4
1.2.5	Costos de permanencia.....	4
1.3	CAUSAS Y CONSECUENCIAS DEL PROBLEMA.....	5
1.3.1	Causas.....	5
1.3.2	Consecuencias.....	5
1.4	DELIMITACION DEL PROBLEMA.....	6
1.5	FORMULACION DEL PROBLEMA.....	7
1.6	EVALUACION DEL PROBLEMA.....	8
1.6.1	Claro.....	8
1.6.2	Evidente.....	8
1.6.3	Original.....	8
1.6.4	Contextual.....	9
1.6.5	Factible.....	10
1.6.6	Identifica los productos esperados.....	10
1.7	OBJETIVO GENERAL.....	11
1.8	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	11
1.9	ALCANCE.....	12
1.10	JUSTIFICACION E IMPORTANCIA.....	12

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.	ANTECEDENTES.....	14
	FUNDAMENTACION TEORICA	
2.1	DEFINICIÓN DE FIBRA ÓPTICA.....	16
2.2	CARACTERISTICAS DE LOS CABLES DE FIBRA OPTICA.....	17
2.2.1	Fibra de Sílice.....	17
2.2.2	Fibra de Vidrio.....	17
2.2.3	Fibra de Plástico.....	18
2.2.4	Fibra de Núcleo Líquido.....	18
2.3	PROPIEDADES GEOMETRICAS DE LA FIBRA OPTICA.....	19
2.3.1	DIAMETROS COMUNES DE UNA FIBRA OPTICA Y DE SU PROTECCION (μm).....	21
2.3.1.1	Núcleo: 8 a 10/125 μm	21
2.3.1.2	Núcleo: 50/125 μm	21
2.3.1.3	Núcleo: 62,5/125 μm	22
2.3.1.4	Núcleo: 85/125 μm	22
2.3.1.5	Núcleo: 100/140 μm	22
2.3.2	RECUBRIMIENTO DE LA FIBRA OPTICA.....	22
2.3.2.1	Cable de estructura holgada.....	22
2.3.2.2	Cable de estructura ajustada.....	24
2.3.3	PROPIEDADES MECANICAS DE LA FIBRA	25
2.3.4	PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LAS FIBRAS ÓPTICAS....	26
2.3.4.1	PROPIEDADES DE TRANSMISIÓN DE LA FIBRA ÓPTICA...	27
2.3.4.1.1	Atenuación.....	27
2.3.4.1.2	Ancho de Banda.....	28
2.3.4.1.3	Diámetro de campo modal.....	30
2.3.4.1.4	Longitud de onda de corte.....	30
2.3.5	CARACTERISTICAS DE LOS ACCESORIOS DE LA FIBRA OPTICA.....	31

2.3.5.1	Cajas de empalme.....	31
2.3.5.2	Paneles de conexión y empalme.....	31
2.3.5.3	Armarios de interconexión.....	31
2.3.5.4	Tipos de latiguillos para fibra óptica.....	32
2.3.5.5	Tipos de conectores para fibra óptica.....	34
2.3.6	PRUEBAS SOBRE EL CABLE DE FIBRA OPTICA.....	37
2.3.6.1	Pruebas ópticas de transmisión.....	37
2.3.6.1.1	Atenuación óptica.....	38
2.3.6.2	Pruebas mecánicas sobre un cable óptico.....	38
2.4	VERIFICACION DE LA INSTALACION.....	39
2.4.1	Medición de longitud óptica.....	39
2.4.2	Pruebas de hermeticidad de las cajas de empalme.....	40
2.4.3	Norma de calidad para la aceptación de los empalmes.....	40
2.4.4	Medición de atenuación.....	41
2.4.5	Normas de calidad para la aceptación.....	41
2.4.6	Medición de reflexión.....	42
2.4.7	Medición de la Pérdida total del trayecto por potencia óptica.....	42
2.5	CLASIFICACIÓN DE LAS FIBRAS ÓPTICAS.....	44
2.5.1	Fibras ópticas Multimodo.....	44
2.5.2	Fibras ópticas Monomodo.....	44
2.6	VENTAJAS Y DESVENTAJA DE LA FIBRA OPTICA.....	45
2.6.1	Ventajas.....	45
2.6.2	Desventajas.....	46
2.7	FODA DE LA FIBRA OPTICA.....	47
2.8	TOPOLOGIA DE LA OPTICA.....	48
2.8.1	Topología física.....	49
2.8.1.1	Bus.....	49
2.8.1.2	Anillo.....	51
2.8.1.3	Estrella.....	52

2.8.2	Topología lógica.....	53
2.8.2.1	Topología anillo-estrella.....	53
2.8.2.2	Topología bus-estrella.....	54
2.9	NORMAS INTERNACIONALES Y ESTANDARES	
	USADAS EN LA FIBRA OPTICA.....	54
2.9.1	Estándares.....	55
2.9.2	Norma internacional ISO / IEC 1180.....	58
2.9.3	Normas para la seguridad.....	59
2.9.3.1	No propagación de la llama:	
	(UNE 50265-2-1 Antes UNE 20432 1IEC332-1).....	62
2.9.3.2	No propagación del incendio:	
	(UNE50266 Antes UNE 20432-2 IEC332-2).....	63
2.9.3.3	Emisión de humos	
	(UNE 50267 1-2-3 (Antes 21147-1-2) IEC 754-1-2.....	63
2.9.3.4	Densidad de humos:	
	(UNE 50268 ½ (ANTES 21172 1-2) CEI 1034 1-2.....	63
2.10	EQUIPOS QUE SE UTILIZAN EN LA INSTALACIÓN	
	DE FIBRA ÓPTICA.....	64
2.10.1	Cortadora de fibra.....	64
2.10.2	Peladora de la cubierta de fibra.....	65
2.10.3	OTDR.....	65
2.10.4	Empalmadora fusión.....	66
2.10.5	Convertidor de fibra.....	66
2.10.6	SNIFFER.....	67
2.10.7	Fusionadora de fibra.....	67
2.10.8	Microscopio de fibra.....	67
2.10.9	Toallas limpiadoras de alcohol.....	68
2.10.10	Medidor de potencias.....	68
2.10.11	Reflectómetro del tiempo.....	69
2.10.12	Medidor de pérdidas de retorno.....	69

2.10.13	Analizador de espectros.....	70
2.10.14	Atenuadores de fibra optica.....	70
2.10.15	Identificadores de fibras activas.....	70
2.10.16	Comprobadores de redes.....	71
2.11	INSTALACIÓN EN POSTES.....	71
2.11.1	Tipos de fibra a utilizar.....	72
2.11.2	Tiempos de instalación.....	72
2.11.3	Costos de la instalación.....	72
2.11.4	Pérdidas ópticas.....	72
2.12	DEFINICION DE RADIO ENLACE.....	73
2.12.1	Ventajas de los radioenlaces.....	74
2.12.2	Desventajas de los enlaces microondas.....	74
2.12.3	FODA del radio enlace.....	75
2.13	CATEGORIAS DE REDES INALAMBRICAS.....	76
2.13.1	De Larga Distancia.....	76
2.13.2	De Corta Distancia.....	76
2.14	CLASIFICACION DE RADIO ENLACE.....	77
2.14.1	Radio enlace punto a punto.....	77
2.14.2	Radio enlace punto – multipunto.....	78
2.15	TIPOS DE RADIO ENLACES.....	78
2.15.1	Infrarrojos.....	79
2.15.2	Radio UHF.....	79
2.15.3	Sistemas de Onda Corta.....	79
2.15.4	Sistemas de Microondas.....	80
2.15.5	Radio - Enlaces Vía Satélite.....	80
2.16	MODULACION EN MICROONDAS.....	81
2.16.1	Modulación analógica.....	82
2.16.2	Modulación digital.....	82
2.16.3	La técnica MIC.....	83
2.16.4	La técnica de transmisión OFDM.....	84

2.16.5 SS: Modulación Spread Spectrum (Espectro expandido).....	84
2.16.6 Modulación LMDS.....	85
2.16.7 Modulación WIMAX.....	85
2.16.8 Modulación WIFI.....	85
2.16.9 La técnica de modulación DBPSK.....	87
2.17 TIPOS DE TORRES EN EL RADIO ENLACE.....	87
2.17.1 Auto soportado.....	88
2.17.2 Mástiles Arriostrados.....	88
2.17.3 Monopostes.....	89
2.17.4 Estructuras de Azoteas.....	90
2.17.5 Camuflados.....	91
2.18 TIPOS DE ANTENAS.....	92
2.18.1 Antenas omnidireccionales.....	92
2.18.2 Antenas direccionales.....	93
2.18.3 Antenas Dipolo.....	93
2.18.4 Dipolo simple.....	94
2.18.5 Dipolo en V invertida.....	95
2.18.6 Antenas de Panel.....	95
2.18.7 Antenas Yagui.....	96
2.18.8 Antenas Parabólicas.....	97
2.18.9 Antena de Ranura.....	98
2.18.10 Antenas Microstrip.....	99
2.19 FRECUENCIAS QUE UTILIZAN.....	99
2.19.1 La división del espectro radioeléctrico.....	101
2.19.2 Las frecuencias de las redes inalámbricas.....	101
2.20 NORMAS INTERNACIONALES QUE SE CONSIDERAN	
PARA LA INSTALACIÓN DE RADIO ENLACES.....	102
2.20.1 Estándar IEEE 802.11.....	103
2.21 NORMAS DE SEGURIDAD QUE SE CONSIDERAN	
PARA LA INSTALACIÓN DE RADIO ENLACES.....	104

2.22 EQUIPOS QUE SE UTILIZAN EN LA INSTALACIÓN	
DE RADIO ENLACES.....	106
2.22.1 Análisis de tráfico.....	107
2.22.1.1 NETSTAT.....	106
2.22.1.2 Monitor de red.....	106
2.22.1.3 Fluke protocol inspector.....	106
2.22.1.4 Orinoco or manager.....	107
2.23 ANALIZADOR DE PÉRDIDA DE PAQUETES.....	107
2.23.1 Generador de señal.....	108
2.23.2 Analizador de espectros.....	109
2.24 ANALIZADORES DE REDES RF Y MICROONDAS.....	109
2.24.1 Medidor de radio frecuencia.....	110
2.25 CONSIDERACIONES PRELIMINARES.....	110
2.25.1 Campos y ondas electromagnéticas.....	110
2.25.1.1 Medio de transporte.....	111
2.25.1.2 Longitud de onda y frecuencia.....	111
2.25.2 Propagación de ondas electromagnéticas.....	112
2.25.2.1 Frente de onda.....	113
2.25.2.2 Absorción.....	113
2.25.2.3 Reflexión.....	114
2.25.2.4 Difracción.....	114
2.25.2.5 Interferencia.....	115
2.25.3 CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES EN LA	
PROPAGACIÓN POR ESPACIO LIBRE.....	116
2.25.3.1 Pérdida en espacio libre (FSL).....	116
2.25.3.2 Zona de Fresnel.....	117
2.25.3.3 Ganancia del sistema.....	118
2.25.3.4 Línea de Vista.....	118

2.26	FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	119
2.27	HIPÓTESIS PREGUNTAS A CONTESTARSE.....	120

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	122
3.1.1	Tipo de investigación.....	122
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	122
3.2.1	Población.....	122
3.2.2	Delimitación de la Población.....	123
3.3	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	123
3.4	TECNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	124
3.5	INSTRUMENTOS DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	124
3.5.1	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	125
3.5.1.1	ENCUESTA.....	125
3.6	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.....	125
3.7	IMPACTO DE LA FIBRA ÓPTICA.....	125
3.7.1	Social.....	126
3.7.2	Económico.....	126
3.7.3	Tecnológico.....	127
3.8	APLICACIONES.....	128
3.9	TRANSMISION DE DATOS MEDIANTE RADIO ENLACE.....	129
3.9.1	Impacto social.....	129
3.9.2	Impacto económico.....	130
3.9.3	Impacto tecnológico.....	130
3.9.4	Impacto ambiental.....	130
3.10	APLICACIONES.....	130
3.11	CRITERIOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA.....	131
3.12	RED ACTUAL DEL CENTRO TECNOLÓGICO NAVAL	

(CETNAV).....	132
3.12.1 Estructura De La Red.....	132
3.12.2 Red actual de la ciudad de Guayaquil.....	132
3.12.3 Nodo CETEIN.....	133
3.13 PROPUESTA DEL ENLACE DE FIBRA OPTICA	
GUAYAQUIL-SALINAS.....	135
3.13.1 Selección de la Ruta.....	135
3.14 TIPO DE FIBRA OPTICA.....	137
3.15 EQUIPAMIENTO DE LA RED DE FIBRA ÓPTICA.....	140
3.15.1 Switch C2970G-24TS-E.....	140
3.15.2 GLC SX MM.....	142
3.16 RESUMEN DE LA RED.....	143
3.17 PROPUESTA DEL ENLACE TERRESTRE	
GUAYAQUIL-SALINAS.....	152
3.17.1 SELECCIÓN DE LA RUTA.....	141
3.17.2 REQUERIMIENTOS DE LA RED.....	153
3.17.3 CAPACIDAD DE TRANSMISIÓN.....	153
3.17.3.1 Tráfico de datos.....	154
3.17.3.2 Correo Electrónico.....	154
3.17.3.3 Soporte Técnico Remoto.....	154
3.18 DISEÑO DE LA RED.....	154
3.19 TOPOLOGÍA FÍSICA DE LA RED.....	155
3.19.1 Propuesta para la implementación de la Red mediante Radio Enlace.....	156
3.20 JUSTIFICACIÓN.....	161
3.21 UBICACIÓN DE LOS SITIOS.....	161
3.22 PERFIL TOPOGRÁFICO.....	162
3.23 ESQUEMA DE LA RED.....	165
3.24 SELECCIÓN DE EQUIPOS DE LA RED.....	166
3.24.1 Equipamiento para enlaces.....	166
3.24.1.1 Antenas.....	168

3.24.1.2 Torre Venteada.....	169
3.24.1.3 Equipos activos.....	170
3.25 RANGO DE FRECUENCIAS A UTILIZAR.....	172
3.26 CÁLCULOS NECESARIOS PARA GARANTIZAR EL DESEMPEÑO DE LA RED.....	172
3.26.1 Pérdida en espacio libre (FSL).....	173
3.26.2 Cálculo de la zona de Fresnel.....	173
3.27 ESQUEMA DE DIRECCIONAMIENTO IP PARA LA RED NACIONAL DE COMUNICACIONES DEL CETNAV.....	174
3.28 RESUMEN DE LA RED.....	174

CAPITULO IV

MARCO ADMINISTRATIVO

4.1 PRESUPUESTO CONEXIÓN FIBRA OPTICA	
GUAYAQUIL-SALINAS	176
4.1.1 COSTO DE LOS EQUIPOS PARA EL ENLACE ENTRE NODOS.....	176
4.1.2 COSTO DE LOS EQUIPOS A UTILIZAR EN EL ENLACE.....	178
4.1.2.1 Distribución de los Equipos para cada uno de los enlaces.....	179
4.1.3 COSTO DE SOPORTE TECNICO.....	181
4.1.4 COSTOS DE INGENIERÍA.....	182
4.1.5 COSTO TOTAL DEL PROYECTO.....	183
4.1.6 DEPRECIACION DE EQUIPOS.....	183
4.2 PRESUPUESTO DE LA RED DISEÑADA PARA RADIO ENLACE A NIVEL NACIONAL GUAYAQUIL-SALINAS.....	184
4.2.1 ESTUDIO DE COSTOS Y PRESUPUESTO DE LA RED DISEÑADA ...	185
4.2.2 COSTO DEL DISEÑO	185

4.2.3 COSTO DE EQUIPOS A UTILIZARSE EN LA RED WAN POR MEDIO DE RADIO ENLACE.....	185
4.2.4 DISTRIBUCION Y CANTIDAD DE EQUIPOS A UTILIZAR EN LA RED WAN UTILIZANDO RADIO ENLACE.....	186
4.2.5 COSTO DEL RECURSO HUMANO.....	187
4.2.6 COSTO ANUAL POR SOPORTE TECNICO.....	188
4.2.7 COSTO TOTAL DEL PROYECTO.....	188
4.2.8 DEPRECIACION DE EQUIPOS.....	188
4.3 ESTIMACION DE INGRESOS.....	189
4.4 JUSTIFICACION DE LA INVERSION.....	189
4.5 ANALISIS DE SENSIBILIDAD.....	190
4.5.1 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR).....	190
4.5.2 VALOR ACTUAL NETO (VAN).....	191
4.5.3 FLUJO DE CAJA DE LA RED WAN MEDIANTE FIBRA OPTICA.....	193
4.5.4 FLUJO DE CAJA DE LA RED WAN MEDIANTE RADIO ENLACE....	195
4.5.5 PERIODO DE RECUPERACION DE LA INVERSION.....	197

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

GLOSARIO

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO II: MARCO TEORICO

FIG. 2.1	Estructura de la Fibra Óptica.....	19
FIG. 2.2	Corte transversal que muestra las capas de la fibra óptica.....	20
FIG. 2.3	Cable de tubo Holgado.....	23
FIG. 2.4	Tubo holgado de cable de fibra óptica.....	24
FIG. 2.5	Cable de estructura ajustada.....	26
FIG. 2.6	Dispersión intermodal ó modal.....	29
FIG. 2.7	Conector FDDI.....	34
FIG. 2.8	Conector FC.....	35
FIG. 2.9	Conector ST.....	36
FIG. 2.10	Conector LC.....	37
FIG. 2.11	Fibras ópticas Multimodo.....	44
FIG. 2.12	Fibras ópticas Monomodo.....	45
FIG. 2.13	Conexión de Topología Física Tipo Bus.....	49
FIG. 2.14	Conexión de Topología Física Tipo Anillo.....	51
FIG. 2.15	Conexión de Topología Física Tipo Anillo.....	52
FIG. 2.16	Maletín de montaje de equipos de fibra óptica.....	64
FIG. 2.17	Modelo de Cortadora de Fibra.....	65
FIG. 2.18	Modelo de Peladora de cubierta de Fibra.....	65
FIG. 2.19	Modelo de OTDR.....	66
FIG. 2.20	Modelo de Empalmadora de Fusión de Fibra.....	66
FIG. 2.21	Modelo de Convertidor de Fibra.....	66
FIG. 2.22	Modelo de Fusionadora.....	67
FIG. 2.23	Modelo de Microscopio de Fibra.....	67
FIG. 2.24	Modelo de Toallas Limpiadoras de alcohol.....	68

FIG. 2.25	Modelo de Medidor de Potencias.....	68
FIG. 2.26	Modelo de Reflectómetro.....	69
FIG. 2.27	Modelo de Medidor de Potencias.....	69
FIG. 2.28	Modelo de Analizador de espectros.....	70
FIG. 2.29	Modelo de Atenuadores de Fibra Óptica.....	70
FIG. 2.30	Modelo de identificadores de fibras activas.....	70
FIG. 2.31	Modelo de comprobadores de redes	71
FIG. 2.32	Instalación en Postes.....	72
FIG. 2.33	Radio Enlace Punto a Punto.....	77
FIG. 2.34	Radio Enlace Punto a Multipunto.....	78
FIG. 2.35	Torres Autosoportadas.....	88
FIG. 2.36	Torres Mastiles Arriostrados.....	89
FIG. 2.37	Torres Monopostes.....	90
FIG. 2.38	Torres Estructuras de Azoteas.....	90
FIG. 2.39	Torres de Estructura Camufladas.....	91
FIG. 2.40	Antenas omnidireccionales.....	92
FIG. 2.41	Antenas direccionales.....	93
FIG. 2.42	Antenas Dipolo.....	93
FIG. 2.43	Dipolo simple.....	94
FIG. 2.44	Dipolo en V invertida.....	95
FIG. 2.45	Antenas de Panel.....	95
FIG. 2.46	Antenas Yagui.....	96
FIG. 2.47	Antenas Parabólicas.....	97
FIG. 2.48	Antena de Ranura.....	98
FIG. 2.49	Antenas Microstrip.....	99
FIG. 2.50	Modelo de Generadores de Señal.....	109
FIG. 2.51	Modelo de Analizador de espectros.....	109
FIG. 2.52	Modelo de Analizador de Redes RF y Microondas.....	109
FIG. 2.53	Modelo de medidor de Radio Frecuencia.....	110
FIG. 2.54	Difracción de una onda electromagnética.....	114

FIG. 2.55	Tipos de Interferencia Existentes.....	115
FIG. 2.56	Zona de Fresnel.....	117
FIG. 2.57	Esquemas de línea de vista para enlaces.....	119

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA: DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

FIG. 3.1	Bucles de exceso de fibra óptica.....	136
FIG. 3.2	Switch C2970G-24TS-E.....	140
FIG. 3.3	Módulos GLC SX MM.....	142
FIG. 3.4	Matriz y Sucursal de la Red WAN	156
FIG. 3.5	Esquema de comunicación propuesto.....	157
FIG. 3.6	Equipo RedLine AN-50e.....	159
FIG. 3.7	Vista de una torre venteada La estructura.....	159
FIG. 3.8	Estructura de una torre de comunicaciones venteada.....	170

INDICE DE TABLAS

CAPITULO II: MARCO TEORICO

TABLA 2.1	Parametros que caracterizan las fibras opticas.....	26
TABLA 2.2	Los cinco estándares de ANSI/TIA/EIA.....	55
TABLA 2.3	Normas para la seguridad.....	62
TABLA 2.4	Medidas para las frecuencias de radio.....	100
TABLA 2.5	Distribución convencional del espectro radioeléctrico.....	101
TABLA 2.6	Frecuencia de las redes inalámbricas.....	102

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA: DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

TABLA 3.1	Matriz de operacionalización de variables.....	123
TABLA 3.2	Características de fibra óptica monomodo de dispersión desplazada no nula.....	139
TABLA 3.3	Comparación de las características más importantes de la fibra óptica E9/12.....	140
TABLA 3.4	Parámetros técnicos del Switch Cisco Catalyst C2970G-24TS-E.....	141
TABLA 3.5	Parámetros técnicos del Switch Cisco Catalyst C2970G-24TS-E 3.15.2 GLC SX MM.....	142
TABLA 3.6	Consumo de ancho de banda por aplicación.....	183
TABLA 3.7	Características generales de un equipo RedLine AN-50e....	160
TABLA 3.8	Especificaciones de un equipo Radio Waves de 3 pulgadas.	160
TABLA 3.9	Resumen de sitios escogidos para el diseño.....	161
TABLA 3.10	Distancias entre radioenlaces.....	162
TABLA 3.11	Equipos de la Plataforma Red Line AN-80I.....	167
TABLA 3.12	Equipos escogidos para la Red Nacional de	

	Comunicaciones del CETNAV.....	167
TABLA 3.13	Comparativo de antenas externas.....	168
TABLA 3.14	Comparativo de equipos activos.....	171
TABLA 3.15	Equipos activos para la red.....	171
TABLA 3.16	Rango de Frecuencias esquema de comunicación.....	172
TABLA 3.17	Cálculo de FSL (dB) para la red diseñada.....	173
TABLA 3.18	Zona y radio de Fresnel.....	174

CAPÍTULO IV: MARCO ADMINISTRATIVO

TABLA 4.1	Descripción y costos de los materiales a utilizarse en el tendido de la fibra óptica.....	176
TABLA 4.2	Longitud de la fibra óptica con su respectiva cantidad de cajas de empalmes para cada enlace, postes a alquilar y herrajes.....	177
TABLA 4.3	Costos de inversión en cada uno de los enlaces.....	178
TABLA 4.4	Costos de los equipos correspondientes en cada nodo del enlace de fibra óptica Guayaquil-Salinas.....	179
TABLA 4.5	Equipos utilizados en el enlace local CETNAV.....	180
TABLA 4.6	Equipos utilizados en el enlace local CETEIN.....	180
TABLA 4.7	Equipos utilizados en el enlace CETNAV CETEIN.....	181
TABLA 4.8	Costos Anuales de Operación y Mantenimiento del enlace de fibra óptica.....	182
TABLA 4.9	Costos de Ingeniería.....	182
TABLA 4.10	Costos Total del proyecto por medio de Fibra Óptica.....	183
TABLA 4.11	Depreciación de Equipos de Fibra Óptica.....	184
TABLA 4.12	Costo referencial de equipos red WAN.....	186
TABLA 4.13	Distribución y cantidad de Equipos.....	186
TABLA 4.14	Costos de Mano de obra, alimentación y movilización para la instalación de la red Wan por medio de Radio Enlace....	187
TABLA 4.15	Costos anual de mantenimiento.....	188

TABLA 4.16	Costo Total del Proyecto por medio de Radio Enlace.....	188
TABLA 4.17	Depreciación de Equipos de Radio Enlace.....	189

INDICE DE GRAFICOS

CAPITULO II: MARCO TEORICO

GRAFICO 2.1	Coeficientes de atenuación.....	27
GRAFICO 2.2	Longitud de onda, amplitud, y frecuencia.....	112
GRAFICO 2.3	Reflexión de una onda, con el mismo ángulo de incidencia.	114

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA: DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

GRAFICO 3.1	Red actual de comunicaciones del CETNAV.....	133
GRAFICO 3.2	Red actual de comunicaciones del CETEIN.....	134
GRAFICO 3.3	Caja de empalmes montada sobre un poste.....	137
GRAFICO 3.4	Propuesta Conexiones (Bandejas) enlace local CETNAV...	145
GRAFICO 3.5	Propuesta Conexiones (Bandejas) enlace local CETEIN...	146
GRAFICO 3.6	Propuesta Conexiones (Equipos) enlace local CETNAV...	147
GRAFICO 3.7	Propuesta Conexiones (Equipos) enlace local CETEIN....	148
GRAFICO 3.8	Propuesta Conexiones (Equipos) enlace nacional CETNAV-CETEIN.....	149
GRAFICO 3.9	Propuesta para conexiones (Equipos) en el gabinete de piso por medio de Fibra Óptica.....	150
GRAFICO 3.10	Propuesta para conexiones (Equipos) en el gabinete de pared por medio de Fibra Óptica.....	151
GRAFICO 3.11	Red Propuesta de comunicaciones del CETNAV.....	158
GRAFICO 3.12	Red Propuesta de comunicaciones del CETEIN.....	159
GRAFICO 3.13	Perfil Topográfico Guayaquil-Cerro Azul.....	163
GRAFICO 3.14	Perfil Topográfico Cerro Azul-Animas.....	164

GRAFICO 3.15	Perfil Topográfico Cerro Animas-Salinas.....	165
GRAFICO 3.16	Propuesta General de la RED WAN por Radio Enlace.....	166
GRAFICO 3.17	Propuesta para Enlace Terrestre Guayaquil – Salina.....	175

CAPITULO I

EL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 UBICACIÓN DEL PROBLEMA EN UN CONTEXTO

Las tecnologías suelen atravesar ciclos de promesa, exageración, desilusión, rechazo y renacimiento, es por eso que hoy en día se están tomando acciones concretas en el área de telecomunicaciones en respuesta de oferta y la demanda, gracias a esto han surgido la fibra óptica y el radio enlace como nuevas corrientes tecnológicas para incrementar la densidad de las telecomunicaciones más rápidamente y con un mejor servicio a la comunidad.

Las tecnologías tanto alámbricas como inalámbricas revisten una importancia crucial para las aplicaciones en las telecomunicaciones, ya que cuentan con mayores perspectivas de crecimiento, abren mercados y crea nuevos campos de inversión. Sin embargo, los pueblos del mundo en desarrollo en especial el nuestro siguen teniendo un acceso marginal debido al alto costo de la conectividad de estas, lo que implica la exclusión del sistema global emergente en torno de la información y el conocimiento de nuestra gente.

La tecnología va cambiando día a día el mundo de la comunicación, y seleccionar la correcta ya sea esta por vía alámbrica o inalámbrica indirectamente afecta muchas veces

en el medio que se las quiera aplicar en referencia al tiempo que se requiera tenerlas ya sea por sus costo, seguridad, confiabilidad, etc.

Los avances logrados en el área de telecomunicaciones han permitido que el hombre se desempeñe de una manera más eficiente, y es esta eficiencia lo que en gran medida, ha motivado a empresas nuevas que día a día exigen mayores retos a quienes lo desarrollan.

El buen funcionamiento de estos medios de comunicación es vital. Ya sean las antenas o los cables con los cuales intercambiamos la información, deben de ser de nuestra más potente herramienta juntos con nuestros transmisores y receptores. De ellos dependen que la comunicación sea efectiva. En el caso concreto de las conexiones vía cable, cualquier falla dentro del mismo y se acabo nuestro intercambio de datos, sin importar el material del cable.

1.2 SITUACIÓN CONFLICTO NUDOS CRITICOS

La entrada de competencia en el mercado de las telecomunicaciones ha hecho que se tuvieran que buscar nuevas alternativas que las tecnologías como la fibra óptica y el radio enlace han sido escogidas por los nuevos operadores para establecer sus redes de acceso hacia los clientes, requiriendo la primera mayor inversión y ofreciendo mas flexibilidad en el despliegue. Es por ello que el acceso vía radio desempeña un papel tan importante, en la liberalización del sector de las telecomunicaciones de nuestro país.

Principales nudos críticos en el Estudio comparativo entre Radio Enlace y Fibra Óptica.

1.2.1 Tiempo de instalación

El tiempo de instalación de los equipos para redes alámbricas es mayor y compleja porque deben seguir las normas del cableado estructurado, además porque deben encontrar rutas físicas o construir dichas rutas para pasar el cable de fibra óptica. En la red inalámbrica no existe la necesidad de ceñirse al cableado instalado, ya que la transmisión de datos es a través de ondas de radio con lo que se elimina una costosa y problemática instalación, por lo que solo en minutos, la red inalámbrica estará lista para funcionar, transmitiendo fiablemente la información gracias a las antenas emisoras/receptoras y tarjetas decodificadoras para cada equipo.

1.2.2 Interferencia en la transmisión de datos

La tecnología inalámbrica en lo que se refiere a radio enlace tiene problemas de interferencia originados por obstáculos y fuentes de radio como microondas, además de las interferencias causadas por los árboles, montañas, edificios, Otro tipo de factores que también deben tenerse en cuenta son los atmosféricos y meteorológicos etc.

En cambio la tecnología alámbrica por medio de la fibra óptica es inmune a las interferencias por excelencia, por seguridad debido a que por su interior dejan de moverse impulsos eléctricos, propensos a los ruidos del entorno que alteren la información. Al conducir luz por su interior, la fibra óptica no es vulnerable a ningún tipo de interferencia electromagnética o electrostática.

1.2.3 Infraestructura para la instalación

En algunas situaciones no es posible instalar una red alámbrica porque no hay manera de acceder al lugar. En zonas rurales y urbanas marginales muchas veces es imposible el acceso para este servicio, por su baja densidad poblacional, falta de servicios básicos, difícil acceso vial por sus condiciones geográficas, bajos recursos económicos, como se mencionaba. Sin embargo la tecnología inalámbrica puede llegar hasta donde no el cable no llega, por lo que se podría decir que es un perfecto sustitutivo del cableado tradicional para montar una red local. En lugar de transmitir la información por medio de cable, se transmiten a través de ondas, esto permite la perfecta movilidad de los equipos en red dentro de la radio de cobertura de la red inalámbrica, por lo que se extiende en las tres dimensiones y que es fácilmente ampliable con las antenas adecuadas. Esto hace de la red inalámbrica un soporte robusto, seguro y poco problemático para todo tipo de edificios .

1.2.4 Confiabilidad de la información

En las redes alámbricas por efecto del tiempo, agua u otras causas los cables tienden a desgastarse, dando como resultado ruido en el canal de comunicación. Los empalmes entre fibras son difíciles de realizar, especialmente en el campo, lo que dificulta las reparaciones en caso de ruptura del cable.

Las redes inalámbricas son estructuralmente sistemas en serie, de tal manera que si uno falla se corta todo el enlace. Por ello se le exige una alta disponibilidad y confiabilidad

utilizándose la redundancia de equipos frente a las averías y técnicas de diversidad frente a los desvanecimientos. Esto también implica que es necesario sistemas de supervisión y control que realice automáticamente la aplicación de estas técnicas.

1.2.5 Costos de permanencia

Si se desea cambiar la infraestructura de las redes alámbricas a no es posible hacerlo de una manera fácil porque se debe tomar en cuenta varios parámetros; como, puertos libre en el patch panel, puerto libres en los hubs y distancia del patch panel hasta el punto de red que se desea instalar o el costo de la fibra sólo se justifica cuando su gran capacidad de ancho de banda y baja atenuación son requeridos. Para bajo ancho de banda puede ser una solución mucho más costosa.

No obstante las redes inalámbricas nos proporcionan un ahorro de costes en instalaciones fijas en entornos de difícil cableado como puede ser una nave repleta de valiosas instalaciones de fabricación o edificios con características especiales como un edificio histórico o de valor arquitectónico. Así como la fácil expansión o limitación, si fuera necesario, de la red actual con sólo añadir o retirar módulos.

1.3 CAUSAS Y CONSECUENCIAS DEL PROBLEMA

La tecnología va cambiando día a día el mundo de la comunicación, y seleccionar la correcta ya sea esta por vía alámbrica o inalámbrica indirectamente afecta muchas veces en el medio que se las quiera aplicar.

1.3.1 Causas

La falta de conocimiento en el uso correcto de ellas nos causaría pérdida de tiempo al momento de su instalación en lugares inadecuados para ello, ya que en la mayoría de los casos se debe realizar trabajos en la parte física del edificio como instalar tuberías para pasar los cables de datos, además no es muy flexible ni escalable porque depende directamente de la cantidad de puntos de datos instalados.

Como se mencionó anteriormente al momento de instalar equipos de radio enlace para usarlos como medio de transmisión de datos, no es necesario usar cableado estructurado y la instalación es más rápida y fácil.

En la elección de los equipos de radio y de sus parámetros de funcionamiento, una de las causas más importantes sería la determinación de las prestaciones de un sistema fijo de acceso inalámbrico con la buena situación de las antenas, los obstáculos entre ellas, como también deben tenerse en cuenta los factores atmosféricos y meteorológicos etc.

Al momento de rediseñar la infraestructura de una red cableada causa que aumente el costo de la instalación y reparación, además de la necesidad de aumentar o cambiar equipos obsoletos por nuevos.

1.3.2 Consecuencias

Como consecuencias de la falta de conocimiento tendríamos que mencionar las llamadas interferencias. Sólo con una buena planificación del enlace entre antenas puede conseguirse evitar dichas interferencias y los desvanecimientos de la señal, alcanzando

una alta disponibilidad en el sistema, la fibra óptica no se ve afectada por la interferencia electromagnética (EMI) o interferencia de radiofrecuencia (RFI), y no genera por sí misma interferencia. Puede suministrar un camino para una comunicación limpia en el más hostil de los entornos EMI.

1.4 DELIMITACION DEL PROBLEMA

El acceso al conocimiento y el flujo continuo de información benefician a todos los sistemas que tiene la sociedad en la actualidad, uno de ellos pueden ser los sistemas educativos, donde se crean oportunidades de empleo y contribuyen a mejorar el nivel de productividad en los seres humanos. A través de un estudio del uso correcto de las tecnologías tanto alámbricas como inalámbricas, todas las entidades serán capaces de redefinir y mejorar la manera en que proporcionan servicios a la ciudadanía y en especial a los estudiantes y por lo tanto elevar su estatus. Suficientes razones para que este tipo de estudios sean colocados en un nivel alto dentro de la jerarquía de las prioridades de cada nación.

El estudio que se realizará en esta tesis, será de comparar la transmisión de datos mediante la utilización de tecnologías inalámbricas como alámbricas, donde desarrollaremos sus tipos, características, ventajas, desventajas, modos de instalación, costos, para luego poner en práctica el estudio de estas conexiones en un centro de educación superior y con resultados reales poder definir que tipo de conexión es más

factible , fiable y conveniente utilizar en dicho centro , el cual tiene su matriz en la ciudad de Guayaquil y una sucursal en el Cantón Salinas.

Hasta hoy, la ausencia de un buen estudio en la conectividad tanto alámbrica como inalámbrica ha sido una de las razones por las cuales no se ha difundido correctamente la información científica y tecnológica que se produce en un centro de educación superior, por tanto la comunidad desconoce el verdadero potencial de este centro, y esto ha imposibilitado que se explote un rubro muy importante que serviría para su autogestión. Este estudio pretende corregir esta situación e impulsar el desarrollo tecnológico de cada una de las áreas de este centro de estudios. El desarrollo del estudio comparativo entre el uso de Radio Enlace y Fibra Óptica tiene una duración de siete meses que corresponde de Junio a Diciembre del 2010.

1.5 FORMULACION DEL PROBLEMA

La tecnología alámbrica como inalámbrica avanza día a día cambiando el mundo de la comunicación y seleccionar una de estas sin un previo estudio para su implementación es un riesgo, por lo que ¿Cómo afectaría en el medio o lugar que se las quiera aplicar en referencia al tiempo que se requiera tenerlas ya sea por sus costo, seguridad, confiabilidad? La selección adecuada del mejor servicio de medio de transmisión para cubrir nuestras necesidades y la de los usuarios es vital importancia para operar óptimamente. Los medios de transmisión inalámbricos han abierto un nuevo panorama y

perspectivas de comunicación que nos permiten el intercambio de información en casi cualquier lugar, pero hay que tener en cuenta sus ventajas y desventajas que este medio nos brinda. Por otro lado, el desarrollo en fibras ópticas ha tenido un avance significativo, incrementándose su capacidad a niveles muy altos y son hoy en día las venas y las arterias de la mayoría de avances tecnológicos.

1.6 EVALUACION DEL PROBLEMA

El estudio comparativo para el uso de conexiones de radio enlace y fibra óptica tiene los siguiente aspectos generales de evaluación que a continuación serán detallados.

1.6.1 Claro

El enfoque del estudio comparativo entre el uso de conexiones de radio enlace y fibra óptica será redactado en forma precisa y fácil de comprender porque se mencionarán conceptos de cada uno de los términos básicos y con ideas sujetadas a la realidad que se vive actualmente con respecto a la tecnología moderna en lo que se refiere a conexiones inalámbricas.

1.6.2 Evidente

Una de las tecnologías más prometedoras y discutidas en esta década es la de [poder](#) comunicar [computadoras](#) mediante [tecnología](#) inalámbrica. La conexión de computadoras mediante Ondas de Radio o Luz Infrarroja, actualmente está siendo ampliamente investigada. Las redes inalámbricas facilitan la operación en lugares donde

[la computadora](#) no puede permanecer en un solo lugar, como en [almacenes](#) o en oficinas que se encuentren en varios pisos. No se espera que las redes inalámbricas lleguen a remplazar a las redes cableadas. Estas ofrecen velocidades de transmisión mayores que las logradas con la [tecnología inalámbrica](#). El tema a investigarse es un tema que tiene manifestaciones claras y observables ya que es un tema que avanza rápidamente a nivel mundial.

1.6.3 Original

Los equipos inalámbricos otorgan la [libertad](#) necesaria para trabajar prácticamente desde cualquier punto del planeta e, incluso, permiten el acceso a todo tipo de información cuando se está de viaje. No importa que el sistema inalámbrico esté accediendo al correo electrónico desde un aeropuerto o recibiendo instrucciones desde el despacho para realizar alguna tarea, lo realmente relevante de esta tecnología es la extremada efectividad que se logra al poder mantener una conexión de datos con una red desde cualquier remoto sitio del globo [mundial](#). Como muestra del complejo pero apasionante campo de las redes sin cables, el mundo de los denominados datos inalámbricos incluyen enlaces fijos de microondas, [redes LAN](#) inalámbricas, datos sobre redes celulares, redes WAN inalámbricas, enlaces mediante satélites, redes de transmisión digital, redes con [paginación](#) de una y dos vías, rayos infrarrojos difusos, comunicaciones basadas en láser, Sistema de [Posicionamiento](#) Global ([GPS](#)) y mucho más. Como se puede ver, una variada y extensa gama de tecnologías, muchas de las cuales son utilizadas con suma profusión

por millones de usuarios en el transcurrir del día a día, sin saber cómo ni por qué la información ha llegado hasta ellos. Tampoco hay que olvidar los numerosos beneficios que aporta la utilización de los dispositivos inalámbricos. Ya que gracias a ellos se logran realizar conexiones imposibles para otro tipo de medio, conexiones a un menor costo en muchos escenarios, conexiones más rápidas, redes que son más fáciles y rápidas de instalar y conexiones de datos para usuarios móviles.

1.6.4 Contextual

Dentro del enorme horizonte de las comunicaciones inalámbricas y la [computación](#) móvil, las redes inalámbricas van ganando adeptos como una tecnología madura y robusta que permite resolver varios de los inconvenientes del uso del cable como medio físico de enlace en las comunicaciones, muchas de ellas de vital importancia en [el trabajo](#) cotidiano. Estos sistemas les ofrecerán a los empleados de una compañía una considerable movilidad dentro sus instalaciones. Un usuario puede optar por un sistema superior que automáticamente detecte el [ambiente](#), para seleccionar la mejor señal de frecuencia de radio disponible y obtener máximos niveles de comunicaciones entre el punto de acceso y las PC. Para garantizar una conectividad a las velocidades más rápidas posibles incluyendo largo alcance o ambientes ruidosos, el usuario debe asegurarse que su nuevo sistema pueda hacer cambios dinámicos de velocidades, basándose en las diferentes intensidades de señal y distancias del punto de acceso.

1.6.5 Factible

Las redes inalámbricas pueden tener mucho auge en nuestro país debido a la necesidad de [movimiento](#) que se requiere en la industria. La tecnología óptica se puede considerar que es la más práctica y fácil de implementar pues para la tecnología de radio se deben de pedir licencias de uso del espacio. Como ya se dijo es relativamente fácil el crear una red híbrida, porque seguiríamos teniendo las ventajas de la velocidad que nos brinda la parte cableada y expandiríamos las posibilidades con la parte inalámbrica. Para poder realizar una implementación, se debe de dejar lo que ya existe, para poderlo hacer compatible, y crear componentes nuevos o agregarles características a los que ya existen.

1.6.6 Identifica los productos esperados

Se pueden mezclar las redes cableadas y las inalámbricas, y de esta manera generar una “[Red](#) Híbrida” y poder resolver los últimos metros hacia la estación. Se puede considerar que el sistema cableado sea la parte principal y la inalámbrica le proporcione movilidad adicional al equipo y el operador se pueda desplazar con facilidad dentro de un [almacén](#) o una [oficina](#). Existen dos amplias categorías de Redes Inalámbricas. Es, sin lugar a dudas, otra de esas tecnologías que va a dar mucho de sí en los próximos meses. A grandes rasgos, es una especificación para la [industria informática](#) y de las [telecomunicaciones](#) que describe un método de conectividad móvil universal con el cual se pueden interconectar dispositivos como teléfonos móviles, Asistentes Personales Digitales (PDA), ordenadores y muchos otros dispositivos, ya sea en el hogar, en la

oficina o, incluso, en el automóvil, utilizando una conexión inalámbrica de corto alcance. Es un estándar que describe la manera en la que una enorme variedad de dispositivos pueden conectarse entre sí, de una forma sencilla y sincronizada, con cualquier otro equipo que soporte dicha tecnología utilizando las ondas de radio como medio de [transporte](#) de la información. Técnicamente, la implementación de esta novedosa tecnología no entraña ninguna complicación técnica especialmente problemática ni sofisticada.

1.7 OBJETIVO GENERAL

Determinar la funcionalidad en el uso de las conexiones de la fibra óptica y radio radioenlace como medios de comunicación en la transmisión de datos, para establecer el óptimo desarrollo de estas tecnologías.

1.8 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Analizar las principales características y capacidades tecnológicas en el uso de las conexiones de fibra óptica y los sistemas de radio enlace.
2. Realizar una comparación en rendimiento y eficiencia, así como el aprovechamiento de la infraestructura en las conexiones por fibra óptica y los sistemas de radio enlace.
3. Identificar las funcionalidades de una red creada con fibra óptica, y así mismo en sistemas de radio enlace, cuales son las ventajas y desventajas de cada una de las

redes, incluyendo el diseño y la dimensión para las cuales fueron creadas con soporte de calidad de servicio.

4. Comparar que tipo de tecnología tiene mayor alcance y velocidad al momento de transmitir información, si la fibra óptica o el radio enlace, a fin de contar con criterios de selección al momento de elegir la tecnología adecuada.
5. Evaluar el costo de implementación de una red cableada y una red inalámbrica.

1.9 ALCANCE

Elaborar un mapa de distribución y despliegue del tendido de fibra óptica, y de radio enlace, identificando las rutas a enlazar, los nodos a interconectar dentro de la red de fibra óptica, así como la ubicación de las estaciones de radio enlace.

- Comprobar si el cambio de la tecnología influye positivamente en las actitudes que se realizan en el Centro de estudios.
- Enfocar que el estudio comparativo entre el uso de conexiones de radio enlace y fibra óptica sea redactado en forma precisa y fácil de comprender porque se mencionarán conceptos de cada uno de los términos básicos y con ideas sujetadas a la realidad.
- Garantizar una conectividad a los usuarios a las velocidades más rápidas posibles, incluyendo a largo alcance o ambientes ruidosos.
- Verificar si se cumplen con las normas de calidad que se han enfocado tanto en la instalación de fibra óptica como de radio enlace.

1.10 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA

Al plantearnos el problema explicamos todos los inconvenientes que puede traer consigo el uso de estas tecnologías y provocar un mal funcionamiento o resultados no deseados por el poco conocimiento de estas al momento de su uso. Si las fibras ópticas fueran irrompibles y si no tuvieran atenuación por Kilometro o si el radio enlace las condiciones atmosféricas no ocasionaran desvanecimientos intensos y desviaciones del haz, realmente serian perfectas y no habría de que preocuparse al momento de usarlas y diríamos que este estudio no tendría relevancia. Sin embargo, la situación es totalmente la contraria: la fibra óptica a pesar de ser tan eficiente al momento de la transmisión de la luz, tiene una gran paradoja de ser delicada a las inclemencias externas ¿Por qué paradoja? Simplemente porque un doblez puede romperla o fracturarla, o el radio enlace si tuviera que colocar sus antenas en cualquier tipo de demografía del hecho de una buena manipulación, sino también existen factores independientes que hay que conocer bien que pueden incidir en el buen funcionamiento de estas tecnologías. Es ahí donde entra nuestro estudio, que puede dar muchas referencias en el comportamiento de estas tecnologías cuando no tenemos la mínima idea de lo que le pasa a nuestra conexión.

La información de este estudio queda de ante mano fuera del alcance de las características que se otorgan por parte de los manuales de los equipo que se estén utilizando en las conexiones ya hechas.

La importancia recae sobre todo en las tecnologías que vamos a utilizar, como papel principal en este estudio. Los medios a usar, son herramientas que nos van a servir para ver el comportamiento de cada una de estas. Por decir así juegan un papel secundario.

Es increíble como al pasar los días estas tecnologías han ido tomando un rol indispensable en las telecomunicaciones, lo que alguna vez se pensó en fracaso: la red mundial o internet. Los microprocesadores duplican su velocidad cada 18 meses aproximadamente, los medios de almacenamiento de información duplican su capacidad cada 12 meses y las redes de transmisión duplican su velocidad cada 9 meses. Estos tres elementos, tendrán que sufrir cambios y hasta mutaciones, para poder conservar esa aceleración de desarrollo. Sin embargo, hay que recordar que las redes de transmisión, apenas comienzan, hay grandes expectativas en su papel en el futuro.

CAPITULO 2

MARCO TEORICO

2. ANTECEDENTES

La comunicación es un tema que ha estado de moda, sobre todo en las últimas décadas de este siglo. Ha transformado el mundo entero, tal como lo definiría el Sociólogo canadiense Marshall Mac Luhan, no en los 5 continentes, sino en una "aldea global".

Ha sido posible difundirla instantáneamente gracias a las modernas redes de enlace (satélites Geoestacionales) y de transmisión por medio de Fibra Óptica, de los cuales se han valido los avances tecnológicos para impulsarla a nivel internacional.

La comunicación ha jugado un papel fundamental en la vida de los seres humanos, por lo que siempre ha estado presente en el progreso de la civilización. Si bien, es cierto, la comunicación siempre ha existido; entre los mismos animales existe un sistema primitivo de comunicación aun cuando se reduzca a unas cuantas señales y sonidos. En sus inicios la comunicación humana se basaba en sonidos, señales, signos, sobre todo cuando el hombre paso de ser nómada a sedentario. Ahora bien, si volteamos hacia atrás, podemos observar como la comunicación ha sido un factor primordial en el desarrollo de la civilización ya que siempre ha estado presente en el hombre la necesidad imperiosa de comunicarse, motivo que lo ha llevado a perfeccionar los medios para evolucionar.

Remontándonos a la comunicación primitiva podemos ver como han ido perfeccionándose los medios y las formas para llegar a un mejor entendimiento es pues,

que podemos mencionar desde los sonidos de la naturaleza, los tambores, las señales de humo, los corredores de grandes distancias, los palos anudados, los jeroglíficos, etc; hasta la creación de la imprenta por Gutenberg en el siglo XV, seguido a esto, la publicación de la primera enciclopedia (un diccionario razonado de ciencias, artes y oficios), que reunió casi en su totalidad los conocimientos del siglo XVIII. Llegando a la Revolución Industrial, que con el descubrimiento de la electricidad generó como resultado el florecimiento de los más importantes cambios sociales y tecnológicos dando lugar a grandes descubrimientos e inventos, tales como la telegrafía, el teléfono, la radiodifusión, la cinematografía, el perfeccionamiento de la imprenta rotativa y la televisión; llegando así en este progreso a perfeccionar las telecomunicaciones al punto de poder establecer comunicaciones a través de medios electrónicos, satélites e incluso la utilización de computadoras que entre su gran diversidad de funciones se han convertido en el medio para acceder a la supercarretera de la información y de la comunicación.

Si bien el extraordinario desarrollo de los medios de comunicación, como la prensa, el cine, la radio y la televisión, y en esta última década "INTERNET", ha hecho de este siglo justificadamente el "SIGLO DE LA COMUNICACION".

Cabe añadir, que gracias a los avances en los medios electrónicos y tecnológicos, en este caso referentes a la "COMPUTADORA", han hecho que esta se convierta por decirlo así en una necesidad dentro de oficinas, escuelas y hogares; abriendo la posibilidad de estar conectados y por consiguiente comunicados con todo el mundo a través de INTERNET

"la red de redes". A partir de que surgió Internet, las computadoras que se utilizaban como ayuda personal, se transformaron en la "herramienta" esencial para recibir y enviar información a cualquier parte del mundo, por lo que se puede afirmar que esta impresionante telaraña de información, se ha convertido en un medio masivo de comunicación. Después de su tímida incursión a comienzos de los 70's, la fibra óptica ha dejado de ser un mito para convertirse en una tecnología de vanguardia, así es que se ha convertido en una de las tecnologías más avanzadas que se utilizan como medio de transmisión de información. Este novedoso material vino a revolucionar los procesos de las telecomunicaciones en todos los sentidos, desde lograr una mayor velocidad en la transmisión y disminuir casi en su totalidad los ruidos y las interferencias hasta multiplicar las formas de envío en comunicaciones y recepción por vía telefónica. El radio Enlace la tecnología inalámbrica, un término que se utiliza designar la conexión de [nodos](#) sin necesidad de una conexión física ([cables](#)), ésta se da por medio de [ondas electromagnéticas](#). La transmisión y la recepción se realizan a través de [puertos](#). Una de sus principales ventajas es notable en los costos, ya que se elimina todo el cable [Ethernet](#) y conexiones físicas entre nodos, pero también tiene una desventaja considerable ya que para este tipo de red se debe de tener una seguridad mucho más exigente y robusta para evitar a los intrusos. En la actualidad las redes inalámbricas son una de las tecnologías más prometedoras, la misma que se ha adaptado al ritmo de vida a las necesidades de las personas. Esta tendencia de facilitar y de automatizar todo por medio de la electrónica ha dado pie al uso de esta tecnología. Recordemos que el objetivo de nuestro estudio es hacer

aplicaciones que sean útiles, simplifiquen procesos, fácil de utilizar, pero siempre con la misma constante: un menor costo y un menor tamaño, “más barato y más pequeño” es una frase con la que se puede resumir el presente estudio comparativo. No cabe duda que nuestra vida ya gira en torno a los avances tecnológicos que nos rodean, simplemente no se vislumbra sin ellos y de todas las comodidades que brindan.

FUNDAMENTACION TEORICA

2.1 DEFINICIÓN DE FIBRA ÓPTICA

La fibra óptica es un medio de transmisión óptico que permite transmitir información como pulsos de luz, a través de un filamento de vidrio o de otro material transparente, por medio de reflexiones internas múltiples. Una Fibra Óptica (FO) se puede definir como una varilla o filamento de vidrio de alta pureza u otro material transparente, flexible, del grosor de un cabello y con un índice de refracción alto que transmite luz por medio de una serie de reflexiones interiores. Lleva mensajes en forma de haces de luz que pasan a través de ellos de un extremo a otro, donde quiera que el filamento vaya (incluyendo curvas y esquinas) sin interrupción. Aunque este concepto se descubrió primero en 1870 por el físico inglés John Tyndall, el primer uso práctico ocurrió en 1955 cuando el científico hindú Narinder S. Kapany incorporó la fibra óptica en un endoscopio, instrumento óptico que usan los doctores para realizar exámenes médicos dentro del cuerpo humano. En 1960, la compañía de vidrio Corning desarrolló un vidrio

extremadamente puro que permitió la transmisión de luz a través de grandes distancias. Desde los años 70 la fibra óptica ha sido usada para transmitir por télex, teléfono y televisión por cable señales más eficaces que con alambre de metal.

2.2 CARACTERISTICAS DE LOS CABLES DE FIBRA OPTICA

Según la designación del material que compone el núcleo de la fibra, las mismas pueden dividirse en:

2.2.1. Fibra de Sílice

La sílice es la forma cristalina más pura del vidrio y, por su transparencia, alcanza unas prestaciones excepcionales como vehículo de transmisión de la luz. Son muy buenas conductoras en el espectro visible y en el infrarrojo, y se utilizan para la transmisión de información a larga distancia (teléfono, vídeo, cables submarinos, etc.).

2.2.2. Fibra de Vidrio

Tanto el núcleo como la envoltura óptica son de vidrio (con índices de refracción diferente). Estas fibras son de pequeño diámetro (entre 50 y 70 micras) y, generalmente, se agrupan en haces multifibra. Aptas para la iluminación, señalización, transmisión de imágenes, endoscopia, etc.

2.2.3. Fibra de Plástico

Constituida por un núcleo de Polimetacrilato de Metiloy una envoltura óptica de polímero plástico con índice de refracción diferente. Este tipo de fibra se emplea

preferentemente en iluminación y señalización, y ofrece ventajas en cuanto a uniformidad de transmisión del espectro visible, filtración de rayos ultravioletas e infrarrojos, resistencia mecánica, flexibilidad, peso reducido y facilidad de instalación.

2.2.4. Fibra de Núcleo Líquido.-

Son de tecnología más reciente y están compuestas por un núcleo líquido con una envoltura óptica de polímero plástico. Su grosor es superior al de los otros tipos de fibras (3 y 8 mm). Su principal aplicación se orienta hacia la iluminación en modo monofibra.

Entre sus principales características se puede mencionar que son compactas, ligeras, con bajas pérdidas de señal, amplia capacidad de transmisión y un alto grado de confiabilidad debido a que son inmunes a las interferencias electromagnéticas de radio frecuencia (RF). Las fibras ópticas no conducen señales eléctricas por lo tanto son ideales para incorporarse en cables sin ningún componente conductivo y pueden usarse en condiciones peligrosas de alta tensión. Tienen la capacidad de tolerar altas diferencias de potencial sin ningún circuito adicional de protección y no hay problemas debido a los cortos circuitos. Tienen un gran ancho de banda, que puede ser utilizado para incrementar la capacidad de transmisión con el fin de reducir el costo por canal, con un cable de seis fibras se puede transportar la señal de más de cinco mil canales o líneas principales, mientras que se requiere de 10.000 pares de cable de cobre convencional para brindar servicio a ese mismo número de usuarios, con la desventaja que este último medio ocupa

un gran espacio en los ductos y requiere de grandes volúmenes de material, lo que también eleva los costos.

2.3 PROPIEDADES GEOMETRICAS DE LA FIBRA OPTICA

Se suelen distinguir los siguientes parámetros, como los más importantes para caracterizar geométricamente a una fibra óptica: Diámetro del revestimiento, diámetro del núcleo, concentricidad, núcleo-revestimiento, no circularidad del núcleo y no circularidad del revestimiento.

- el núcleo
- el revestimiento
- un búfer
- un material resistente y un revestimiento exterior.

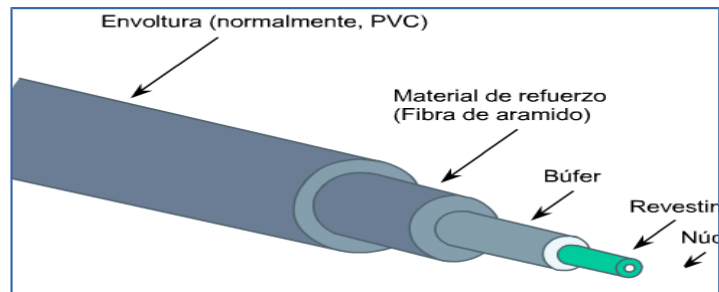


Fig. 2.1 Estructura de la Fibra Óptica

El núcleo es, en realidad, el elemento que transmite la luz, y se encuentra en el centro de la fibra óptica. Generalmente, este núcleo es de sílice o de vidrio, y está hecho de elementos químicos parecidos a los del revestimiento que lo rodea. Los pulsos luminosos

que viajan a través del núcleo de fibra reflejan la interfaz donde se juntan el núcleo y el revestimiento. Debido a que la construcción del revestimiento tiene una construcción ligeramente diferente, ésta tiende a funcionar como un espejo que refleja la luz al núcleo de la fibra. Esto mantiene la luz en el núcleo mientras viaja a través de la fibra.

Alrededor del revestimiento hay un búfer que ayuda a proteger al núcleo y al revestimiento de todo daño. El material resistente rodea el búfer, evitando que el cable de fibra óptica se estire cuando se tira de él. Generalmente, el material que se utiliza es el mismo que se usa para fabricar chalecos a prueba de balas. El elemento final, el revestimiento exterior, se agrega para proteger la fibra de la abrasión, de los solventes y de otros contaminantes. La composición de este revestimiento puede variar dependiendo del uso del cable. En lo relativo a las fibras de corto y medio alcance, las hay de índice gradual y de salto de índice; las de índice gradual son ideales para redes de distribución de TV donde son suficientes anchuras de banda de 100 a 200 MHz.Km.

Al hablar de fibras con salto de índice, distinguiremos entre las fibras de núcleo de SiO_2 ¹ y revestimiento plástico, y las fibras con núcleo y revestimiento de vidrio. Las fibras con revestimiento de plástico son resistentes a las radiaciones y son ideales para aplicaciones militares. Estas fibras con índice abrupto son aptas para transmisiones de datos, redes de comunicación en fábricas, oficinas, etc. en general sistemas que no necesiten más de 10 a 15 MHz.Km.

¹ SiO_2 Dióxido de silicio.- Es un compuesto de silicio y oxígeno, llamado comúnmente sílice.

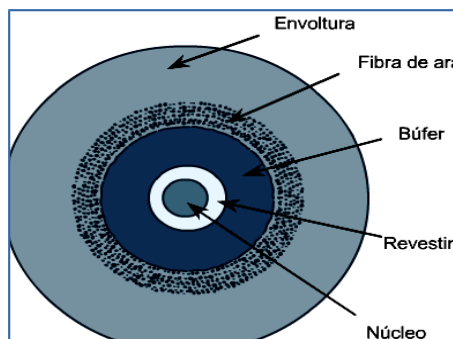


Fig. 2.2 Corte transversal que muestra las capas de la fibra óptica

2.3.1 DIAMETROS COMUNES DE UNA FIBRA OPTICA Y DE SU PROTECCION (μm)²

El tamaño de la fibra se especifica en el formato núcleo/revestimiento. Por lo tanto, una fibra 62,5/125 significa que la fibra tiene un diámetro del núcleo de 62,5 μm y un diámetro del revestimiento de 125 μm .

El recubrimiento envuelve el revestimiento y puede tener un diámetro de 250 o 500 μm .

Para la fabricación de un cable de estructura ajustada se utiliza una protección plástica de 900 μm de diámetro que envuelve el recubrimiento.

2.3.1.1 Núcleo: 8 a 10/125 μm

Una fibra que tenga un tamaño de núcleo de: **8 a 10/125** μm se conoce como fibra monomodo. Puede propagar la mayor tasa de datos y tiene la atenuación más baja. Se la utiliza frecuentemente para aplicaciones de transmisión de datos a alta velocidad o para largas distancias. Debido al pequeño diámetro de su núcleo, el equipamiento óptico

² El Micrómetro (símbolo: μm) y una Unidad de longitud equivalente a una millonésima de un metro, es decir una milésima de milímetro.

utiliza conectores de alta precisión y fuentes laser. Esto aumenta los precios del equipamiento. El equipamiento de las fibras monomodo cuesta a menudo mucho más que el equipamiento de las fibras multimodo. Sin embargo, un cable de fibras, un cable de fibras monomodo es más barato que un cable de fibras multimodo.

2.3.1.2 Núcleo: 50/125 μm

La fibra cuyo tamaño de núcleo es **50/125 μm** fue la primera fibra de telecomunicaciones en venderse en grandes cantidades y es bastante corriente hoy en día. Su pequeña apertura numérica (AN) y por su pequeño tamaño del núcleo hacen que la fuente acoplada a la fibra sea la menor de todas las fibras multimodo. Sin embargo, de todas las fibras multimodo, es la que tiene el mayor ancho de banda potencial.

2.3.1.3 Núcleo: 62,5/125 μm

La fibra de diámetros **62,5/125 μm** es, en el presente, la más popular para transmisión multimodo y se está convirtiendo en estándar para muchas aplicaciones. La fibra tiene un ancho de banda potencial menor que la fibra **50/125 μm** , pero es menos susceptible a las pérdidas por microcurvaturas. Su mayor AN y su mayor diámetro de núcleo proporcionan un acoplamiento de luz ligeramente mayor que la fibra **50/125 μm** .

2.3.1.4 Núcleo: 85/125 μm

La fibra **85/125 μm** es una fibra de tamaño europeo y no es popular en Sudamérica. Tiene una buena capacidad para acoplar luz, similar a la del núcleo de 100 μm y usa el

revestimiento de diámetro estándar de 125 μm . Esto permite la utilización de conectores y empalmes estándares de 125 μm con esta fibra.

2.3.1.5 Núcleo: 100/140 μm

El diámetro del núcleo mayor de la fibra multimodo 100/140 μm la convierte en la fibra más fácil de conectar. Es menos sensible a las tolerancias del conector y a la acumulación de suciedad en los conectores. Acopla la mayor cantidad de luz de la fuente, pero tiene un ancho de banda potencial significativamente más bajos que otras de tamaño de núcleo más pequeño.

2.3.2 RECUBRIMIENTO DE LA FIBRA OPTICA

2.3.2.1 Cable de estructura holgada

Consta de varios tubos de fibra rodeando un miembro central de refuerzo, y rodeado de una cubierta protectora. El rasgo distintivo de este tipo de cable son los tubos de fibra. Cada tubo, de dos a tres milímetros de diámetro, lleva varias fibras ópticas que descansan holgadamente en él. Los tubos pueden ser huecos o, más comúnmente estar llenos de un gel resistente al agua que impide que ésta entre en la fibra. El tubo holgado aísla la fibra de las fuerzas mecánicas exteriores que se ejerzan sobre el cable.

El centro del cable contiene un elemento de refuerzo, que puede ser acero, Kevlar o un material similar. Este miembro proporciona al cable refuerzo y soporte durante las operaciones de tendido, así como en las posiciones de instalación permanente. Debería

amarrarse siempre con seguridad a la polea de tendido durante las operaciones de tendido del cable, y a los anclajes apropiados que hay en cajas de empalmes o paneles de conexión.

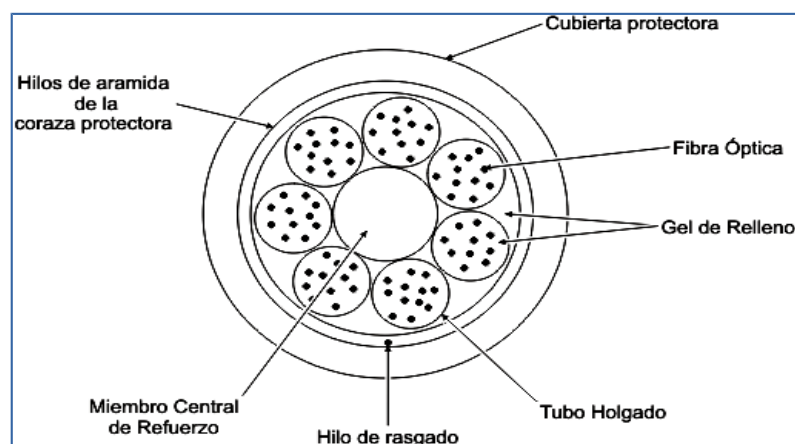


Fig.2.3 Cable de tubo Holgado

La cubierta o protección exterior del cable se puede hacer, entre otros materiales, de polietileno, de armadura o coraza de acero, goma o hilo de arámida, y para aplicaciones tanto exteriores como interiores. Con objeto de localizar los fallos con el OTDR de una manera más fácil y precisa, la cubierta está secuencialmente numerada cada metro (o cada pie) por el fabricante.

Los cables de estructura holgada se usan en la mayoría de las instalaciones exteriores, incluyendo aplicaciones aéreas, en tubos o conductos y en instalaciones directamente enterradas. El cable de estructura holgada no es muy adecuado para instalaciones en

recorridos muy verticales, porque existe la posibilidad de que el gel interno fluya o que las fibras se muevan.

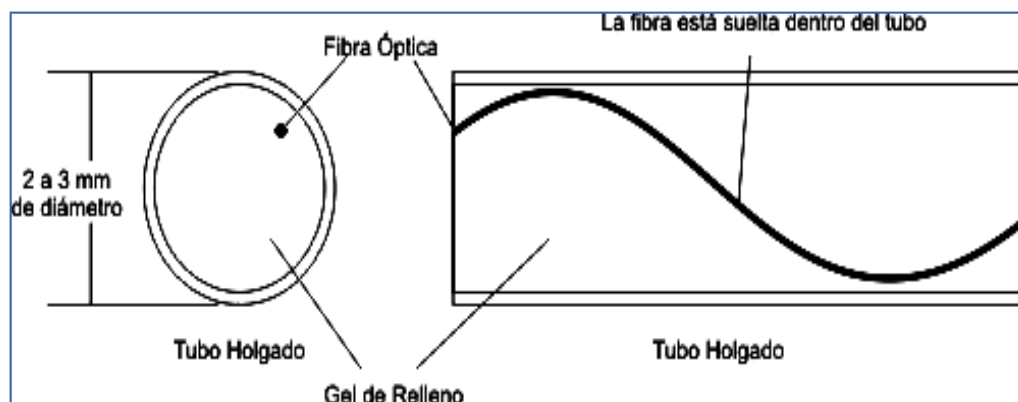


Fig. 2.4 Tubo holgado de cable de fibra óptica

2.3.2.2 Cable de estructura ajustada

Contiene varias fibras con protección secundaria que rodean un miembro central de tracción, y todo ello cubierto de una protección exterior. La protección secundaria de la fibra consiste en una cubierta plástica de $900\mu\text{m}$ de diámetro que rodea al recubrimiento de $250\mu\text{m}$ de la fibra óptica.

La protección secundaria proporciona a cada fibra individual una protección adicional frente al entorno así como un soporte físico. Esto permite a la fibra ser conectada directamente (conector instalado directamente en el cable de la fibra), sin la protección que ofrece una bandeja de empalmes. Para algunas instalaciones esto puede reducir el coste de la instalación y disminuir el número de empalmes en un tendido de fibra. Debido al diseño ajustado del cable, es más sensible a las cargas de estiramiento o tracción y puede ver incrementadas las pérdidas por microcurvaturas.

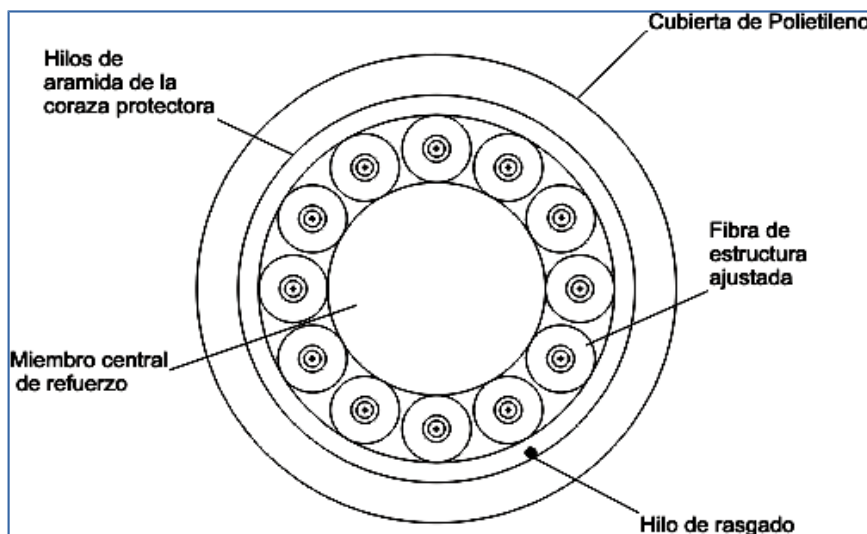


Fig. 2.5 Cable de estructura ajustada

Por una parte, un cable de estructura ajustada es más flexible y tiene un radio de curvatura más pequeño que el que tienen los cables de estructura holgada. En primer lugar es un cable que se ha diseñado para instalaciones en el interior de los edificios. También se puede instalar en tendidos verticales más elevados que los cables de estructura holgada, debido al soporte individual de que dispone cada fibra.

2.3.3 PROPIEDADES MECANICAS DE LA FIBRA

La F.O. como elemento resistente dispuesto en el interior de un cable formado por agregación de varias de ellas, no tiene características adecuadas de tracción que permitan su utilización directa.

Por otra parte, en la mayoría de los casos las instalaciones se encuentran a la intemperie o en ambientes agresivos que pueden afectar al núcleo.

La investigación sobre componentes optoelectrónicos y fibras ópticas ha traído consigo un sensible aumento de la calidad de funcionamiento de los sistemas. Es necesario disponer de cubiertas y protecciones de calidad capaces de proteger a la fibra. Para alcanzar tal objetivo hay que tener en cuenta su sensibilidad a la curvatura y microcurvatura, la resistencia mecánica y las características de envejecimiento.

Las microcurvaturas y tensiones se determinan por medio de los ensayos de:

- **Tensión:** cuando se estira o contrae el cable se pueden causar fuerzas que rebasen el porcentaje de elasticidad de la fibra óptica y se rompa o formen microcurvaturas.
- **Compresión:** es el esfuerzo transversal.
- **Impacto:** se debe principalmente a las protecciones del cable óptico.
- **Enrollamiento:** existe siempre un límite para el ángulo de curvatura pero, la existencia del forro impide que se sobrepase.
- **Torsión:** es el esfuerzo lateral y de tracción.

2.3.4 PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LAS FIBRAS ÓPTICAS

Los parámetros se dividen en dos los parámetros estáticos y los dinámicos, los mismos que se muestran específicamente en la Tabla 2.1

Tabla 2.1 Parametros que caracterizan las fibras opticas

Parámetros estáticos	Ópticos	Apertura Numérica Perfil del Índice de Refracción
	Geométricos	Diámetro del Núcleo Diámetro del Revestimiento Excentricidad No Circularidad del Núcleo No Circularidad del Revestimiento
Parámetros dinámicos	Atenuación	Intrínseca de la Fibra Por causas Externas
	Dispersión Temporal	Dispersión Modal Dispersión del Material

2.3.4.1 PROPIEDADES DE TRANSMISIÓN DE LA FIBRA ÓPTICA

Las principales características de transmisión de las fibras ópticas son la atenuación, el ancho de banda, el diámetro de campo modal y la longitud de onda de corte.

2.3.4.1.1 Atenuación

Significa la disminución de potencia de la señal óptica, en proporción inversa a la longitud de fibra. La unidad utilizada para medir la atenuación en una fibra óptica es el decibel (dB)³.

$$A = 10 \log P_1 / P_2$$

Donde:

P_1 potencia de la luz a la entrada de la fibra

P_2 potencia de la luz a la salida de la fibra

La atenuación de la fibra se expresa en dB/Km. Este valor significa la pérdida de luz en un Km.

³ El **decibel** (símbolo **dB**) es una décima parte de una [multa](#) (símbolo **B**): 10 dB = 1 B.

El desarrollo y la tecnología de fabricación de las fibras para conseguir menores coeficientes de atenuación se observa en el siguiente gráfico.

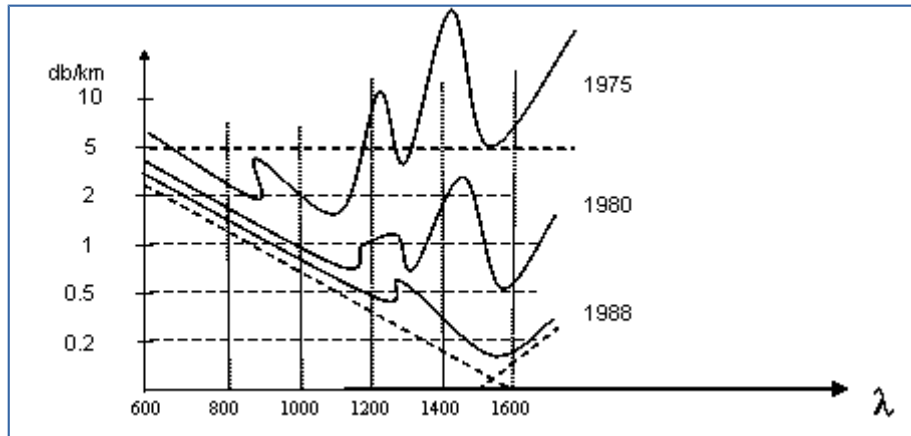


Gráfico 2.1 Coeficientes de atenuación

Los factores que influyen en la atenuación se pueden agrupar en dos.

1. Factores propios.- Podemos destacar fundamentalmente dos.

Las pérdidas por **absorción** del material de la fibra, son debido a impurezas tales como iones metálicos, níquel variado (OH^-), etc. ya que absorben la luz y la convierten en calor. El vidrio ultrapuro usado para fabricar las fibras ópticas es aproximadamente 99.9999% puro. Aún así, las pérdidas por absorción entre 1 y 1000 dB/Km son típicas.

Las pérdidas por dispersión (esparcimiento) se manifiesta como reflexiones del material, debido a las irregularidades submicroscópicas ocasionadas durante el proceso de fabricación y cuando un rayo de luz se está propagando impacta contra estas impurezas y se dispersa y refleja.

2. Factores externos.- El principal factor que afecta son las deformaciones mecánicas. Dentro de estas las más importantes son las curvaturas, esto conduce a la pérdida de luz por que algunos rayos no sufren la reflexión total y se escapan del núcleo.

Las curvas a las que son sometidas las fibras ópticas se pueden clasificar en macro curvaturas (radio del orden de 1cm o más) y micro curvaturas (el eje de la fibra se desplaza a lo sumo unas decenas de micra sobre una longitud de unos pocos milímetros)

2.3.4.1.2 Ancho de Banda

Determina la capacidad de transmisión de información, considerando pulsos luminosos muy estrechos y separados en el tiempo. La capacidad viene limitada por una distorsión de la señal que resulta por ensanchamiento de los pulsos luminosos al transmitirse a lo largo de la fibra. Los factores que contribuyen dicho ensanchamiento son:

1. Dispersión intermodal
2. Dispersión intramodal

La dispersión es la propiedad física inherente de las fibras ópticas, que define el ancho de banda y la interferencia ínter simbólica (ISI).

1. Dispersión intermodal ó modal

Es causada por la diferencia en los tiempos de propagación de los rayos de luz que toman diferentes trayectorias por una fibra. Tiene lugar solo en las fibras multimodo, se puede reducir usando fibras de índice gradual y casi se elimina usando fibras monomodo de

índice de escalón. Esta dispersión causa que un pulso de luz se recibe en el receptor ensanchado, como en la siguiente figura 2.6.

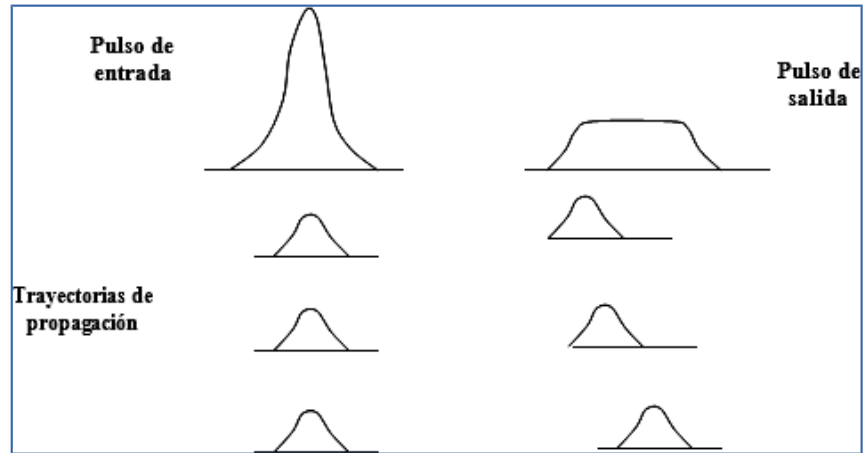


Fig. 2.6 Dispersión intermodal ó modal

2. Dispersión intramodal

- Del material
- De la guía
- Producto cruzado
 - **La dispersión intramodal del material**

La dispersión intramodal del material o cromática resulta por que a diferentes longitudes de onda de la luz se propagan a distintas velocidades de grupo a través de un medio dado (material de la fibra). Como en la práctica las fuentes de luz no son perfectamente monocromáticas, se ocasiona por esta causa un ensanchamiento de pulso recibido. Este

efecto aparece en las fibras multimodo y monomodo. Esta dispersión cromática se puede eliminar usando una fuente monocromática tal como un diodo de inyección láser (ILD)⁴

➤ **Dispersión intramodal de la guía de onda.**

Es función del ancho de banda de la señal de información y la configuración de la guía generalmente es más pequeña que la anterior y se la puede despreciar.

➤ **Producto cruzado**

Es pequeño y se desprecia excepto cuando no se desprecia el de la guía.

2.3.4.1.3 Diámetro de campo modal

Da idea de la extensión de la mancha de luz del modo fundamental a la salida de la fibra. Su valor aumenta conforme la longitud de onda de la luz guiada es mayor, es de gran importancia en las características de la fibra monomodo. A partir de él se puede calcular posibles pérdidas en empalmes, pérdidas por microcurvaturas y dispersión cromática de la fibra.

2.3.4.1.4 Longitud de onda de corte

La fibra óptica, llamada monomodo no guía un único rayo para todas las longitudes de onda. Solo a partir de una longitud de onda óptica se comporta como monomodo, para longitudes de onda por debajo de ese valor la fibra óptica guía varios rayos de luz y se

⁴ El **diodo láser** es un dispositivo semiconductor similar a los diodos LED pero que bajo las condiciones adecuadas emite luz láser. A veces se los denomina *diodos láser de inyección*, o por sus siglas inglesas **LD** o **ILD**

comporta como multimodo. La longitud de onda en la que se produce la separación entre monomodo y multimodo para una fibra óptica se llama longitud de onda de corte.

2.3.5 CARACTERISTICAS DE LOS ACCESORIOS DE LA FIBRA OPTICA

2.3.5.1 Cajas de empalme

Las cajas de empalme son aptas para ser utilizadas para el enlace por fusión de fibras ópticas multipares para lo cual disponen diferentes tipos de anclaje o sujeción. Todos sus componentes son resistentes a las condiciones ambientales, a la corrosión y a los estados normales de trabajo a las que podrá ser sometida. Disponibles para diferentes tipos de carga e instalación.

2.3.5.2 Paneles de conexión y empalme

Los paneles de interconexión de fibra se requieren siempre y cuando cables de varias fibras se terminan para conectar equipos y para hacer un reparto desde la vertical a la distribución horizontal.

Los paneles tienen la misión de proteger las fibras, realizar la gestión e identificación de las mismas así como facilitar su uso a través de latiguillos de fibra.

Los paneles montados en SI proporcionan una mejor gestión del cableado, máxima protección en una caja completamente cerrada y un acceso para los equipos que por seguridad deben ir instalados en armario. El uso de cajas murales para las fibras es motivado por la falta de espacio para situar el armario o porque el número de fibras no justifica la instalación de un armario.

2.3.5.3 Armarios de interconexión

La posición aérea del bastidor de interconexión incrementa la densidad de cableado posible en centros de datos e instalaciones similares. Ha sido diseñado para contener paneles de interconexión de fibra o cobre y se suministra con soportes para permitir la instalación en vertical debajo, junto y sobre bandejas de cables.

El bastidor es abierto lo que ofrece un excelente acceso y puede adherirse a una gran variedad de tipos de bandejas. También están disponibles como accesorio abrazaderas para gestión de latiguillos.

El armario de interconexión ha sido específicamente diseñado para alojar una gran densidad de conexiones pasivas en fibra o cobre, teniendo en cuenta las restricciones técnicas de refrigeración y la escasez de espacio en centros de datos e instalaciones similares.

Los guía cables duales del armario fomentan el encaminamiento eficiente de los mismos, lo que proporciona todavía más espacio de almacenamiento para longitudes mayores.

Con su estructura de marco central, se puede acceder fácilmente al armario desde la parte frontal, trasera y lateral y al estar abierto, facilita el mantenimiento y actualizaciones de conexiones.

El armario ayuda a identificar y administrar fácilmente un gran número de cables de fibra o cobre, lo que mejora la fiabilidad y prestaciones a largo plazo de los centros de datos e instalaciones similar.

2.3.5.4 Tipos de latiguillos para fibra óptica

Los latiguillo son desarrollados para asegurar el desempeño de una red óptica, todos los elementos que constituyen a los latiguillos son de alta calidad y el proceso de ensamble asegura tener un contacto óptimo que se traduce en un desempeño superior.

1. Los Latiguillo Monomodo, potencialmente es la fibra que ofrece la mayor capacidad de transporte de información, la transmisión de datos en línea recta aumenta, en gran medida, tanto la velocidad como la distancia a la que se puede transmitir los datos. Los mayores flujos se consiguen con esta fibra. Los latiguillos Monomodo se caracterizan por una menor atenuación que la fibra Multimodo, aunque como desventaja resulta más complicado el acoplamiento de la luz y las tolerancias de los conectores y empalmes son más estrictos.

2. Los Latiguillo Multimodo tiene el principio en el que el índice de refracción es el interior del núcleo no es único y decrece cuando se desplaza del núcleo hacia la cubierta. Los rayos luminosos se encuentran enfocados hacia el eje de la fibra. Estas fibras permiten la dispersión entre los diferentes modos de propagación a través del enfoque de la fibra.

Los Latiguillos son elaborados para satisfacer las necesidades de redes LAN actuales y futuras con un desempeño de 10Mbps hasta aplicaciones Gigabit.

Los latiguillos pueden fabricarse en cualquier configuración y longitud con conectores ST, SC, FC, LC, MTRJ y MU. Se utilizan cables de 3 y 2mm, en Simplex o Dúplex. Todos los conectores son elaborados con materiales de alta calidad, con ferrules de cerámica de 2.5mm (ST, SC y FC), y para los conectores denominados SFF “Small Form Factor” (LC, MU), ofrecen ferrules de 1.25mm, permitiendo disminuir el tamaño del conector.

El proceso de ensamble y pulido, además de los componentes que integran los latiguillos aseguran un desempeño superior, permitiendo trabajar con fuentes de luz normalmente emitida por LED⁵ y VCSEL para fibras de múltiples modos de 62.5/125um y 50/125um respectivamente y LÁSER para fibras un solo modo de 9/125um.

Para controlar completamente el proceso de ensamble y pulido de los latiguillos, se realizan pruebas en la geometría de los conectores y la fibra. El uso de un interferómetro permite garantizar que el 100% de los ensambles, proporcionando una conexión perfecta entre conectores.

Es necesario validar tres aspectos que definen la perfecta operación de los latiguillos:

1. Radio de Curvatura. Esta prueba nos proporciona una imagen en tres dimensiones de la punta del conector pulido; indicando la curva final que se le da al conector y a la fibra dentro del proceso de pulido.

2. Altura de la Fibra. La prueba se realiza para inspeccionar que la fibra insertada dentro del conector quede a la altura apropiada para optimizar la transmisión de datos. Una fibra con índice alto puede fracturarse al adaptarse con otra fibra, por el contrario una fibra con un índice bajo ocasiona atenuación en la señal de salida transmitida.

3. Prueba de Excentricidad. Se desarrolla para asegurar que el núcleo de la fibra se encuentre localizado lo más cerca al centro de la cámara interior del conector; garantizando que la señal transmitida no sea desfasada.

5 Un **led**^[1] o **diodo emisor de luz** es un dispositivo semiconductor (diodo) que emite luz incoherente de espectro reducido

Este proceso garantiza que los latiguillos puedan ser utilizados de manera eficiente en la conexión de un enlace óptico de equipos de redes, armarios de telecomunicaciones y en rosetas para conectar al ordenador.

2.3.5.5 Tipos de conectores para fibra óptica

Los principales conectores los describimos a continuación:

1. Conector FDDI



Fig. 2.7 Conector FDDI

La FDDI o Interfaz de Datos Distribuidos por Fibra (Fiber Distributed Data Interface), es una interfaz de red en configuración de simple o doble anillo, con paso de testigo, que puede ser implementada con fibra óptica, cable de par trenzado apantallado (STP-Shielded Twisted Pair), o cable de par trenzado sin apantallar (UTP-Unshielded Twisted Pair). La tecnología FDDI permite la transmisión de los datos a 100 Mbps., según la norma ANSI X3T9.5, con un esquema tolerante a fallos, flexible y escalable.

El estándar FDDI especifica un troncal de fibra óptica multimodo, que permite transportar datos a altas velocidades con un esquema de conmutación de paquetes y paso de testigo en intervalos limitados.

Se define como estación a cualquier equipo, concentrador, bridge, brouter, HUB, router, WS, conectado a la red FDDI.

En cada "oportunidad de acceso" a la red, por parte de una estación, se transmite una o varias tramas FDDI, de longitud variable hasta un máximo de 4.500 bytes.

La longitud máxima de 4.500 bytes es determinada por la codificación empleada, denominada 4B/5B (4 bytes/5 bytes), con una frecuencia de reloj de 125 MHz, siendo por tanto la eficacia del 80%.

En una red FDDI, pueden coexistir un máximo de 500 estaciones, distanciadas en un máximo de 2 Km. y conectadas por medio de fibra óptica 62,5/125 m m, en una circunferencia máxima de 100 Km. El error máximo es de 10^{-9} bits.

La redundancia se realiza mediante una topología de anillo doble paralelo con rotación de los datos en sentidos inversos. Al anillo primario se le denomina "A", y "B" al secundario. El anillo A es la ruta usada normalmente por los datos que viajan a través de la red; se emplea el anillo secundario como backup, en caso de algún fallo en el anillo A, de una forma totalmente automática, y sin intervención por parte del usuario.

2. Conector FC



Fig. 2.8 Conector FC

El conector FC es un conector de fibra óptica con un cuerpo roscado que fue diseñado para su uso en ambientes de alta vibración. Es ampliamente utilizado tanto con monomodo y fibra multi-modo. El conector FC se ha estandarizado en un FOCIS 4 (conector de fibra óptica Normas Intermateability) en EIA/TIA-604-04. Los Conectores y adaptadores FC son diseñados según el estándar NTT-FC* y permiten un enchufe sin discontinuidad óptica (NOD Non- Optical Disconnect). Son totalmente compatibles con los equipos FC estándar. Existen distintas versiones para fibra monomodo SM y multimodo MM y distintos tipos según se utilice fibra de 900 um, cables de 3 mm o montajes de cables con ángulo de 90o. El diseño del conector (conector compacto de una sola pieza) y la utilización de ferrules prepulidas de alta calidad reduce al mínimo el tiempo de pulido así como el de montaje. Se utilizan tanto en montaje de laboratorio como de campo.

3. Conector ST



Fig. 2.9 Conector ST

Es uno de los conectores de fibra más populares. Era muy usado para el modo individual y las conexiones de fibra multimodo. La pérdida de inserción media de un conector ST es de aproximadamente 0,5 dB. Tiene un giro sobre el mecanismo de cierre que no es susceptible a la relajación en el medio ambiente vibrante y es el más utilizado en redes

LAN. ST conector de Fibra para Monomodo o Multimodo con uso habitual en Redes de Datos y equipos de Networking locales en forma Multimodo

4. Conector LC



Fig. 2.10 Conector LC

Desarrollados en 1997 por Lucent Technologies⁶, los conectores LC tienen un aspecto exterior similar a un pequeño SC, con el tamaño de un RJ 45 y se presentan en formato Simplex o Dúplex, diferenciándose externamente los de tipo SM de los de tipo MM por un código de colores. El LC es un conector de alta densidad SFF diseñado para su uso en todo tipo de entornos: LAN, operadoras de telefonías, CATV.

Conectores LC de fibra óptica con factor de forma pequeña (SFF, Small form factor) con cierre trasero compatible con TIA FOCIS-10. Cada conector LC simplex o duplex debe ser instalable en el lugar de la instalación dentro de un espacio en módulo. Las fibras deben terminar en manguitos de acoplamiento cerámico de 1,25 mm con función de

⁶ Lucent Technologies fue una empresa de tecnología formalmente por AT & T Tecnologías , que incluía la Western Electric y [los Laboratorios Bell](#) . Se convirtió en un spin off de AT & T de 30 de septiembre de 1.996 . Se convirtió en Lucent Alcatel-Lucent de su fusión con Alcatel en el 01 de diciembre de 2006 .

desconexión no óptica y una pérdida típica por inserción inferior a 0,10dB por par acoplado (monomodo y multimodo).

2.3.6 PRUEBAS SOBRE EL CABLE DE FIBRA OPTICA

2.3.6.1 Pruebas ópticas de transmisión

Las principales características de una fibra óptica son: la atenuación óptica, y el ancho de banda; estos determinan la capacidad o velocidad de transmisión y la longitud de enlace de un sistema de comunicaciones.

2.3.6.1.1 Atenuación óptica

Expresa una medida de cuanto se atenúa la potencia de la luz al propagarse por la fibra óptica. Los factores de atenuación pueden clasificarse según sus fuentes de generación en

- **Factores Intrínsecos:** Que dependen de la composición de la fibra, tales como absorción, dispersión de Rayleigh, a imperfecciones estructurales.
- **Factores Extrínsecos:** Se originan por causas de impurezas, curvaturas, Micro curvaturas, empalmes y pérdidas por acoplamiento.

2.3.6.2 Pruebas mecánicas sobre un cable óptico

A objeto de evaluar el desempeño de un cable óptico frente a las distintas solicitaciones mecánicas, los fabricantes y usuarios de cables ópticos han desarrollado una serie de ensayos que tratan de imitar las condiciones de trabajo a las que se enfrenta el cable durante la instalación y su operación. Se indicarán las más importantes

- **Prueba de tensión:** El objeto es verificar el comportamiento del cable para las condiciones de instalación y determinar cuál es la máxima tensión a la cual puede ser sometido, sin que se afecten las propiedades de transmisión de la fibra y/o se verifiquen la ruptura.
- **Prueba de compresión:** Se efectúa para establecer el comportamiento de un cable óptico cuando se ve sometido a un esfuerzo de compresión. Se busca simular la situación durante la instalación si el cable es aplastado se coloca la muestra del cable entre dos placas metálicas evitando que exista movimientos laterales y se aplica la carga gradualmente hasta que se detecte la rotura y/o variación de atenuación de una fibra.
- **Prueba de impacto:** Determina el comportamiento del cable óptico cuando recibe un impacto localizado en un área pequeña, tal como sucede cuando durante la instalación o manipuleo del cable cae sobre éste un objeto como una herramienta. El ensayo se efectúa aplicando una carga hasta verificar la rotura de una fibra.
- **Prueba de doblado:** Establece el comportamiento del cable óptico cuando se le somete a sucesivos doblajes, situación presentada normalmente en las maniobras de instalación. El ensayo consiste en plegar alrededor de un mandril de diámetro 20 veces mayor al del cable un número determinado de veces, verificando luego que no se haya dañado ninguna fibra ni la vaina del cable.

- **Prueba de torsión:** Consiste en verificar el comportamiento del cable al ser sometido a una torsión sobre su propio eje, situación probable también durante la instalación. Para ello se toma una muestra, se la fija por un extremo y luego se la hace rotar 180 grados en los dos sentidos. Finalizada la prueba se verifica que las fibras no estén dañadas.

2.4 VERIFICACION DE LA INSTALACION

2.4.1 Medición de longitud óptica

A los efectos de efectuar una medida de precisión, deberá considerarse el índice de refracción de las fibras ópticas instaladas. Dicha medida deberá ejecutarse mediante OTDR⁷, debidamente calibrado y certificado por el fabricante o distribuidor autorizado y los valores resultantes de la medida no deberán superar, para el caso de empalmes por fusión, 0.15 db de promedio por empalme medido bidireccionalmente, y 0.5 db por par de conector instalado en el trayecto de la fibra a probar. El valor teórico contemplado para pérdida de potencia por Km. es de 0.38 para el caso de fibras medidas en segunda ventana (1310nm) y de 0.25 db para el caso de fibras medidas en tercera ventana (1550 nm). La medición deberá efectuarse con la mejor resolución posible es decir la distancia y el ancho de pulso el valor deberá ser el menor posible.

⁷ OTDR es un instrumento de medición que se utiliza para el análisis y diagnóstico de fallas en las fibras ópticas, también puede ser utilizado para probar los cables antes de la colocación.

2.4.2 Pruebas de hermeticidad de las cajas de empalme

Esta prueba será efectuada inyectando gas inerte a la caja y se verificara con líquido jabonoso adecuado que no existan fugas de gas al exterior de la caja.

2.4.3 Norma de calidad para la aceptación de los empalmes

Para redes urbanas, en las cuales se emplea fibra óptica se establecen las siguientes normas de calidad para la aceptación de cada sección; entendiéndose por sección a toda la longitud de cable óptico comprendido entre dos terminaciones a nivel de distribuidor de fibra óptica. La pausa de aceptación deberá ser respetada para cada fibra óptica a nivel de sección.

Se establece:

1. Para tramos de fibra óptica se adoptara la siguiente especificación de calidad para la aceptación el promedio de atenuación de todos los empalmes de cada fibra óptica no deberá superar 0.10 db. Como valor máximo de atenuación por empalme, se aceptara hasta 0.15 db si el valor de atenuación del empalme resultara mayor de 0.15 db, el mismo deberá rehacerse. Si llegare el caso de que la atenuación del empalme no baje de este valor, después de 3 refusiones, se aceptara el valor obtenido en el cuarto intento.
2. La gran mayoría de las medidas de atenuación deberán ser efectuadas a la longitud de onda de 1310 nm y en ambos sentidos tomándose como valor absoluto de perdida el

promedio obtenido de ambas mediciones, sin embargo la empresa supervisora podrá exigir medidas en longitudes de onda diferentes.

3. Para las pruebas deben llenarse los formatos de protocolo prueba de empalmes y pruebas después del tendido anexas a este documento y deben ser entregados como parte de la certificación de la calidad del empalme y tendido respectivamente.
4. Unidad de medida y pago el hilo de fibra probado incluye la preparación del cable para la prueba, las herramientas, equipo y mano de obra necesaria para realizar la prueba y la elaboración de los protocolo e informes de prueba los cuales deberá ser entregado en copia dura y magnética.

2.4.4 Medición de atenuación.

Por razones de implementación se determinan dos tipos de configuración según se utilice cable de acometida para la determinación en el edificio o se realice el acceso directo del cable exterior al distribuidor de fibra óptica.

2.4.5 Normas de calidad para la aceptación

Acceso al edificio por medio de cables de acometida y de cable exterior: en esta configuración se entiende por conexión a nivel de distribuidor de fibra óptica al conjunto de discontinuidades de pérdida formado por la pérdida intrínseca del conector y el empalme de unión del pig tail (cable de acometida) y el empalme de unión cable de acometida (cable exterior). La pérdida global de las mediciones efectuadas en ambos

sentidos a la longitud de onda de 1310 y 1550 nm, no deberá ser superior a los valores establecidos y enunciados anteriormente.

Para la medición deberán emplearse dos bobinas de lanzamiento de fibra óptica de una longitud no inferior a 1000m y cada bobina será de la misma tecnología de fibra óptica empleada por los cordones pig tail.

A efectos de poder realizar la medición, uno de los extremos de la bobina deberá estar preconectado con el mismo tipo de conector empleado a nivel de distribuidor de fibra.

2.4.6 Medición de reflexión.

Los valores de pérdida de retorno medidos en cada terminación de cable de fibra óptica a nivel de cada distribuidor de fibra óptica deberán cumplir con la siguiente norma de aceptación:

- 70% de los valores medidos > 40 db. (mayor)
- 30% de los valores medidos < 38 db. (menor)

2.4.7 Medición de la Pérdida total del trayecto por potencia óptica

La pérdida total de cada sección ('A') para cada fibra óptica deberá satisfacer la siguiente ecuación:

$$A < a * L + E_n * a_e + N_c * a_c$$

Siendo:

- 'A' = Pérdida total del tramo (dB)

- 'a' = Atenuación nominal de la fibra óptica a la longitud de onda especificada; (dB/km)
- 'L' = Longitud óptica total del tramo; (Km)
- 'En' = número total de empalmes. No se consideran los empalmes de acometida, si existieren y el empalme a pig tail.
- 'ae' = valor medio de atenuación por empalme; (dB)
- 'Nc' = Número de conectores.
- 'ac' = pérdida de la conexión a nivel de distribuidor (dB)
- Para el cálculo, deberán considerar los siguientes valores:
- 'a' = 0.25 dB/km a 1550 nm y 0.38 dB/km a 1310 nm. Fibra óptica monomodo estándar.

Estos valores de atenuación deberán considerarse siempre y cuando correspondan a las medidas efectuadas sobre el cable, previo a la instalación.

- 'L' = longitud óptica. Para la medición de la longitud óptica del tramo, deberá considerarse estrictamente, el índice de refracción correspondiente a la fibra instalada.
- 'ac' = 0.25 dB para conector LC; SC, ST, FC.

Considerando la posibilidad de que la interfaz física del instrumento no sea compatible con los conectores empleados a nivel de distribuidor de fibra, resultara necesario realizar

para la medición de potencia, el siguiente procedimiento de calibración, por cuanto se requiere de 2 cordones adaptación al instrumento transmisor y receptor, respectivamente.

1. Se medirá el nivel de potencia de salida del transmisor, por medio de un cordón conectado de acuerdo a la interfaz física del instrumento.
2. Se medirá la pérdida de inserción del juego de conectores correspondiente a la interconexión de los 2 cordones de adaptación.
3. La pérdida intrínseca será la que resulte de la diferencia entre las mediciones efectuadas en los ítem anteriores, debiendo ser menor a 0.4 db.
4. Con la configuración del ítems próximo anterior, se realizara la calibración del equipo transmisor-receptor.

Debido a este equipo de calibración, deberá considerarse ' N_c ' = 1 en el calculo de la pérdida total de trayecto.

Si el instrumento de medición posee interfaz compatible con los conectores empleados a nivel de distribuidor de fibra, la calibración se efectuara en forma directa entre el equipo transmisor-receptor, por cuanto no será necesario emplear cordones de adaptación.

El paso de interconexión, deberá efectuarse mediante la desconexión del cordón de referencia a nivel del equipo receptor. A los efectos de poder efectuar la medición, será necesario emplear un cordón de conexión equipo receptor distribuidor de fibra.

Debido a este tipo de calibración, deberá considerarse ' $N_c = 2$ ' en el cálculo de la pérdida total de trayecto. La medición se efectuara a las longitudes de onda de 1500nm. Y 1300 nm.

El valor absoluto de perdida se obtendrá como el promedio de 3 medidas efectuadas luego de 3 procesos de desconexión-conexión.

2.5 CLASIFICACIÓN DE LAS FIBRAS ÓPTICAS

Las fibras ópticas utilizadas actualmente en el área de las telecomunicaciones se clasifican fundamentalmente en dos grupos según el modo de propagación: Fibras Multimodo y Fibras Monomodo.

2.5.1 Fibras ópticas Multimodo

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

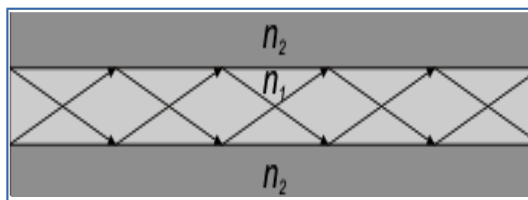


Fig. 2.11 Fibras ópticas Multimodo

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

2.5.2 Fibras ópticas Monomodo

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

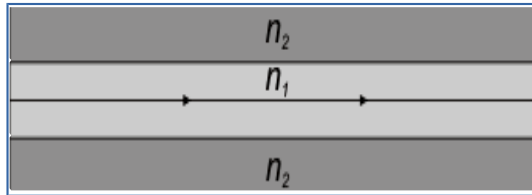


Fig. 2.12 Fibras ópticas Monomodo

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

2.6 VENTAJAS Y DESVENTAJA DE LA FIBRA OPTICA

2.6.1 VENTAJAS

1. Una banda de paso muy ancha, lo que permite flujos muy elevados (del orden del Ghz).
2. Pequeño tamaño, por tanto ocupa poco espacio.
3. Gran flexibilidad, el radio de curvatura puede ser inferior a 1 cm, lo que facilita la instalación enormemente.

4. Gran ligereza, el peso es del orden de algunos gramos por kilómetro, lo que resulta unas nueve veces menos que el de un cable convencional.
5. Inmunidad total a las perturbaciones de origen electromagnético, lo que implica una calidad de transmisión muy buena, ya que la señal es inmune a las tormentas, chisporroteo.
6. Gran seguridad: la intrusión en una fibra óptica es fácilmente detectable por el debilitamiento de la energía luminosa en recepción, además, no radia nada, lo que es particularmente interesante para aplicaciones que requieren alto nivel de confidencialidad.
7. No produce interferencias.
8. Insensibilidad a los parásitos, lo que es una propiedad principalmente utilizada en los medios industriales fuertemente perturbados (por ejemplo, en los túneles del metro). Esta propiedad también permite la coexistencia por los mismos conductos de cables ópticos no metálicos con los cables de energía eléctrica.
9. Atenuación muy pequeña independiente de la frecuencia, lo que permite salvar distancias importantes sin elementos activos intermedios.
10. Gran resistencia mecánica (resistencia a la tracción, lo que facilita la instalación).
11. Resistencia al calor, frío, corrosión.

12. Facilidad para localizar los cortes gracias a un proceso basado en la telemetría, lo que permite detectar rápidamente el lugar y posterior reparación de la avería, simplificando la labor de mantenimiento.

2.6.2 DESVENTAJAS

A pesar de las ventajas antes enumeradas, la fibra óptica presenta una serie de desventajas frente a otros [medios de transmisión](#), siendo las más relevantes las siguientes:

1. La alta fragilidad de las fibras.
2. Necesidad de usar transmisores y receptores más caros.
3. Los empalmes entre fibras son difíciles de realizar, especialmente en el campo, lo que dificulta las reparaciones en caso de ruptura del cable.
4. No puede transmitir electricidad para alimentar [repetidores](#) intermedios.
5. La necesidad de efectuar, en muchos casos, procesos de conversión eléctrica-óptica.
6. La fibra óptica convencional no puede transmitir potencias elevadas.
7. No existen memorias ópticas.
8. Así mismo, el costo de la fibra sólo se justifica cuando su gran capacidad de ancho de banda y baja atenuación son requeridos. Para bajo ancho de banda puede ser una solución mucho más costosa que el conductor de cobre.

9. La fibra óptica no transmite energía eléctrica, esto limita su aplicación donde el terminal de recepción debe ser energizado desde una línea eléctrica. La energía debe proveerse por conductores separados. Las moléculas de hidrógeno pueden difundirse en las fibras de silicio y producir cambios en la atenuación. El agua corroe la superficie del vidrio y resulta ser el mecanismo más importante para el envejecimiento de la fibra óptica.
10. Incipiente normativa internacional sobre algunos aspectos referentes a los parámetros de los componentes, calidad de la transmisión y pruebas.

2.7 FODA DE LA FIBRA OPTICA

FORTALEZAS

- Son mucho más económicas que los cables de cobre
- Inmunidad a transmisiones cruzadas entre cables, causadas por inducción magnética
- Conexión directa desde centrales hasta su empresa
- Tiempo de respuestas mínimos en la reparación de daños

OPORTUNIDADES

- Las compañías de comunicación podrán ofrecer servicios más baratos
- Posibilidad en el futuro de conexión de nuevos servicios como multimedia o sistemas de televisión por cable
- Mayor número y rapidez en la solicitud y entrega de nuevos servicios

- Solución confiable y económica para su modernización con un alto grado de rentabilidad y empaquetado
- Coberturas más resistentes, mayor protección contra la humedad y un empaquetado de alta densidad.

DEBILIDADES

- El coste de instalación es elevado
- Competitividad de precios
- Dificultad de reparar un cable de fibras roto en el campo
- Disponibilidad limitada de conectores
- Instalación inadecuada del espacio de trabajo

AMENAZAS

- Solo podrán suscribirse las personas que viven en las zonas de la ciudad por las cuales ya estén instaladas la red de fibra óptica
- La absorción es otra causa de pérdida de la energía de la luz, esto hace que la señal luminosa sea poco más débil
- Lugar de almacenamiento en locales insalubres o con alto nivel de humedad magnetismo o estática moho, etc.
- Disposición desorganizada de cables de energía y de red
- Plazo de validez y caducidad, defecto de fabricación.

2.8 TOPOLOGIA DE LA OPTICA

La topología de una red de fibra óptica se define únicamente la distribución del cable que interconecta las diferentes computadoras, es decir, es el mapa de distribución del cable que forma la intranet. Define cómo se organiza el cable de las estaciones de trabajo. A la hora de instalar una red, es importante seleccionar la topología más adecuada a las necesidades existentes. Hay una serie de factores a tener en cuenta a la hora de decidirse por una topología de red concreta y son:

- La distribución de los equipos a interconectar.
- El tipo de aplicaciones que se van a ejecutar.
- La inversión que se quiere hacer.
- El costo que se quiere dedicar al mantenimiento y actualización de la red local.
- El tráfico que va a soportar la red local
- La capacidad de expansión. (Se debe diseñar una intranet teniendo en cuenta la escalabilidad.)

2.8.1 TOPOLOGÍA FÍSICA

Es lo que hasta ahora se ha venido definiendo; la forma en la que el cableado se realiza en una red. Existen tres topologías físicas puras:

- Topología en anillo.
- Topología en bus.
- Topología en estrella.

2.8.1.1 Bus

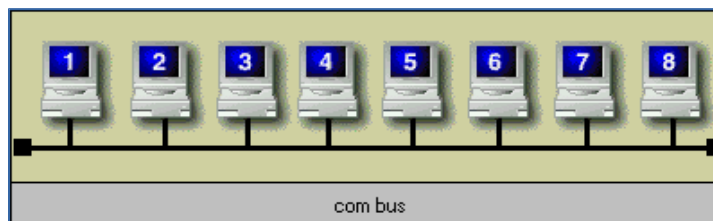


Fig. 2.13 Conexión de Topología Física Tipo Bus

Consiste en una línea o troncal (o Bus) a la cual están conectados todos los nodos. La señal viaja en ambas direcciones del cableado y termina en los extremos por medio de una resistencia (Terminador). Es posible cablearla por medio de Coaxial, Par trenzado, o Fibra Óptica. La velocidad de comunicación es de aproximadamente de 10/100 MBPS.

El bus es la parte básica y se lo aplica para la construcción de redes Ethernet y generalmente consiste de algunos segmentos de bus unidos ya sea por razones geográficas, administrativas u otras.

En la topología en bus, al contrario que en la topología de Estrella, no existe un nodo central, si no que todos los nodos que componen la red quedan unidos entre sí linealmente, uno a continuación del otro.

El cableado en bus presenta menos problemas logísticos, puesto que no se acumulan montones de cables en torno al nodo central, como ocurriría en un disposición en estrella. Pero, por contra, tiene la desventaja de que un fallo en una parte del cableado detendría el sistema, total o parcialmente, en función del lugar en que se produzca. Es además muy difícil encontrar y diagnosticar las averías que se producen en esta topología.

Debido a que en el bus la información recorre todo el bus bidireccionalmente hasta hallar su destino, la posibilidad de interceptar la información por usuarios no autorizados es superior a la existente en una Red en estrella debido a la modularidad que ésta posee. La red en bus posee un retardo en la propagación de la información mínimo, debido a que los nodos de la red no deben amplificar la señal, siendo su función pasiva respecto al tráfico de la red. Esta pasividad de los nodos es debida mas bien al método de acceso empleado que a la propia disposición geográfica de los puestos de red. La Red en Bus necesita incluir en ambos extremos del bus, unos dispositivos llamados terminadores, los cuales evitan los posibles rebotes de la señal, introduciendo una impedancia característica (50 Ohm). Añadir nuevos puesto a una red en bus, supone detener al menos por tramos, la actividad de la red. Sin embargo es un proceso rápido y sencillo.

Es la topología tradicionalmente usada en redes Ethernet.

2.8.1.2 Anillo

Consiste de un cable que interconecta los nodos formando un anillo o círculo. La señal viaja en una dirección y no requiere de terminadores ya que los nodos son los encargados de depurar la información que viaja en el cable.

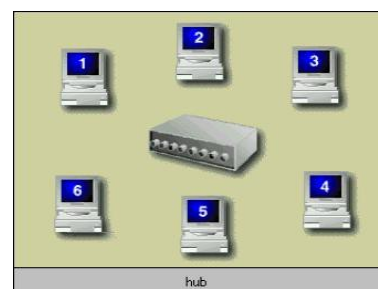
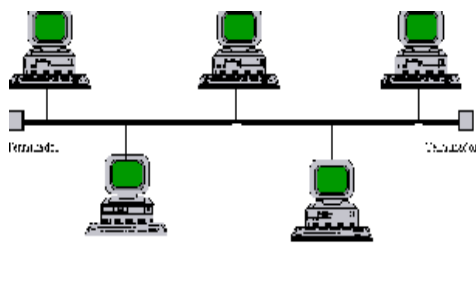


Fig. 2.14 Conexión de Topología Física Tipo Anillo

El anillo, como si propio nombre indica, consiste en conectar linealmente entre si todos los ordenadores, en un bucle cerrado. La información se transfiere en un solo sentido a través del anillo, mediante un paquete especial de datos, llamado testigo, que se transmite de un nodo a otro, hasta alcanzar el nodo destino. El cableado de la red en anillo es el más complejo de los tres enumerados, debido por una parte al mayor coste del cable, así como a la necesidad de emplear unos dispositivos denominados Unidades de Acceso Multiestacion (MAU⁸) para implementar físicamente el anillo.

A la hora de tratar con fallos y averías, la red en anillo presenta la ventaja de poder derivar partes de la red mediante los MAU's, 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. La adición de nuevas estaciones no supone una complicación excesiva, puesto que una vez más los MAU's aíslan las partes a añadir hasta que se hallan listas, no siendo necesario detener toda la red para añadir nuevas estaciones. Dos buenos ejemplos de red en anillo serian Token-Ring y FDDI (Fibra Optica)

2.8.1.3 Estrella

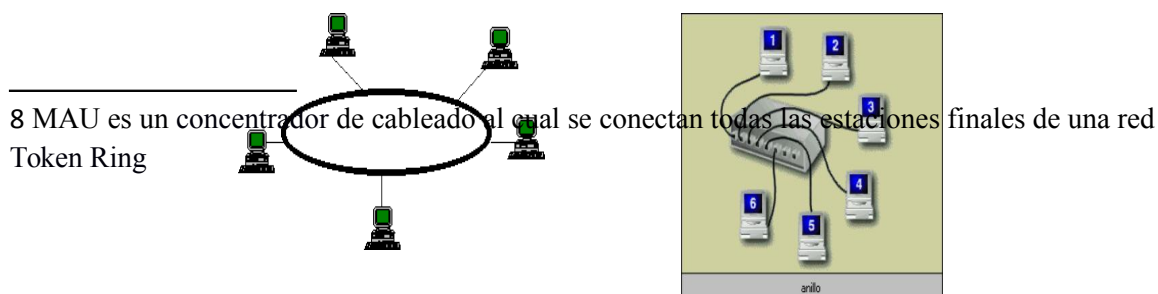


Fig. 2.15 Conexión de Topología Física Tipo Anillo

Es el Anillo Modificado, radicando la diferencia en que el dispositivo central es un repetidor que no cuenta con el anillo interno si no que solo divide la señal sin hacer ningún ruteo. Esta estructura de red se utiliza en aplicaciones de televisión por cable, sobre la cual podrían basarse las futuras estructuras de redes que alcancen los hogares. También se ha utilizado en aplicaciones de redes locales analógicas de banda ancha.

Esta topología se caracteriza por existir en ella un punto central, o más propiamente nodo central, al cual se conectan todos los equipos, de un modo muy similar a los radios de una rueda.

De esta disposición se deduce el inconveniente de esta topología, y es que la máxima vulnerabilidad se encuentra precisamente en el nodo central, ya que si este falla, toda la red fallaría. Este posible fallo en el nodo central, aunque posible, es bastante improbable, debido a la gran seguridad que suele poseer dicho nodo. Sin embargo presenta como principal ventaja una gran modularidad, lo que permite aislar una estación defectuosa con bastante sencillez y sin perjudicar al resto de la red.

Para aumentar el número de estaciones, o nodos, de la red en estrella no es necesario interrumpir, ni siquiera parcialmente la actividad de la red, realizándose la operación casi inmediatamente. La topología en estrella es empleada en redes Ethernet y ArcNet

2.8.2 TOPOLOGÍA LÓGICA

Es la forma de conseguir el funcionamiento de una topología física cableando la red de una forma más eficiente. Existe topología lógicas definidas:

- Topología anillo-estrella: Implementa un anillo a través de una estrella física.
- Topología bus-estrella: Implementa una topología en bus a través de una estrella física.

2.8.2.1 Topología anillo-estrella

Uno de los inconvenientes de la topología en anillo era que si el cable se rompía toda la red quedaba inoperativa; con la topología mixta anillo-estrella, éste y otros problemas quedan resueltos. Las principales características son:

- Cuando se instala una configuración en anillo, el anillo se establece de forma lógica únicamente, ya que de forma física se utiliza una configuración en estrella.
- Se utiliza un concentrador, o incluso un servidor de red (uno de los nodos de la red, aunque esto es el menor número de ocasiones) como dispositivo central, de esta forma, si se rompe algún cable sólo queda inoperativo el nodo que conectaba, y los demás pueden seguir funcionando.

- El concentrador utilizado cuando se está utilizando esta topología se denomina MAU (Unidad de Acceso Multiestación), que consiste en un dispositivo que proporciona el punto de conexión para múltiples nodos. Contiene un anillo interno que se extiende a un anillo externo.
- A simple vista, la red parece una estrella, aunque internamente funciona como un anillo.
- Cuando la MAU detecta que un nodo se ha desconectado (por haberse roto el cable, por ejemplo), puentea su entrada y su salida para así cerrar el anillo.

2.8.2.2 Topología bus-estrella

Este tipo de topología es en realidad una estrella que funciona como si fuese en bus. Como punto central tiene un concentrador pasivo (hub) que implementa internamente el bus, y al que están conectadas todas las computadoras. La única diferencia que existe entre esta topología mixta y la topología en estrella con hub pasivo es el método de acceso al medio utilizado. Son aplicables en las redes LAN específicamente en:

1. EN LOS ESTANDARES Ethernet: topología de bus lógica y en estrella física o en estrella extendida.(que es la tipo lógica bus-estrella)
2. ES APLICABLE EN LA ARQUITECTURA Token Ring: topología de anillo lógica y una topología física en estrella. .(que es la tipo anillo-estrella)

2.9 NORMAS INTERNACIONALES Y ESTANDARES USADAS EN LA FIBRA OPTICA

Nuestros sistemas de Fibra Óptica, siguen escrupulosamente las normas aplicables y proporcionarán siempre significativas ventajas a las comunicaciones de su empresa. Por supuesto siempre cumpliendo las normativas existentes para cableado estructurado en fibra, según normas: ISO / IEC 1180, ISO/IEC IS 11801, EN 50173 Y EIA/TIA 568 A.

2.9.1 Estándares

(ANSI/TIA/EIA)⁹ publican conjuntamente estándares para la manufactura, instalación y rendimiento de equipo y sistemas de telecomunicaciones y electrónico.

Cinco de estos estándares de ANSI/TIA/EIA definen cableado de telecomunicaciones en edificios. Cada estándar cubre una parte específica del cableado del edificio. Los estándares establecen el cable, hardware, equipo, diseño y prácticas de instalación requeridas. Cada estándar ANSI/TIA/EIA menciona estándares relacionados y otros materiales de referencia. La mayoría de los estándares incluyen secciones que definen términos importantes, acrónimos y símbolos.

ANSI/TIA/EIA-568-A	Estándar de Cableado de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales
ANSI/TIA/EIA-569	Estándar para Ductos y Espacios de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales
ANSI/TIA/EIA-570	Estándar de Alambrado de Telecomunicaciones Residencial y Comercial Liviano

⁹ (ANSI/TIA/EIA)⁴ El Instituto Americano Nacional de Estándares, la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones y la Asociación de Industrias Electrónicas.

ANSI/TIA/EIA-606	Estándar de Administración para la Infraestructura de Telecomunicaciones de Edificios Comerciales
ANSI/TIA/EIA-607	Requerimientos para Telecomunicaciones de Puesta a Tierra y Puenteado de Edificios Comerciales

Tabla 2.2 Los cinco estándares principales de ANSI/TIA/EIA que gobiernan el cableado de telecomunicaciones en edificios.

*Fuente: Instituto Americano Nacional de Estándares
Elaboración: Monografias.com*

La norma central que especifica un género de sistema de cableado para telecomunicaciones que soporte un ambiente multi producto y multi proveedor, es la norma ANSI/TIA/EIA-568-A, "Norma para construcción comercial de cableado de telecomunicaciones". Esta norma fue desarrollada y aprobada por comités del Instituto Nacional Americano de Normas (ANSI), la Asociación de la Industria de Telecomunicaciones (TIA), y la Asociación de la Industria Electrónica, (EIA), todos de los E.U.A. Estos comités están compuestos por representantes de varios fabricantes, distribuidores, y consumidores de la industria de redes.

La norma establece criterios técnicos y de rendimiento para diversos componentes y configuraciones de sistemas.

Además, hay un número de normas relacionadas que deben seguirse con apego para asegurar el máximo beneficio posible del sistema de cableado estructurado.

Dichas normas incluyen la ANSI/EIA/TIA-569, "Norma de construcción comercial para vías y espacios de telecomunicaciones", que proporciona directrices para conformar

ubicaciones, áreas, y vías a través de las cuales se instalan los equipos y medios de telecomunicaciones.

También detalla algunas consideraciones a seguir cuando se diseñan y construyen edificios que incluyan sistemas de telecomunicaciones.

Otra norma relacionada es la ANSI/TIA/EIA-606, "Norma de administración para la infraestructura de telecomunicaciones en edificios comerciales".

Proporciona normas para la codificación de colores, etiquetado, y documentación de un sistema de cableado instalado. Seguir esta norma, permite una mejor administración de una red, creando un método de seguimiento de los traslados, cambios y adiciones.

Facilita además la localización de fallas, detallando cada cable tendido por características tales como tipo, función, aplicación, usuario, y disposición. ANSI/TIA/EIA-607, "Requisitos de aterrizado y protección para telecomunicaciones en edificios comerciales", que dicta prácticas para instalar sistemas de aterrizado que aseguren un nivel confiable de referencia a tierra eléctrica, para todos los equipos de telecomunicaciones subsecuentemente instalados.

Otras especificaciones de interés son las normas EIA/TIA-569 que definen los diferentes tipos de cables que han de ser instalados en el interior de edificios comerciales, incluyendo el diseño de canalizaciones, y la EIA/TIA-569, enfocada a cableado de edificios residenciales y pequeños comercios.

En desarrollo se encuentran otros nuevos estándares:

ANSI/EIA/TIA-606 Administración de la infraestructura de telecomunicaciones en edificios comerciales (canalización, ubicación de equipos y sistemas de cableado).

ANSI/EIA/TIA-607 Conexión a tierra y aparejo del cableado de equipos de telecomunicación de edificios comerciales.

EIA/TIA pn-2416 Cableado troncal para edificios residenciales

EIA/TIA pn-3012 Cableado de instalaciones con fibra óptica

EIA/TIA pn-3013 Cableado de instalaciones de la red principal de edificios con fibra óptica monomodo.

Por su parte, la normativa europea CENELEC recoge otras especificaciones entre las que destacan:

EN 50167 Cables de distribución horizontal (Especificación intermedia para cables con pantalla común para utilización en cableados horizontales para la transmisión digital).

EN 50168 Cables de parcheo y conexión a los terminales (Especificación intermedia para cables con pantalla común para utilización en cableados de áreas de trabajo para la transmisión digital).

EN 50169 Cables de distribución vertical (Especificación intermedia para cables con pantalla común para utilización en cableados troncales (campus y verticales) para la transmisión digital).

EN 50174 Guía de instalación de un proyecto precableado.

EN 50098-1 Norma sobre instalación de un usuario de acceso básico a la RDSI (completa la ETS 300012).

EN 50098-2 Norma sobre acceso primario a la RDSI (completa la ETS 30011).

EN 50098-3 Norma sobre instalación del cable.

EN 50098-4 Norma sobre cableado estructurado de propósito general.

2.9.2 Norma internacional ISO / IEC 1180

El CEN/CENELEC¹⁰ está publicado en la norma EN 50173¹¹ sobre cadenas de enlace (o conjunto de elementos que constituyen un subsistema: toma de pares, cables de distribución horizontal y cordones de parcheo).

Esta Norma Europea especifica el cableado genérico para uso en inmuebles, que puede incluir uno o varios edificios en un campus. Comprende cableado balanceado y cableado de fibra óptica.

Especifica la estructura y configuración para cableado genérico, los requisitos de prestaciones del cableado y las opciones de implementación.

Esta especificación recoge la reglamentación ISO/IEC 11801 (Generic Cabling for Customer Premises) excepto en aspectos relacionados con el apantallamiento de diferentes elementos del sistema y la norma de Compatibilidad Electromagnética.

¹⁰ CEN/CENELEC Estándar a nivel europeo para el cableado de telecomunicaciones en edificios

¹¹ Norma EN 50173 (Performance requirements of generic cabling schemes)

El objetivo de este estándar es proporcionar un sistema de cableado normalizado de obligado cumplimiento que soporte entornos de productos y proveedor múltiple.

La Norma Internacional ISO/IEC 11801 especifica sistemas de cableado para telecomunicación de multipropósito [cableado estructurado](#) que es utilizable para un amplio rango de aplicaciones (análogas y de telefonía [ISDN](#), varios estándares de comunicación de datos, construcción de sistemas de control, automatización de fabricación).

Cubre tanto cableado de [cobre](#) balanceado como cableado de [fibra óptica](#). El estándar fue diseñado para uso comercial que puede consistir en uno o múltiples edificios en un [campus](#).

Fue optimizado para utilizaciones que necesitan hasta 3 [km](#) de distancia, hasta 1 km² de espacio de oficinas, con entre 50 y 50.000 personas, pero también puede ser aplicado para instalaciones fuera de este rango.

Está basada en el contenido de las normas americanas EIA/TIA-568(Estándar de cableado para edificios comerciales) desarrolladas por la Electronics Industry Association (EIA) y la Telecommunications Industry Association (TIA).

La normativa presentada en la EIA/TIA-568 se completa con los boletines TSB-36 (Especificaciones adicionales para cables UTP) y TSB-40 (Especificaciones adicionales de transmisión para la conexión de cables UTP), en dichos documentos se dan las diferentes especificaciones divididas por "Categorías" de cable UTP así como los

elementos de interconexión correspondientes (módulos, conectores, etc). También se describen las técnicas empleadas para medir dichas especificaciones.

2.9.3 Normas para la seguridad

La seguridad de la información tiene asignada la serie 27000 dentro de los estándares ISO/IEC:

ISO 27000: Publicada en mayo de 2009. Contiene la descripción general y vocabulario a ser empleado en toda la serie 27000.

Se puede utilizar para tener un entendimiento más claro de la serie y la relación entre los diferentes documentos que la conforman.

UNE-ISO/IEC 27001:2007 “Sistemas de Gestión de la Seguridad de la Información (SGSI). Requisitos”.

Fecha de la de la versión española 29 noviembre de 2007. Es la norma principal de requisitos de un Sistema de Gestión de Seguridad de la Información.

Los SGSIs deberán ser certificados por auditores externos a las organizaciones. En su Anexo A, contempla una lista con los objetivos de control y controles que desarrolla la ISO 27002 (anteriormente denominada ISO17799).

ISO 27002: (anteriormente denominada ISO17799).Guía de buenas prácticas que describe los objetivos de control y controles recomendables en cuanto a seguridad de la información con 11 dominios, 39 objetivos de control y 133 controles.

ISO 27003: En fase de desarrollo; probable publicación en 2009. Contendrá una guía de implementación de SGSI e información acerca del uso del modelo PDCA y de los requisitos de sus diferentes fases.

Tiene su origen en el anexo B de la norma BS 7799-2 y en la serie de documentos publicados por BSI a lo largo de los años con recomendaciones y guías de implantación.

ISO 27004: Publicada en diciembre de 2009. Especifica las métricas y las técnicas de medida aplicables para determinar la eficiencia y eficacia de la implantación de un SGSI y de los controles relacionados.

ISO 27005: Publicada en junio de 2008. Consiste en una guía para la gestión del riesgo de la seguridad de la información y sirve, por tanto, de apoyo a la ISO 27001 y a la implantación de un SGSI. Incluye partes de la ISO 13335.

ISO 27006: Publicada en febrero de 2007. Especifica los requisitos para acreditación de entidades de auditoría y certificación de sistemas de gestión de seguridad de la información.

La primera consideración para el diseño de las infraestructuras de cableado es relativa a la seguridad del personal y de los sistemas respecto de:

- ✓ El tendido eléctrico y el consiguiente peligro de descarga.
- ✓ Medidas de seguridad de las modificaciones que se puedan realizar en la estructura del edificio.
- ✓ Comportamiento del sistema de cableado en caso de incendio.

Respecto a este punto hay que considerar que los cables empleados emplean distintos tipos de plásticos en su construcción.

Los materiales plásticos empleados deben generar poco humo en caso de incendios, no producir vapores tóxicos o corrosivos y no favorecer la propagación del fuego.

Por consiguiente los sistemas de cableado deben seguir las normas específicas en materia de seguridad.

A partir de 1996 es de obligado cumplimiento la Directiva de Compatibilidad Electromagnética 89/336/EEC reflejada en el Real Decreto 444/1994 donde se establecen los procedimientos de evaluación de la conformidad y los requisitos de protección relativos a Compatibilidad Electromagnética de los equipos, sistemas e instalaciones. Son de referencia las siguientes normas:

EN 50081 Norma genérica de emisión sobre compatibilidad electromagnética.

EN 50082-1 Norma genérica de inmunidad sobre compatibilidad electromagnética.

EN 55022 Norma de producto sobre la emisión de las Tecnologías de la Información (en elaboración)

EN 55024 Norma de producto sobre inmunidad de la Tecnologías de la Información.

Seguridad

Con relación a seguridad son de referencia las siguientes normas:

IEC 332 Norma sobre propagación de incendios.

IEC 754 Norma sobre emisión de gases tóxicos.

IEC 1034 Norma sobre emisión de humo.

NORMATIVA			
	Resistencia a la llama	Propagación del incendio	Emisión de humos
Internacional	IEC-331	IEC-332-1 No prop. Llama IEC-332-2-C No prop. Del incendio	IEC 754-1 IEC 754-2 IEC 1034-1 IEC 1034-2

Tabla 2.3 Normas para la seguridad.

Fuente: Electromanuales

Elaboración: Departamento de electromanuales

2.9.3.1 No propagación de la llama: (UNE 50265-2-1 Antes UNE 20432-1 IEC332-1)

Son considerados como NO PROPAGADORES DE LA LLAMA los cables que superan los límites fijados por esta normativa para la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado, o un cable. Aplicada normalmente a cables convencionales, su cumplimiento no garantiza la no propagación del incendio en el caso de cables situados en una misma canalización o conducto.

2.9.3.2 No propagación del incendio: (UNE50266 Antes UNE 20432-2 IEC332-2)

Característica habitual de los cables libres de halógenos. Son considerados como tales los que superan las pruebas de no propagación del fuego establecidas por la norma, agrupados por capas. El cumplimiento de esta norma sí garantiza la no propagación de la llama durante un incendio, y a partir del cable; pero no el inicio del fuego en el cable y su

destrucción a partir de una fuente externa, por lo que, en aras de la seguridad, parece lógico escoger CABLES RESISTENTES A LA LLAMA.

2.9.3.3 Emisión de humos (UNE 50267 1-2-3 (Antes 21147-1-2) IEC 754-1-2 Toxicidad y Corrosividad.

Los cables considerados como Libres de Halógenos, o Cero Halógenos, de acuerdo con la citada norma, deberán presentar un pH superior o igual a 4,3, lo que limita la acción corrosiva de los humos sobre el entorno (destrucción de máquinas o circuitos electrónicos, etc.) generando asimismo unas cantidades mínimas de CO y de ClH (inferior al 0,5%); lo que minimiza su toxicidad. Deberá presentar un Índice de Toxicidad (IT) acorde a lo estipulado en la norma UNE 21174- IEC 2037-2. Esta característica permite limitar los riesgos de inhalación de gases, a menudo letales, e impide la corrosión de los elementos próximos al cable.

2.9.3.4 Densidad de humos: (UNE 50268 ½ (ANTES 21172 1-2) CEI 1034 1-2

Según esta norma, la transmitancia lumínica recomendada será como mínimo; en condiciones de incendio, y para los humos producidos por los cables ensayados, de un 60% y con una medida estable durante 40 minutos.

Los cables libres de halógenos desprenden un humo casi transparente (Transmitancia lumínica superior al 90% a los 15 minutos de ensayo en cabina según UNE 50268).

(Diagrama comparativo de la evolución de la transmitancia en el tiempo para cables convencionales y libres de halógenos.)

Esta característica permite disponer en caso de incendio del tiempo y de la visibilidad suficiente para una correcta evacuación y actuación correctiva.

2.10 EQUIPOS QUE SE UTILIZAN EN LA INSTALACIÓN DE FIBRA ÓPTICA

Los principales equipos que se utilizan en la instalación de la fibra óptica los detallamos a continuación:

Fig. 2.16 Maletín de montaje de equipos de fibra óptica

Regla, bastoncillos de algodón sin residuos, cortadora de fibra, peladora de recubrimiento de fibra, peladora del tubo y de la protección de la fibra, peladora de la cubierta de la fibra, contenedor con tapa, navaja, tijeras, lija, pinzas, guantes, lentes de seguridad, un lente óptico y un OTDR o medidor de potencia y fuente de luz.

2.10.1 Cortadora de fibra

Diseño compacto, ligero y robusto. Ideal para aplicaciones en campo FTTx¹². Para fibras de diámetro 125 µm. El ángulo de corte es de $\leq 0,5^\circ$, siendo la vida útil de la cuchilla de unos 12.000 cortes. La sujeción de la fibra se realiza mediante resortes asegurados con imanes.



¹² FTTx Es una expresión genérica para designar arquitecturas de redes de transmisión de alto desempeño, basada en tecnología óptica.

Fig. 2.17 Modelo de Cortadora de Fibra

2.10.2 Peladora de la cubierta de fibra

Fig. 2.18 Modelo de Peladora de cubierta de Fibra

Las cuchillas de la peladora de precisión están fabricadas siguiendo los más altos estándares de calidad para asegurar un corte limpio y preciso. El diseño de la herramienta es ergonómico y está revestida de goma para un manejo más cómodo y seguro. Elimina la cubierta de 3 mm de la fibra óptica, así como el revestimiento de 250 μm y 900 μm .

2.10.3 OTDR

Un OTDR inyecta en la fibra bajo análisis una serie de pulsos ópticos. También extrae, del mismo extremo de la fibra, [luz](#) que ha sido dispersada y reflejada de vuelta desde puntos de la fibra con un cambio en el índice de refracción. Este dispositivo es el equivalente en óptica al Reflectómetro en el Dominio del Tiempo (TDR), que mide los cambios producidos en la impedancia de un cable. La intensidad del pulso devuelta, es integrada como una función del tiempo, y representada en función de la longitud de la fibra. Un OTDR puede ser utilizado para estimar la longitud de la fibra, y su atenuación,

incluyendo pérdidas por empalmes y conectores. También puede ser utilizado para detectar fallos, tales como roturas de la fibra.

Fig. 2.19 Modelo de OTDR

2.10.4 Empalmadora fusión

Debido a que una bobina de cable de fibra óptica no llega a superar los 2Km de longitud, mientras que la distancia entre dos repetidoras o centrales puede ser de 30 o 40 Km, deben realizarse empalmes entre los tramos, y entre cada final y los conectores.

Fig. 2.20 Modelo de Empalmadora de Fusión de Fibra

2.10.5 Convertidor de fibra

Un convertidor de fibra óptica llamado convertidor de medios es el que te transforma, la señal eléctrica de la salida de una clavija RJ45 (empleadas para la salida a red de un router, pc, etc.) hacia la salida de una fibra óptica (luz). Se emplea para poder comunicar

dos medios uno de luz fibra óptica y otro eléctrico salida de red de una Ethernet por ejemplo.

Fig. 2.21 Modelo de Convertidor de Fibra

2.10.6 SNIFFER

Programa que monitorea y analiza el tráfico de una red para detecta problemas o cuellos de botella. Su objetivo es mantener la eficiencia del tráfico de datos. Pero también puede ser usado ilegítimamente para capturar datos en una red.

2.10.7 Fusionadora de fibra



Fig. 2.22 Modelo de Fusionadora

El equipo Fusionador de fibra óptica es un dispositivo de alta tecnología, de gran precisión y que permite unir los extremos de fibras ópticas a través de la aplicación controlada de un arco voltaico que funde y pega estos hilos.

2.10.8 Microscopio de fibra

Diseñado para inspeccionar las puntas de las fibras en busca de suciedad, impurezas o aceites que pudiesen interferir con la transmisión de señal. Incluye un adaptador universal de 2,5 mm para inspeccionar conectores tipo ST, SC o FC, así como un adaptador de 1,25 mm para inspección de ferrules de conectores LC.

Fig. 2.23 Modelo de Microscopio de Fibra

2.10.9 Toallas limpiadoras de alcohol

Fig. 2.24 Modelo de Toallas Limpiadoras de alcohol

Diseñadas específicamente para la limpieza de las puntas de fibra o conectores para maximizar el rendimiento del transporte de luz. Eliminan restos de polvo, aceite y sustancias contaminantes dejando la fibra sin residuos. Utilizar estas toallas hace innecesario el transporte de alcohol líquido, lo cual siempre puede representar un peligro. Una característica clave de estas toallas es que son 100% libres de agua; el agua es un elemento a evitar en la limpieza de las fibras ópticas. Las toallas se presentan en bolsas cerradas herméticamente, de forma que pueden resistir el paso del tiempo hasta el

momento de ser utilizadas. No dejan pelusas. Contienen la cantidad justa de alcohol: no gotean ni expulsan vapor en exceso.

2.10.10 Medidor de potencias

Fig. 2.25 Modelo de Medidor de Potencias

Los medidores de potencia óptica son instrumentos compactos, ligeros y fáciles de utilizar a la hora de trabajar con redes de fibra óptica, con características exclusivas como su capacidad de efectuar test rápidos. Su calidad, prestaciones, confiabilidad y seguridad los convierten en una alternativa al resto de equipos de su clase. El con sus reducidas dimensiones, es capaz de efectuar test sobre sistemas de fibra óptica simple o multimodo y presentar los resultados en su gran pantalla LCD. Está protegido frente a golpes y puede alimentarse por la red o baterías. Su microprocesador interno y su tecnología de amplificación lineal aseguran precisión durante mucho tiempo. Así mismo, la memoria interna medidas, datos que pueden ser transferidos al PC para ser tratados e impresos.

2.10.11 Reflectómetro del tiempo



Fig. 2.26 Modelo de Reflectómetro

Al reflectómetro del tiempo (TDR) es un instrumento electrónico usado para caracterizar y para localizar averías en cables metálicos (por ejemplo, pares torcidos del alambre, cables coaxiales) y, en OTDR dominio: fibras ópticas.

2.10.12 Medidor de pérdidas de retorno

Fig. 2.27 Modelo de Medidor de Potencias

El identifica las tres longitudes de onda y determina la potencia recibida y las pérdidas. También indica si las pérdidas están dentro del rango aceptable de potencia de acuerdo al tipo de red.

2.10.13 Analizador de espectros

Fig. 2.28 Modelo de Analizador de espectros

Un analizador de espectro es un [equipo de medición electrónica](#) que permite visualizar en una pantalla las [componentes espectrales](#) en un [espectro de frecuencias](#) de las señales

presentes en la entrada, pudiendo ser ésta cualquier tipo de ondas eléctricas, acústicas u ópticas.

2.10.14 Atenuadores de fibra optica



Fig. 2.29 Modelo de Atenuadores de Fibra Óptica

Un atenuador de fibra óptica, también llamado un atenuador óptico, simula la pérdida por el que sería causada por una larga duración de la fibra. Con el fin de lograr la mejor tasa de error de bit (BER), el poder de la luz debe ser reducida. Atenuadores de fibra óptica ajustan a la exigencia a la perfección. Esto puede suceder cuando el transmisor entrega demasiado poder, como cuando el transmisor está demasiado cerca del receptor.

2.10.15 Identificadores de fibras activas



Fig. 2.30 Modelo de identificadores de fibras activas

Estos identificadores de manejo sencillo e intuitivo permite la identificación de latiguillos con o sin señal, la localización de tráfico sin generación de interferencias y la detección de enlaces dañados o con problemas como curvaturas y empalmes defectuosos.

2.10.16 Comprobadores de redes



Fig. 2.31 Modelo de comprobadores de redes

Los comprobadores de redes cubren el ámbito de la instalación y control de redes. Estos comprobadores de redes pueden ser utilizados in situ y de un modo rápido, por ello son ideales para profesionales de servicio técnico y para administradores de red. Estos aparatos facilitan la determinación de direcciones IP, la identificación de la polaridad, la medición a doble carga, la detección de un cable concreto. Además podrá encontrar un aparato para el control de conductores de ondas de luz. Este aparato láser muestra los puntos de rotura o los empalmes realizados incorrectamente en líneas de fibra óptica. Y sólo tiene el tamaño de un bolígrafo grueso. Con estos equipos podrá comprobar el estado de las redes Lan tanto el cableado como Hubs y Switches ya que el modelo más avanzado permite analizar el tráfico y la dirección IP que lo genera.

2.11 INSTALACIÓN EN POSTES

Para este tipo de instalación se requiere usar un dinamómetro, que es un dispositivo monitor de tensión.

La vida útil de los cables instalados en postes dependerá de la tensión que estos tengan (producida por ejemplo en el manejo de éstos en la instalación), PMD(Dispersión por cambio de modo de polarización), o por los cortes que les puedan ser propinados.

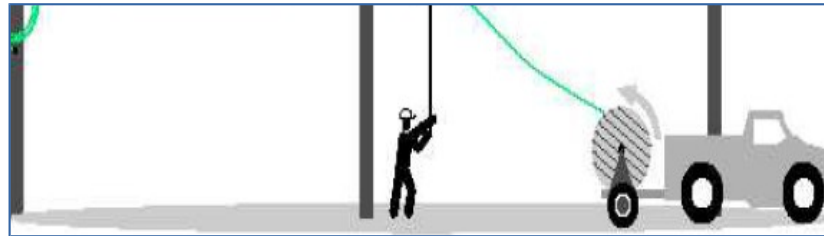


Fig.2.32 Instalación en Postes

2.11.1 Tipos de fibra a utilizar

- Fibra óptica multimodo para cortas distancias (entre 0.5 y 4 km.)
- Fibra óptica monomodo para largas distancias (entre 4 y 100 km.)

2.11.2 Tiempos de instalación

- El tiempo que se requiere para la instalación varía entre 8 y 12 horas por kilómetro, dependiendo de la experiencia de los técnicos y de la tecnología utilizada.
- Para la instalación de cable de fibra óptica terrestre el tiempo que se usa es el doble, y hasta el triple

2.11.3 Costos de la instalación

El costo incluye:

- Materiales (cable, uniones, cajas y tableros)
- Equipos (terminales de transmisión, recepción)

- Diseño, instalación y pruebas
- Variables de campo (topografía, geografía, clima)

2.11.4 Pérdidas ópticas

- Son las atenuaciones de la señal dentro del cable de fibra óptica. Se miden en dB.
- Empalmes: Se instalan cada 3 o 4 Km.
- Conectores: Se instalan cada 25 o 50 Km.
- Ambos introducen pérdidas por desalineamiento angular, desplazamientos laterales de los ejes y separación de las caras de la fibra óptica.

2.12 DEFINICION DE RADIO ENLACE

Se denomina radio enlace a cualquier interconexión entre los terminales de telecomunicaciones efectuados por ondas electromagnéticas. Si los terminales son fijos, el servicio se lo denomina como tal y si algún terminal es móvil, se lo denomina dentro de los servicios de esas características.

Se puede definir al radio enlace del servicio fijo, como sistemas de comunicaciones entre puntos fijos situados sobre la superficie terrestre, que proporcionan una capacidad de información, con características de calidad y disponibilidad determinadas. Típicamente estos enlaces se explotan entre los 800 MHz y 42 GHz.

Los radio enlaces, establecen un concepto de comunicación del tipo dúplex, de donde se deben transmitir dos portadoras moduladas: una para la Transmisión y otra para la recepción. Al par de frecuencias asignadas para la transmisión y recepción de las señales,

se lo denomina radio canal. Los enlaces se hacen básicamente entre puntos visibles, es decir, puntos altos de la topografía. Cualquiera que sea la magnitud del sistema de microondas, para un correcto funcionamiento es necesario que los recorridos entre enlaces tengan una altura libre adecuada para la propagación en toda época del año, tomando en cuenta las variaciones de las condiciones atmosféricas de la región. Para poder calcular las alturas libres debe conocerse la topografía del terreno, así como la altura y ubicación de los obstáculos que puedan existir en el trayecto.

2.12.1 Ventajas de los radioenlaces

- Más baratos
- Instalación más rápida y sencilla.
- Conservación generalmente más económica y de actuación rápida.
- Puede superarse las irregularidades del terreno.
- La regulación solo debe aplicarse al equipo, puesto que las características del medio de transmisión son esencialmente constantes en el ancho de banda de trabajo.
- Puede aumentarse la separación entre repetidores, incrementando la altura de las torres.

2.12.2 Desventajas de los enlaces microondas

- Explotación restringida a tramos con visibilidad directa para los enlaces necesita visibilidad directa

- Necesidad de acceso adecuado a las estaciones repetidoras en las que hay que disponer.
- Las condiciones atmosféricas pueden ocasionar desvanecimientos intensos y desviaciones del haz, lo que implica utilizar sistemas de diversidad y equipo auxiliar requerida, supone un importante problema en diseño
- Los sistemas que emplean el radio - enlace para el transporte de la información se basan en la propagación de ondas electromagnéticas en el espacio libre. Los únicos elementos que se precisan son las estaciones emisoras y receptoras, así como eventuales estaciones repetidoras.

2.12.3 FODA del radio enlace

FORTALEZAS

- Tecnología de última generación
- Su banda de frecuencia no se encuentra regulada ni requiere de licencias para su uso
- La regulación solo debe aplicarse al equipo puesto que las características del medio de transmisión son esencialmente constante en el ancho de banda de trabajo
- La comodidad que ofrece es muy superior a las redes cableadas porque cualquiera tiene acceso a la red, puede conectarse desde distintos puntos dentro de un rango suficientemente amplio de espacio.
- Transferencia de información a altas velocidades (Kbps Mbps)

OPORTUNIDADES

- Mercado en crecimiento
- Accesible a cualquier mercado geográfico
- Pueden aumentarse la separación entre repetidores, incrementando la altura de las torres.
- Ideal para comunicaciones en puntos distantes
- Ampliación de redes locales cableadas

DEBILIDADES

- Uso de materia prima no renovable.
- Tiene una menor velocidad en comparación a una red con cable, debido a las interferencias y pérdidas de señal que el ambiente pueda acarrear
- Las licencias o permisos para operar enlaces de microondas pueden resultar un poco difíciles ya que las autoridades del país donde se encuentren deben asegurarse que ambos enlaces no causen interferencia a los enlaces ya existentes.
- Requieren transmitir a mucha potencia.
- Explotación restringida a tramos con visibilidad directa para los enlaces, por lo que necesita visibilidad directa.

AMENAZAS

- Aparición de productos sustitutos
- Infraestructura incapaz de resistir a las manifestaciones de la naturaleza como terremotos, maremotos, huracanes, etc.

- Conservación inadecuada de los equipos
- Posibilidad de interrupción por cuestiones de estrategia militar
- El clima y el terreno son los mayores factores a considerar antes de instalar un sistema de radio enlace.

2.13 CATEGORIAS DE REDES INALAMBRICAS

Existen dos amplias categorías de Redes Inalámbricas:

2.13.1 De Larga Distancia

Estas son utilizadas para transmitir la información en espacios que pueden variar desde una misma ciudad o hasta varios países circunvecinos (mejor conocido como Redes de Área Metropolitana MAN); sus velocidades de transmisión son relativamente bajas, de 4.8 a 19.2 Kbps.

2.13.2 De Corta Distancia

Estas son utilizadas principalmente en redes corporativas cuyas oficinas se encuentran en uno o varios edificios que no se encuentran muy retirados entre si, con velocidades del orden de 280 Kbps hasta los 2 Mbps.

2.14 CLASIFICACION DE RADIO ENLACE

2.14.1 Radio enlace punto a punto

Une de forma transparente o enrutada dos redes físicas como si estuvieran unidas por un cable. No necesita de reconfiguración de ningún equipo, las dos redes trabajarán de forma transparente respecto a los AP.

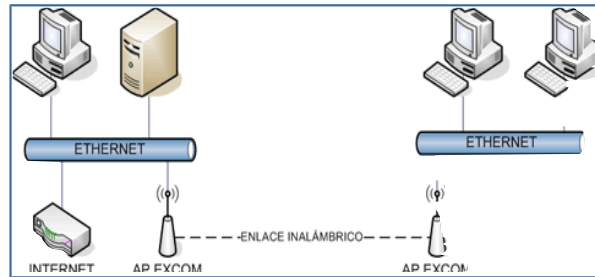


Fig. 2.33 Radio Enlace Punto a Punto

Ventajas.:

- Los puntos que se unen forman parte de la misma red local
- La velocidad de acceso siempre es superior al de un enlace por líneas xDSL o cable a través de Internet
- No requiere el pago de cuotas periódicas a operadoras
- Infraestructura propia
- Velocidad ampliable según las necesidades
- Mínimo mantenimiento
- Gran alcance: entre 30 y 40KM con visión directa. Puede prolongarse el alcance usando repetidores intermedios.

2.14.2 Radio enlace punto - multipunto

Funciona de forma similar a los enlaces Punto-a-Punto pero une varias redes entre sí. Gracias a la flexibilidad de los AP de Excom¹³ se pueden definir reglas de acceso entre las distintas redes o hacerlas funcionar como una única red.

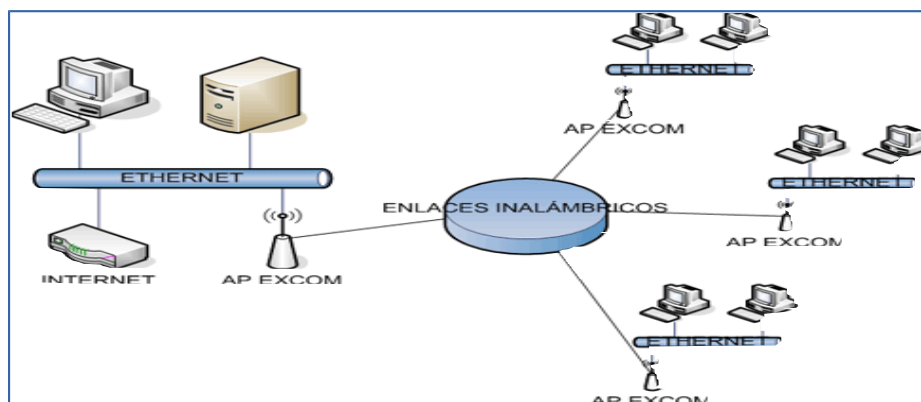


Fig. 2.34 Radio Enlace Punto a Multipunto

Las ventajas de este tipo de enlaces son exactamente las mismas que en los enlaces Punto a Punto, con la salvedad de que el ahorro en costes de telecomunicaciones es mucho mayor y el rendimiento global de la empresa también mejora de forma dramática

2.15 TIPOS DE RADIO ENLACES

En función de las frecuencias utilizadas, existen principalmente los siguientes tipos de radio - enlaces:

- Infrarrojos.
- Radio UHF.

¹³ AP de Excom.- Proveedor integral de Telecomunicaciones, Networking y Sistemas

- Sistemas de onda corta.
- Sistemas terrestres de microondas.
- Sistemas basados en satélites de comunicaciones.

2.15.1 Infrarrojos

Los Infrarrojos son ondas electromagnéticas que se propagan en línea recta, siendo susceptibles de ser interrumpidos por cuerpos opacos. Su uso no precisa de licencia administrativa y no se ven afectados por interferencias radioeléctricas externas, pudiéndose alcanzar distancias de hasta 200 metros entre cada emisor y receptor.

InfraLAN es una red basada en infrarrojos compatible con las redes Token Ring a 4 Mbps, pudiendo utilizarse independientemente o combinada con una red de área local convencional.

2.15.2 Radio UHF

Las redes basadas en equipos de radio UHF precisan para su instalación y uso una licencia administrativa. Tienen la ventaja de que la señal de radio que transporta la información no es interrumpida por la presencia de cuerpos opacos, pudiendo salvar obstáculos físicos gracias a su cualidad de difracción.

WaveLAN es una red inalámbrica que emplea la banda de frecuencias 902 a 928 MHz en Estados Unidos, aunque en Europa se ha solicitado la concesión de otras frecuencias, ya que esta banda está siendo utilizada por la telefonía móvil. Esta red funciona a 2 Mbps y

tiene una cobertura de 335 metros. Puede utilizarse de forma independiente o conectada a una red Novell convencional (Arcnet, Token Ring o Ethernet).

2.15.3 Sistemas de Onda Corta

Trabajan con frecuencias de 3 a 30 MHz. Sus enlaces son poco fiables debido a su gran atenuación y vulnerabilidad a interferencias. Su ventaja radica en que se pueden emplear para cubrir grandes distancias con poca potencia de salida y que no precisan de visibilidad directa entre antenas para la propagación de las señales portadoras de la información. Esta propagación puede producirse en línea recta, adaptándose a la superficie terrestre o por rebotes en la ionosfera.

Su uso en la transmisión de datos está actualmente limitado a circunstancias especiales, ya que su pequeña capacidad de transmisión las excluye de las grandes vías de comunicación.

2.15.4 Sistemas de Microondas

La transmisión mediante microondas se lleva a cabo en una escala de frecuencia comprendida entre los 2 y 40 GHz. Para el enlace telefónico de larga distancia se utiliza este sistema en la banda comprendida entre los 4 y 6 GHz, en la larga distancia no es recomendable utilizar frecuencias superiores debido a que aumenta su atenuación. Para este tipo de frecuencias es necesario que las antenas emisora y receptora no tengan obstáculos entre ellas (visibilidad directa), lo que obliga a utilizar antenas repetidoras en distancias del orden de los 50 Km.

Es de destacar el hecho de que en la actualidad se están comercializando redes locales cuyas estaciones están enlazadas entre sí por ondas de radio, empleando una sección poco utilizada del espectro electromagnético como son las frecuencias de 18 GHz, obteniéndose rendimientos superiores a las tecnologías que utilizan cables coaxiales para interconectar las máquinas de una red.

2.15.5 Radio - Enlaces Vía Satélite

Los satélites artificiales han revolucionado el mundo de las telecomunicaciones. Resulta un medio ideal para la difusión de imágenes en directo y un sistema sumamente eficaz para los enlaces de datos de larga distancia. En general, un satélite situado en órbita geoestacionaria a unos 35000 Km de la superficie terrestre, está constituido por uno o más dispositivos receptor - transmisor, que hacen las funciones de un enorme repetidor de microondas. Las frecuencias con las que emiten las antenas terrestres y las frecuencias con las que emite el satélite son distintas a fin de evitar interferencias entre las señales de subida y las de bajada. Con objeto de prevenir un posible caos en el cielo se han establecido acuerdos internacionales sobre las frecuencias utilizables para las transmisiones con satélites. Las bandas de 3.7 a 4.2 GHz y 5.925 a 6.425 GHz se han asignado como frecuencias de telecomunicación vía satélite para flujos de información provenientes del satélite o hacia el satélite, respectivamente. En la actualidad a estas bandas se las conoce como la banda 4/6 GHz, las cuales se encuentran superpobladas.

Existen otras bandas superiores (12/14 GHz, 20/30 GHz) disponibles también para las comunicaciones, pero el costo del equipo necesario para poder utilizarlas resulta elevado.

2.16 MODULACION EN MICROONDAS

Con todo esto llegamos a que es necesario cambiar más de alguna característica de la señal a transmitir para que sea posible tener varias comunicaciones simultáneas por un medio. Las técnicas que lo permiten se llaman técnicas de modulación.

Para ello nos servimos de una onda auxiliar, cuyas características permiten la propagación por el medio de transmisión y de la que se modificará alguna cualidad al superponer la información; A esta señal le llamaremos onda portadora, esta modifica o modula, llamaremos onda moduladora a la que lo hace, y onda modulada, al resultado de la operación. Estas técnicas se agrupan en dos tipos básicos: Modulación de una onda continua o analógica, donde se modifica la amplitud, la frecuencia, o la fase de una señal senoidal portadora por efecto de superposición de la información.

Esta información puede ser analógica o digital, por eso se da a dos tipos de modulación.

2.16.1 Modulación analógica.

En la que tanto la onda portadora como la moduladora, son señales analógicas según se modifique la amplitud, la frecuencia o la fase.

- Modulación analógica de amplitud (AM)
- Modulación analógica de frecuencia (FM)

- Modulación analógica de fase (PM)

2.16.2 Modulación digital.

Cuando la señal moduladora es digital y la portadora es analógica. También en este caso se puede modificar cualquiera de las tres características que definen a esta última.

- Modulación digital de amplitud (ASK)
- Modulación digital de frecuencia (FSK)
- Modulación digital de fase (PSK)

1. Modulación de Amplitud

La señal portadora sufre una variación en su amplitud proporcional a la de la señal moduladora. Si la moduladora es digital, la onda modulada presenta amplitud constante para cada nivel de la señal moduladora. El ancho de banda empleado es el mínimo posible, ya que es igual al doble del correspondiente al mensaje a transmitir, se puede reducir suprimiendo una de estas y la portadora. Inconvincente: sensible al ruido, ya que cualquier señal modulada en amplitud puede ser afectada de modo directo o por un impulso de ruido. Detección: por envolvente, en el caso de AM con portadora, y síncrona para la AM con portadora suprimida.

2. Modulación en frecuencia

La señal moduladora hace variar, en función de su amplitud, la frecuencia de la portadora, la portadora sufre variaciones instantáneas de frecuencia proporcionales a la amplitud de la moduladora. Si la moduladora es digital, FSK, la frecuencia de la onda

moduladora cambiará a saltos, siguiendo los niveles de impulsos de la fuente moduladora. La posición de un canal en la banda transmitida determina en parte su calidad, siendo los de más alta frecuencia los más afectados por el empeoramiento. Detección: coherente en el caso de FM; coherente o incoherente para FSK.

3. Modulación de fase

La señal moduladora varía la fase instantánea de la portadora en función de la amplitud de aquella, dando lugar a productos similares a los de la modulación anterior. Sin embargo, presenta la ventaja de que la posición de un canal en la banda transmitida, no afecta su calidad, manteniendo constante la relación señal a ruido en toda la banda de frecuencias. En la modulación PSK, la fase de la portadora toma valores diferentes según el nivel de los dígitos, de entre un conjunto discreto espaciados igualmente en el intervalo de cero a 2π . Detección: no es posible utilizar la detección incoherente puesto que la información se transmite solo en cambios de fase.

2.16.3 La técnica MIC

Modulación por impulsos codificados, es la técnica utilizada para la conversión analógica a digitales llamado también PCM, su utilización nació coincidiendo con el desarrollo de los componentes de estado sólido. En esta técnica, las muestras elegidas de la señal analógica se someten primero a una cuantificación, utilizando una frecuencia de muestreo de 8000 Hz, de acuerdo con una serie de niveles; es decir, se establece una escala de niveles y se asigna a cada muestra aquel de los dos que se encuentre más cerca de su

valor real. Esta operación introduce una distorsión de cuantificación que será menor cuanto menores sean las amplitudes de los intervalos elegidos.

2.16.4 La técnica de transmisión OFDM

Se basa en una transmisión simultánea en n bandas de frecuencia (entre 2 y 30 MHz) con N cantidad de portadoras por banda. La señal se comparte entre las portadoras. Las frecuencias de trabajo se eligen de acuerdo con las normas de regulación; las otras se "apagan" con el uso de software. La señal se emite a un nivel de ancho de banda suficientemente alto para poder aumentar el flujo y luego se aplica a varias frecuencias de forma simultánea. Si una de estas frecuencias es atenuada, la señal se transmitirá en todo caso gracias a la transmisión simultánea. El espectro de la señal OFDM presenta un uso óptimo de la banda asignada debido a la ortogonalidad de las subportadoras.

2.16.5 SS: Modulación Spread Spectrum (Espectro expandido)

El principio que subyace a la modulación del espectro expandido consiste en "expandir" información por una banda de frecuencia mucho más ancha que la banda necesaria, con el propósito de contrarrestar las señales de interferencia y las distorsiones relacionadas con la propagación: la señal se confunde con el ruido. La señal se codifica separadamente y se asigna un código a cada usuario. Este código se decodifica luego cuando llega a su destino. La expansión se garantiza aplicando señales pseudo-aleatorias que se denominan código expensor. La recepción de esta señal se ve como un ruido si el receptor no conoce el código. Debido a que la señal se transmite a un nivel más bajo que el ruido, el ancho

de banda es bajo. De esta manera, la modulación de espectro expandido se optimiza para contrarrestar el ruido, reduciendo los efectos producidos por éste.

Cuando se describen las distintas soluciones existentes, se observa que las soluciones que utilizan una modulación de espectro expandido tienden a ser aplicaciones con un ancho de banda estrecho, mientras que sólo aquellas soluciones que utilizan OFDM presentan un incremento en el ancho de banda.

2.16.6 Modulación LMDS

El Sistema de Distribución Local Multipunto (LMDS) es un sistema de comunicación punto – multipunto inalámbrico para transmisión sobre banda ancha, permite transmitir servicios de voz, datos, Internet y video en las frecuencias de los 25-GHz en adelante.

Aplicaciones:

- TV multicanal por suscripción
- Interconectividad de redes LAN
- Videoconferencia (IP o ISDN)
- Frame Relay

2.16.7 Modulación WiMAX

La tecnología WiMAX resolvió y mitigó los problemas resultantes de condiciones de NLOS usando:

- OFDM
- Antenas direccionales (inteligentes)
- Multiplexación espacial

- Diversidad de transmisión y recepción
- Modulación adaptativa
- Técnicas de corrección de errores
- Control de potencia

Primero el OFDM ofrece buena resistencia a multitrayectos y permite que WiMAX opere en condiciones NLOS; tal que previene las interferencias por medio de la ortogonalización.

2.16.8 Modulación WIFI

GMSK es un esquema de modulación no lineal de fase continua que se basa en el filtrado de la modulación MSK por medio de un filtro gaussiano para evitar los cambios abruptos de la fase que se presenta en la modulación MSK. El filtrado convierte cada dato modulante que ocupa en banda base un periodo de tiempo (T), en una respuesta en la que cada símbolo ocupa varios períodos, dependiendo del BT (producto ancho de banda – tiempo) del filtro. Sin embargo, dado que esta conformación de pulsos no cambia el modelo de la trayectoria de la fase GMSK se puede detectar coherentemente como una señal MSK, o no coherentemente como una señal FSK.

En la práctica, GMSK es muy atractiva por su excelente eficiencia espectral de potencia. El filtro de premodulación introduce ISI (interferencia intersímbolos) en la señal transmitida, pero esta degradación no es grave si el parámetro BT del filtro es mayor a 0,3 porque en la medida en que se extienda el bit a varios periodos se tiene una mayor probabilidad de error al poder detectar el dato en la recepción.

La señal final GMSK se puede representar a través de una expresión matemática. Esta función está expresada en (1):

Donde E_b es la energía de señal por bit y Z_0 es una constante de fase aleatoria que puede ser asumida como cero ($Z_0 = 0$).

La fase de la señal modulada está dada por (2):

Donde m_i es la señal de datos NRZ (Non Return Zero), la cual tiene como valores 1 y -1.

El índice de modulación $h=0.5$ resulta en el máximo cambio de fase de $\pi/2$ radianes por cada intervalo de datos. Esta red debe mantener una relación de 90 grados entre las señales I y Q para todas las frecuencias en la banda de interés. Las dos funciones resultantes $I(t)$ y $Q(t)$ son pasadas a través del modulador I/Q, el cual lleva a la salida la señal $m(t)$ que es escrita como (3) donde f_c es la frecuencia de portadora usada. Una de las dificultades que presenta esta modulación es la complejidad de realizar tal esquema de modulación. El filtro gaussiano se implementa en un circuito digital donde se programa la función de transferencia de este. Además, realizar y sincronizar un esquema en cuadratura no es tarea fácil. Actualmente la modulación GMSK es usada en técnicas de transmisión de datos como GPRS (General Packet Radio Service), que es un subsistema introducido en las normas de los protocolos GSM. GPRS ha introducido la conmutación de paquetes de datos dentro de las redes GSM y se destaca que GSM usa un BT de 0,3.

2.16.9 La técnica de modulación DBPSK

Es una forma alterna de modulación digital donde la información de la entrada está contenida en la diferencia de las fases de dos elementos sucesivos de señalización y no en la fase absoluta. En cambio de esto se puede utilizar una técnica parcialmente coherente. También es importante que uno de los dos elementos de señalización recibido se retarda un intervalo de tiempo (demora de 1 bit), y que la diferencia de fase de los dos elementos determina la condición lógica de los datos. Como aplicación principal de la modulación DBPSK se tiene que es ampliamente utilizada en Wi-Fi (Wireless Fidelity). Wi-Fi es la tecnología utilizada en una red o conexión inalámbrica para la comunicación de datos entre equipos situados dentro de una misma área (interior o exterior) de cobertura. Conceptualmente, no existe ninguna diferencia entre una red con cables (cable coaxial, fibra óptica, etc.) y una inalámbrica. La diferencia está en que las redes inalámbricas transmiten y reciben datos a través de ondas electro-magnéticas, lo que supone la eliminación del uso de cables y, por tanto, una total flexibilidad en las comunicaciones.

2.17 TIPOS DE TORRES EN EL RADIO ENLACE

Existen distintos tipos de torres para radio enlace, entre los más comunes podemos encontrar:

- Auto soportadas
- Mástiles arriostrados
- Mono postes

Y no tan comunes tenemos:

- Estructuras sobre Azotea

➤ Camuflados

2.17.1 Auto soportadas



Fig. 2.35 Torres Autosoportadas

Las Torres Auto soportadas son estructuras reticuladas tronco piramidales que se ofrecen para uso en telecomunicaciones como soporte de antenas celulares, de sección triangular ó cuadrada, fabricadas con montantes de chapa plegada ó perfil ángulo respectivamente.

Todos los materiales componentes se galvanizan por inmersión en caliente, según normas, para luego aplicarles dos manos de esmalte acrílico acuoso (pintura ecológica), conformando el balizamiento diurno. Las torres son diseñadas para admitir cargas en toda su estructura, limitando las deformaciones de acuerdo al equipamiento radioeléctrico a utilizar.

Este tipo de torres se utilizan en la instalación de antenas para telefonía celular, de micro ondas de radio, telecomunicaciones y transmisiones, capaces de resistir velocidades de viento de hasta 240 Km/Hrs en diferentes condiciones orográficas.

2.17.2 Mástiles Arriostrados:

Los Mástiles Arriostrados son estructuras reticuladas en forma de prisma triangular equilátero constante en su extensión, que se ofrecen para su uso en telecomunicaciones como soporte de antenas de celulares, trunking, MW, VHF, UHF, BLU y radios AM y FM. Los montantes pueden ser fabricados en chapa de acero plegada o caño estructural. Las diagonales serán de perfil ángulo o hierro redondo, respectivamente.

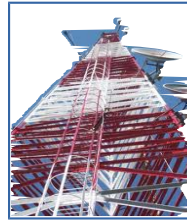


Fig. 2.36 Torres Mastiles Arriostrados

En todos los casos, serán arriostrados en tres o cuatro direcciones según la disponibilidad del terreno. Todos los materiales componentes se galvanizan por inmersión en caliente, según normas, para luego aplicarles dos manos de esmalte acrílico acuoso (pintura ecológica), conformando el balizamiento diurno. Los mástiles son diseñados para admitir cargas en toda su estructura, limitando las deformaciones de acuerdo al equipamiento radioeléctrico a utilizar.

2.17.3 Monopostes:

Los Monopostes son estructuras metálicas conformadas por tramos chapa de acero rolada de diámetros variables unidos entre sí mediante bridas especiales soldadas y rigidizadas. Sus ventajas son la rápida instalación en espacios reducidos. Todos los materiales componentes se galvanizan por inmersión en caliente, según normas, para luego aplicarles dos manos de esmalte acrílico acuoso (pintura ecológica), conformando el balizamiento diurno. Son diseñados para admitir cargas en su parte superior, limitando las deformaciones según el equipamiento radioeléctrico a utilizar. Contamos con varios tipos de monopostes, acorde a sus requerimientos específicos de comunicación, requieren un espacio mínimo para su instalación. Se tienen para alturas de hasta 36 mts. en secciones de 6.00 mts., fabricados con tubo tipo industrial NOM-B177 (ASTM-A-53) de

diferentes diámetros y espesores de pared, acordes a las características de los esfuerzos a los que serán sometidos.

Fig. 2.37 Torres Monopostes

En ellos podemos instalar antenas para celulares, micro ondas de radio y telecomunicaciones, así como plataformas, pasillo andador y soportes, entre otros, capaces de resistir velocidades de viento hasta 200 Km/Hr en diferentes condiciones de terreno.



2.17.4 Estructuras de Azoteas:

Las estructuras sobre terraza para celdas tipo Roof-Top están diseñadas para transferir las cargas actuantes generadas por los Equipos out door, shelters, pedestales para soportes de antenas, a la estructura resistente del Edificio en cuya terraza se apoyan y fijan los elementos necesarios para una celda de telecomunicaciones.

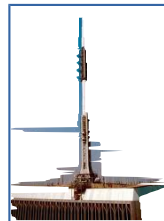


Fig. 2.38 Torres Estructuras de Azoteas

Una vez determinada la estructura resistente del edificio se procede a realizar una verificación de las cargas y el diseño para una transferencia de las mismas sobre las columnas y vigas existentes de la construcción. Estas estructuras son normalmente construidas con perfiles “U”, “I” y “L” de acero estructural. Todos los elementos que componen la estructura son pre-diseñados y fabricados íntegramente en nuestra planta para su posterior izado y montaje “in situ”. Todos los materiales componentes son galvanizados por inmersión en caliente según normas.

2.17.5 Camuflados:

Estructuras Camufladas y Mimetización Edilicia. De acuerdo a las necesidades de innovar permanente, se ha desarrollado estructuras ecológicas a fin de satisfacer necesidades específicas destinadas a minimizar el impacto visual. Las estructuras ecológicas simulan la corteza y follaje de una determinada especie forestal.



Fig. 2.39 Torres de Estructura Camufladas

Mediante la mimetización edilicia se logra disminuir la polución visual, continuando la fachada de la construcción donde se implanta la radio base. Estos productos fueron

diseñados en su totalidad por especialistas. Todos los componentes que participan en la fabricación del producto, son verificados y estudiados en sus diversos comportamientos:

- Transparencia a las radicaciones de antenas
- Adherencia
- Durabilidad
- Resistencia a climas extremos
- Factibilidad de embalaje
- Resistencia a rayos ultravioleta.

2.18 TIPOS DE ANTENAS

Hay varios tipos de antenas. Los más relevantes para aplicaciones en bandas libres son:

- Omnidireccionales
- Direccionales
- Dipolo
- Dipolo Simple
- Dipolo en V invertida
- Panel Plato (Flat Panel)
- Yagi
- Antenas parabólicas (plato parabólico)
- Antenas Microstrip:

➤ Antena de Ranura:

2.18.1 Antenas omnidireccionales



Fig. 2.40 Antenas omnidireccionales

Se les llama también antenas de fuste vertical. Se utilizan principalmente para emitir la señal en todas las direcciones. En realidad la señal que emite en forma de óvalo, y sólo emite en plano (no hacia arriba ni hacia abajo). Se suelen colocar en espacios abiertos para emisión todas las direcciones. También se usan en espacios cerrados. En caso de colocarlas en el exterior es conveniente colocarle un filtro de saltos de tensión, para evitar problemas con tormentas eléctricas. Son baratas, fáciles de instalar y duraderas. Su ganancia está en torno a los 15 dBi. Es una solución tecnológica ideal para la planificación de redes móviles celulares.

2.18.2 Antenas direccionales



Fig. 2.41 Antenas direccionales

Las antenas direccionales (o yagui), tienen forma de tubo. En su interior tienen unas barras de metal que cruzan el interior de ese tubo. La señal que emiten es direccional y

proporciona una ganancia que oscila entre los 15 y los 30 dBi. Hay que enfocarla directamente al lugar con el que se quiere enlaza. Como todas las antenas exteriores hay que protegerla ante posibles descargas eléctricas.

2.18.3 Antenas Dipolo:



Fig. 2.42 Antenas Dipolo

Todas las antenas de dipolo tienen un patrón de radiación generalizado. Primero el patrón de elevación muestra que una antena de dipolo es mejor utilizada para transmitir y recibir desde el lado amplio de la antena. Es sensible a cualquier movimiento fuera de la posición perfectamente vertical. Se puede mover alrededor de 45 grados de la verticalidad antes que el desempeño de la antena se degrade más de la mitad. Otras antenas de dipolo pueden tener diferentes cantidades de variación vertical antes que sea notable la degradación.

Este tipo de antenas de dipolo se pueden usar para transmisiones de HF que son comunicaciones de larga distancia. También se usan antenas de dipolo para emisoras de FM

Este tipo de antenas, están más indicadas para lugares pequeños, y más concretamente para uso de Access Points. La ganancia de esas antenas oscila entre los 2 y los 7 dBi's.

Este tipo de antenas de dipolo se pueden usar para transmisiones de HF que son comunicaciones de larga distancia. También se usan antenas de dipolo para emisoras de FM

2.18.4 Dipolo simple

En su versión más sencilla, el dipolo consiste en dos elementos conductores rectilíneos colineales de igual longitud, alimentados en el centro, y de radio mucho menor que el largo. La longitud del dipolo es la mitad de la longitud de onda de la frecuencia de resonancia del dipolo, y puede calcularse como $150/\text{frecuencia(MHz)}$. El resultado estará dado en metros. A causa del efecto de bordes la longitud real será algo inferior, del orden del 95% de la longitud calculada.

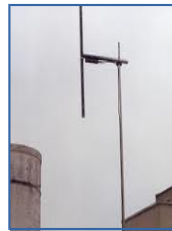


Fig. 2.43 Dipolo simple

Ejemplo: Para obtener una antena resonante en la Banda de 10m, a la frecuencia de 28,9 MHz, el dipolo tendrá teóricamente 5,21 metros de largo. En la práctica, el largo real físico del dipolo será algo menor, del orden de 4,95m.

La longitud real del dipolo a la frecuencia de resonancia dependerá de muchos otros parámetros, como el diámetro del conductor, o bien la presencia de otros conductores a proximidad. En el espacio ideal y a una distancia de la tierra mayor a varias longitudes de onda, la impedancia del dipolo simple es de 73 Ohm

2.18.5 Dipolo en V invertida

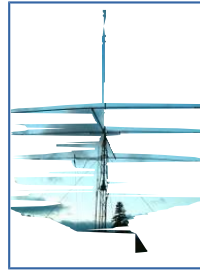


Fig. 2.44 Dipolo en V invertida

Es un dipolo cuyos brazos han sido doblados el mismo ángulo respecto del plano de simetría. Tiene la forma de una V invertida. La realización exige algunas precauciones.

Autores como Brault y Piat recomiendan que el ángulo de la V no sea inferior a 120 grados, y que los extremos de la V estén lo más lejos posible del suelo; la proximidad de los extremos a la tierra induce capacidades que alteran la frecuencia de resonancia.

El dipolo en V invertida es sumamente apreciado por los radioaficionados que transmiten en expediciones, porque con un simple mástil de unos nueve metros, un poco de cable y de cuerda de nylon, es posible instalar rápidamente una antena transportable, liviana, y poco voluminosa.

2.18.6 Antenas de Panel



Fig. 2.45 Antenas de Panel

Se utilizan para conexiones punto a punto enfocadas. Son como pequeñas cajas planas y tienen una ganancia de hasta 24. dBis. Se ven mucho por su uso para telefonía celular. Estos paneles, igualmente, sirven para las conexiones de Internet inalámbrico.

Las antenas de panel plano como su nombre lo dice son un panel con forma cuadrada o rectangular. y están configuradas en un formato tipo patch. Las antenas tipo Flat Panel son muy direccionales ya que la mayoría de su potencia radiada es una sola dirección ya sea en el plano horizontal o vertical. En el patrón de elevación (Fig. 4) y en el patrón de azimuth (Fig. 5) se puede ver la directividad de la antena Flat Panel. Las antenas Flat Panel pueden ser fabricadas en diferentes valores de ganancia de acuerdo a su construcción. Esto puede proveer excelente directividad y considerable ganancia.

2.18.7 Antenas Yagui



Fig. 2.46 Antenas Yagui

Estas se componen de un arreglo de elementos independientes de antena, donde solo uno de ellos transmite las ondas de radio. El número de elementos (específicamente, el número de elementos directores) determina la ganancia y directividad. Las antenas Yagi no son tan direccionales como las antenas parabólicas, pero son más directivas que las antenas panel. Una antena de este tipo se utiliza principalmente para recibir señales de televisión, tanto en VHF como en UHF. Su peculiaridad es que por cada elemento que se le añade aumenta su ganancia de forma que cuantos más elementos más ganancia se tiene

en el dipolo. Asimismo con cada elemento parásito que se le agrega (por delante) más acusada es la direccionalidad de la antena y más cerrado es el ángulo de recepción. Lo mismo se podría decir si se usa este tipo de antena Yagi para transmitir: cuantos más elementos más ganancia de transmisión y más directividad se obtiene, con lo que con una determinada potencia de emisión y una antena de alta ganancia se pueden obtener un haz radioeléctrico concentrado hacia una determinada dirección y más larga será la distancia, lineal, a la que se puede enviar las señales. Las antenas yagui, (o direccionales) tienen forma de tubo. En su interior tienen unas barras de metal que cruzan el interior de ese tubo. La señal que emiten es direccional y proporciona una ganancia que oscila entre los 15 y los 21 dBi. Hay que enfocarla directamente al lugar con el que se quiere enlazar. Por razones de dimensiones de las antenas, las redes de antenas Yagi se utilizan mucho en VHF y UHF. Son usadas en FM como antenas receptoras o para radioenlaces, aunque la mayor parte de Yagis que vemos en los tejados son antenas para recibir los canales de TV.

2.18.8 Antenas Parabólicas

Las antenas parabólicas son las más potentes que se pueden adquirir (hasta 27 dBi), por lo que son las más indicadas para cubrir largas distancias entre emisor y receptor. Cuanta mayor ganancia tienen, mayor diámetro de rejilla. Son antenas usadas para recibir señales de satélites, enlaces por microondas y otras telecomunicaciones a grandes distancias. Las antenas parabólicas usan características físicas así como antenas de elementos múltiples

para alcanzar muy alta ganancia y direccionalidad. Estas antenas usan un plato reflector con la forma de una parábola para enfocar las ondas de radio recibidas por la antena a un punto focal.



Fig. 2.47 Antenas Parabólicas

La parábola también funciona para capturar la energía radiada por la antena y enfocarla en un haz estrecho al transmitir. Como puede verse en la Figura 5, la antena parabólica es muy direccional.

Al concentrar toda la potencia que llega a la antena y enfocarla en una sola dirección, este tipo de antena es capaz de proveer muy alta ganancia. Normalmente estas antenas en redes de microondas operan en forma full duplex, es decir, transmiten y reciben simultáneamente. Las antenas parabólicas suelen ser utilizadas a frecuencias altas y tienen una ganancia elevada. Atendiendo a la superficie reflectora, pueden diferenciarse varios tipos de antenas parabólicas, los más extendidos son los siguientes: Son antenas usadas para recibir señales de satélites, enlaces por microondas y otras telecomunicaciones a grandes distancias.

2.18.9 Antena de Ranura

Las antenas de ranura cuentan con características de radiación muy similares a las de los dipolos, tales como los patrones de elevación y azimuth, pero su construcción consiste solo de una ranura estrecha en un plano.



Fig. 2.48 Antena de Ranura

Así como las antenas microstrip mencionadas abajo, las antenas de ranura proveen poca ganancia, y no cuentan con alta direccionalidad, como evidencian sus patrones de radiación y su similaridad al de los dipolos. Su más atractiva característica es la facilidad de construcción e integración en diseños existentes, así como su bajo costo. Estos factores compensan por su desempeño poco eficiente.

2.18.10 Antenas Microstrip

Estas antenas pueden ser hechas para emular cualquiera de los diferentes tipos de antenas antes mencionados. Las antenas microstrip ofrecen varios detalles que deben de ser considerados. Debido a que son manufacturadas con pistas en circuito impreso, pueden ser muy pequeñas y livianas.



Fig. 2.49 Antenas Microstrip

Esto tiene como costo no poder manejar mucha potencia como es el caso de otras antenas, además están hechas para rangos de frecuencia muy específicos. En muchos casos, esta limitación de frecuencia de operación puede ser benéfico para el desempeño del radio. Debido a sus características las antenas microstrip no son muy adecuadas para equipos de comunicación de banda amplia.

2.19 FRECUENCIAS QUE UTILIZAN

Todos sabemos que nuestras radios sintonizan distintas «bandas de frecuencias» que generalmente denominamos: Onda Media, Onda Corta, FM (VHF), etc. Estas «bandas» son divisiones del «espectro radioeléctrico» que por convención se han hecho para distribuir los distintos servicios de telecomunicaciones. Cada una de estas gamas de frecuencias poseen características particulares que permiten diferentes posibilidades de recepción para el diexista; por esto es de interés que conozca las características principales de cada una de ellas. Antes de empezar con las características de cada Banda de Frecuencias; conviene aclarar que se denomina Espectro Radioeléctrico a la porción del Espectro Electromagnético ocupado por las ondas de radio, o sea las que se usan para telecomunicaciones. El Espectro Electromagnético está compuesto por las ondas de radio, las infrarrojas, la luz visible, la luz ultravioleta, los rayos X y los rayos gamas:

todas estas son formas de energía similares, pero se diferencian en la FRECUENCIA y la LONGITUD de su onda. Las Frecuencias se miden en «Hertzios» (o «ciclos por segundo»): en telecomunicaciones se usan los siguientes múltiplos de esta medida para las frecuencias de radio:

Múltiplo	abrev.	Hertz	también denominado:
Kilo-Hertz	KHz	1.000Hz	Kilociclos (Kc/s)
Mega-Hertz	MHz	1.000KHz	Megaciclos(Mc/s)
Giga-Hertz	GHz	1.000MHz	Gigaciclos (Gc/s)

Tabla 2.4 Medidas para las frecuencias de radio

Fuente: Sistemas electrónicos de comunicaciones (Tercera reimpresión edición)

Elaboracion: Frenzel, Louis L

La longitud de onda se mide en metros (en ondas de radio se usan: metros, centímetros y milímetros); la relación entre frecuencia y amplitud es inversa y la relación entre ambas se expresa en la siguiente ecuación:

$$300.000 = \text{Frecuencia en KHz longitud de onda en metros}$$

2.19.1 La división del espectro radioeléctrico

DISTRIBUCIÓN CONVENCIONAL DEL ESPECTRO RADIOELECTRICO					
SIGLA	DENOMINACION	LONGITUD DE ONDA	GAMA DE FRECUENCIA	CARACTERISTICAS	USO TIPICO
VLF	VERY LOW FRECUENCIES Frecuencias Muy Bajas	30.000 m a 10.000 m	10 KHz a 30 KHz	Propagación por onda de tierra, atenuación débil. Características estables.	ENLACES DE RADIO A GRAN DISTANCIA
LF	LOW FRECUENCIES Frecuencias Bajas	10.000 m. a 1.000 m.	30 KHz a 300 KHz	Similar a la anterior, pero de características menos estables.	Enlaces de radio a gran distancia, ayuda a la

					navegación aérea y marítima.
MF	MEDIUM FRECUENCIES Frecuencias Medias	1.000 m. a 100 m.	300 KHz a 3 MHz	Similar a la precedente pero con una absorción elevada durante el día. Prevalece propagación ionosférica durante la noche.	RADIODIFUSIÓN
HF	HIGH FRECUENCIES Frecuencias Altas	100 m. a 10 m.	3 MHz a 30 MHz	Prevalece propagación Ionosférica con fuertes variaciones estacionales y en las diferentes horas del día y de la noche.	COMUNICACIONES DE TODO TIPO A MEDIA Y LARGA DISTANCIA
VHF	VERY HIGH FRECUENCIES Frecuencias Muy Altas	10m. a 1 m.	30 MHz a 300 MHz	Prevalece propagación directa, ocasionalmente propagación Ionosférica o Troposférica.	Enlaces de radio a corta distancia, TELEVISIÓN, FRECUENCIA MODULADA
UHF	ULTRA HIGH FRECUENCIES Frecuencias Ultra Altas	1m. a 10 cm.	300 MHz a 3 GHz	Solamente propagación directa, posibilidad de enlaces por reflexión o a través de satélites artificiales.	Enlaces de radio, Ayuda a la navegación aérea, Radar, TELEVISIÓN
SHF	SUPER HIGH FRECUENCIES Frecuencias Superaltas	10cm. a 1 cm.	3 GHz a 30 GHz	Solamente propagación directa, posibilidad de enlaces por reflexión o a través de satélites artificiales	Radar, enlaces de radio
EHF	EXTRA HIGH FRECUENCIES Frecuencias Extra-Altas	1cm. a 1 mm.	30 GHz a 300 GHz	Solamente propagación directa, posibilidad de enlaces por reflexión o a través de satélites artificiales	Radar, enlaces de radio
EHF	EXTRA HIGH FRECUENCIES Frecuencias Extra-Altas	1mm. a 0,1 mm.	300 GHz a 3.000 GHz	Solamente propagación directa, posibilidad de enlaces por reflexión o a través de satélites artificiales	Radar, enlaces de radio

Tabla 2.5. Distribución convencional del espectro radioeléctrico

Fuente: Sistemas electrónicos de comunicaciones (Tercera reimpresión edición)

Elaboracion: Frenzel, Louis L

2.19.2 Las frecuencias de las redes inalámbricas

En el contexto de las redes inalámbricas, nos enfocamos en las bandas industriales, científicas y médicas, libre de licencias (ISM, por su versión en inglés), en:

Frecuencia	Estándar	Longitud de Onda
2,4 GHz	802.11 b/g	12,5 cm
5 GHz	802.11 ^a	5-6 cm

Tabla 2.6 Frecuencia de las redes inalámbricas

Fuente: Sistemas electrónicos de comunicaciones (Tercera reimpresión edición)

Elaboracion: Frenzel, Louis L

2.20 NORMAS INTERNACIONALES QUE SE CONSIDERAN PARA LA INSTALACIÓN DE RADIO ENLACES.

ISO/IEC 18000 es un estándar internacional que describe una serie de diversos RFID tecnologías, cada una utilizando una única gama de frecuencias.

ISO / IEC 18000 se compone de las siguientes partes, bajo el título de la tecnología de la información en general - la identificación de radio frecuencia para la gestión de artículo:

- Parte 1: la arquitectura de referencia y definición de parámetros para ser estandarizados.
- Parte 2: Parámetros para las comunicaciones de interfaz de aire por debajo de 135 [KHz](#) .
- Parte 3: Parámetros para la interfaz de comunicaciones aire a 13,56 MHz .
- Parte 4: Parámetros para la interfaz de comunicaciones aire a 2,45 GHz .
- Parte 6: Parámetros para las comunicaciones de interfaz de aire a 860 MHz a 960 MHz.
- Parte 7: Parámetros de activos de comunicaciones de interfaz aérea a 433 MHz.

Las diversas partes de la norma ISO / IEC 18000 describir la comunicación de interfaz de aire a diferentes frecuencias con el fin de poder utilizar los comportamientos físicos diferentes.

Las diversas partes de la norma ISO / IEC 18000 son desarrollados por la ISO / IEC JTC1 SC31, "Técnicas de Captura Automática de Datos".

Métodos de pruebas de conformidad de las distintas partes de la norma ISO / IEC 18000 se definen en las partes correspondientes de la norma ISO / IEC 18047.

Métodos de prueba de rendimiento se definen en la norma ISO / IEC 18046.

2.20.1 Estándar IEEE 802.11

802.11 - Estándar para redes inalámbricas con línea visual.

802.11a - Estándar superior al 802.11b, pues permite velocidades teóricas máximas de hasta 54 Mbps, apoyándose en la banda de los 5GHz. A su vez, elimina el problema de las interferencias múltiples que existen en la banda de los 2,4 GHz (hornos microondas, teléfonos digitales DECT, BlueTooth).

802.11b - Extensión de 802.11 para proporcionar 11 Mbps usando DSSS.

También conocido comúnmente como Wi-Fi (Wireless Fidelity): Término registrado promulgado por la WECA para certificar productos IEEE 802.11b capaces de inter operar con los de otros fabricantes.

Es el estándar más utilizado en las comunidades inalámbricas.

802.11e - Estándar encargado de diferenciar entre video-voz-datos. Su único inconveniente el encarecimiento de los equipos.

802.11g - Utiliza la banda de 2,4 GHz, pero permite transmitir sobre ella a velocidades teóricas de 54 Mbps.

Se consigue cambiando el modo de modulación de la señal, pasando de 'Complementary Code Keying' a 'Orthogonal Frequency Division Multiplexing'.

Así, en vez de tener que adquirir tarjetas inalámbricas nuevas, bastaría con cambiar su firmware interno.

802.11i - Conjunto de referencias en el que se apoyará el resto de los estándares, en especial el futuro 802.11a.

El 802.11i supone la solución al problema de autenticación al nivel de la capa de acceso al medio, pues sin ésta, es posible crear ataques de denegación de servicio (DoS).

802.15.- Bluetooth

802.16.- WMan

2.21 NORMAS DE SEGURIDAD QUE SE CONSIDERAN PARA LA INSTALACIÓN DE RADIO ENLACES.

➤ **ISO/IEC 11784-11785, ISO 10536, ISO 18000:** sobre privacidad y seguridad a los datos.

- **ISO 14223/1:** identificación por radiofrecuencia de animales, transpondedores avanzados e interfaz radio.
- **ISO 14443:** orientadas a los sistemas de pago electrónico y documentación personal.
Es muy popular el estándar HF, que es el que se está utilizando como base para el desarrollo de pasaportes que incorporan RFID.
- **ISO 15693:** estándar HF, también muy extendido, se utiliza en tarjetas sin contacto de crédito y débito.
- **ISO 18000-7:** estándar industrial para UHF (para todos los productos basados en RFID activa) es promovido por el Departamento de Defensa de EEUU, la OTAN y otros usuarios comerciales de RFID activa.
- **ISO 18185:** estándar industrial para el seguimiento de contenedores, a frecuencias de 433 MHz y 2,4 GHz.
- **ISO/IEC 15961:** se encarga del protocolo de datos e interfaz de aplicación.
- **ISO/IEC 15962:** sobre el protocolo de codificación de datos y funcionalidades de la memoria de la etiqueta RFID.
- **ISO/IEC 15963:** sobre el sistema de trazado y monitorización que afecta a la etiqueta RFID.
- **ISO 19762-3:** establece los términos y definiciones únicas de identificación por radiofrecuencia (RFID) en el campo de la identificación automática y captura de datos técnicos.

➤ **ISO 23389**: estándar para los contenedores (normas de lectura/escritura).

➤ **ISO 24710**: técnicas AIDC para gestión de objetos con interfaz ISO 18000.

La **IEEE 802.1X** es una norma del IEEE para el control de acceso a red basada en puertos. Es parte del grupo de protocolos IEEE 802 (IEEE 802.1). Permite la autenticación de dispositivos conectados a un puerto LAN, estableciendo una conexión punto a punto o previniendo el acceso por ese puerto si la autenticación falla. Es utilizado en algunos puntos de acceso inalámbricos cerrados y se basa en el protocolo de autenticación extensible (EAP– RFC 2284). El RFC 2284 ha sido declarado obsoleto en favor del RFC 3748. 802.1X está disponible en ciertos conmutadores de red y puede configurarse para autenticar nodos que están equipados con software *suplicante*. Esto elimina el acceso no autorizado a la red al nivel de la capa de enlace de datos. Algunos proveedores están implementando 802.1X en puntos de acceso inalámbricos que pueden utilizarse en ciertas situaciones en las cuales el punto de acceso necesita operarse como un punto de acceso cerrado, corrigiendo deficiencias de seguridad de WEP. Esta autenticación es realizada normalmente por un tercero, tal como un servidor de RADIUS. Esto permite la autenticación sólo del cliente o, más apropiadamente, una autenticación mutua fuerte utilizando protocolos como EAP-TLS.

2.22 EQUIPOS QUE SE UTILIZAN EN LA INSTALACIÓN DE RADIO ENLACES

2.22.1 Análisis de tráfico

2.22.1.1 NETSTAT

(Comando de Windows): Muestra estadísticas de protocolos, conexiones TCP/IP actuales y puertos de escucha. Las listas de salidas Netstat enumeran los errores y los descartes. Los descartes son paquetes recibidos que contienen errores que no se pueden procesar y los errores indican paquetes dañados. Los errores indican sobre carga en la red local y/o malas conexiones físicas. La Biblia del TCP/IP (2001).

2.22.1.2 Monitor de red

(Comando de Windows): El Monitor de Red se utiliza para supervisar el tráfico de red. Le permite supervisar todo el tráfico que llega y sale del servidor y su subred. La Biblia del TCP/IP (2001).

2.22.1.3 Fluke protocol inspector

Este protocolo fue desarrollado por Fluke Networks se encuentra entre los doce vendedores del mercado que ofrecen productos de análisis capaces de medir de forma efectiva los distintos aspectos de una infraestructura de redes. El mercado necesitaba una solución del análisis de redes que pudiera incorporar un enfoque amplio para diversas tecnologías. Este analizador de Tráfico de Redes se instala en cuestión de minutos y se integra por completo con plataformas y herramientas ya existentes y puede administrarse fácilmente desde ubicaciones múltiples. También puede recopilar datos de fuentes que ya se encuentren en la red, como sondas RMON, agentes SNMP vinculados o cualquier dispositivo preparado para web.

2.22.1.4 Orinoco o manager

Este software de AVAYA WIRELESS, permite hacer monitoreos a las redes inalámbricas, tanto en los puntos de enlace como en los servidores y estaciones de trabajo. Con este software se puede medir la cantidad de Bytes que entran y salen de un punto, Paquetes enviado y recibidos, relación señal ruido, entre otros.

El comando Netstat es utilizado como primer recurso para detectar fallas generales entre una Estación de Trabajo y el Servidor. Para casos en que el trafico de la red se congestiona en su totalidad usa el comando de Monitoreo de Redes de Windows o el Fluke Protocol Inspector. Cuando la falla se presenta en uno de los componentes inalámbricos se utiliza el software de AVAYA, Orinoco Or manager.

2.23 ANALIZADOR DE PÉRDIDA DE PAQUETES

En las redes de ordenadores, la información se transmite en una serie de paquetes con la dirección física(o dirección MAC) de quien lo envía y quien lo tiene que recibir, de manera que cuando transmitimos un fichero, éste se divide en varios paquetes con un tamaño predeterminado y el receptor es el único que captura los paquetes evaluando si llevan su dirección.

En el modo promiscuo, una máquina intermedia captura todos los paquetes, que normalmente desecharía, incluyendo los paquetes destinados a él mismo y al resto de las máquinas. Resulta a destacar que las topologías y hardware que se usen para comunicar las redes, influye en su funcionamiento, ya que las redes en bus, redes en anillo, así como todas las redes que obliguen a que un paquete circule por un medio compartido, al cual todos tienen acceso, los modos promiscuos capturarán muchos más paquetes que si están en una red con topología en árbol. Para completar el modo, las máquinas en modo promiscuo suelen simplemente copiar el paquete y luego volverlo a poner en la red para que llegue a su destinatario real (en el caso de topologías que requieran de retransmisión).

El modo promiscuo resulta muy útil para ver que paquetes atraviesan tu red. Su utilidad se basa en que todos los paquetes que pasan por una red tiene la información de a que protocolo perteneces y las opciones de reensamblado. Incluso si no están cifrados, tienen la información en claro, es decir, que puedo saber que contiene el paquete.

Es especialmente útil en los routers que unen varias redes, ya que con herramientas que analizan los paquetes podemos detectar errores, ataques, pérdida de paquetes, sobrecargas, etc. Al capturar todo el tráfico que atraviesa un router, se pueden determinar también, usos, servicios que tienen que recibir ancho de banda prioritario, accesos no permitidos a equipos o protocolos, etc.

También es usado en el lado contrario: para realizar ataques contra redes. Últimamente, este término es muy usado para tratar de atacar redes WIFI cifradas así como el Wardriving que es la detección de redes WIFI.

2.23.1 Generador de señal

Un generador de señales, de funciones o de formas de onda es un dispositivo electrónico de laboratorio que genera patrones de señales periódicas o no periódicas tanto analógicas como digitales. Se emplea normalmente en el diseño, test y reparación de dispositivos electrónicos; aunque también puede tener usos artísticos.

Hay diferentes tipos de generadores de señales según el propósito y aplicación; que se corresponderá con el precio.



Fig. 2.50 Modelo de Generadores de Señal marca ANRITSU

Tradicionalmente los generadores de señales eran dispositivos estáticos apenas configurables, pero actualmente permiten la conexión y control desde un PC. Con lo que pueden ser controlados mediante software hecho a medida según la aplicación, aumentando la flexibilidad.

2.23.2 Analizador de espectros

El analizador de frecuencias radio es técnicamente necesario como herramienta de medición. Para los entusiastas de electrónica inclinados a este análisis especializado de las señales y frecuencias, con analizador de RF spectrum es uno de los más buscados dispositivos para la recolección, al igual que la necesidad de contar con un osciloscopio para el uso aficionado y profesional.



Fig. 2.51 Modelo de Analizador de espectros

2.24 ANALIZADORES DE REDES RF Y MICROONDAS



Fig. 2.52 Modelo de Analizador de Redes RF y Microondas

Estos analizadores son convenientes para el uso en usos del R&D, proporcionando medidas extremadamente exactas de la energía, análisis de red, análisis de la señal y frecuencia.

2.24.1 Medidor de radio frecuencia

El medidor de radio frecuencia dispone de una sonda triaxial esférica para la detección de la radiación electromagnética. La sonda triaxial esférica del medidor de radio frecuencia llega hasta 3,5 GHz. Además el medidor de radio frecuencia, también está preparado para detectar radiaciones en el ámbito de sistemas inalámbricos (Wireless LAN), GSM o para determinar la

radiación de microondas. Con frecuencias de hasta 3,5 GHz puede ser usado muy bien en el rango de alta frecuencia. Gracias a la sonda triaxial se evita hacer la conversión de cada eje individual. El pequeño y compacto medidor de smog eléctrico es apto por sus propiedades para el uso en el área industrial como también en el laboratorio. Sencillo, rápido y exacto.

Fig. 2.53 Antenas Microstrip

También se puede usar para la detección inalámbricos, en la medición de para la detección de fugas de



de radiación de teléfonos radiación en bancos de ensayos o microondas en el ámbito casero

2.25 CONSIDERACIONES PRELIMINARES¹⁴

A continuación se consideran algunos aspectos importantes para el diseño de la red.

2.25.1 Campos y Ondas Electromagnéticas

La radiación electromagnética, conocida también como onda electromagnética, consiste en la oscilación de un campo eléctrico y un magnético que vibran perpendicularmente el uno con respecto al otro y viajan por el espacio a la velocidad de la luz en dirección a su línea de propagación. Una onda electromagnética, como cualquier onda, tiene como

¹⁴ ROB FLICKENGER, Redes Inalámbricas en Países en Desarrollo, Tercera Edición, Septiembre 2008 <http://wndw.net/download.html#spanish>

forma básica una senoide que tiene cierta velocidad, frecuencia y longitud de onda. Las mismas están representadas por una simple relación:

$$\text{Velocidad} = \text{frecuencia} \cdot \text{longitud de onda}$$

2.25.1.1 Medio De Transporte¹⁵

Una cualidad de las ondas electromagnéticas es que no necesitan un medio de transporte, a diferencia de otros tipos de onda, como el sonido, que necesitan un medio material para propagarse, la radiación electromagnética se puede propagar en el vacío. En el siglo XIX se pensaba que existía una sustancia indetectable, llamada éter, que ocupaba el vacío y servía de medio de propagación de las ondas electromagnéticas. La luz, los rayos X, las microondas y otras ondas de radio constituyen ejemplos de ondas electromagnéticas.

2.25.1.2 Longitud de Onda y Frecuencia

La longitud de onda (denotada como λ) es la distancia que recorre una onda al llevar a cabo una oscilación completa. La frecuencia es el número de oscilaciones completas que pasan por un punto fijo en un segundo. La frecuencia de una onda se mide en ciclos por segundos (o Hertz, abreviado Hz), y la longitud de onda en metros. Una onda posee un valor máximo el cual se le conoce como amplitud de la onda, la relación entre frecuencia, longitud de onda y amplitud se muestra en el Grafico 2.2.

¹⁵ http://es.wikipedia.org/wiki/Radiaci%C3%B3n_electromagn%C3%A9tica

http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/Ondasbachillerato/ondasEM/ondasEleMag_indice.htm

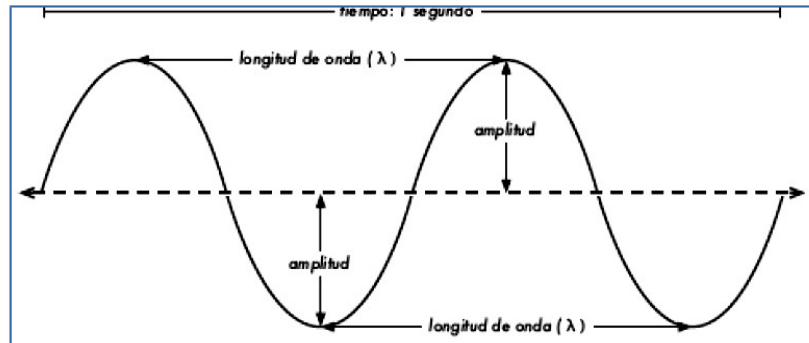


Gráfico 2.2 Longitud de onda, amplitud, y frecuencia.

En el caso de las ondas electromagnéticas, la velocidad de propagación corresponde a la velocidad de la luz.

$$c = 300,000 \frac{km}{s} = 300,000,000 \frac{m}{s} = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$$

Obteniéndose que:

$$v = f \cdot \lambda \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f}$$

Algunas reglas importantes que se deben tener en cuenta cuando trabajamos con ondas electromagnéticas se muestran a continuación:

- Cuanto más larga es la longitud de onda, más lejos llega.
- Cuanto más larga la longitud de onda, mejor viaja a través y alrededor de obstáculos.
- Cuanto más corta la longitud de onda, puede transportar mayor cantidad de datos.

2.25.2 PROPAGACIÓN DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS¹⁶

Se refiere a la propagación de ondas electromagnéticas en el espacio libre, aunque el espacio libre realmente implica en el vacío, con frecuencia la propagación por la atmósfera terrestre se llama propagación por espacio libre. Una onda se propaga en línea recta solamente en el vacío, en cualquier otro medio puede cambiar su trayectoria debido a la presencia de obstáculos o de diferencias en la composición del medio. Las ondas electromagnéticas se propagan a través de cualquier material dieléctrico incluyendo el aire por la energía transmitida desde la fuente, posteriormente esta energía se recibe en el lado de la antena receptora.

2.25.2.1 Frente de Onda

Los conceptos de frentes de onda son auxiliares para ilustrar los efectos de propagación de las ondas electromagnéticas a través del espacio libre, esto considerando que las ondas no son visibles al ojo humano.

Un frente de onda representa una superficie de ondas electromagnéticas de fase constante. El frente de onda es formado cuando se unen los puntos de igual fase propagados desde la misma fuente de radiación.

2.25.2.2 Absorción

La absorción de las ondas electromagnéticas se da cuando estas viajan por el aire, el cual está formado por átomos y moléculas de distintas sustancias gaseosas, líquidas y

¹⁶ http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/vila_b_ca/capitulo1.pdf

sólidas. Estos materiales pueden absorber a las ondas electromagnéticas causando pérdidas por absorción. Cuando la onda electromagnética se propaga a través de la atmósfera terrestre, se transfiere energía de la onda a los átomos y moléculas atmosféricas. Una vez absorbida, la energía se pierde para siempre, lo que provoca una atenuación de las intensidades de voltaje y campo magnético al igual que una reducción correspondiente en la densidad de potencia. En general, encontramos una fuerte absorción en los materiales conductores, sobre todo en metales. El otro material absorbente para las ondas, en las frecuencias relevantes a las redes inalámbricas, (rango de microondas) es el agua en todas sus formas (lluvia, neblina, y la contenida en el cuerpo humano).

2.25.2.3 Reflexión

Todos conocemos la reflexión de las ondas visibles en espejos o superficies de agua. Para la radio frecuencia, la reflexión ocurre principalmente en el metal, pero también en superficies de agua y otros materiales con propiedades similares. La figura 2.2 muestra principio básico de la reflexión, el cual indica que una onda se refleja con el mismo ángulo con el que impacta una superficie.

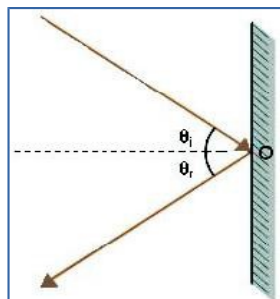


Gráfico 2.3 Reflexión de una onda, con el mismo ángulo de incidencia

2.25.2.4 Difracción

La difracción es un fenómeno basado en el hecho de que las ondas no se propagan en una sola dirección. Ocurre cuando las ondas encuentran un obstáculo en su trayectoria y divergen en muchos haces. La difracción implica que las ondas pueden "doblar en una esquina", como se ilustra en la Figura 2.54

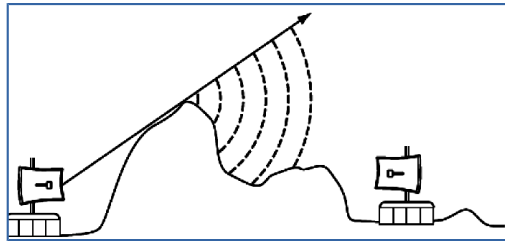


Fig. 2.54 Difracción de una onda electromagnética

La difracción es una consecuencia directa del principio de Huygens, y se incrementa en función de la longitud de onda. Esto significa que puede esperarse que las trayectorias de las ondas se aparten de la rectilínea más fácilmente a medida que se incrementa la longitud de onda. Esa es la razón por la cual una estación de radio AM que opera a 1000 kHz (con una longitud de onda de 300 m), se oye fácilmente aún cuando haya considerables obstáculos en su trayecto, mientras que con redes inalámbricas (con una longitud de onda aproximadamente de 12 cm) se requiere una línea de vista entre transmisor y receptor.

2.25.2.5 Interferencia

Es cualquier proceso que altera, modifica o destruye una señal durante su trayecto en el canal existente entre el emisor y el receptor. Es producida siempre que se combinan dos o más ondas electromagnéticas de tal manera que se degrada el funcionamiento del sistema. La interferencia está sujeta al principio de superposición lineal de las ondas electromagnéticas, y se presenta siempre que dos o más ondas ocupan el mismo punto del espacio en forma simultánea.

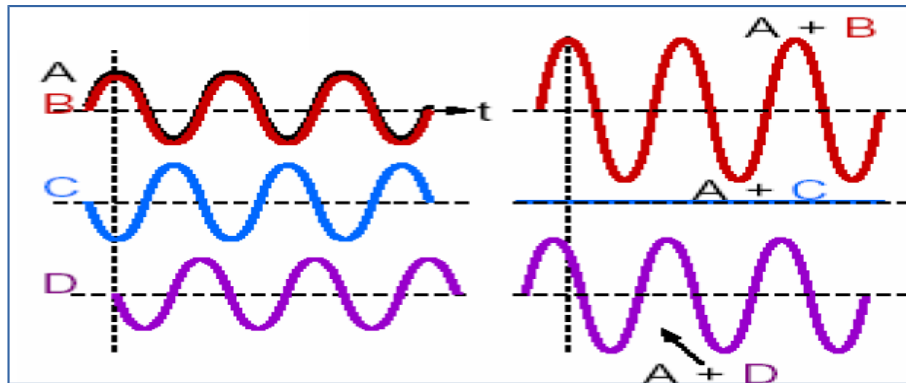


Fig. 2.55 Tipos de Interferencia Existentes

En la propagación por espacio libre, puede existir una diferencia de fases solo porque difieran las polarizaciones electromagnéticas de las dos ondas. Según los ángulos de fase de los dos vectores, puede suceder una suma o una resta. La figura 2.55 nos muestra en resumen los posibles resultados cuando se tiene interferencia en un enlace inalámbrico.

2.25.3 CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES EN LA PROPAGACIÓN POR ESPACIO LIBRE

Existen varios factores que inciden al momento de transmitir ondas electromagnéticas por medios no guiados las cuales influyen en los cálculos del diseño de la red, a continuación se mencionan los principales.

2.25.3.1 Pérdida en espacio libre (FSL)

Conforme viaja una señal RF a través del espacio, ésta se atenúa debido a la distancia existente desde el punto de transmisión inicial. Mientras más lejos está del punto de transmisión, más débil es la señal RF. La atenuación en el espacio libre expresada en decibeles (dB), viene dada por la fórmula 2.3.

$$FSL(dB) = 20 \log(d) + 20 \log(f) + K$$

Donde:

d = distancia

f = frecuencia

K = Constante que depende de las unidades.

Si expresamos la distancia en kilómetros y la frecuencia en GHz la fórmula es: 10

$$FSL(dB) = 20 \log(d) + 20 \log(f) + 32.44$$

2.25.3.2 Zona de Fresnel

La zona de Fresnel es una zona de despeje adicional que hay que tener en consideración ya que afecta de manera directa la propagación de la onda electromagnética, además de que exista visibilidad directa entre las dos antenas, es necesario que exista despeje de la primera zona de Fresnel. Si existen obstáculos dentro de la primera zona de Fresnel, éstos introducirán pérdidas de obstrucción. La figura 2.56 nos muestra el esquema en que se debe trabajar sobre la zona de Fresnel para obtener el mejor rendimiento del enlace.

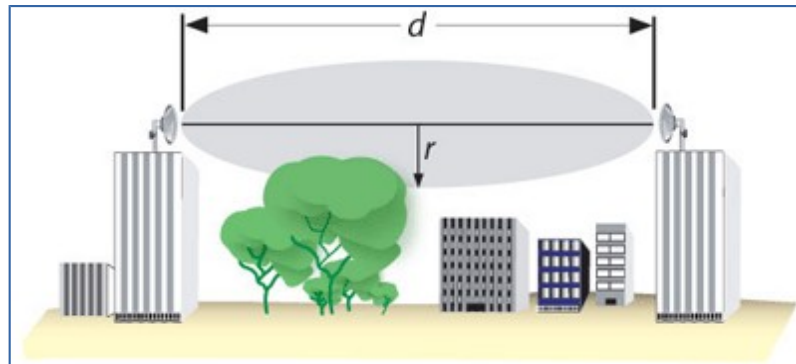


Fig. 2.56 Zona de Fresnel

En color gris se representa a la primera zona de Fresnel. Es decir para conseguir comunicarnos a una distancia D con una señal portadora de frecuencia f , debemos conseguir que la altura r de la primera zona de Fresnel esté libre de obstáculos.

El cálculo para la primera Zona de Fresnel se lo muestra con la fórmula 2.5

$$r = \sqrt{\frac{d_1 d_2}{d}}$$

Donde: d_1 : Distancia en Km desde el transmisor al obstáculo

d_2 : Distancia en Km desde el receptor al obstáculo

f: Frecuencia en GHz D: Distancia total del enlace en Km

2.25.3.3 Ganancia del sistema¹⁷

Conocido también como presupuesto de potencia para un enlace punto a punto, es el cálculo de ganancias y pérdidas desde el radio transmisor (fuente de la señal de radio), a través de cables, conectores y espacio libre hacia el receptor. La estimación del valor de potencia en diferentes partes del radioenlace es necesaria para hacer el mejor diseño y elegir el equipamiento adecuado Para calcular el presupuesto de potencia de un enlace punto a punto se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{Nivel de Señal RX [dB]} = \text{Potencia de Transmisión [dBm]} - \text{Pérdidas en el cable TX [dB]} + \text{Ganancia de Antena TX [dBi]} - \text{pérdida en la trayectoria del Espacio Abierto [dB]} + \text{Ganancia de Antena RX [dBi]} -$$

Además de los elementos considerados, debemos tener en cuenta factores de corrección debido al terreno y la estructura de las edificaciones, factores climáticos y muchos otros. Todos ellos muy empíricos por naturaleza

2.25.3.4 Línea de Vista

Conocido como LOS (Línea de vista), su término hace referencia a un enlace de radio que debe tener visibilidad directa entre antenas, por lo que no debe haber obstáculo entre ambas. Además se tiene el concepto de NLOS (Línea de vista cercana), el cual describe un trayecto parcialmente obstruido entre la ubicación del transmisor de la señal y la

¹⁷ http://wilac.net/doc/tricalcar/materiales_abril2008/PDF_es/06_es_calculo-deradioenlace_guia_02.pdf

ubicación del receptor de la señal. Los obstáculos que pueden obstaculizar la línea de vista incluyen árboles, edificios, montañas y otras estructuras. Finalmente tenemos el término sin línea de vista, el cual indica que el radio completo de la zona de Fresnel está bloqueado en un radioenlace. La figura 2.57 muestra un esquema de los diferentes tipos de líneas de vista.

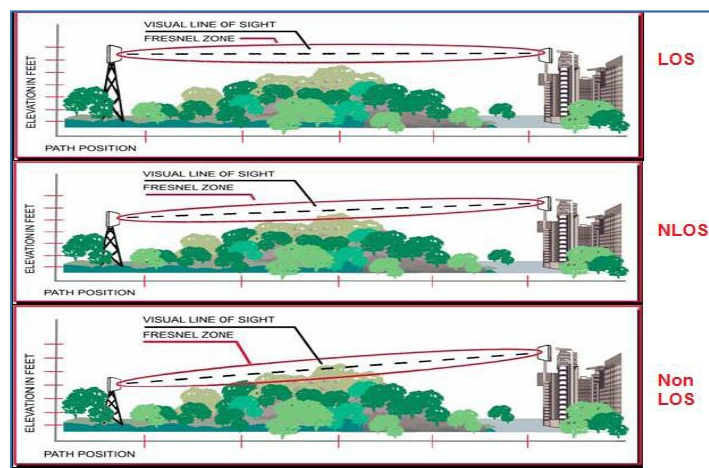


Fig. 2.57 Esquemas de línea de vista para enlaces

2.26 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

RESOLUCION 417-15-CONATEL-2005

Artículo 1. Objeto. La presente Norma tiene por objeto regular la instalación y operación de Sistemas de Radiocomunicaciones que utilizan técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha en los rangos de frecuencias que determine el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, CONATEL.

Artículo 6. Bandas de Frecuencias.- Se aprobará la operación de sistemas de radiocomunicaciones que utilicen técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha en las siguientes bandas de frecuencias:

BANDA (MHz)	ASIGNACION
902 - 928	ICM
2400 - 2483.5	ICM
5150 – 5250	INI
5250 – 5350	INI
5470 – 5725	INI
5725 - 5850	ICM, INI

Artículo 7. Configuración de Sistemas que emplean Modulación Digital de Banda Ancha.- La operación de los sistemas con técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha se aprobará en las siguientes configuraciones:

Sistemas punto - punto;

Sistemas punto - multipunto;

Sistemas móviles.

Artículo 19. Control. La SUPTEL realizará el control de los sistemas que utilicen Modulación Digital de Banda Ancha y vigilará que éstos cumplan con lo dispuesto en la presente Norma y las disposiciones Reglamentarias pertinentes. (Ver ANEXO 1)

2.27 HIPÓTESIS PREGUNTAS A CONTESTARSE

¿En algún momento la Fibra Óptica puede ser remplazada con el Radio enlace o viceversa, dependiendo del lugar de instalación?

La fibra óptica para su mejor aprovechamiento, debe ser instalada en terrenos convenientes para ello, siendo las áreas planas la mejor opción para su tendido, ya que ahí se favorece construir la infraestructura necesaria para ello.

En el caso de las zonas que son montañosas y escarpadas, no es muy conveniente colocar fibra óptica, ya que se llevaría una mayor inversión y los riesgos para las personas que estén colocándola serán mayores, además de que fuera del alcance de las manos del hombre, puede haber constantemente fenómenos naturales como deslaves que afecten el dispositivo.

Como alternativa a este problema, la propuesta es que se podrían utilizar otros medios de comunicación como las ondas por radio o incluso comunicación vía satélite, haciendo enlaces, es ahí donde entra la comparación con el medio de transmisión inalámbrico ya que traen consigo muchas ventajas por la simple razón de que un computador puede conectarse a la red y lo podemos desplazar al lugar que queramos sin la necesidad de llevar cables. Esta es una tecnología para empresas que van en crecimiento ya que pueden llevar la red inalámbrica a los pisos o edificios que pertenezcan a una empresa con red inalámbrica. las dependencias públicas o privadas pueden utilizar este tipo de red a si como las compañías de teléfonos celulares y fijos nos pueden brindar este servicio.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Este es un proyecto de investigación descriptiva explicativa, de tipo experimental en el campo. El método por el cual se guiara esta estudio comparativo será en base a pruebas teóricas y experimentales que logren que los datos obtenidos teóricamente confirmen los resultados experimentales de tal manera poder estar seguros de que si se alcanzaron los resultados esperados.

3.1.1 Tipo de Investigación

Este proyecto tiene un tipo de investigación factible, ya que con los resultados obtenidos en la comparación entre fibra óptica y radio enlace podremos concluir cuál de estos 2 tipos de redes nos dan un mejor servicio con mayor alcance, basándonos en las ventajas, desventajas, Instalación, etc.

De igual manera el proyecto tiene relación con el tipo de investigación de campo ya que está apoyado con información obtenida mediante encuestas realizadas a Ingenieros que trabajan en el campo de las telecomunicaciones, de esta manera evitaremos la duplicidad de información y tendremos una información real.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 Población

Nuestra población para poder realizar una comparación de qué tipo de medio de transmisión ofrece mejor alcance, serán las empresas dedicadas a las telecomunicaciones,

Telconet, CNT, Movistar, Claro, Univisa, TV Cable, quienes necesitan de un enlace tanto local como nacional para poder intercambiar información desde un punto a otro. Es así que se tomo contacto aleatorio con personal técnico de estos dos tipos de empresas, es así que nuestra población es de 100 personas con la experiencia y el conocimiento necesario, las mismas que fueron encuestadas de lo cual se pudo recolectar información para tener claro las necesidades que tienen y poder satisfacerlas de una manera eficaz, además se pudo conocer el tipo de conexiones con los que actualmente cuentan, obteniendo como resultado de este estudio una visión clara de que tipo de conexión es conveniente usar.

3.2.2 Delimitación de la Población

Para la investigación de campo se cuenta con la opinión de los empleados de Empresas dedicadas a las telecomunicaciones, tales como: los jefes de departamentos, técnicos en conexiones inalámbricas, técnicos en Fibra Óptica, los cuales proporcionarán información de mucha importancia para los respectivos diseños.

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnicas y/o Instrumentos
V. I. Comparar el uso entre Fibra Óptica y Radio enlace, para así descifrar que tipo de conexión es más conveniente utilizar en Instituciones, tomando como referencia las empresas de Telecomunicaciones	Evaluación: Área, profesionales.	Uso de Fibra Óptica 60% y uso de Radio enlace 40%	Encuesta realizada al personal técnico de telecomunicaciones.
	Técnicos experimentados en conexiones de fibra óptica y radio enlace.	Uso de medios de transmisión de datos a nivel mundial.	Información real sobre la aplicación tanto de la Fibra Óptica como el Radio enlace.

V.D. Departamento de redes de Instituciones, quienes son los responsables de manejar el sistema de comunicación.	Servicios ofrecidos por el departamento de redes.	Tareas realizadas en el área de hardware	Bibliografía especializada, consulta a expertos.
	Tecnología	Que posee el departamento para cubrir las necesidades y tener una mejor transmisión de datos	Encuestas, conversatorios con Profesionales.

Tabla 3.1 Matriz de operacionalización de variables

3.4 TECNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos es la parte fundamental de la investigación ya que por medio de estas técnicas podemos recopilar la información necesaria para la elaboración de nuestro análisis real.

Es muy importante ya que con la recolección de los datos en este proyecto analizaremos la situación actual de nuestro lugar de estudio, la técnica que se ha utilizado es la de campo ya que los hechos se captan tal y como se van presentando en el mismo sitio donde se encuentran el área estudiada y se puede observar cómo se desarrollan cada una de las actividades.

La técnica de recolección de datos e información de datos se realizó de acuerdo a la experimentación de Ingenieros relacionados con fibra óptica y radio enlace, quienes prestan sus servicios en diferentes compañía donde usan estos dos tipos de medios de transmisión, y de la observación individual, adicionalmente contamos con información y conceptos tomados desde internet, libros y monografías digitalizadas de diversas universidades, se contó con el asesoramiento de Catedráticos entendidos en la materia, quienes han sido una guía para elaborar de una manera acertada dicho estudio.

3.5 INSTRUMENTOS DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Dentro de los instrumentos de la recolección de datos para el desarrollo de este proyecto se realizaron encuestas que permitieron recolectar la información adecuada para un mejor entendimiento de cada uno de los tipos de medios de transmisión, referente a tecnología, aplicaciones, alcance e instalación.

Es importante destacar que a través de la encuesta realizada obtuvimos información oportuna y necesaria la misma que nos permitió llegar a nuestro objetivo en este Estudio comparativo.

3.5.1 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

3.5.1.1 ENCUESTA

La técnica utilizada fue hecha a base de encuestas, como se mencionó anteriormente dirigida a Profesionales entendidos en la materia, ya sean con fibra óptica o radio enlace, en la cual se realizaron un conjunto de preguntas normalizadas y acorde al tema de nuestro proyecto, con el fin de conocer opiniones sobre estos avances tecnológicos que están evolucionando cada día. (Ver ANEXO 2)

3.6 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

Para poder realizar un análisis veraz y confiable, describiremos a cada uno de los medios de transmisión de datos, tanto de fibra óptica como de radio enlace, en lo que se refiere a la velocidad de la luz y a las ondas electromagnéticas, consideraciones que hay que

tomar en cuenta y así efectuar una comparación entre estos 2 tipos de redes, comenzado con el Impacto Social, Económico y Tecnológico que han tenido y las Aplicaciones tanto la fibra óptica como el radio enlace.

3.7 IMPACTO DE LA FIBRA ÓPTICA.

El nacimiento de nuevas tecnologías siempre lleva consigo consecuencias que afectan directa o indirectamente las cuestiones sociales, económicas y, por supuesto tecnológicas de un mundo cada vez más vanguardista. El nacimiento de la fibra óptica marcó también el nacimiento de una era de las comunicaciones.

3.7.1 Social

Hoy en día la tecnología de la fibra óptica está en todas partes y su empleo se ha convertido en primordial para que las actividades de la vida diaria, especialmente las empresariales, se realicen con efectividad. En las empresas, el uso de redes de comunicación ha permitido cambiar la manera de trabajar y de hacer negocios.

La fibra óptica ha unido al mundo como nunca había sido posible. El uso de la World Wide Web y la Internet ha permitido acortar distancias e intercambiar información. La mayoría de los hogares de países desarrollados y en desarrollo cuentan con esta tecnología. Mediante una computadora personal conectada a la Red se comunican de persona a persona por medio de páginas de Internet, correo de voz, cuentas de correo electrónico e-mail, se transmiten imágenes en tiempo real por medio de WebCams, etc. con una rapidez y ahorro considerable. La forma de comunicarse ha tomado dinamismo,

la fibra óptica facilita las comunicaciones de las personas ofreciéndoles la posibilidad de interactuar de una manera especial.

Sin embargo, el uso de esta tecnología también ha traído consecuencias negativas. Por ejemplo, cada vez más empresas reducen su personal gracias a que las comunicaciones internas facilitan los procesos de producción.

3.7.2 Económico

¿Qué impacto económico pudo haber proyectado el uso de esta tecnología? La fibra óptica es un invento que vino a revolucionar la manera de transmitir datos a largas distancias y de manera rápida. Vino a desplazar al cable de cobre y los superó por muchas razones. Esto trajo como consecuencia una alta inversión por parte de empresarios en fibra óptica en vez de cables de cobre. Hoy en día es tan grande la comercialización de la fibra óptica que empresas multinacionales productoras de fibra óptica han entrado a la bolsa de valores de Estados Unidos y se cotizan sus acciones. Al principio de su creación (como toda nueva tecnología) su precio era elevado, sin embargo se han ido reduciendo sus costos haciéndola más accesible a diferentes sociedades. Las empresas, especialmente las transnacionales, que adoptan esta tecnología han logrado numerosas ventajas que resultan en ahorros monetarios. En la actualidad, instalar redes de fibra óptica en empresas con el fin de dinamizar las comunicaciones internas y externas podría resultar en una inversión elevada. Sin embargo, debido al ahorro de procesos de producción y operaciones empresariales-industriales lo hacen redituable. En

esencia, la implementación de fibra óptica en las empresas (especialmente las grandes) es un ahorro monetario, de tiempo y esfuerzo. La fibra óptica no desplazó por completo el cable de cobre (el cual se sigue utilizando para distancias no mayores de 90 metros) pero si vino a armar una revolución económica basada en la demanda y en la compra de ella por parte de sociedades de distintas escalas y asociaciones empresariales deseosas de estar al corriente de la competencia, de adoptar una obligada nueva manera de hacer negocios.

3.7.3 Tecnológico

Hablar de fibra óptica obliga a hablar de tecnología. ¿Quién depende de esta tecnología? Bancos, organizaciones, compañías transnacionales con sedes en distintos puntos del mundo, el compañero de la clase de una materia de la Universidad, etc. Lo cierto es que en la actualidad muchas personas dependen de esta tecnología. Esta tecnología que vino a desplazar la anterior a un punto drástico casi por completo (cable de cobre) ofrece ventajas significativas. Es la tecnología que se usa para acortar distancias más accesibles debido a que posee un ancho de banda mayor que cualquier otro medio. Gracias a esto permite obtener una mejor fidelidad de imágenes así como también una mayor rapidez de transmisión de datos a grandes distancias por medio de redes interconectadas de un servidor a otro, de una computadora personal a otra. Sin ella sería imposible tener información transatlántica con gran rapidez a un precio menos elevado que el que implicaría el uso de satélites. Además no requiere de mantenimiento periódico.

3.8 APLICACIONES

La aplicación más sencilla de las fibras ópticas es la transmisión de luz a lugares que serían difíciles de iluminar de otro modo, como la cavidad perforada por la turbina de un dentista. También pueden emplearse para transmitir imágenes; en este caso se utilizan haces de varios miles de fibras muy finas, situadas exactamente una al lado de la otra y ópticamente pulidas en sus extremos. Cada punto de la imagen proyectada sobre un extremo del haz se reproduce en el otro extremo, con lo que se reconstruye la imagen, que puede ser observada a través de una lupa. La transmisión de imágenes se utiliza mucho en instrumentos médicos para examinar el interior del cuerpo humano y para efectuar cirugía con láser, en sistemas de reproducción mediante facsímil y fotocomposición, en gráficos de ordenador o computadora y en muchas otras aplicaciones. Las fibras ópticas también se emplean en una amplia variedad de sensores, que van desde termómetros hasta giroscopios. Su potencial de aplicación en este campo casi no tiene límites, porque la luz transmitida a través de las fibras es sensible a numerosos cambios ambientales, entre ellos la presión, las ondas de sonido y la deformación, además del calor y el movimiento. Las fibras pueden resultar especialmente útiles cuando los efectos eléctricos podrían hacer que un cable convencional resultara inútil, impreciso o incluso peligroso. También se han desarrollado fibras que transmiten rayos láser de alta potencia para cortar y taladrar materiales.

La fibra óptica se emplea cada vez más en la comunicación, debido a que las ondas de luz tienen una frecuencia alta y la capacidad de una señal para transportar información aumenta con la frecuencia. En las redes de comunicaciones se emplean sistemas de láser con fibra óptica. Hoy funcionan muchas redes de fibra para comunicación a larga distancia, que proporcionan conexiones transcontinentales y transoceánicas. Una ventaja de los sistemas de fibra óptica es la gran distancia que puede recorrer una señal antes de necesitar un repetidor para recuperar su intensidad. En la actualidad, los repetidores de fibra óptica están separados entre sí unos 100 km, frente a aproximadamente 1,5 km en los sistemas eléctricos. Los amplificadores de fibra óptica recientemente desarrollados pueden aumentar todavía más esta distancia. Otra aplicación cada vez más extendida de la fibra óptica son las redes de área local. Al contrario que las comunicaciones de larga distancia, estos sistemas conectan a una serie de abonados locales con equipos centralizados como ordenadores (computadoras) o impresoras. Este sistema aumenta el rendimiento de los equipos y permite fácilmente la incorporación a la red de nuevos usuarios. El desarrollo de nuevos componentes electro ópticos y de óptica integrada aumentará aún más la capacidad de los sistemas de fibra óptica.

3.9 TRANSMISION DE DATOS MEDIANTE RADIO ENLACE

3.9.1 Impacto social

El impacto social que tiene esta investigación es que el individuo este informado de la utilidad que se le puede dar a la red inalámbrica ya que vivimos en un mundo que va

desarrollando tecnologías para que el trabajo del ser humano se le haga más fácil y así poder estar a la vanguardia de las nuevas tecnologías que se están empleando en la vida cotidiana como en el trabajo, porque esta tecnología no es un lujo sino una necesidad para realizar trabajos rápidamente desde cualquier punto que tengamos servicio de la red.

3.9.2 Impacto económico

Esta tecnología puede variar los precios del servicio de red ya que existen diferentes tipos de red que podemos contratar. Pero bueno no son muy caros, habrá alguno que este al alcance de nuestros bolsillos (bueno para nuestro uso personal) ya que las empresas pueden tener los equipos de red más sofisticados para poder avanzar en un mundo muy globalizado como el que vivimos hoy en día.

3.9.3 Impacto tecnológico

La tecnología que se emplea para esta red inalámbrica es de la más alta pero bueno se está trabajando para poder tener mayor calidad de una red inalámbrica con la más alta tecnología.

3.9.4 Impacto ambiental

Para el ambiente no existe ningún impacto ya que para esta tecnología se utilizan ondas electromagnéticas, ondas de radio, puertos infrarrojos etc. Y creo que estas no dañan al medio ambiente.

3.10 APLICACIONES

El uso principal de este tipo de transmisión se da en las telecomunicaciones de largas distancias, se presenta como alternativa del cable coaxial o la fibra óptica.

Este sistema necesita menor número de repetidores o amplificadores que el cable coaxial pero necesita que las antenas estén alineadas. Los principales usos de las microondas terrestres son para la transmisión de televisión y voz. Los enlaces de microondas se suelen utilizar para enlazar edificios diferentes, donde la instalación de cable conllevaría problemas o sería más costosa. Sin embargo, dado que los equipos de microondas terrestres suelen utilizar frecuencias con licencia, las organizaciones o gobiernos que conceden las licencias imponen limitaciones económicas y financieras adicionales. Las principales aplicaciones de un sistema de microondas terrestre son las siguientes:

- Telefonía básica (canales telefónicos)
- Datos
- Telégrafo/Telex/Facsímile
- Canales de Televisión.
- Video
- Telefonía Celular (entre troncales)
- Transmisión de televisión y voz.

Aunque las microondas son lógicamente superiores, ni las distancias, ni la capacidad del medio, ni la velocidad, la convierten en un sistema muy utilizado. Pero a pesar de todo, las microondas terrestres siguen conformando un medio de comunicación muy efectivo

para redes metropolitanas para interconectar bancos, mercados, tiendas departamentales y radio bases celulares.

3.11 CRITERIOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA

Teniendo ya una idea clara y una vez revisado todo lo que concierne a Fibra Óptica como Radio enlace vamos a tomar un ejemplo de una Institución de estudios Superiores , donde se emplean redes de fibra Óptica y de Radio enlace, Institución que nos proporcionó información para así comparar estos dos tipos de transmisión de datos, donde contaremos con enlaces de redes locales, y enlace desde la Matriz de este Centro de estudios que está ubicado en la ciudad de Guayaquil y su extensión que ubicada en la Provincia de Santa Elena es ahí donde sacaremos conclusiones y nos daremos cuenta si es necesario contar solo con un tipo de red.

3.12 RED ACTUAL DEL CENTRO TECNOLÓGICO NAVAL (CETNAV)

Finalizado el argumento teórico que servirá para un conocimiento más profundo de varios de los tópicos a utilizar y desarrollar, comenzaremos examinando la red del CETNAV que ha logrado implementar en las ciudades de Guayaquil y Salinas como también los diversos servicios que provee a sus usuarios. En el presente capítulo presentaremos datos generales que pueden ser expuestos al público, debido a la política de confidencialidad de la institución.

3.12.1 Estructura De La Red

Debido a la gran demanda de servicios de transmisión de datos e internet y al avance tecnológico que existe, el CETNAV se ha visto en la necesidad de expandir su servicio en las ciudades de Guayaquil y Salinas. En el presente proyecto de graduación se detalla una explicación individual de la red que existe actualmente en el CETNAV.

3.12.2 Red actual de la ciudad de Guayaquil

El enlace principal proviene desde cerro Azul hacia el nodo CETNAV ubicado en la Base Naval Norte, por medio de un enlace de microondas a una frecuencia de 5.4GHz con equipos RedLine AN-50 y desde ahí por medio de un equipo Motorola Canopy AP (Access Point) a una frecuencia de 5.7GHz, y finalmente llegando a un Switch 3COM de 24 puertos. A su vez los usuarios reciben el servicio con equipos canopy SM (Subscriber Module) con un enlace de tipo punto –multipunto. Y finalmente este se conecta a 5 Switch 3COM de 24 puertos para servicio a los diferentes departamentos del CETNAV que son:

- DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACION CENTRAL
- CIENCIAS ADMINISTRATIVAS
- CIENCIAS DE LA EDUCACION
- CIENCIAS DE LA INGENIERIA
- BIENESTAR SOCIAL

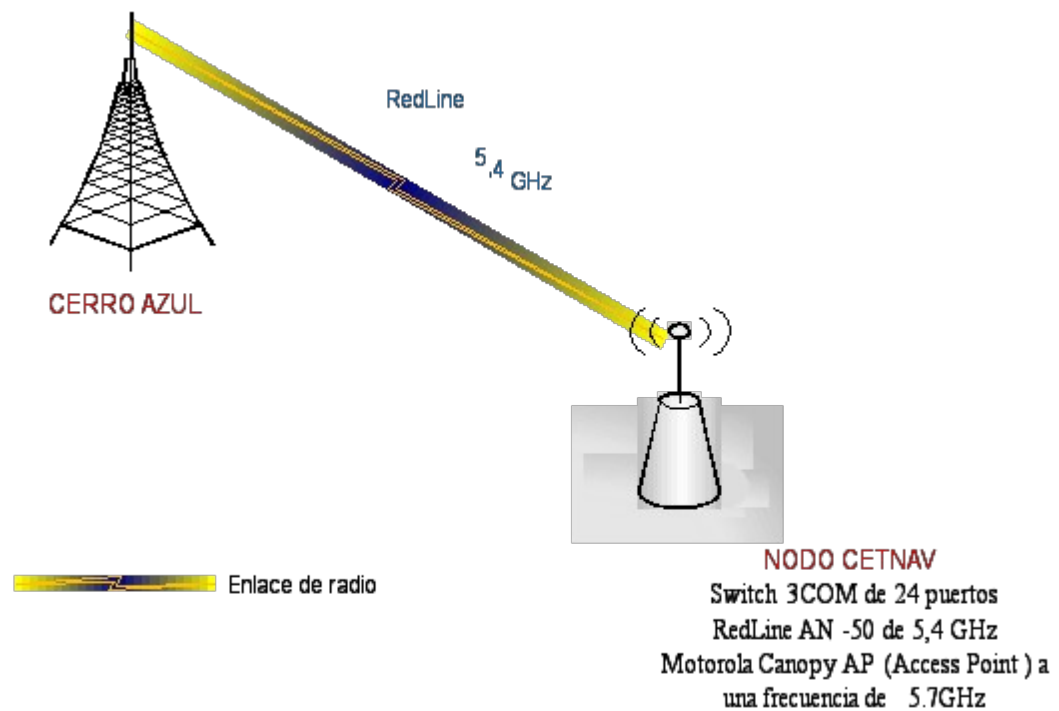


Gráfico 3.1 Red actual de comunicaciones del CETNAV

3.12.3 NODO CETEIN

Así mismo el CETNAV cuenta con una sucursal en el Cantón Salinas llamada CETEIN quien cuenta con amplias instalaciones dotadas de una infraestructura moderna en el área industrial, pero limitada en infraestructura administrativa, la misma que cuenta con la red LAN interna se conmuta por medio de un enlace principal proviene desde el cerro Animas a hacia el nodo CETEIN por medio de un enlace de microondas a una frecuencia de 5.4GHz con equipos RedLine AN-50, y desde ahí por medio de un equipo Motorola Canopy AP (Access Point) a una frecuencia de 5.7GHz, y finalmente llegando

a un Switch 3COM de 24 puertos .A su vez los usuarios los usuarios reciben el servicio con equipos canopy SM (Subscriber Module) con un enlace de tipo punto –multipunto.

Finalmente llegando a un Switch 3COM de 24 puertos, el mismo q se conecta a 4 Switch 3COM de 24 puertos del CETEIN que son:

- DIRECCIÓN
- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO
- AULAS
- LABORATORIOS

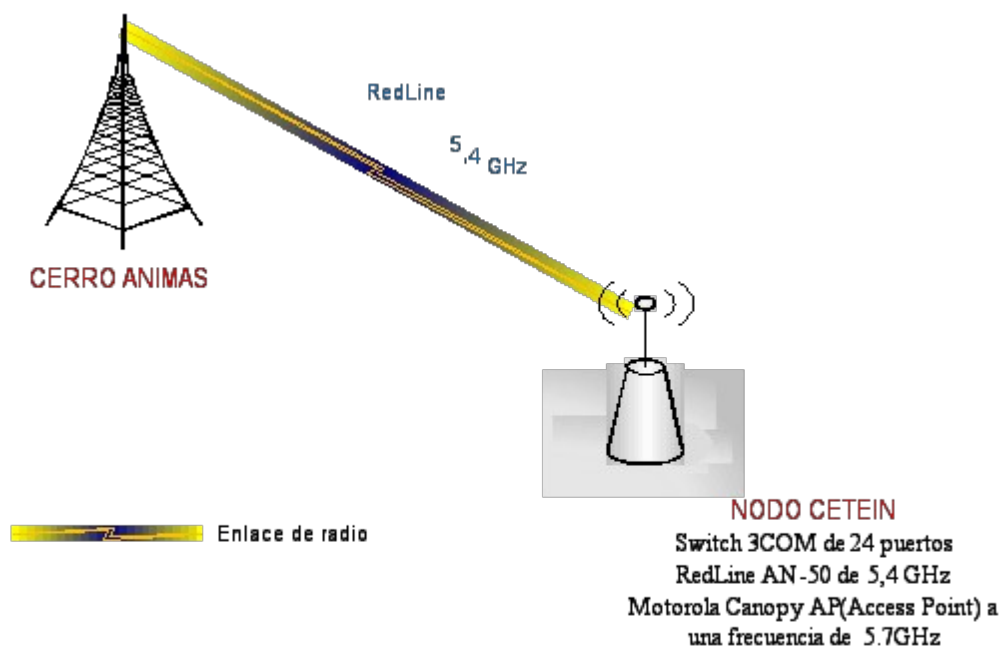


Gráfico 3.2 Red actual de comunicaciones del CETEIN

3.13 PROPUESTA DEL ENLACE DE FIBRA OPTICA GUAYAQUIL-SALINAS

Una vez realizado el análisis de la red actual que posee el CETNAV y el CETEIN, comenzaremos a diseñar la propuesta del enlace nacional desde Guayaquil hasta Salinas por medio de Fibra Óptica así como también los diversos servicios que la misma provee a sus usuarios.

3.13.1 Selección De La Ruta

El trazado o ruta del cable de fibra óptica Guayaquil la realizamos estratégicamente por las carreteras del país, puesto que éstas reúnen los requisitos de accesibilidad para la instalación y el mantenimiento de la red, además abarcan en su trayecto varias poblaciones de la costa ecuatoriana.

El tendido de la fibra óptica será aéreo por medio de postes. Se seleccionó este tipo de tendido por presentar las siguientes ventajas:

- Es menos costoso que el tendido subterráneo
- Facilita la revisión y corrección de errores ocasionado por roturas de la fibra.
- La instalación es mucho más sencilla que las otras.
- Es de muy fácil acceso
- Su tendido presenta menos curvaturas. En la instalación vía ductos puede haber varias curvaturas que pueden poner en riesgo a los filamentos de fibra óptica y ocasionar pérdidas.

- Permiten la revisión continua de la tensión de tendido del cable durante la instalación.

Los aumentos repentinos en la tensión de tendido, causados por factores tales como un cable cayéndose de un soporte o un cable aplastándose contra los accesorios de la línea del poste, se pueden detectar de inmediato.

A continuación presentamos algunas recomendaciones del tendido aéreo de fibra óptica que hay que tener presente al momento de ejecutarlo:

- Evitar exceder el radio mínimo de curvatura. Un cable demasiado doblado puede deformarse y dañar la fibra adentro, además de causar una alta atenuación.
- Evitar la tensión de tendido máxima. Una tensión de tendido excesiva hará que el cable se alargue permanentemente. El alargamiento puede causar que la fibra óptica falle al fracturarse. Las buenas técnicas de construcción y el equipo de monitoreo adecuado de tensión son esenciales.
- Se debe colocar suficientes soportes de cables a lo largo de la ruta para disminuir al máximo los pandeos del cable. El pandeo excesivo aumentará la tensión de tendido.

Otro parámetro que debemos tener en cuenta en el tendido aéreo de la fibra son:

- Los bucles de exceso (flojedad) y cajas de empalme.
- Los bucles de exceso (Gráfico 3.4) nos ayudarán para facilitar la realización del empalme, así como también en la futura reubicación de los postes. Por lo general, se reserva a intervalos regulares durante la instalación un 5% de la extensión total del cable de fibra óptica, es decir de la longitud total del carrete de fibra óptica. Se

recomienda colocar los bucles a no más de 1 milla (1,6 km) de distancia en un camino principal y en cada cruce de vías. El radio del bucle no debería ser menor que el radio mínimo de curvatura del cable de fibra óptica.

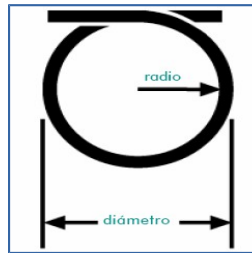


Fig. 3.1 Bucles de exceso de fibra óptica.

Las cajas de empalme sirven para proteger del entorno tanto el cable de fibra óptica pelado como los empalmes. Para el presente diseño dichas cajas hemos establecido colocarlas en los postes, puesto que esto facilita la revisión de los empalmes en caso de que se presente algún problema en la red. (Ver Gráfico 3.3)

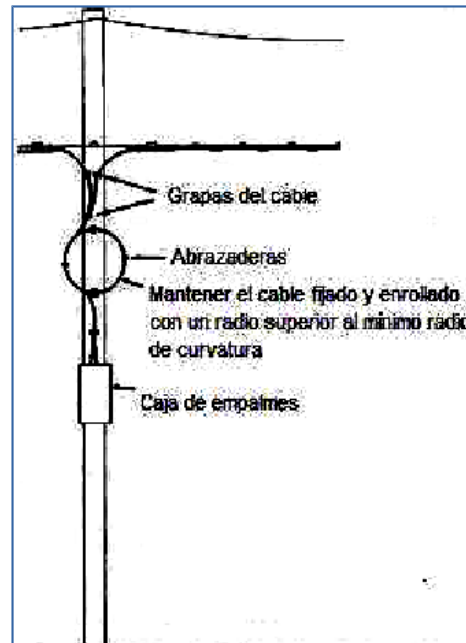


Gráfico 3.3 Caja de empalmes

montada sobre un

poste

Debemos tener presente que en nuestro diseño el tendido de fibra óptica aéreo implica que en el interior de las ciudades y en las carreteras donde se encuentran los nodos principales se utilizaran los postes de la empresa eléctrica, para continuar con el tendido de fibra óptica.

3.14 TIPO DE FIBRA OPTICA

En el cálculo de un enlace óptico es de primordial importancia determinar la fibra óptica existente en el mercado de acuerdo a las consideraciones requeridas en el sistema, es decir, debemos escoger la fibra que presente entre sus principales características baja atenuación y menor dispersión.

Como en el presente diseño utilizaremos un tendido aéreo de fibra óptica, debemos tener en cuenta que existen dos recomendaciones que cumplen con los requisitos para esta clase de enlaces ópticos de alta capacidad que son las siguientes:

- G.652: Características de cables de fibra óptica monomodo
- G.655: Características de un cable de fibra óptica monomodo de dispersión desplazada no – nula.

La fibra óptica que cumple con la recomendación G.652, tiene una alta dispersión en la ventana de 1550nm, lo cual limita la distancia para las transmisiones de altas velocidades. Esta dispersión se puede disminuir algo mediante el empleo de compensadores de dispersión, lo que equivale a adicionales gastos en equipos, instalación y mantenimiento.

La fibra óptica que cumple con la recomendación G.655 se la utiliza para la transmisión en la tercera ventana a 1550nm, donde presenta dispersión nula, lo cual es primordial para transmitir a grandes distancias y altas velocidades, esto implica el ahorro en gastos adicionales debido a que no se necesita de compensadores de dispersión.

Debemos tener presente que por su mayor complejidad de construcción, una fibra óptica que cumpla con las especificaciones de la recomendación G.655 es más costosa que una fibra óptica que cumpla con la recomendación G.652, pero el costo de la fibra óptica de la recomendación G.655 se ve compensado con la no utilización de compensadores de dispersión.

Cabe resaltar que la recomendación G.655 soporta la tecnología DWDM (Multiplexación por longitud de onda densa), lo cual no es posible con la recomendación G.652.

Considerando que el enlace de fibra óptica en el presente diseño es un sistema de alta capacidad, hemos determinado que la fibra óptica a utilizarse debe cumplir con las especificaciones de la recomendación G.655, puesto que ésta cumple con los requisitos óptimos para el diseño. Debemos también tomar en cuenta, al utilizar dicha recomendación puede migrar con el transcurso del tiempo a la tecnología DWDM simplemente con el cambio de equipos, sin tener la necesidad de cambiar la fibra óptica, con lo cual aumentará la capacidad del sistema.

En la Tabla 3.2 presentamos las especificaciones definidas por la UIT-T en la Recomendación UIT-T G.655, estos valores son los mínimos permitidos.

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR
Atenuación		
Atenuación a 1550 nm	dB/Km	≤ 0.35
Atenuación a 1625 nm	dB/Km	≤ 0.4
Dispersión cromática		
Dispersión cromática entre 1530 y 1565 nm	ps/nm.Km	1,0 a 10,0 (típico 8 a 1550nm)
Dispersión cromática entre 1565 y 1625 nm	ps/nm.Km	7.5 a 13.4 (típico 12 a 1625nm)
Longitud de onda de dispersión nula	nm	≤ 1425
Medidas Físicas		
Diámetro del campo modal a 1550 nm	μm	9.2 ± 0.5
Diámetro de la cubierta	μm	125 ± 1
No circularidad de la cubierta	%	≤ 1
Error de concentricidad núcleo/cubierta a 1550 nm	μm	≤ 0.6
Valores típicos		
Índice de refracción a 1550 nm		14.692
Longitud de onda de corte	nm	1450

Tabla 3.2 Características de fibra óptica monomodo de dispersión desplazada no nula

Fuente: Especificación UIT-T G.655

Elaboración: Jaime Silva Franco

De las especificaciones de la Recomendación G.655 y debido a que el tendido de la fibra es aéreo debemos escoger un tipo de fibra óptica que cumpla dichos parámetros en el presente diseño. (Ver ANEXO 3)

PARAMETROS OPTICOS	Transmisión de datos fibra óptica	G50/125	G62,5/125	E9/125
	Atenuación en longitud de onda de 850 nm	<2,8 dB/km	<3,3 dB/km	-
	Atenuación en longitud de onda de 1300 nm	<0,8 dB/km	<0,9 dB/km	<0,4 dB/km
	Atenuación en longitud de onda de 1550 nm	-	-	<0,3 dB/km
	Anchura de banda en 850 nm y 1300 nm	>400 MHz >1200 MHz	>400 MHz >600 MHz	
	Apertura numérica	0,2 +/- 0,02	0,275 +/- 0,02	0,14 +/- 0,02

Tabla 3.3 Comparación de las características más importantes de la fibra óptica E9/125

Fuente: Cables de enrollamiento para Media Tensión con fibra óptica integrada

Elaboración: Jaime Silva Franco

3.15 EQUIPAMIENTO DE LA RED DE FIBRA ÓPTICA

Para tener una mejor perspectiva de la red de fibra óptica diseñada vamos a proceder a seleccionar los equipos que se utilizaran en cada nodo:

3.15.1 Switch C2970G-24TS-E

Fig. 3.2 Switch C2970G-



24TS-E

Cisco Catalyst 2900 series switches proporcionan 10/100 con detección automática y ajuste automático de interfaces para la flexibilidad de configuración a nivel de empresa de alta velocidad en el armario de cableado. El Catalyst serie 2900 es ideal para grupos de trabajo Ethernet y los usuarios individuales que quieren la protección de la inversión de 10BaseT y 100BaseTX alternativas de conectividad, sin la necesidad de sustituir el cableado dispositivos de red armario. Esta serie de productos también ofrece 100BaseTX doble de alta velocidad (con alternativa MII) o enlaces ascendentes 100BaseFX para las conexiones de cableado vertical del armario a la columna vertebral, o para servidores. La serie Catalyst 2900 es parte de una línea completa de alto rendimiento para empresas conmutadores diseñados para ayudarle a migrar fácilmente desde las tradicionales redes de área local para compartir los medios de comunicación a las redes totalmente cambiado. El Catalyst serie 2900 soporta hasta 16.000 direcciones MAC y proporcionar 14 o 26 puertos de conmutación Fast Ethernet en cuatro configuraciones.

En la tabla 3.4 presentamos los parámetros técnicos del Switch Cisco Catalyst C2970G-24TS-E como podemos apreciar cumple con las características requeridas:

Protocolo de interconexión de datos	Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet
Protocolo de gestión remota	SNMP 1, RMON 1, RMON 2, Telnet, SNMP 3, SNMP 2c
Modo de Comunicacion	Half-duplex, full-duplex
Características	Auto-sensor por dispositivo, soporte de DHCP,

	negociación automática, soporte ARP, concentración de enlaces, Cisco rápido EtherChan
Cumplimiento de normas	IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.3ab, IEEE 802.1p, IEEE 802.3x, IEEE 802.
RAM	128 MB
Cantidad de Puertos	24 x Ethernet 10Base-T, Ethernet 100Base-TX, Ethernet 1000Base-T
Velocidad de transferencia de datos	1 Gbps

Tabla 3.4 Parámetros técnicos del Switch Cisco Catalyst C2970G-24TS-E

Fuente: Manuales de equipos CISCO

Elaboración: Jaime Silva Franco

3.15.2 GLC SX MM

El módulo SFP de la industria de Cisco es una entrada intercambiables que se conecta a un puerto Gigabit Ethernet / ranura, que une el puerto con la red de fibra óptica. SFP puede usarse y intercambiados en una amplia variedad de productos de Cisco y se pueden mezclar en combinaciones de IEEE 802.3z compatible 1000BaseSX, 1000BaseLX/LH o 1000BaseZX interfaces en una base de puerto a puerto.

El Cisco GLC-SX-MM opera en fibra multi-modo ordinario se extiende óptica de enlace de hasta 550 m de longitud.



Fig. 3.3 Módulos GLC SX MM

En la Tabla 3.5 presentamos los parámetros técnicos del Cisco GLC-SX-MM como podemos apreciar cumple con las características requeridas:

TECNOLOGÍA DE CONECTIVIDAD	CABLEADO
Tipo de cableado	1000Base-SX
Protocolo de interconexión de datos	Gigabit Ethernet
Velocidad de transferencia de datos	1 Gbps
Longitud de onda óptica	850 nm
Distancia máx. de transferencia	550 m
Cumplimiento de normas	IEEE 802.3z

Tabla 3.5 los parámetros técnicos del Cisco GLC-SX-MM

Fuente: Manuales de equipos CISCO

Elaboración: Jaime Silva Franco

3.16 RESUMEN DE LA RED

Nuestro proyecto consiste que en cada nodo principal, es decir en el CETNAV (Guayaquil), PROGRESO y CETEIN (Salinas), desarrollar una especie de red LAN internamente conectado mediante fibra óptica multimodo 50/125 um de 8 hilos tal como lo demuestran los gráficos 3.6 y 3.8., se escogió este tipo de cable de fibra óptica debido a que las distancias no superan los 550 metros pues se sabe que en este rango se tiene una conectividad de 1 GHz, toda la fibra colocada en la ductería que se construyó con el fin de cumplir las normas de instalación.

Como podemos observar en el CETNAV existen cinco enlaces de fibra óptica, los cuales parten de las dos bandejas para fibra instaladas en el gabinete de piso del Centro de Cómputo y llegan a cada departamento a un gabinete de pared así mismo en una bandeja para fibra óptica.

Para la conectividad de los enlaces estamos instalando en el Centro de Cómputo dos Switch Cisco Catalyst, WS-C2970G-24TS-E, 24 puertos 10/100/1000 Base T + 4 puertos SFP, pues con un switch damos conexión a cuatro enlaces y con el otro switch completamos los cinco enlaces, dejando espacio en este segundo switch para un futuro crecimiento, por lo tanto aquí necesitamos cinco módulos de fibra óptica GLC - 1000 Base -SX – MM de conector LC.

En cambio en los departamentos se instalarán también un Switch Cisco Catalyst, WS-C2970G-24TS-E, 24 puertos 10/100/1000 Base T + 4 puertos SFP y un módulo de fibra óptica GLC - 1000 Base -SX – MM de conector LC.

En total se requieren siete Switch Cisco Catalyst, WS-C2970G-24TS-E, 24 puertos 10/100/1000 Base T + 4 puertos SFP y diez módulos de fibra óptica GLC - 1000 Base -SX – MM de conector LC.

Los dos Switch Cisco Catalyst, WS-C2970G-24T-E, 24 puertos 10/100/1000 Base T instalados en Ciencias Administrativas y Administración Central son para completar la cantidad de usuarios pues en estas áreas son más de 24.

Lo mismo podemos decir para la conexión interna en el CETEIN, existen cuatro enlaces de fibra óptica con lo que en total se necesitan cinco Switch Cisco Catalyst, WS-C2970G-24TS-E, 24 puertos 10/100/1000 Base T + 4 puertos SFP y ocho módulos de fibra óptica GLC - 1000 Base -SX – MM de conector LC.

Finalmente se muestra el resumen completo de la red diseñada del por medio de Fibra Óptica tanto de la matriz CETNAV en Guayaquil, como la del CETEIN en Salinas, pasando por Progreso para el enlace nacional.

Aquí debido a la gran distancia se empleó fibra óptica monomodo de 8 hilos con mensajero, la cual será instalada por los postes que transportan la energía eléctrica, con los pares de herrajes y mangas para fusiones por lo menos cada 4 Km., de tal forma que aquí necesitaríamos 4 Módulos de F.O. GLC - 1000 Base -IX – SM de conector LC y dos Switch Cisco Catalyst, WS-C2970G-24TS-E, 24 puertos 10/100/1000 Base T + 4 puertos SFP., ver gráfico 3.11.

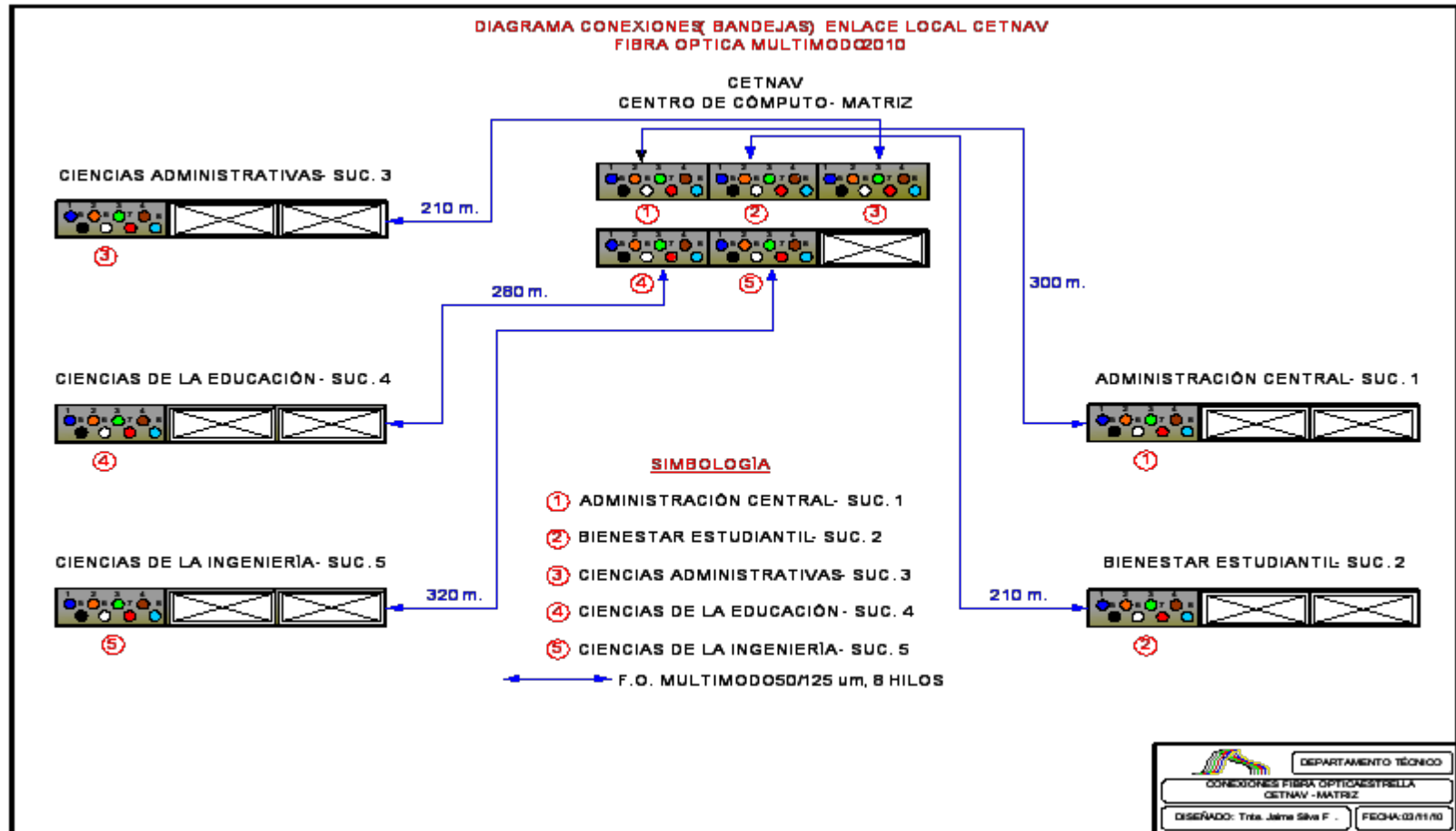


Gráfico 3.4 Propuesta del diagrama de Conexiones (Bandejas) enlace local CETNAV

Gráfico 3.5 Propuesta del diagrama de Conexiones (Equipos) enlace local CETNAV

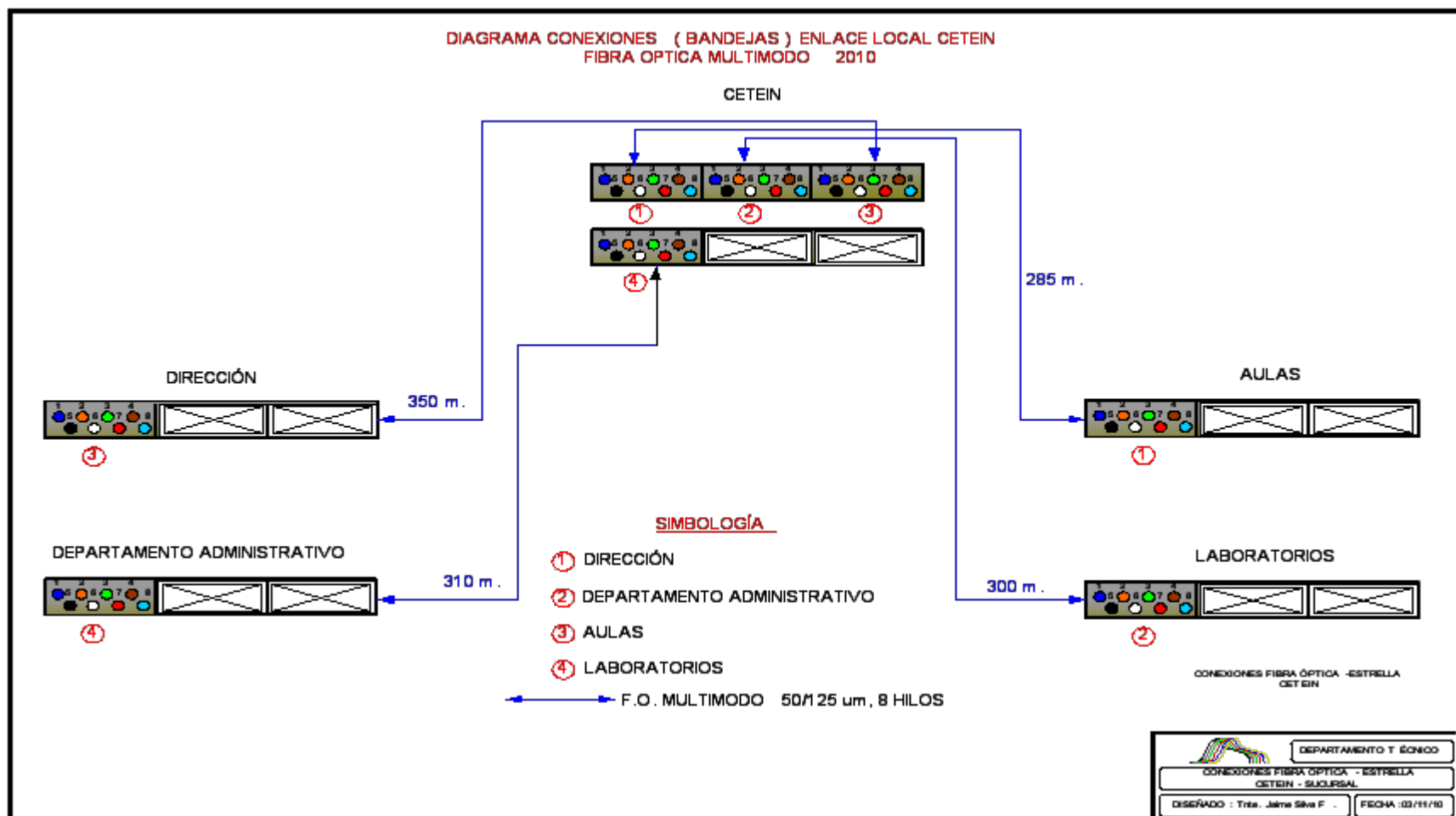


Gráfico 3.6 Propuesta del diagrama Conexiones (Bandejas) enlace local CETEIN

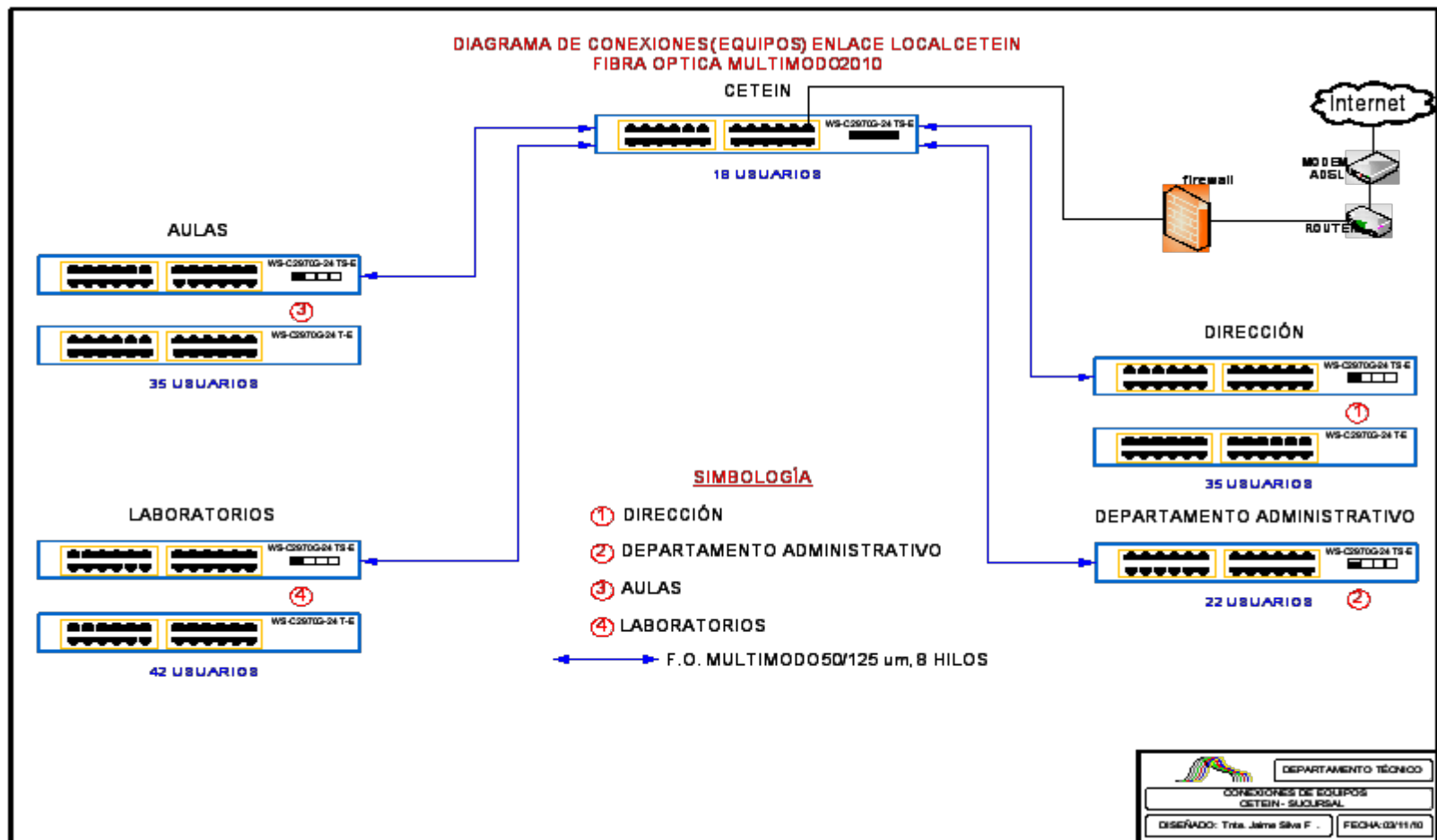


Gráfico 3.7 Propuesta del diagrama de Conexiones (Equipos) enlace local CETEIN

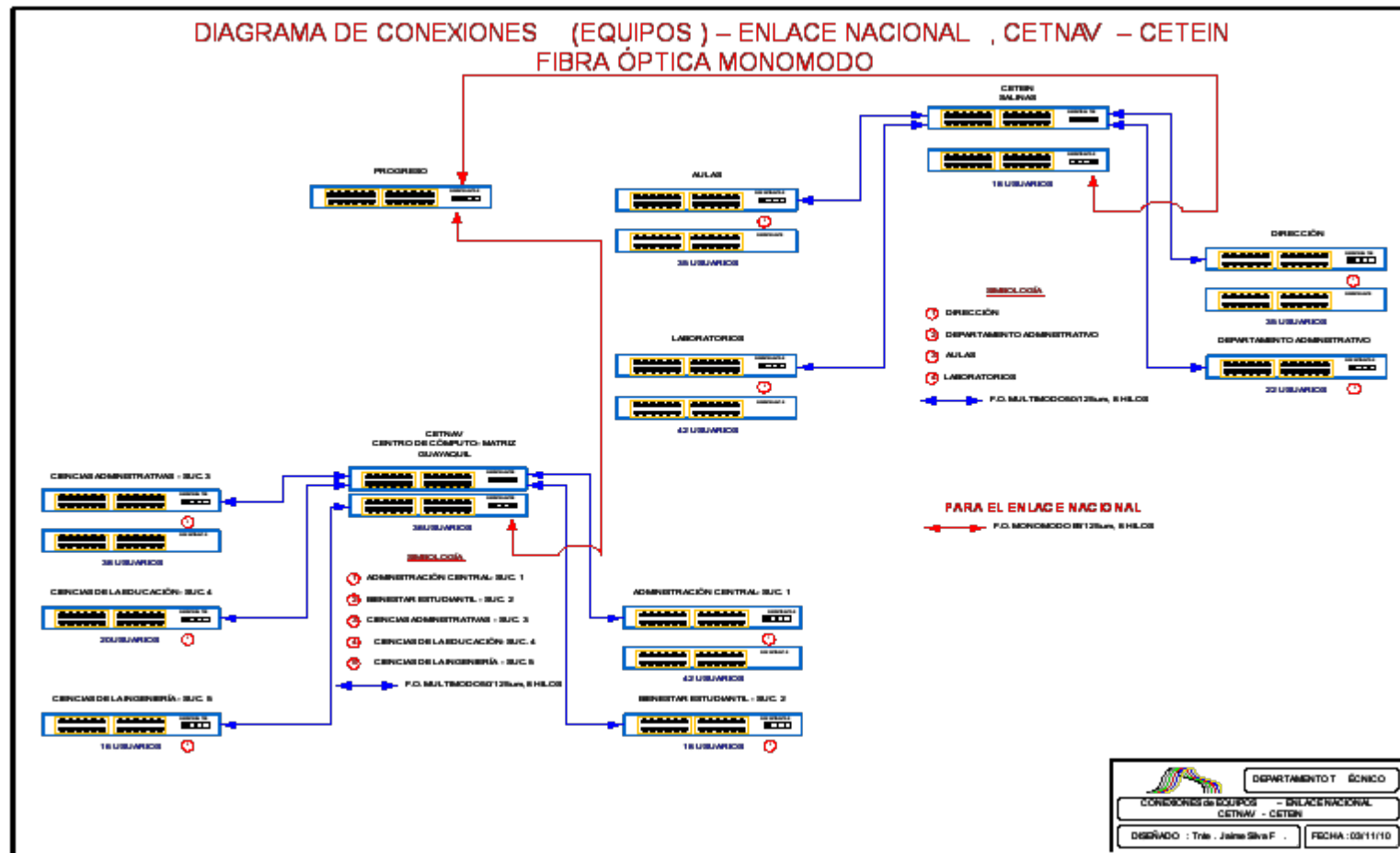


Gráfico 3.8 Propuesta del diagrama Conexiones (Equipos) enlace nacional CETNAV-CETEIN

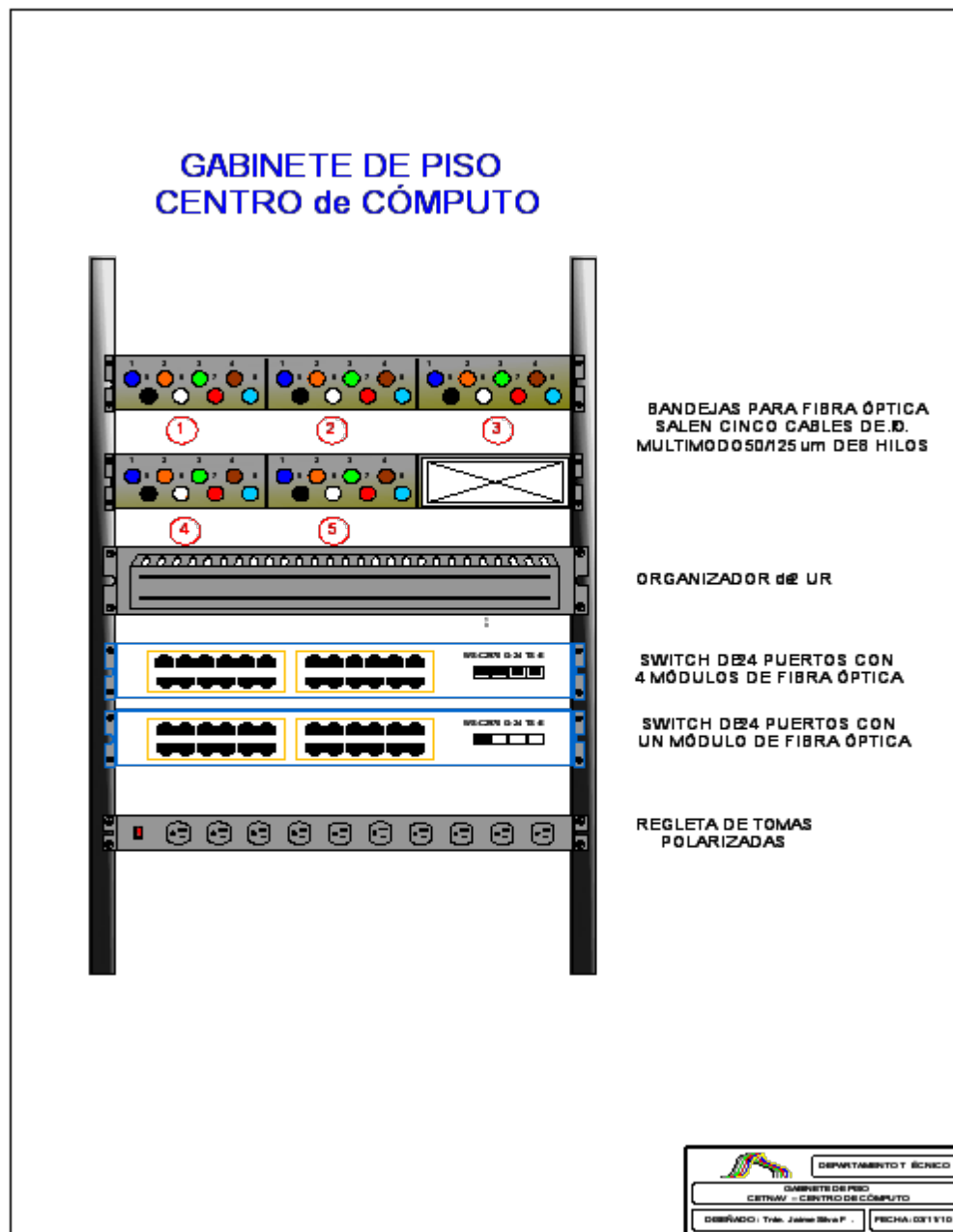


Gráfico 3.9 Propuesta para conexiones (Equipos) en el gabinete de piso por medio de Fibra Óptica



*Gráfico 3.10 Propuesta para conexiones (Equipos) en el gabinete de pared por medio de
Fibra Óptica*

3.17 PROPUESTA DE RADIO ENLACE GUAYAQUIL-SALINAS

Realizaremos el diseño de la Red Nacional del CETNAV teniendo en cuenta los requerimientos de esta entidad al presente y con proyección a futuro, la tecnología escogida para su diseño son los equipos RedLine TDD. Para facilitar el entendimiento del esquema de comunicaciones propuesto, se toma en cuenta la ubicación geográfica de los puntos de interconexión, topología física de la red, distancia existente entre puntos y perfil topográfico obtenido con un software propietario de Motorola conocido como LINKPlanner.

Debido a que el CETNAV forma parte de la Fuerza Naval, existe los permisos entre el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas (COMACO) y el CETNAV por medio del cual, el CETNAV puede hacer uso previa autorización y convenio entre los principales dirigentes de estas entidades, de los espacios físicos militares a lo largo del territorio nacional. Este factor es clave al momento del diseño, ya que las Fuerzas Armadas poseen torres e infraestructura físicas instaladas a lo largo de los principales cerros y elevaciones que la geografía nacional nos brinda. Se pretende analizar la forma de llegar a los destinos finales por medio de los puntos previamente mencionados.

3.17.1 SELECCIÓN DE LA RUTA

El trazado o ruta de la conexión por medio de Radio Enlace lo realizamos estratégicamente por la orografía de la costa ecuatoriana, puesto que éstas reúnen los requisitos de accesibilidad para la instalación y el mantenimiento de la red, además

abarcen en su trayecto varios cordones montañosos entre los cuales encontramos desde Guayaquil lo que es el cerro Azul y vía a Salinas el cerro de Animas.

3.17.2 REQUERIMIENTOS DE LA RED

Se realizará una descripción de cuáles serán los requerimientos que se deberá tomar en consideración al momento de plantear el diseño de la red de comunicaciones propuesto, tomando en consideración la capacidad de transmisión que se debería tener dependiendo la sucursal que se desearía comunicar.

3.17.3 CAPACIDAD DE TRANSMISIÓN

La capacidad de transmisión, expresada en bits por segundo (bps), de un sistema de comunicaciones, es un concepto importante, ya que el tiempo de respuesta y el rendimiento en las aplicaciones del usuario dependen de la capacidad de transmisión del sistema. El objetivo de esta sección es el de seleccionar la velocidad de transmisión que los enlaces deberían tener tomando en cuenta las aplicaciones utilizadas a futuro

A continuación se realizará un estudio del ancho de banda que la matriz y la sucursal necesitarán dependiendo la aplicaciones que se correrán sobre la red, para esto se tomará como referencia los datos obtenidos en la Tabla 3.6

APLICACION	ANCHO DE BANDA / USUARIO	NOTAS
Mensajería de texto / IM	< 1 Kbps	Como el tráfico es frecuente y asincrónico, IM va a tolerar mucha latencia.
Correo electrónico	1 a 100 Kbps	Al igual que IM, el correo electrónico es asincrónico e intermitente, por lo tanto va a tolerar la latencia. Los archivos adjuntos grandes, los virus y el correo no deseado aumentan significativamente la utilización del ancho de banda.
Navegadores web	50 - 100+ Kbps	Los navegadores web sólo utilizan la red cuando se solicitan

		datos. La comunicación es asincrónica, por lo que se puede tolerar una buena cantidad de demora. Al buscar imágenes pesadas, descargas largas, etc, la utilización del ancho de banda aumenta significativamente.
Flujo de audio (<i>streaming</i>)	96 - 160 kbps	Cada usuario de un servicio de flujo de audio va a utilizar una cantidad constante de un ancho de banda relativamente grande durante el tiempo que esté activo. Puede tolerar algo de latencia pasajera mediante la utilización de mucha memoria de almacenamiento temporal en el cliente (buffer).

Tabla 3.6 Consumo de ancho de banda por aplicación

A continuación se mencionan las principales aplicaciones que se utilizarán en la red de comunicaciones del CETNAV a Nivel Nacional, teniendo en cuenta la proyección a futuro de la red.

3.17.3.1 Tráfico de datos

El tráfico de datos depende del número de estaciones de trabajo que se tenga en cada sucursal, se utiliza la red de comunicaciones como medio de acceso a la información requerida para realizar distintas actividades como, actualización de antivirus, etc.

3.17.3.2 Correo Electrónico

Como toda entidad, el CETNAV posee servicio de correo electrónico, el cual funciona con el acceso que se tiene desde la Matriz al Internet y por medio del cual se envían y reciben oficios de suma importancia para su sucursal.

3.17.3.3 Soporte Técnico Remoto

Por otro lado los administradores de la red utilizan un programa de acceso remoto a los equipos conocido como VNC, muy parecido al software incluido en el Sistema Operativo

Windows conocido como “Escritorio Remoto”, el cual ayuda a solucionar problemas internos de las sucursales.

3.18 DISEÑO DE LA RED PROPUESTA

A continuación se define paso a paso el proceso para la realización del diseño de la red tomando en cuenta la topología física que se utiliza, la mejor ruta inalámbrica de comunicaciones a seguir a través de radioenlaces ubicados en determinados puntos o elevaciones geográficas del país basados en el perfil topográfico entre enlaces con la utilización del programa LINK Planner de Motorola el cual además de mostrarnos el perfil topográfico del enlace, se puede notar que la superficie del enlace tiene un color gris cuando el software toma en consideración la curvatura de la Tierra dependiendo la distancia a la que se encuentren los sitios a enlazar, los puntos escogidos pertenecen a sitios en los cuales existen torres instaladas de otras Instituciones Militares , ya que es posible la utilización de estos espacios en el caso de una futura instalación.

Una vez escogido el camino a seguir por las redes, se procede a seleccionar los equipos necesarios para poner en marcha el diseño incluyendo toda la configuración y características que estos deberán tener para que exista comunicación a través de una topología tipo árbol entre la Matriz y la sucursal a nivel Nacional.

Finalmente se realizan los cálculos necesarios con el fin de garantizar el diseño del Sistema y también se incluye el esquema de direccionamiento IP propuesto para intercomunicar los diferentes equipos que conforman la Red Nacional del CETNAV.

3.19 TOPOLOGÍA FÍSICA DE LA RED PROPUESTA

En esta sección se selecciona la ruta inalámbrica a seguir por la Red Nacional del CETNAV, para facilitar su entendimiento se divide el esquema completo de comunicaciones la identificamos con los nombres de RED MAN.

Para garantizar que los puntos escogidos en cada una de las redes es el adecuado, se indica su ubicación geográfica, la razón por la cual se escogen esos puntos y también se presenta el perfil topográfico existente en cada enlace planteado con la utilización del software propietario de Motorola LINK Planner.

A continuación se procede a detallar el esquema propuesto para comunicar la red mencionada.

3.19.1 PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE LA RED MEDIANTE RADIO ENLACE

Esta red abarcará la sucursal CETEIN dentro de la Provincia de Santa Elena y proveerá de comunicaciones a la Matriz CETNAV en la provincia del Guayas. Se realizó una

visita técnica con un GPS para obtener la ubicación geográfica precisa de cada una de éstas.



Fig. 3.4 Matriz y Sucursal de la Red WAN

Donde:

- 1.- Guayaquil (MATRIZ CETNAV)
- 2.- Salinas (SUCURSAL CETEIN)

Después de hacer un estudio de las posibles ubicaciones factibles para interconectar los distintos puntos de la Red WAN, se escogieron los siguientes sitios pertenecientes a espacio físico de las Fuerzas Armadas que se utilizan como nodos de interconexión entre la Matriz y la sucursal CETEIN en la Provincia de Santa Elena:

- Cerro Azul
- Cerro Ánimas.

El camino de esta red se muestra en la figura 3.5:



Fig. 3.5 Esquema de comunicación propuesto

Nodo CETNAV.- Es el enlace principal gracias al Punto de Acceso que se encontrará en este sitio, el mismo que trabajará a una frecuencia de 5.4 GHz. con un equipo AN-50e, a su vez, los clientes recibirán el servicio con equipos Red Line como un enlace de tipo punto – punto

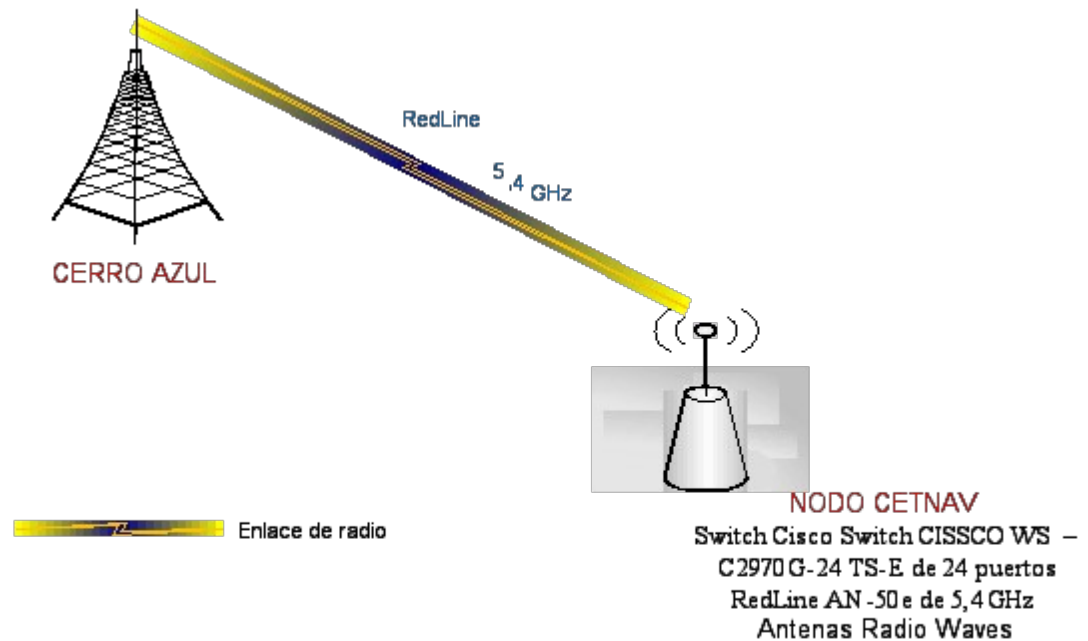


Gráfico 3.11 Red Propuesta de comunicaciones del CETNAV

Así mismo el CETNAV cuenta con una sucursal en el Cantón Salinas llamada CETEIN, el mencionado centro tiene amplias instalaciones dotadas de una infraestructura moderna en el área industrial, pero limitada en infraestructura administrativa, por lo que la propuesta para la instalación de Red Wan mediante Radio Enlace se conmutará por medio de un enlace principal proviene desde el cerro Animas hacia el nodo CETEIN por medio de un enlace de microondas a una frecuencia de 5.4GHz con equipos RedLine AN-50e, utilizando antenas de Radio Waves de 3 pulgadas y finalmente llegando a un Switch CISSCO WS – C2970G-24 TS-E de 24 puertos.

NODO CETEIN.- Este nodo se regirá como enlace principal, ya que aquí esta ubicado el Punto de Acceso de la ciudad con el que se dará servicio a los usuarios a través de un enlace a una frecuencia de 5.4 GHz con un equipo AN 50e utilizando antenas Radio Waves de 3 pulgadas y los usuarios recibirán el servicio con equipos RedLine como un enlace de tipo punto – punto.

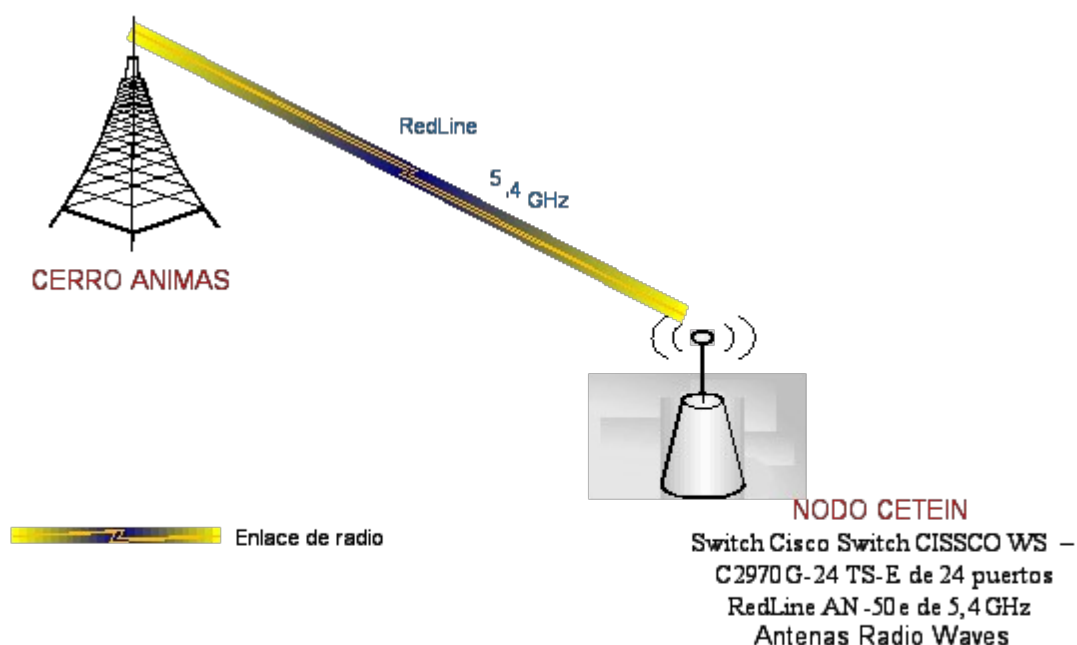


Gráfico 3.12 Red Propuesta de comunicaciones del CETEIN

Para brindar el servicio a los usuarios, el CETNAV contará con una red interna con enlaces principales, tiene una capacidad máxima de 54 Mbps para futuro crecimiento de la red. Además serán enlaces por medio de microondas que se hacen desde cerros o montañas hacia las ciudades, por lo tanto se manejan grandes distancias. Para estos

enlaces el CETNAV se recomienda el uso de los equipos RedLine AN-50e. La velocidad de transmisión de datos dependen de varios factores como: El tiempo de transmisión, distancia del enlace, factores climáticos entre otros.



Fig. 3.6 Equipo RedLine AN-50e.

En la Tabla 3.7 presentamos las especificaciones más importantes de un equipo RedLine

DESCRIPCION	ESPECIFICACIONES
Capacidad del Sistema	LOS, LOS-óptica y sin-LOS (OFDM), LOS: Línea de vista
Banda RF	5.470-5.850 GHz
Tamaño de canal	20 MHz (pasos de 5 MHz)
Velocidad de Datos	49 Mbps o menor
Potencia TX Máx	20 dBm(región específica)
Sensibilidad Rx:	-86 dBm, 6 Mbps(BER de 1×10^{-9})
Modulación	BPSK a 64 QAM
Alcance	Promedio 80 km
Conexión de Red	10/100Mbps Ethernet (RJ-45)
Alimentación eléctrica	110-240 VCA 50/60 Hz, 18-72 VCD,

Tabla 3.7 Características generales de un equipo RedLine AN-50e

Fuente: Manual de equipos RedLine

Elaboración: Jaime Silva Franco

En la tabla 3.8 presentamos las especificaciones más importantes de un equipo Radio Waves de 3 pulgadas:

Requisitos	RadioWaves
Trabaja en bandas de frecuencia no licenciadas	5,4 - 5.7 GHz
Ganancia de la antena 3 pies	31.4 dBi (nominales)
Peso de la antena 3 pies	35 lbs. (15.8 kg)
Tipo de Conexión	Interfaz de conexión tipo N femenino
Polarización	Sencilla, doble
Diámetro	90 cm
Apertura ° -3dB	4.2

Tabla 3.8 Especificaciones de un equipo Radio Waves de 3 pulgadas

Fuente: Manual de equipos Radio Waves

Elaboración: Jaime Silva Franco

3.20 JUSTIFICACIÓN

La principal razón por la cual se eligieron estos puntos de ubicación son:

CERRO AZUL.- Se selecciono cerro Azul como puente principal parra llegar desde la matriz (sector norte de Guayaquil) hacia el Oeste de la región Costa que une a las Provincias de Guayas y Santa Elena por medio del cordón montañoso de la cordillera Chongon-Colonche, por su altura y facilitar una mejor línea de vista .

CERRO ANIMAS.- Fue la elección apropiada al momento de escoger un lugar en donde exista línea de vista directa con respecto al cerro Azul y el CETNAV.

3.21 UBICACIÓN DE LOS SITIOS

En la Tabla 3.9 se resumirán los diferentes puntos escogidos para el diseño de la red incluyendo la ubicación geográfica, altura a sobre el nivel del mar y la altura a la que

deberían ubicarse las antenas, en las estructuras sean estas torres o mástiles previamente instalados.

NOMBRE DEL SITIO	UBICACIÓN GEOGRAFICA		ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR (mts)
	LONGITUD	LATITUD	
GUAYAQUIL	79°52'46.13"O	2°9'33.27"S	07
CERRO AZUL	79°57'31.86"O	2° 9'54.17"S	306
CERRO ANIMAS	80°28'2.45"O	2°28'33.34"S	115
SALINAS	80°57'0.24"O	2°9'54.17"S	0

Tabla 3.9 Resumen de sitios escogidos para el diseño

Fuente: Google hearth

Elaboración: Jaime Silva Franco

Mediante la utilización de GPS y referencias obtenidas de personal técnico de las Fuerzas Armadas. La tabla presenta un resumen de las distancias obtenidas y el tipo de radioenlace necesario.

NOMBRE DEL ENLACE	DISTANCIA (km)	TIPO DE ENLACE
GUAYAQUIL-CERRO AZUL	8.8	Punto - Punto
CERRO AZUL-CERRO ANIMAS	66.2	Punto - Punto
CERRO ANIMAS-SALINAS	60.9	Punto - Punto

Tabla 3.10 Distancias entre radioenlaces

Fuente: Google hearth

Elaboración: Jaime Silva Franco

3.22 PERFIL TOPOGRÁFICO

Con la herramienta LINK Planner es posible obtener los datos del perfil topográfico existente entre dos puntos distantes con la utilización de sus coordenadas geográficas, de

esta manera se muestran en el Gráfico 3.13 Los perfiles topográficos pertenecientes a todos los enlaces existentes en la RED WAN propuesta:

RENDIMIENTO GUAYAQUIL-CERRO AZUL

Altura de las antenas

Cerro azul: 40mt

Guayaquil: 21mt

Máximo Ancho de Banda

Subida 19.79 Mbps

Bajada 19.79Mbps

Máximo Ancho de Banda agregado 39.58 Mbps total sumado.

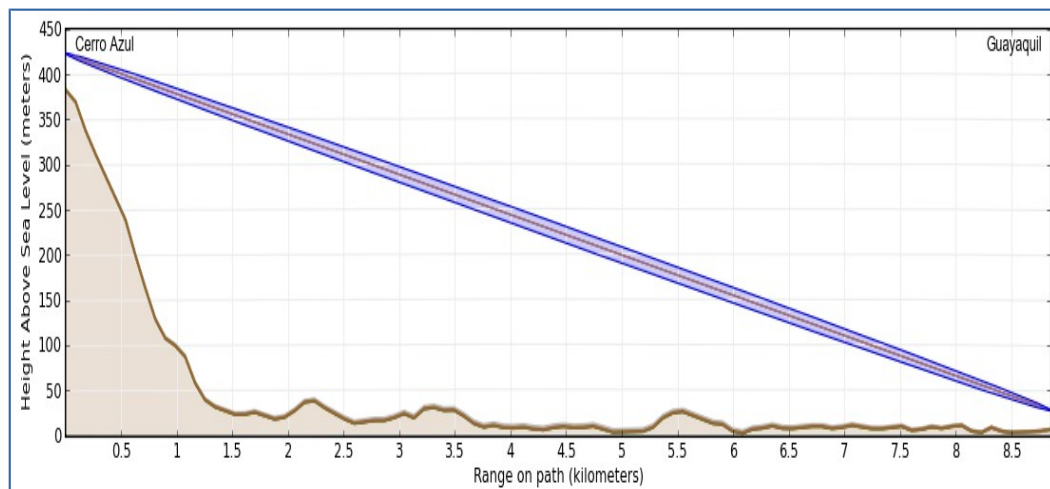


Gráfico 3.13 Guayaquil-Cerro Azul

Common details						
Mode:	64QAM	16QAM	16QAM	QPSK	QPSK	BPSK
Code rate:	0.67	0.75	0.50	0.75	0.50	0.50
Payloads:	Single	Single	Single	Single	Single	Single
Max Aggregate IP Throughput (Mbps):	39.58	30.30	19.74	14.46	9.16	3.90
Max IP Throughput Each Way (Mbps):	19.79	15.15	9.87	7.23	4.58	1.95

RENDIMIENTO CERRO AZUL-ANIMAS

Cerro Azul: 40mt

Animas: 21mt

Subida 17.42Mbps

Bajada 17.42Mbps

Máximo Ancho de Banda agregado 34.84 Mbps total sumado.

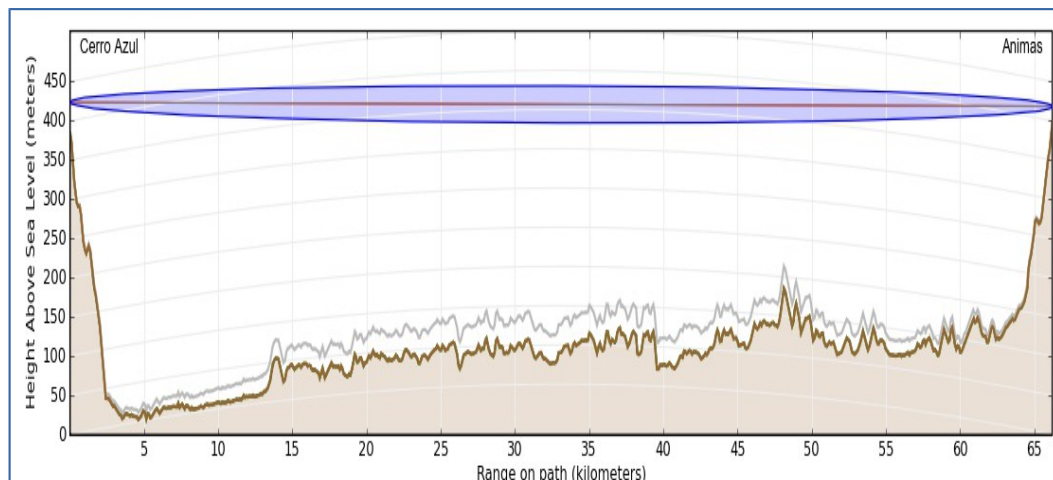


Gráfico 3.14 Cerro Azul-Animas

Common details						
Mode:	64QAM	16QAM	16QAM	QPSK	QPSK	BPSK
Code rate:	0.87	0.75	0.50	0.75	0.50	0.50
Payloads:	Single	Single	Single	Single	Single	Single
Max Aggregate IP Throughput (Mbps):	34.84	26.68	17.36	12.72	8.08	3.42
Max IP Throughput Each Way (Mbps):	17.42	13.33	8.68	6.36	4.03	1.71

CERRO ANIMAS-SALINAS

Cerro Azul: 21mt

Animas: 21mt

Subida 17.62 Mbps

Bajada 17.62 Mbps

Máximo Ancho de Banda agregado 35.24 Mbps total sumado

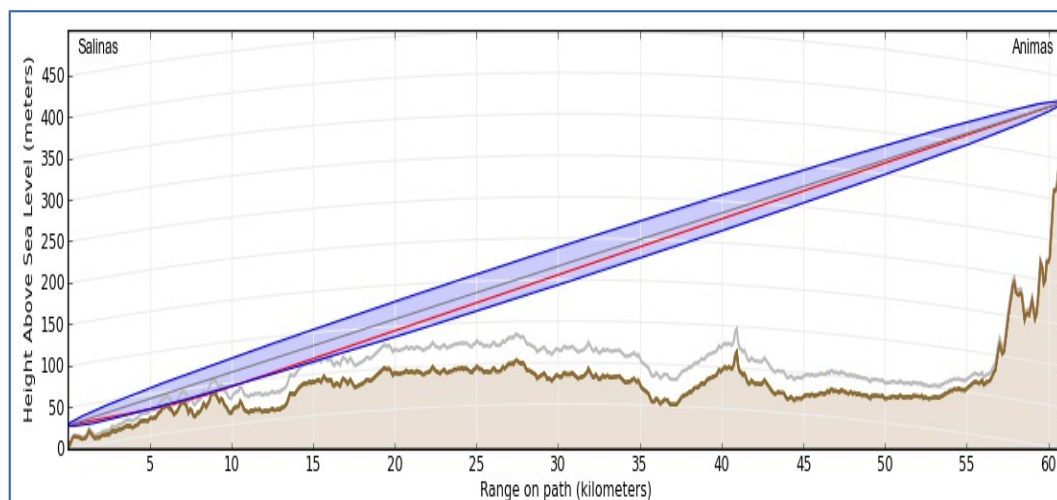


Gráfico 3.15 Cerro Animas-Salinas

Common details						
Mode:	64QAM	16QAM	16QAM	QPSK	QPSK	BPSK
Code rate:	0.67	0.75	0.50	0.75	0.50	0.50
Payloads:	Single	Single	Single	Single	Single	Single
Max Aggregate IP Throughput (Mbps):	35.24	26.96	17.56	12.88	8.16	3.46
Max IP Throughput Each Way (Mbps):	17.62	13.48	8.78	6.43	4.08	1.73

3.23 ESQUEMA DE LA RED

En el Grafico 3.16 se indica un esquema general de los puntos pertenecientes a la red planteada incluyendo las distancias existentes entre ellos.

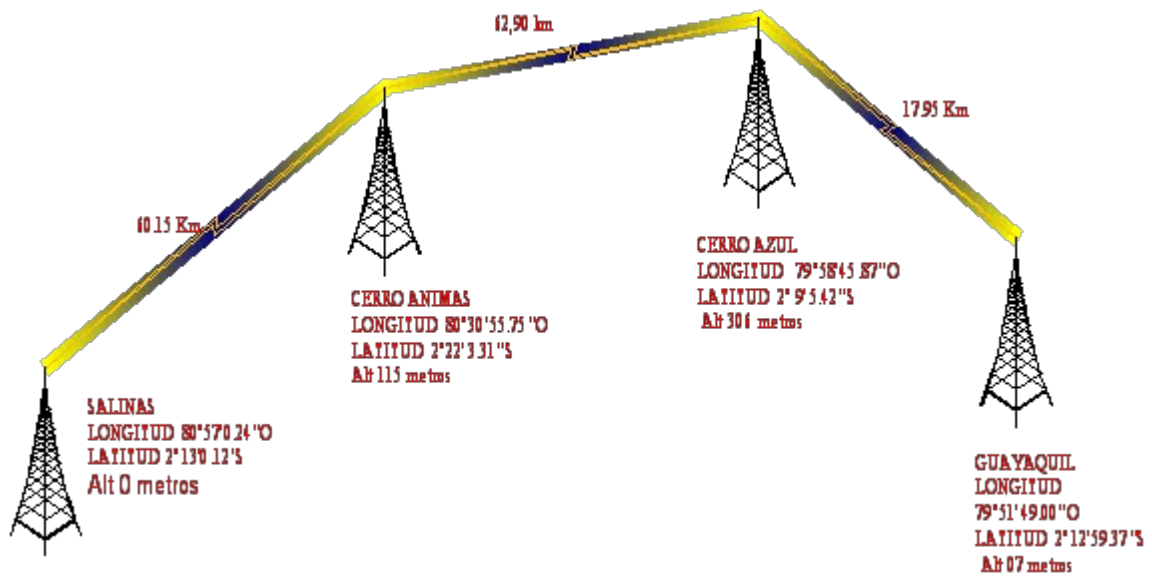


Gráfico 3.16 Esquema General de la Propuesta para la instalación de la RED WAN por medio de Radio Enlace

3.24 SELECCIÓN DE EQUIPOS DE LA RED

Para la selección de equipos a utilizar, es necesario tener en cuenta varios aspectos importantes para poder intercomunicar los diferentes sitios escogidos, como la distancia del enlace, capacidad necesaria, obstrucción de la zona de Fresnel, línea de vista, entre otros. A continuación se seleccionarán los equipos necesarios para implementar la Red Nacional de Comunicaciones del CETNAV.

3.24.1 Equipamiento para enlaces

Los equipos de comunicaciones que utilizaremos para el diseño de la red presentan características principalmente capacidad de transmisión, tomando en cuenta el requerimiento en la sucursal y las distancias que existan entre puntos remotos mediante la utilización de equipos Red Line AN-80I, mientras que para la selección de equipamiento activo se hará un análisis comparativo entre algunas marcas teniendo en cuenta los beneficios que estas nos brindan. La tabla 3.11 nos muestra en resumen los diferentes tipos de equipos que la plataforma nos ofrece.

Frecuencia (GHz) / Capacidad	Distancia LOS (Km)	MODULACION	ANCHO DE BANDA
5.4 GHz (20Mbps) Frecuencia Libre	LOS 50 millas	64 QAM 2/3	108 Mbps T Ethernet 10/100Base
5.8 GHz(40Mbps) frecuencia Libre	LOS 50 millas	64 QAM 3/4	108 Mbps T Ethernet 10/100Base

Tabla 3.11 Equipos de la Plataforma Red Line AN-80I

Fuente: Manual de Equipos RedLine

Elaboración: Jaime Silva Franco

Las distancias máximas a las cuales pueden llegar los equipos de comunicación son válidas siempre y cuando exista línea de vista y por lo menos el 60% de la zona de Fresnel se encuentre libre de obstrucciones, además dependiendo la distancia será necesaria la utilización de antenas externas tomando en cuenta el ancho de banda necesario tanto para la matriz como para la sucursal. En la Tabla 3.12 se indican los equipos necesarios a utilizar para comunicar la Red Nacional de Comunicaciones del CETNAV.

Nombre del Enlace	Distancia [Km]	Equipo escogido	Modulación	Tipo
Guayaquil-Cerro Azul	17.95	5,4 GHz (20Mbps)	64 QAM 2/3	Antena Conectorizada
Cerro Azul-Cerro Animas	62.90	5.4 GHz (20Mbps)	64 QAM 2/3	Antena Conectorizada
Cerro Animas-Salinas	60.15	5.4 GHz (20Mbps)	64 QAM 2/3	Antena Conectorizada

Tabla 3.12 Equipos escogidos para la Red Nacional de Comunicaciones del CETNAV

Fuente: Manual de Equipos RedLine y Radio Waves

Elaboración: Jaime Silva Franco

3.24.1.1 Antenas

Como se muestra en la tabla 3.13, para ciertos enlaces es necesario el uso de antenas parabólicas. El objetivo de utilizar antenas externas es el de adquirir mayor ganancia en el enlace elevando así el ancho de banda resultante, los enlaces que posean antenas externas

deben tener en cuenta si trabajan con polaridad simple o polaridad doble en el caso que se requiera tener diversidad espacial. Para seleccionar las antenas externas que utilizaremos, se hará una breve comparación entre las marcas más reconocidas y distribuidas en el Ecuador, tomando en cuenta las características más importantes que deberían tener para considerarlas en el diseño de comunicaciones propuesto, las marcas que presentaremos a continuación son Radio Waves y Andrew.

En la Tabla 3.13 se presenta la comparación entre marcas:

REQUISITOS	RADIOWAVES	ANDREW
Trabaja en bandas de frecuencia no licenciadas	✓	✓
Ganancia de la antena 6 pies	37.9 dBi (nominales)	38.5 dBi (nominales)
Peso de la antena 6 pies	40.5 kg	39.5 kg
Interfaz de conexión tipo N femenino	✓	✓
Posee polaridad simple	✓	✓
Posee polaridad doble	✓	✓
Facilidad de instalación	✓	X
Facilidad de compra con los distribuidores	✓	✓
Precio Referencial (En tiendas por Internet)	MENOR	MAYOR

Tabla 3.13 Comparativo de antenas externas

Fuente: Manual de Equipos Radio Waves y Andrew

Elaboración: Jaime Silva Franco

Tomando en cuenta que las antenas Andrew poseen mayor ganancia se debería escoger esta marca, pero por cuestiones de facilidad de instalación y costo de las antenas, hace

que la marca escogida sea “RadioWaves”, además se tiene un buen distribuidor mayorista en el País el cual importa estas antenas a muy buenos costos.

3.24.1.2 Torre Venteada

Un tipo de torre apta para aplicaciones de radiocomunicaciones, enlaces microondas, enlaces inalámbricos, sistemas punto-punto, enlaces de datos y cámaras de observación es la de tipo T-25.

Ver figura 3.8. Esta torre tiene las siguientes características:

- Tramo de torre de 3mts de altura.
- Tubo galvanizado, peldaños tipo "L".
- Medida interior: 25x25x25cms.
- Promedio de tramos apilables: 10 tramos (30mts).
- Tensores, anclas y cables de acero.
- Pararrayos
- Baliza

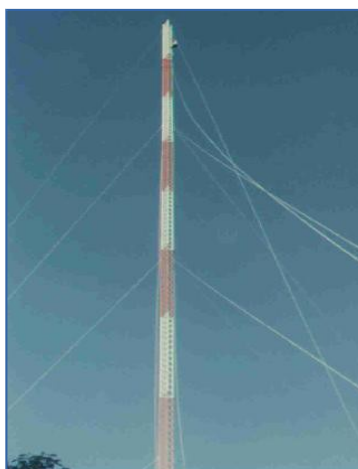


Fig. 3.7 Vista de una torre venteada La estructura

Sobre esta estructura se montarán las antenas, cables de red, alimentación eléctrica y los respectivos soportes y tornillos. Hay que resaltar que los cables de viento (tensores) deben todos tener la misma tensión. Los puntos de anclaje y sus ángulos, vistos desde el centro de la torre, deben estar tan espaciados como sea posible.

La estructura de la torre podemos observarla en la figura 3.9

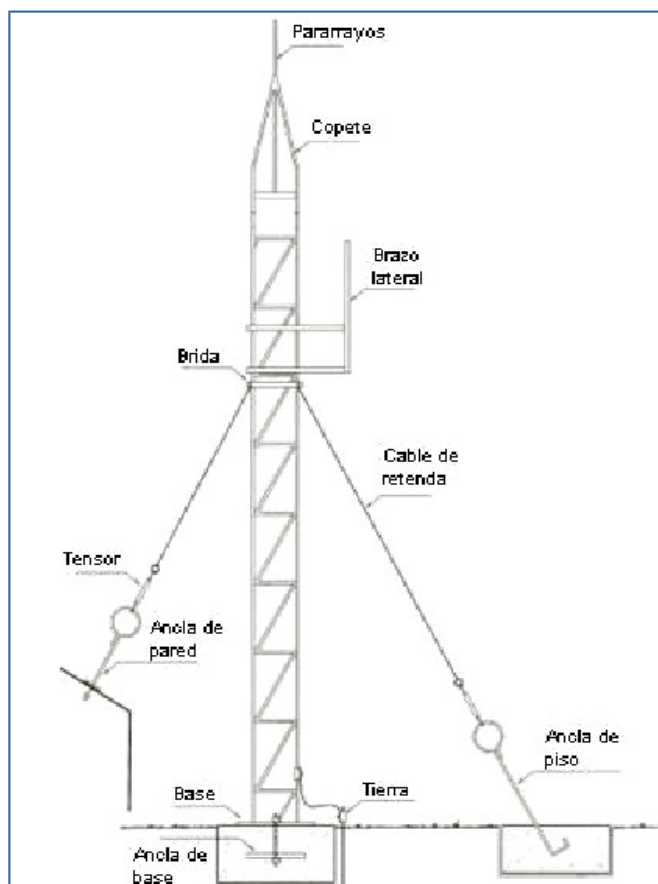


Fig. 3.8 Estructura de una torre de comunicaciones venteada

3.24.1.3 Equipos activos

Para la selección de equipos activos debemos tomar en cuenta algunos detalles relacionados con el esquema de comunicaciones propuesto ya que vamos a trabajar con redes que deben a la vez estar comunicadas entre sí. Para seleccionar los equipos activos que utilizaremos, se hará una breve comparación entre las marcas más reconocidas y distribuidas en el Ecuador, tomando en cuenta las características más importantes que deberían tener para considerarlas en el diseño de comunicaciones propuesto, las marcas que presentaremos a continuación son 3COM y CISCO. En la tabla 3.14 se presenta la comparación entre marcas:

REQUISITOS	3COM	CISCO
Debe ser no administrable capa 2 y de pocos puertos	✓	✓
Debe ser administrable con telnet, http.	✓	✓
Soportan Ruteo	✓	✓
Soporte Técnico	✓	✓
Posibilidad de montaje en Rack	✓	✓
Costo	MENOR	MAYOR

Tabla 3.14 Comparativo de equipos activos

Fuente: Manual de Equipos de CISCO y 3COM

Elaboración: Jaime Silva Franco

Como se puede ver, para la implementación de la red planteada podemos utilizar cualquiera de las dos marcas seleccionadas, por motivo de disminuir el costo de la red, la

marca que utilizaré será CISCO. Ahora es necesario seleccionar el tipo de equipos CISCO que utilizaremos, para esto se tomará en cuenta los requerimientos necesarios según el sitio donde se ubicarán estos equipos. Ya que en la sucursal es necesario el uso de un Switch para conectar los distintos puntos de la red, y tomando en cuenta que se debe tener un equipo que soporte capa 3 para realizar el ruteo necesario para poder comunicarnos con la Matriz, se escogió un equipo que mezcla los dos requerimientos, es así que el equipo será un Switch Cisco WS-C2970G-24 TS-E. La tabla nos muestra el resumen de equipos activos que se deberán instalar para comunicar nuestra red:

UBICACION	EQUIPOS ACTIVOS
Guayaquil	Switch Cisco WS-C2970G-24 TS-E
Salinas	Switch Cisco WS-C2970G-24 TS-E

Tabla 3.15 Equipos activos para la red

3.25 RANGO DE FRECUENCIAS A UTILIZAR

Los equipos Red Line AN-80I fueron seleccionados teniendo en cuenta su frecuencia de trabajo, ahora es necesario plantear un esquema de frecuencias adecuado para su configuración con el fin de disminuir al máximo la interferencia que entre ellos se podría suscitar.

5,4 GHz (108 Mbps 64 QAM 2/3) ≅ 5.470 - 5.725 GHz

Las frecuencias que utilizan la modulación 64 QAM 2/3 son utilizadas por los equipos Red Line AN-80I. Las frecuencias seleccionadas se detallan en la tabla 3.16

NOMBRE DEL ENLACE	MODULACION	Frecuencia [GHz]	MASTER	SLAVE
Guayaquil-Cerro Azul	QAM 2/3	5,495 – 5,705 GHz	Guayaquil	Cerro Azul
Cerro Azul-Cerro Animas	QAM 2/3	5.495 - 5.725 GHz	Cerro Azul	Cerro Animas
Cerro Animas-Salinas	QAM 2/3	5,495 – 5,705 GHz	Cerro Animas	Salinas

Tabla 3.16 Rango de Frecuencias esquema de comunicación

El esquema de frecuencias planteado toma en cuenta las recomendaciones de espaciamiento que deben existir entre bandas de la misma frecuencia y la reutilización de frecuencias. Además se realizó la configuración, teniendo en cuenta la ubicación de los equipos Maestros en los sitios donde se cree existe un mayor piso de ruido con el fin de evitar interferencias.

3.26 CÁLCULOS NECESARIOS PARA GARANTIZAR EL DESEMPEÑO DE LA RED

Es necesario tomar en cuenta ciertos factores que serán necesarios para comprobar las características técnicas que tendrá cada nodo de comunicaciones a lo largo de toda la red diseñada, algunos de los cálculos que a continuación se presentan nos indican cuan eficientes llegarían a ser los enlaces en el caso de una posible implementación.

3.26.1 Pérdida en espacio libre (FSL)

Tomando como referencia la fórmula para calcular la pérdida que existe en espacio libre para un enlace cuando la frecuencia la tenemos en GHz y la distancia en Km.

Para el enlace desde la Matriz del CETNAV (Guayaquil) y el cerro Azul, se tendrán los siguientes datos:

Distancia (Km) = 17.95

Frecuencia (GHz) = 5,495

Utilizando la fórmula



Obtenemos que FSL (dB) = 121,99 dB

Los resultados obtenidos para todos los enlaces se presenta en la tabla 3.17

ENLACE	d[Km]	f [GHz]	FSL [dB]
Guayaquil-Cerro Azul	17,95	5,495	121,99
Cerro Azul-Cerro Animas	62,90	5,4	143,01
Cerro Animas-Salinas	60,15	5,495	142,62

Tabla 3.17 Cálculo de FSL (dB) para la red diseñada

3.26.2 Cálculo de la zona de Fresnel

Tomando como referencia la fórmula, se calcula el radio que debería tener la zona de Fresnel en los enlaces, para esto se asumirá que el obstáculo se encuentra en la mitad del enlace.

La tabla 3.18 nos muestra el radio de la zona de Fresnel para cada enlace.

ENLACE	d [Km]	f [GHz]	Diámetro de la Zona de Fresnel [mts]	Radio de la Zona de Fresnel [mts]
Guayaquil-Cerro Azul	17,95	5,4	7,453	3,726
Cerro Azul-Cerro Animas	62,90	5,4	29,55	14,77
Cerro Animas-Salinas	60,15	5,4	28,68	14,34

Tabla 3.18 Zona y radio de Fresnel

Como era evidente, para enlaces con mayor distancia, es necesario un mayor campo libre de la zona de Fresnel.

3.27 ESQUEMA DE DIRECCIONAMIENTO IP PARA LA RED NACIONAL DE COMUNICACIONES DEL CETNAV

El departamento Técnico del COMACO es el organismo encargado de administrar toda la configuración y soporte instaladas en las distintas repetidoras y terminales pertenecientes a las Fuerzas Armadas. Existe un rango de direcciones designado para cada una de las instituciones que comprenden las Fuerzas Armadas del Ecuador, el cual debe ser respetado si se desea utilizar como ruta los diferentes cerros necesarios para la comunicación de la Red Nacional.

3.28 RESUMEN DE LA RED

Finalmente se muestra el resumen completo de la red diseñada tomando en consideración la RED WAN del CETNAV.

ENLACES TERRESTRE GYE -SL

DIAGRAMA DE CONEXIÓN
2010

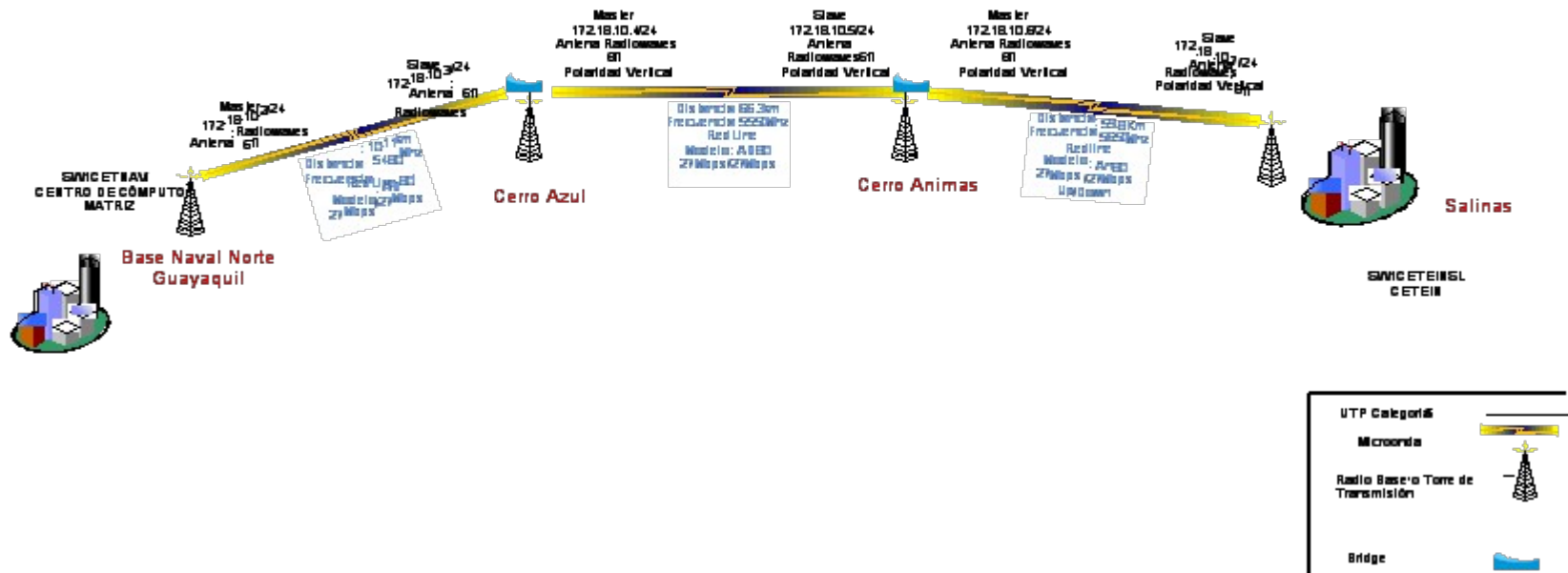


Gráfico 3.17 Propuesta para el Enlace Terrestre Guayaquil - Salinas

CAPITULO IV

MARCO ADMINISTRATIVO

INTRODUCCIÓN

A continuación presentamos el análisis de costos de la inversión realizada en cada uno de los enlaces diseñados, así como también los costos de los equipos que se utilizarán en los enlaces Guayaquil – Salinas tanto de fibra óptica y Radio Enlace.

4.1 PRESUPUESTO CONEXIÓN FIBRA OPTICA GUAYAQUIL-SALINAS

Una vez que se han estudiado las características técnicas de los equipos que se van a utilizar en la red Wan por medio de Fibra Optica para ser implementada en el CETNAV, se va a detallar un presupuesto referencial con el fin de dar una idea preliminar de lo que puede costar el proyecto en caso que se lo lleve a cabo. Es decir brindar una visión de cuanto sería la inversión que se debería realizar, de acuerdo con las características de la red y de los equipos propuestos anteriormente, en caso de ser implementada la red WAN.

4.1.1 COSTO DE LOS EQUIPOS PARA EL ENLACES ENTRE NODOS

En la 76 4.1 presentamos la descripción y los costos de los diferentes materiales requeridos para realizar el tendido de la fibra óptica.

DESCRIPCION	COSTO (\$)
Instalación aérea de fibra óptica por metro	\$ 1,00
Metros de F.O. con mensajero Monomodo E9/125 um de 8 hilos	\$ 3,00
Metros de F.O. Protección Metálica Multimodo 50/125 um de 8 hilos	\$ 5,20
Caja de empalmes	\$ 450,00
Empalme cada 4Km de los 08 hilos de fibra óptica	\$ 480,00
Alquiler por poste anual	\$ 6,00
Herrajes para sujeción de fibra óptica	\$ 3,00
Cintas para postes	\$ 0,50
Brackets	\$ 0,50

Tabla 4.1 Descripción y costos de los materiales a utilizarse en el tendido de la fibra óptica

En la Tabla 4.2 presentamos la longitud de fibra óptica a utilizarse en cada enlace, así como la cantidad de empalmes. El número de cajas de empalme es igual al número de empalmes en cada enlace de fibra óptica. Para determinar la cantidad de empalmes se toma en cuenta que el carrete de fibra óptica tiene una longitud de 4Km, de esta forma se divide el valor de la longitud de fibra óptica en Km para 4 y se obtiene el número de empalmes para cada uno de los enlaces, debemos tener en cuenta que el resultado de dicha división se la aproxima al mínimo inferior, para así obtener la cantidad real de empalmes, la cantidad de postes por alquilar se considera 13 poste por cada kilometro, la cantidad de herrajes a utilizarse en cada enlace, compréndase como herrajes los sujetadores para la fibra óptica presentes en cada poste.

NOMBRE DEL ENLACE	LONGUITUD DE LA FIBRA OPTICA ENTRE	CANTIDAD DE EMPALMES	CANTIDAD DE POSTES A	CANTIDA D DE HERRAJE
-------------------	------------------------------------	----------------------	----------------------	----------------------

	NODOS(km)		ALQUILAR	S
Guayaquil-Progreso	67	17	871	871
Progreso-Salinas	74	19	962	962
Enlace CETEIN-SALINAS	1,3	-	X	X
Enlace CETNAV-GUAYAQUIL	1,5	-	X	X
TOTAL	143,8	36	1833	1833

Tabla 4.2 Longitud de la fibra óptica con su respectiva cantidad de cajas de empalmes para cada enlace, postes a alquilar y herrajes

Tomando los datos de la Tabla 4.1, la misma que corresponde a los costos de los Equipos a utilizarse en el tendido, y con los datos obtenidos en la Tabla 4.2 con relación a la distancia, determinaremos los costos parciales y finales correspondientes a cada enlace de fibra óptica, estos costos los presentamos la Tabla 4.3, en dicha tabla también podemos observar el costo total del tendido de la fibra óptica, especificando el costo de las caja de empalmes, postes a alquilar y herrajes.

NOMBRE DEL ENLACE	FIBRA OPTICA	INSTALACION DE FIBRA OPTICA	EMPALMES	CAJA DE EMPALMES	POSTES DE ALQUILAR	HERRAJES	TOTAL
Guayaquil-Progreso	\$ 201.000,00	\$ 67.000,00	\$ 8.160,00	\$ 7.650	\$ 5.226	\$ 2.613	\$ 291.649,00
Progreso-Salinas	\$ 222.000,00	\$ 74.000,00	\$ 9.120,00	\$ 9.120	\$ 5.772	\$ 2.886	\$ 322.898,00
Enlace CETEIN-SALINAS	\$ 6.760,00	\$ 1.300,00	X	X	X	X	\$ 8.060,00
Enlace CETNAV-GUAYAQUIL	\$ 7.800,00	\$ 1.500,00	X	X	X	X	\$ 9.300,00
COSTO TOTAL	\$ 437.560,00	\$ 143.800,00	\$ 17.280,00	\$ 16.770,00	\$ 10.998,00	\$ 5.499,00	\$ 631.907,00

Tabla 4.3 Costos de inversión en cada uno de los enlaces

4.1.2 COSTO DE LOS EQUIPOS A UTILIZAR EN EL ENLACE

En la Tabla 4.4 presentamos los costos referenciales de los equipos para el enlace de fibra óptica Guayaquil-Salinas-CETNAV-CETEIN, los equipos correspondientes en la

instalación fueron determinados en el Capítulo 3. Los costos referenciales presentados, fueron tomados en base a empresas que distribuyen estos equipos.

EQUIPO	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Switch Cisco Catalyst , WS-C2970G-24TS-E, 24 puertos 10/100/1000 Base T + 4 puertos SFP	\$ 2.700,00	14	\$ 37.800,00
Switch Cisco Catalyst , WS-C2970G-24T-E, 24 puertos 10/100/1000 Base T	\$ 2.500,00	5	\$ 12.500,00
Módulos de F.O. GLC - 1000 Base –SX - MM, conector LC	\$ 320,00	18	\$ 5.760,00
Módulos de F.O. GLC - 1000 Base –SX - SM, conector LC	\$ 450,00	4	\$ 1.800,00
Bandejas para Fibra Óptica	\$ 120,00	14	\$ 1.680,00
Placas adaptadoras de 8 puertos ST	\$ 45,00	22	\$ 990,00
Placas ciegas para patch panel de F.O.	\$ 15,00	19	\$ 285,00
Conectores ST Multimodo	\$ 6,00	144	\$ 864,00
Conectores ST Monomodo	\$ 6,00	32	\$ 192,00
Conectorizaciones	\$ 30,00	176	\$ 5.280,00
Patch cord de F.O.Multimodo 50/125 um ST/LC, 2 m.	\$ 45,00	18	\$ 810,00
Patch cord de F.O.Monomodo E9/125 um ST/LC, 2 m.	\$ 45,00	4	\$ 180,00
Gabinete de piso	\$ 1.200,00	2	\$ 2.400,00
Gabinete de pared	\$ 280,00	10	\$ 2.800,00
UPS	\$ 2.500,00	3	\$ 7.500,00
Cintas eriband para postes	\$ 0,50	1833	\$ 916,50
Brackets	\$ 0,50	1833	\$ 916,50
Mangas para fusiones (cada 4 Km)	\$ 120,00	36	\$ 4.320,00
Fusiones de hilos de fibra óptica	\$ 10,00	288	\$ 2.880,00
SUBTOTAL	\$ 10.393,00		\$ 89.874,00
Costo de instalación de equipos	\$ 2.500,00		\$ 2.500,00
Costo de configuración y pruebas	\$ 500,00		\$ 500,00
TOTAL	\$ 13.393,00		\$ 92.874,00

Tabla 4.4 Costos de los equipos correspondientes en cada nodo del enlace de fibra óptica Guayaquil-Salinas

En la Tabla 4.4 podemos observar que el costo de equipamiento del enlace Guayaquil-Salinas es de \$ **92,874.00**

4.1.2.1 DISTRIBUCION DE LOS EQUIPOS PARA CADA UNO DE LOS ENLACES

En las siguientes tablas se describen los equipos que se utilizan en cada uno de los enlaces para la Instalación de Red Wan por medio de Fibra Óptica.

ENLACE LOCAL DEL CETNAV GUAYAQUIL

Se recomienda el uso de fibra óptica multimodo 50/125 um para asegurar un rendimiento óptimo en cuanto a la velocidad de 1Gbps ó 10 Gbps

CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS
1500	Metros de F.O. Protección Metálica Multimodo 50/125 um de 8 hilos
1	Gabinete de piso 2,10 m.
5	Gabinetes de pared de 12 UR
7	Bandejas para Fibra Óptica
10	Placas adaptadoras de 8 puertos ST
11	Placas ciegas para patch panel de F.O.
80	Conectores ST Multimodo
80	Conectorizaciones

10	Patch cord de F.O.Multimodo 50/125 um ST/LC, 2 m.
7	Switch Cisco Catalyst , WS-C2970G-24TS-E, 24 puertos 10/100/1000 Base T + 4 puertos SFP
2	Switch Cisco Catalyst , WS-C2970G-24T-E, 24 puertos 10/100/1000 Base T
10	Módulos de F.O. GLC - 1000 Base -SX - MM, conector LC
1	UPS

Tabla 4.5 Equipos utilizados en el enlace local CETNAV

ENLACE LOCAL CETEIN SALINAS

Cantidad	Características
1300	Metros de F.O. Protección Metálica Multimodo 50/125 um de 8 hilos
1	Gabinete de piso 2,10 m.
4	Gabinetes de pared de 12 UR
6	Bandejas para Fibra Óptica
8	Placas adaptadoras de 8 puertos ST
8	Placas ciegas para patch panel de F.O.
64	Conectores ST Multimodo
64	Conectorizaciones
8	Patch cord de F.O.Multimodo 50/125 um ST/LC, 2 m.
5	Switch Cisco Catalyst , WS-C2970G-24TS-E, 24 puertos 10/100/1000 Base T + 4 puertos SFP
3	Switch Cisco Catalyst , WS-C2970G-24T-E, 24 puertos 10/100/1000 Base T
8	Módulos de F.O. GLC - 1000 Base -SX - MM, conector LC
1	UPS

Tabla 4.6 Equipos utilizados en el enlace local CETEIN

ENLACE NACIONAL CETEIN – CETNAV (GUAYAQUIL – SALINAS)

Se recomienda el uso de fibra óptica monomodo E9/125 um debido a la distancia entre Guayaquil y Salinas

Cantidad	Características
141000	Metros de F.O. con mensajero Monomodo E9/125 um de 8 hilos
1	Gabinete de pared de 12 UR
1	Bandeja para Fibra Óptica
4	Placas adaptadoras de 8 puertos ST
32	Conectores ST Monomodo
32	Conectorizaciones
4	Patch cord de F.O.Monomodo E9/125 um ST/LC, 2 m.
2	Switch Cisco Catalyst , WS-C2970G-24TS-E, 24 puertos 10/100/1000 Base T + 4 puertos SFP
4	Módulos de F.O. GLC - 1000 Base -IX - SM, conector LC
1833	Pares de herrajes para sujetar Fibra Óptica (por poste)
1833	Cintas eriband para postes
1833	Brackets
36	Mangas para fusiones (cada 4 Km)
288	Fusiones de hilos de fibra óptica
1	UPS

Tabla 4.7 Equipos utilizados en el enlace local CETNAV - CETEIN

4.1.3 COSTOS DE SOPORTE TECNICO

El Costo del Soporte Técnico se lo considerará como un pago anual, este será realizado por la compañía que se contratará para la Instalación del Tendido de la Fibra Óptica, para esto se firmará un contrato donde se destine el 10% del Costo Total del Tendido de la Fibra Óptica mas el 10% del costo Total de los Equipos de cada Nodos para el Enlace, tal como se muestra en la Tabla 4.8

DESCRIPCION	COSTO ANUAL Y MANTENIMIENTO Y REPUESTOS
Tendido de Fibra Óptica	\$ 14.380,00
Soporte de Equipamiento de nodos	\$ 9.287,40
TOTAL	23.667,40

Tabla 4.8 Costos Anuales de Operación y Mantenimiento del enlace de fibra óptica

4.1.4 COSTOS DE INGENIERÍA

Estos costos corresponden a los honorarios que se tendrá que cancelar a las personas contratadas para la realización del diseño del sistema de respaldo de fibra óptica, así como también de los respectivos estudios de campo realizados.

En la TABLA 4.9 presentamos los costos de ingeniería y diseño los cuales los vamos a tomar en base a los siguientes aspectos:

- Costo del diseño que incluye: estudio de la situación actual de la institución, proyección del tráfico de la red, estudio de demanda de los servicios de la institución, selección y determinación de los equipos.
- Costo del estudio de campo se evalúa de acuerdo a factibilidad de acceso a la localidad donde se ubicarán los nodos, determinación de la ubicación de los nodos con sus respectivas coordenadas geográficas y estudio de la ruta para el tendido de la fibra óptica.

DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL
Estudio de Campo	1.500,00
Diseño del Sistema de Respaldo	5.000,00
TOTAL	6.500,00

Tabla 4.9 Costos de Ingeniería

4.1.5 COSTO TOTAL DEL PROYECTO

El costo total del sistema diseñado lo resumimos finalmente en la TABLA 4.10, en la cual se describe el costo total de los enlaces entre nodos, de los equipos a utilizar en los nodos y de Ingeniería.

DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL
Costo de enlaces entre nodos	631.907,00
Costo total de los equipos a utilizar en los nodos	\$ 92.874,00
Costo anual por mantenimiento	\$ 23.667,40
Costo de Ingeniería	\$ 6.500,00
Misceláneos	\$ 1.500,00
Contrato de Instalación de la Fibra Óptica Fusión de Hilos	\$ 63.190,70
TOTAL	\$ 819.639,10

Tabla 4.10 Costos Total del proyecto por medio de Fibra Óptica

El monto total para la implementación de La red por medio de Fibra Óptica es de \$819,639.10, este precio incluye todos los equipos y personal técnico necesario para implementar la Red de Comunicaciones del CETNAV.

4.1.6 DEPRECIACION DE EQUIPOS

Tomando en consideración que los Equipos de Fibra Óptica pueden depreciarse después de los 10 años, podremos calcular lo siguiente.

DEPRECIACION	AÑOS	10
	%	10%
Metros de F.O. Protección Metálica Multimodo 50/125 um de 8 hilos	\$ 423.000,00	\$ 42.300,00
Metros de F.O. con mensajero Monomodo E9/125 um de 8 hilos	\$ 14.560,00	\$ 1.456,00
Switch Cisco Catalyst , WS-C2970G-24TS-E, 24 puertos 10/100/1000 Base T + 4 puertos SFP	\$ 37.800,00	\$ 3.780,00
Switch Cisco Catalyst , WS-C2970G-24T-E, 24 puertos 10/100/1000 Base T	\$ 12.500,00	\$ 1.250,00
Módulos de F.O. GLC - 1000 Base -SX - MM, conector LC	\$ 5.760,00	\$ 576,00
Módulos de F.O. GLC - 1000 Base -SX - SM, conector LC	\$ 1.800,00	\$ 180,00
Bandejas para Fibra Óptica	\$ 1.680,00	\$ 168,00
Placas adaptadoras de 8 puertos ST	\$ 990,00	\$ 99,00
Placas ciegas para patch panel de F.O.	\$ 285,00	\$ 28,50
Conectores ST Multimodo	\$ 864,00	\$ 86,40
Conectores ST Monomodo	\$ 192,00	\$ 19,20
Conectorizaciones	\$ 5.280,00	\$ 528,00
Patch cord de F.O.Multimodo 50/125 um ST/LC, 2 m.	\$ 810,00	\$ 81,00
Patch cord de F.O.Monomodo E9/125 um ST/LC, 2 m.	\$ 180,00	\$ 18,00
Gabinete de piso	\$ 2.400,00	\$ 240,00
Gabinete de pared	\$ 2.800,00	\$ 280,00
UPS	\$ 7.500,00	\$ 750,00
TOTAL	\$ 80.841,00	\$ 8.084,10

Tabla 4.11 Depreciación de Equipos de Fibra Óptica

4.2 PRESUPUESTO DE LA RED DISEÑADA PARA RADIO ENLACE A NIVEL NACIONAL GUAYAQUIL-SALINAS

El estudio de los costos necesarios para llevar a cabo el diseño planteado, es importante tomar en consideración cada uno de los materiales y recursos utilizados en el esquema de comunicaciones propuesto, con el fin de obtener un costo estimado de implementación.

Además se presenta las características principales que tendrá la red diseñada, describiendo las aplicaciones que se podrán implementar y las facilidades que la tecnología utilizada nos brinda.

Después se describen los equipos utilizados en el diseño de la red con su respectivo precio, se toma en consideración que cumplan con las características necesarias del diseño de la Red.

4.2.1 ESTUDIO DE COSTOS Y PRESUPUESTO DE LA RED DISEÑADA

En base a los equipos especificados en el capítulo 3 que se van a utilizar para cada punto de la red, se establecen los costos referenciales de los equipos necesarios para la implementación de la Red Nacional del CETNAV tomando en cuenta todos los aspectos que intervienen en una implementación como son movilización de personal técnico, capacitación y soporte especializado.

4.2.2 COSTO DEL DISEÑO

Tomando en cuenta el valor del equipamiento del equipo, la magnitud del proyecto propuesto y el tiempo utilizado, se estima que el monto a cobrar por honorarios de diseño de la red es de \$ 10.000,00

4.2.3 COSTO DE EQUIPOS A UTILIZARSE EN LA RED WAN POR MEDIO DE RADIO ENLACE

A continuación se indican los costos referenciales del equipamiento necesario para implementar la red diseñada, teniendo en cuenta los equipos escogidos en el capítulo 3, los montos referenciales son tomados de acuerdo a los precios obtenidos en el mercado nacional.

Los equipos RedLine y RadioWaves utilizados para el diseño de la red dependen del alcance en Km. que soportan, el tipo de antena que utilizan poder obtener un buen enlace y por último el tipo de modulación utilizada.

Además cada radio debe tener una fuente de alimentación para su funcionamiento y un supresor de sobrecarga para aterrizar el cable FTP, el cual es necesario para disminuir la interferencia en entornos externos y también para proteger a los equipos de posibles sobrecargas de energía. Los precios de los equipos de la serie PTP400 (30 Mbps) sean estos conectorizados o no.

EQUIPO	COSTO UNITARIO(\$)	CANTIDA D	COSTO TOTAL(\$)
---------------	-------------------------------	----------------------	----------------------------

Radio TDD Red Line AN80I 5,4 GHZ	\$ 4.500,00	6	\$ 27.000,00
Base de soporte para antenas	\$ 300,00	6	\$ 1.800,00
Pararrayos con conexión a tierra y cable de cobre	\$ 200,00	4	\$ 800,00
Antenas de 6'' RadioWaves	\$ 2.000,00	6	\$ 12.000,00
Smart UPS 1500 APC	\$ 700,00	4	\$ 2.800,00
Switch Cisco WS-C2970G-24 TS-E.	\$ 2.700,00	2	\$ 5.400,00
Caja de cable FTP Blindado Cat 6 (330 mts por caja)	\$ 300,00	2	\$ 600,00
SUBTOTAL			\$ 50.400,00

Tabla 4.12 Costo referencial de equipos red WAN

En Tabla 4.12 se detallan todos los equipos y elementos necesarios (sean estos activos, pasivos, de instalación), para implementar todo el sistema de comunicaciones de la red WAN.

El monto total para la implementación de la red WAN es de \$ 50,400.00.

4.2.4 DISTRIBUCION Y CANTIDAD DE EQUIPOS A UTILIZAR EN LA RED WAN USANDO RADIO FRECUENCIA

EQUIPOS	GUAYAQUIL	CERRO AZUL	ANIMAS	SALINAS	TOTAL
Radio TDD Red Line AN80I 5,4 GHZ	1	2	2	1	6
Base de soporte para antenas	1	2	2	1	6
Pararrayos con conexión a tierra y cable de cobre	1	1	1	1	4
Antenas de 6'' RadioWaves	1	2	2	1	6
Smart UPS 1500 APC	1	1	1	1	4
Switch Cisco WS-C2970G-24 TS-E.	1	N/A	N/A	1	2
Caja de cable FTP Blindado Cat 6 en metros	70	140	140	70	420

Tabla 4.13 Distribución y cantidad de Equipos

4.2.5 COSTO DEL RECURSO HUMANO

NOMBRE DEL ENLACE	PERSONAL DIA 1	PERSONAL DIA 2 Y 3	PERSONAL DIA 4 Y 5	PERSONAL DIA 6
GUAYAQUIL	3			
CERRO AZUL		6		
ANIMAS			6	
SALINAS				3
PERSONAL	3	6	6	3
HORAS DE TRABAJO	12	24	24	12

TOTAL DE PERSONAL	18
DIAS TRABAJADOS	6

DETALLE	MANO DE OBRA	ALIMENTACION	MOVILIZACION
VALOR A PAGAR POR DIA	\$ 50,00	\$ 10,00	\$ 150,00
TOTAL DEL PERSONAL	18	18	-
DIAS TRABAJADOS	6	6	6
TOTAL A PAGAR	\$ 5.400,00	\$ 1.080,00	\$ 900,00

RECURSO HUMANO	
MANO DE OBRA	\$ 5.400,00
ALIMENTACION	\$ 1.080,00
MOVILIZACION	\$ 900,00
COSTO TOTAL	\$ 7.380,00

Tabla 4.14 Costos de Mano de obra, alimentación y movilización para la instalación de la red Wan por medio de Radio Enlace

4.2.6 COSTO ANUAL POR SOPORTE TECNICO

DESCRIPCION	COSTO ANUAL
--------------------	--------------------

Soporte Técnico de Equipos de Radio	\$ 5.040,00
TOTAL	5.040,00

Tabla 4.15 Costos anual de mantenimiento

4.2.7 COSTO TOTAL DEL PROYECTO

El costo total del proyecto tomando en cuenta todos los aspectos necesarios para su implementación se muestra en la Tabla 4.16

REFERENCIA	TOTAL
Diseno de la Red	\$ 10.000,00
Costo de equipo	\$ 50.400,00
Costo del Recurso Humano	\$ 7.380,00
Capacitación y soporte	\$ 4.500,00
Costo anual de Soporte Técnico	\$ 5.040,00
TOTAL	\$ 72.280,00

Tabla 4.16 Costo Total del Proyecto por medio de Radio Enlace

El costo total del proyecto es de 72,280.00 USD, con este monto se plantea una solución completa de comunicaciones a Nivel Nacional entre los diferentes puntos que conforman la Red de Comunicaciones del CETNAV y su matriz ubicada en el Cantón Salinas, además se incluyen los valores a tomar en consideración con el fin de garantizar la capacitación necesaria para los técnicos encargados en un futuro de brindar soporte técnico a la red planteada.

4.2.8 DEPRECIACION

La tabla 4.17 muestra la depreciación anual de los equipos utilizados en la instalación de la red Wan por medio de Radio Enlace.

EQUIPO	AÑOS	%
	10	10%
Radio TDD Red Line AN80I 5,4 GHZ	\$ 27.000,00	\$ 2.430,00
Base de soporte para antenas	\$ 1.800,00	\$ 162,00
Pararrayos con conexión a tierra y cable de cobre	\$ 800,00	\$ 72,00
Antenas de 6" RadioWaves	\$ 12.000,00	\$ 1.080,00
Smart UPS 1500 APC	\$ 2.800,00	\$ 252,00
Switch Cisco WS-C2970G-24 TS-E.	\$ 5.400,00	\$ 486,00
Caja de cable FTP Blindado Cat 6 (330 mts por caja)	\$ 600,00	\$ 54,00
TOTAL	\$ 50.400,00	\$ 4.536,10

Tabla 4.17 Depreciación de Equipos de Radio Enlace

4.3 ESTIMACION DE INGRESOS

Para la estimación de los ingresos que ayudaran a recuperar la inversión que se realizara en la implementación del proyecto, hemos considerado el cobro que se realiza a los estudiantes del CETNAV y CETEIN, esto de acuerdo al tipo de red instalada, es decir, si se instala la red Wan mediante Fibra Óptica se cobrará un valor mensual por estudiante de \$8.00, por el contrario si se instala la red Wan mediante Radio Enlace se cobrará un valor mensual de \$3.00, la diferencia es de acuerdo a la calidad y rendimiento del servicio a instalarse, así mismo se estima un incremento del 5% de estudiantes anuales,

de la misma manera se considerara el aumento del 5% anual en el valor cobrado por la suscripción del servicio.

4.4 JUSTIFICACION DE LA INVERSIÓN

En toda empresa, es necesario realizar la evaluación del Proyecto para así determinar su viabilidad, considerando varios aspectos que permitan determinar en qué medida el Proyecto será rentable. La evaluación de este tipo de Proyectos, se basa normalmente en el estudio de los ingresos y gastos relacionados con el Proyecto, teniendo en cuenta cuando son efectivamente recibidos y entregados, es decir, en los flujos de caja que se obtienen en dicho Proyecto con el fin de determinar si son suficientes para soportar el servicio de la deuda anual y de retribuir adecuadamente el capital aportado por la empresa. En el estudio de la viabilidad económica se pretende definir mediante la comparación de los beneficios y costos estimados del Proyecto, si es recomendable su implementación y posterior operación.

4.5 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El Análisis de sensibilidad se lo realiza para poder determinar que tan rentable y factible es el proyecto que se ha planteado.

Vamos a utilizar los siguientes criterios para realizar el análisis de sensibilidad:

- Tasa Interna de Retorno (TIR)

- Valor Actual Neto (VAN)

La evaluación de proyectos por medio de métodos matemáticos- Financieros es una herramienta de gran utilidad para la toma de decisiones por parte de los administradores financieros, ya que un análisis que se anticipe al futuro puede evitar posibles desviaciones y problemas en el largo plazo.

4.5.1 TASA INTERNA DE RETORNO

Es la tasa de interés efectiva que da la inversión en el negocio en evaluación. Es la máxima tasa que es posible pagar por el financiamiento de un Proyecto, ya que devolviendo un préstamo con esa tasa, con los ingresos generados, el Proyecto no daría ganancia ni pérdida.

- ✓ Si $TIR > \text{tasa de descuento } (r)$: El proyecto es aceptable.
- ✓ Si $TIR = r$: El proyecto es postergado.
- ✓ Si $TIR < \text{tasa de descuento } (r)$: El proyecto no es aceptable

Para calcular la TIR, se debe utilizar la siguiente expresión:

$$= \sum_{t=1}^{10} \left[\frac{FC_t}{(1 + TIR)^t} \right] + I_0$$

Donde:

FC_t = Flujo de Caja al año t .

t = Tiempo de Vida del Proyecto igual a 10 años.

I_0 = Inversión Inicial.

4.5.2 VALOR ACTUAL NETO

El Valor Actual Neto (VAN), es el valor de la inversión en el año cero, descontados todos sus ingresos y egresos a una determinada tasa, que refleja las expectativas de retorno depositadas en el Proyecto. Indica un monto en dólares que representa la ganancia que se podría tomar por adelantado al comenzar un Proyecto, considerando la tasa de corte establecida.

Uno de los puntos conflictivos en torno al VAN, es la determinación de la tasa seleccionada. En el presente Proyecto, se tomará la tasa de interés anual establecida por el Banco Central del Ecuador, para el segmento productivo empresarial que es el 9.54%

El cálculo del VAN se lo realiza mediante la ecuación:

$$V = \sum_{t=1}^{10} \left| \frac{FC_t}{(1+i)^t} \right| + I_0$$

Donde:

FC_t = Flujo de Caja al año t.

i = Tasa de rentabilidad de la empresa.

t = Tiempo de Vida del Proyecto igual a 10 años.

I₀ = Inversión Inicial.

Contrato de Instalación de la Fibra Óptica Fusión de Hilos	\$ 63.190,70										
Depreciación		7275,69	7275,69	7275,69	7275,69	7275,69	7275,69	7275,69	7275,69	7275,69	7275,69
MARGEN OPERACIONAL ANTES DE IMPUESTOS		\$ 113.056,91	\$ 127.816,91	\$ 144.089,81	\$ 162.030,68	\$ 181.810,49	\$ 203.617,74	\$ 227.660,22	\$ 254.167,06	\$ 283.390,85	\$ 315.610,08
CALCULO DE TASAS E IMPUESTOS		28829,51205	32593,31205	36742,90155	41317,82397	46361,67595	51922,52275	58053,35634	64812,60038	72264,66694	80480,57031
25% Impuesto a la Renta		28264,2275	31954,2275	36022,4525	40507,67056	45452,62348	50904,43406	56915,05524	63541,76508	70847,71268	78902,51991
0,5% Superintendencia de Compañías		565,28455	639,08455	720,44905	810,1534113	909,0524695	1018,088681	1138,301105	1270,835302	1416,954254	1578,050398
MARGEN OPERACIONAL DESPUES DE IMPUESTOS	-\$ 819.639,10	\$ 84.227,40	\$ 95.223,60	\$ 107.346,91	\$ 120.712,86	\$ 135.448,82	\$ 151.695,21	\$ 169.606,86	\$ 189.354,46	\$ 211.126,18	\$ 235.129,51
TIR	10,6%										
VAN	\$ 44.302,99										
Tasa de Interés Efectiva	9,54%										

RENDIMIENTO EFICACIA

Costo Anual de Soporte Técnico		\$ 5.040,00	\$ 5.040,00	\$ 5.040,00	\$ 5.040,00	\$ 5.040,00	\$ 5.040,00	\$ 5.040,00	\$ 5.040,00	\$ 5.040,00	\$ 5.040,00
MARGEN OPERACIONAL ANTES DE IMPUESTOS		\$ 44.460,00	\$ 47.160,00	\$ 49.995,00	\$ 52.971,75	\$ 56.097,34	\$ 59.379,20	\$ 62.825,16	\$ 66.443,42	\$ 70.242,59	\$ 74.231,72
TASAS E IMPUESTOS		11337,3	12025,8	12748,725	13507,7962 5	14304,82106	15141,6971 2	16020,4169 7	16943,0728 2	17911,86146	18929,08953
25% Impuesto a la Renta		11115	11790	12498,75	13242,9375	14024,33438	14844,8010 9	15706,29115	16610,8557 1	17560,6484 9	18557,93092
0,5 Superintendencia de Compañías		222,3	235,8	249,975	264,85875	280,4866875	296,896021 9	314,125823	332,2171141	351,212969 8	371,1586183
MARGEN OPERACIONAL DESPUES DE IMPUESTOS	\$-72.280,00	\$ 33.122,70	\$ 35.134,20	\$ 37.246,28	\$ 39.463,95	\$ 41.792,52	\$ 44.237,51	\$ 46.804,75	\$ 49.500,35	\$ 52.330,73	\$ 55.302,63
TIR	50,4%										
VAN	\$ 188,985.89										
Tasa de Interés Efectiva	9,5%										

RENDIMIENTO EFICACIA

El VAN positivo obtenido, manifiesta que el Proyecto está generando más efectivo del que necesita para reembolsar el capital invertido y que se encuentra en condiciones de obtener una rentabilidad, generando así, excedentes por un monto de \$

641,643.73 con lo que la empresa se vería beneficiada. El valor de la tasa interna de retorno obtenida 47,1%, es mucho mayor respecto a la tasa de rentabilidad esperada, lo que refleja que el presente Proyecto es muy viable y rentable para la empresa.

4.5.5 PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN

El período de recuperación de la inversión, es uno de los métodos que en el corto plazo puede tener el favoritismo de algunas personas a la hora de evaluar sus inversiones.

Por su facilidad de cálculo y aplicación, el período de recuperación de la inversión es considerado un indicador que mide tanto la liquidez del Proyecto como también el riesgo relativo pues permite anticipar los eventos en el corto plazo.

Consiste en medir el plazo de tiempo que se requiere para que los flujos netos de efectivo de una inversión recuperen su costo.

El Período de Recuperación de la Inversión, podría encontrarse de la siguiente manera tanto como para Fibra Óptica y Radio Enlace:

PROYECTO DE FIBRA OPTICA

$$PRI = \text{Año anterior recuperación total} + \frac{\text{Costo no recuperado principio año}}{\text{Flujo de caja durante el año}}$$

Año anterior a la recuperación total:

Se suman los Flujos de Caja a partir del año 0, hasta que el valor obtenido sea Positivo es decir:

$$-\$ 819.639,10 + \$ 84.227,40 + \$ 95.223,60 + \$ 107.346,91 + \$ 120.712,86 + \$ 135.448,82 + \$ 151.695,21 + \$ 169.606,86 = \$ 44.622,56$$

Como el valor obtenido se hace positivo al 7mo año, se tiene que el año anterior a la recuperación total va a ser el 6to año.

Costo no recuperado al principio del año:

Como el año anterior a la recuperación total es el 6to año, se va a tener un costo acumulado no recuperado a partir del año 0, tal como se muestra a continuación:

$$-\$ 819.639,10 + \$ 84.227,40 + \$ 95.223,60 + \$ 107.346,91 + \$ 120.712,86 + \$ 135.448,82 + \$ 151.695,21 = -\$ 124.984,31$$

Flujo de Caja durante el año:

Como podemos observar en la Tabla 4.12a, el Flujo de Caja anual al 7mo año es de: \$169.606,86

Entonces, haciendo los cálculos respectivos, se tiene que el período de recuperación de la inversión, es:

$$PRI = 6 + \frac{124.984,31}{151.695,21} = 6.82$$

Una vez realizado el flujo de caja obtenemos indicadores de rentabilidad óptimos para el proyecto, puesto que la recuperación de la inversión necesaria para la implementación del Proyecto son idóneas, ya que dicha inversión sería recuperada en un tiempo aproximado de 6 años, 10 mes y 22 días, debido a que los Flujos de Caja acumulados hasta éste sobrepasarían los costos generados por la implementación del presente Proyecto.

Como podemos observar en los resultados obtenidos, el proyecto presenta una rentabilidad positiva con lo que concluimos que el retorno de la inversión es óptimo, es decir que cubre cualquier expectativa de inversión en el mercado.

PROYECTO DE RADIO ENLACE

$$PRI = \text{Año anterior recuperación total} + \frac{\text{Costo no recuperado principio año}}{\text{Flujo de caja durante el año}}$$

Año anterior a la recuperación total:

Se suman los Flujos de Caja a partir del año 0, hasta que el valor obtenido sea Positivo es decir: $-\$ 72.280,00 + \$ 33.122,70 + \$ 35.134,20 + \$ 37.246,28 = \$ 33.223,18$

Como el valor obtenido se hace positivo al 3er año, se tiene que el año anterior a la recuperación total va a ser el 2do año.

Costo no recuperado al principio del año:

Como el año anterior a la recuperación total es el 2do año, se va a tener un costo acumulado no recuperado a partir del año 0, tal como se muestra a continuación:

$$-\$ 72.280,00 + \$ 33.122,70 + \$ 35.134,20 = -\$ 4.023,10$$

Flujo de Caja durante el año:

Como podemos observar en la Tabla 4.12a, el Flujo de Caja anual al 3er año es de: $+\$ 37.246,28$

Entonces, haciendo los cálculos respectivos, se tiene que el período de recuperación de la inversión, es:

$$PRI = 2 + \frac{4.023,10}{37.246,28} = 2.12$$

Una vez realizado el flujo de caja obtenemos indicadores de rentabilidad óptimos para el proyecto, puesto que la recuperación de la inversión necesaria para la implementación

del Proyecto son idóneas, ya que dicha inversión sería recuperada en un tiempo aproximado de 3 años, y 12 días, debido a que los Flujos de Caja acumulados hasta éste sobrepasarían los costos generados por la implementación del presente Proyecto.

Como podemos observar en los resultados obtenidos, el proyecto presenta una rentabilidad positiva con lo que concluimos que el retorno de la inversión es óptimo, es decir que cubre cualquier expectativa de inversión en el mercado.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

✓ En el presente proyecto de graduación se analiza los elementos que constituyen el enlace CETNAV Guayaquil hasta Salinas, crucial para implementar una red inalámbrica o alámbrica que funcione en forma confiable, de los cuales se puede concluir lo siguiente:

✓ La competitividad que en servicios de Telecomunicaciones actualmente se da a nivel mundial, trae consigo la necesidad de disponer de una red escalable, adaptable, confiable y de gran capacidad, con la cual se podrá brindar servicios de telecomunicaciones de mejor calidad, como es la transmisión de datos mediante Fibra Óptica.

✓ El tipo de fibra óptica escogida, basado en el estándar G.655, para una fibra monomodo; recomendado por la UIT-T, garantiza un adecuado funcionamiento de la red con parámetros de atenuación y dispersión establecidos, es decir se la utiliza para la transmisión en la tercera ventana a 1550nm, donde presenta dispersión nula, lo cual es primordial para transmitir a grandes distancias y altas velocidades, esto implica el ahorro en gastos adicionales debido a que no se necesita de compensadores de dispersión, tal como se lo analizó en el Capítulo 3 de este estudio.

✓ La forma de tendido del cable de fibra óptica vía aérea, es una de las opciones más recomendadas por diferentes razones, entre ellas; es mucho más sencilla frente a otras formas de tendido del cable, menos costosa, su tendido presenta menos curvaturas, y facilita la revisión y corrección de errores ocasionados por roturas en la

fibra. No obstante presenta percances, uno de ellos es que hay que depender de postes para su instalación y esto nos lleva a que se incremente el costo de instalación, otros inconvenientes pueden ser los robos, vandalismo y sabotajes lo que puede ocasionar interrupciones en el servicio, debido a que la fibra como las cajas de empalmes se encuentra a la intemperie. Por el contrario la Instalación de Equipos de Radio Enlace dependen del medio en el que se propagan las ondas.

✓ Del análisis comparativo Técnico y Económico que se realizó entre el enlace por fibra óptica y radio enlace, podemos concluir que la Fibra Óptica a pesar de ser más costoso, garantiza una larga duración, además de que brinda un mayor capacidad para la transmisión tanto en ancho de banda como en velocidad, así como en capacidad de crecimiento futuro, inversamente del Radio Enlace ya que su instalación es mas económica, pero no garantiza seguridad en la transmisión de datos por la atenuación que existe en el medio que se propaga.

✓ Para la ruta seguida por la fibra óptica se considera que la interfaz o dispositivo transmisor soporta una distancia máxima de 90km motivo que fue necesario usar un punto de repetición en el cantón Progreso.

✓ Es importante basar el sistema de comunicaciones del CETNAV, con una tecnología robusta en confiabilidad, escalabilidad y desempeño como lo es el uso de equipos RedLine TTD AN80I.

✓ La propuesta planteada usando Fibra Óptica en el CETNAV, permitirá utilizar nuevas aplicaciones con el fin de atender mejor a los usuarios, evitando caídas del sistema, sistema de comunicaciones lento, entre otros, permitiendo así brindar una mejor atención por medio de un servicio confiable, ágil y robusto.

- ✓ Además, El CETNAV tendrá mayor facilidad de crecimiento, en el caso que se desearan incluir nuevas sucursales en las provincias donde no las hay, ya que se cuenta con el uso de espacio físico militar para llegar a los diversos puntos del País.
- ✓ La red de comunicaciones mediante Fibra Óptica cumple con los requerimientos especificados para la Red Nacional de Comunicaciones del CETNAV tomando en cuenta la proyección que esta entidad tendrá en un futuro.
- ✓ El uso de equipos RedLine nos brinda la posibilidad de llegar a sitios de difícil acceso ya que posee tecnología capaz de intercomunicar dos puntos remotos así no exista visibilidad de la zona de Fresnel o simplemente las condiciones topográficas no sean las adecuadas para un enlace inalámbrico de comunicaciones.
- ✓ Uno de los principales factores que diferencia a los equipos RedLine con la Tecnología TDD del resto de equipos es que por su tipo de modulación, estos se adaptan fácilmente a cualquier tipo de interferencia que ocurra y no causando así problemas en la frecuencia.
- ✓ La red propuesta con equipos de Radio Enlace será de propiedad del CETNAV y no se deberá pedir ningún tipo de concesión de frecuencia ya que su esquema completo se basa en bandas no licenciadas.
- ✓ El esquema de comunicaciones propuesto utiliza como puntos de interconexión espacio físico de las Fuerzas Armadas motivo por el cual se deberá firmar un convenio entre el CETNAV y esta entidad.
- ✓ Para finalizar, se puede decir que la red diseñada mediante Fibra Óptica garantizará el correcto funcionamiento del sistema de comunicaciones necesitado por el CETNAV, ya que se cumplen con todos los requerimiento y capacidad de transmisión para las futuras aplicaciones.

RECOMENDACIONES

- ✓ Los Cables de Fibra Óptica a instalarse deberán cumplir como mínimo cada una de las especificaciones de las UTT-T para un correcto funcionamiento del sistema.
- ✓ Colocar aproximadamente cada 500 metros una reserva de fibra óptica no menor a 25 metros, estas reservas van suspendidas y enrolladas en postes con el fin de facilitar la revisión en caso de fallas, mantenimientos o cortes de fibra; puesto que para el diseño del proyecto se utilizó un tendido de cable de fibra óptica vía aérea a través de los postes del alumbrado público.
- ✓ El Cable de Fibra Óptica utilizado será el de 8 hilos, sin embargo con 2 hilos es necesario la transmisión de datos entre CETNAV y CETEIN, por lo que los 6 hilos restantes se lo puede utilizar para alquilar o vender a otras compañías y así se podrá generar ingresos en la Institución, en cambio que el Radio Enlace no permite obtener este tipo de ingresos.
- ✓ Para el correcto funcionamiento del sistema, se deberá realizar un mantenimiento periódico del sistema de transmisión tanto de Fibra Óptica como Radio Enlace, permitiendo de esta manera un alto grado de confiabilidad del sistema.
- ✓ Durante el tendido del cable de fibra óptica es necesario utilizar en cada enlace a implementar, un OTDR (reflectómetro óptico en el dominio del tiempo), para determinar la calidad y nivel de la señal óptica en el punto de recepción.

- ✓ Se recomienda tener a la mano el stock de equipos y fibra óptica que permitan garantizar un soporte para eventos en la red instalada, además con un departamento técnico con equipos o un ente tercerizado.
- ✓ Ya que estamos hablando de una red a nivel Nacional, se recomienda en el diseño dividir en fases el esquema total de comunicaciones con el fin de facilitar su implementación.
- ✓ Previo a la instalación de una red inalámbrica, se deben realizar pruebas de campo en el lugar, ya que pueden existir factores que obliguen a efectuar correcciones en el diseño, se recomienda realizar un análisis de espectro en cada punto de la red diseñada con el fin de calcular el piso de ruido en cada ubicación para implementar un plan de uso de frecuencias adecuado.
- ✓ Los principales beneficios que nos ofrece los equipos RedLine para instalación mediante Radio Enlace, es el alcance de distancias que tiene y la utilización de espectro en bandas no licenciadas, por este motivo se debe realizar un buen planteamiento de frecuencias al momento de implementar un sistema de comunicaciones para evitar interferencia.
- ✓ Se recomienda contratar también el servicio de mantenimiento y soporte técnico anual con la Empresa ganadora del proyecto. El hacerlo, ayudará a una eficiente administración, mantenimiento, y desempeño de la red.
- ✓ Tener en consideración la existencia o no de un respaldo de energía eléctrica en todos y cada uno de los cerros utilizados como medio de comunicación de la red del CETNAV. Se recomienda la utilización de UPS en los puntos donde la alimentación eléctrica es inestable o donde no existe respaldo de energía de ningún tipo, además los UPS sirven como reguladores de voltaje en el caso de sobrecargas eléctricas.

✓ Recordar que para entornos externos de comunicaciones, es necesaria la utilización de cable con blindaje conocido como FTP.

✓ Tener en consideración que una adecuada configuración, instalación y mantenimiento de los equipos, garantizarán el correcto funcionamiento de la red durante su tiempo de vida útil.

✓

BIBLIOGRAFIA

LIBROS

- ✓ Jardon Aguilar, h. y. (2005). Sistemas de comunicaciones por fibras opticas. Madrid: marcombo, S.A
- ✓ Chomycz, B. (., & Arrue, J. (. (2005). Instalaciones de fibra óptica. Madrid: McGraw-Hill.
- ✓ BOQUERA, M. C. (2006). Comunicacion Gralla, P. (. (2006). Cómo funcionan las redes inalámbricas. Madrid: Anaya Multimedia-Anaya Interactiva.
- ✓ Hallberg. (2006). Fundamentos de redes. Madrid: Mcgraw-hill.
- ✓ es opticas: conceptos esenciales y resolucion de ejer cicios. Madrid: Diaz de Santos.
- ✓ Engst, A. (2007). Introduccion a Las Redes Inalambricas. España: Anaya Multimedia.
- ✓ Hayes, J. (2007). Manual del técnico de fibra óptica. New York: Thomson Delmar Learning.
- ✓ G. K. (2007). Optical Fiber Communications. 3ª Edición. MEXICO: Mc-Graw Hill.
- ✓ Arias, d. L.-m.-p. (2008). Fibra optica la gran maravilla moderna. Mexico: Ipem.

- ✓ Roldán Martínez, D. (2008). Comunicaciones inalámbricas. Un enfoque aplicado. Mexico: Editorial Microinformática(Sexta reimpresión edición). México D.F.: Alfaomega.
- ✓ CABEZAS GRANADO, L. M. (2010). Redes inalámbricas . Madrid: (Anaya multimedia).
- ✓ Cisco. (2010). Fundamentos De Redes Inalámbricas. Madrid: Pearson.

DIRECCIONES WEB

- ✓ Stuardo Extcheverri (2006) La fibra óptica se ha convertido en una de las tecnologías más avanzadas que se utilizan como medio de transmisión.
<http://www.abcdatos.com/tutoriales/comunicaciones/fibraoptica.html>.
- ✓ Consultoria en Redes (2011) Redes Inalámbricas vs Alámbricas
<http://www.tsrnet.com.mx/index2.php>
- ✓ Redes Inalámbricas y Alámbricas (2011) Se entiende por red al conjunto interconectado de computadoras autónomas. Es decir es un sistema de comunicaciones que conecta a varias unidades y que les permite intercambiar información <http://www.redesinaalam.blogspot.com/>
- ✓ <http://www.radiocomunicaciones.net/teoria-antenas.html>

- ✓ <http://www.radiocomunicaciones.net/radio-enlaces.html>
- ✓ <http://www.radiocomunicaciones.net/pdf/radioenlaces/enlace-optico-no-guiado.pdf>
- ✓ <http://www.radiocomunicaciones.net/pdf/radioenlaces/como-instalar-un-radioenlace.pdf>
- ✓ <http://www.radiocomunicaciones.net/pdf/radioenlaces/montaje%20de%20un%20enlace%20wireless.pdf>
- ✓ <http://www.radiocomunicaciones.net/pdf/radioenlaces/implementacion-de-redes-wireless-en%20radioenlaces-largos.pdf>
- ✓ <http://www.radiocomunicaciones.net/pdf/radioenlaces/disenio-basico-radioenlace.pdf>
- ✓ <http://revista.consumer.es/web/es/20021101/pdf/internet.pdf>
- ✓ <http://www.ehb.itu.edu.tr/~eepazarc/duyurular.html>
- ✓ <http://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica>

PUBLICACIONES

- ✓ **Danny Santiago Llumiquinga Guayasamín, Christian, David Mullo Aimacaña (2008)** Análisis y diseño del sistema redundante de fibra óptica Quito-Guayaquil para la red de telconet s.a.

- ✓ **Ortega Andrade Jorge Patricio (2009)** Estudio y diseño de la red nacional de datos del servicio social de la fuerza terrestre usando tecnología inalámbrica de banda ancha

- ✓ **Redes Inalámbricas en los Países en Desarrollo (enero de 2006)** extraído el 22 de noviembre del 2010.

- ✓ **Manual sobre "Redes Inalámbricas en los Países en Desarrollo (17 Julio 2010)** extraído el 22 de noviembre del 2010.

ANEXO 1

RESOLUCIÓN DEL CONATEL CON RESPECTO A LAS BANDAS NO LICENCIADAS

RESOLUCION 417-15-CONATEL-2005

EL CONSEJO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

CONATEL

CONSIDERANDO:

Que de conformidad con lo señalado en el artículo innumerado primero del artículo 10 de la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, el Consejo Nacional de Telecomunicaciones es el ente de Administración y Regulación de las telecomunicaciones en el país.

Que el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT la Nota 5.150, establece que las bandas 902 - 928 MHz, 2400 - 2500 MHz y 5725 - 5875 MHz están asignadas para aplicaciones industriales, científicas y medicas (ICM).

Que como parte de las Resolución 229 de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones 2003 (CMR-03), celebrada en Ginebra, se estableció la utilización de las bandas 5150-5250 MHz, 5250-5350 MHz y 5470-5725 MHz para el servicio móvil para la implementación de Sistemas de Acceso Inalámbrico (WAS), incluidas las redes radioeléctricas de área local (RLAN).

Que la implementación y operación de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha, permiten utilizar una baja densidad espectral de potencia, que minimiza la posibilidad de interferencia.

Que los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha pueden coexistir con Sistemas de Banda Angosta, lo que hace posible aumentar la eficiencia de utilización del Espectro Radioeléctrico.

Que es necesario que la administración ecuatoriana se asegure que los sistemas que emplean técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha, como es el caso de Sistemas de Acceso

Inalámbrico (WAS), incluidas las Redes Radioeléctricas de Área Local (RLAN), cumplan con las técnicas de reducción de la interferencia requeridas, de acuerdo al tipo de equipos y la observancia de normas. Que los avances tecnológicos y los nuevos servicios de telecomunicaciones, hacen necesario designar dentro del territorio nacional bandas de frecuencias radioeléctricas, para operar sistemas de telecomunicaciones sin causar interferencia perjudicial a un sistema que esté operando a título primario.

Que se hace necesaria la regulación para la operación e implementación de Sistemas que emplean Modulación Digital de Banda Ancha. En ejercicio de las atribuciones legales que le confiere el artículo 10, artículo innumerado tercero, y demás normas pertinentes de la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, y en concordancia con lo dispuesto en el artículo 41 del Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada.

RESUELVE:

Expedir la siguiente:

**NORMA PARA LA IMPLEMENTACION Y OPERACION DE SISTEMAS DE
MODULACION DIGITAL DE BANDA ANCHA**

CAPITULO I

OBJETO, TERMINOS Y DEFINICIONES

Artículo 1. Objeto. La presente Norma tiene por objeto regular la instalación y operación de Sistemas de Radiocomunicaciones que utilizan técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha en los rangos de frecuencias que determine el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, CONATEL.

Artículo 2. Términos y Definiciones. En todo aquello que no se encuentre definido técnicamente en el Glosario de Términos y Definiciones de la presente Norma, se aplicarán los términos y definiciones que constan en la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, su Reglamento General, el Reglamento de Radiocomunicaciones y el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT.

CAPITULO II

DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 3. Competencia. El Secretario Nacional de Telecomunicaciones, por delegación del CONATEL, aprobará la operación de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha mediante la emisión de un Certificado de Registro.

Artículo 4. Atribución. La atribución de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha es a título secundario, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT y en el Plan Nacional de Frecuencias.

CAPITULO III

NORMA TECNICA

Artículo 5. Características de los Sistemas de Modulación Digital de Banda

Ancha.- Los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha son aquellos que se caracterizan por:

- a) Una distribución de la energía media de la señal transmitida, dentro de una anchura de banda mucho mayor que la convencional, y con un nivel bajo de potencia;
- b) La utilización de técnicas de modulación que proporcionan una señal resistente a las interferencias;

- c) Permitir a diferentes usuarios utilizar simultáneamente la misma banda de frecuencias;
- d) Coexistir con Sistemas de Banda Angosta, lo que hace posible aumentar la eficiencia de utilización del Espectro Radioeléctrico.
- e) Operar en Bandas de frecuencias inscritas en el cuadro de Atribución de bandas de frecuencias.

Artículo 6. Bandas de Frecuencias.- Se aprobará la operación de sistemas de radiocomunicaciones que utilicen técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha en las siguientes bandas de frecuencias:

BANDA (MHz)	ASIGNACION
902 - 928	ICM
2400 - 2483.5	ICM
5150 – 5250	INI
5250 – 5350	INI
5470 – 5725	INI
5725 - 5850	ICM, INI

El CONATEL aprobará y establecerá las características técnicas de operación de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha en bandas distintas a las indicadas en la presente Norma, previo estudio sustentado y emitido por la SNT.

Artículo 7. Configuración de Sistemas que emplean Modulación Digital de Banda Ancha.-

La operación de los sistemas con técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha se aprobará en las siguientes configuraciones:

Sistemas punto - punto;

Sistemas punto - multipunto;

Sistemas móviles.

Artículo 8. Características Técnicas de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.- Se establecen los límites de Potencia para cada una de las bandas de acuerdo con el Anexo 1; así como los Límites de Emisiones no Deseadas de acuerdo con el Anexo 2 de la presente Norma.

CAPITULO IV

HOMOLOGACION

Artículo 9. Homologación. Todos los equipos que utilicen Modulación Digital de Banda Ancha deberán ser homologados por la SUPTEL, de acuerdo con los Anexos 1 y 2 de la presente Norma.

Artículo 10. Bases de la Homologación. La homologación de los equipos se efectuará en base a las características estipuladas en el catálogo técnico del equipo, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento para Homologación de Equipos de Telecomunicaciones.

CAPITULO V

SOLICITUD Y REGISTRO

Artículo 11. Solicitud de Registro. La SNT llevará un Registro de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha, siempre y cuando estén exentos de requerir autorización del CONATEL de acuerdo a lo que establece el Reglamento de Radiocomunicaciones. Para la inscripción en este Registro, los interesados en cualquier parte del territorio nacional, deberán presentar una solicitud con todos los requisitos para su aprobación dirigida a la SNT, cumpliendo con los datos consignados en el formulario técnico que para el efecto pondrá a disposición la SNT.

Artículo 12. Certificados de Registro. Una vez presentada la documentación y previo el análisis respectivo, la SNT procederá con la emisión del Certificado de Registro de los Sistemas de

Modulación Digital de Banda Ancha que será entregado al interesado, el cual incluirá la descripción del sistema registrado.

El Certificado de Registro será otorgado por la SNT, en el término máximo de diez (10) días a partir de la presentación de la solicitud, previo el pago de los valores establecidos en el Reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por Uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico, vigente a la fecha de registro, más los impuestos de ley.

Artículo 13. Vigencia del Registro. El Certificado de Registro para la operación de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha tendrá una duración de cinco años y podrá ser renovado, previa solicitud del interesado, dentro del plazo de treinta (30) días anteriores a su vencimiento, previo el pago correspondiente.

De no darse cumplimiento a lo establecido en el párrafo anterior el Certificado quedará anulado de manera automática, y el usuario o concesionario no estará autorizado para operar el sistema.

CAPITULO VI

DERECHOS Y OBLIGACIONES DEL USUARIO

Artículo 14. Respetto de los Sistemas de Explotación. Cuando la aplicación que se dé a un Sistema de Modulación Digital de Banda Ancha corresponda a la prestación de un Servicio de Telecomunicaciones, el concesionario deberá contar con el Título Habilitante respectivo, de conformidad con la normativa vigente.

Artículo 15. Respetto de los Sistemas Privados. Cuando la aplicación que se dé a un Sistema de Modulación Digital de Banda Ancha corresponda a Sistemas Privados, es decir que se prohíbe

expresamente el alquiler del sistema a terceras personas, el concesionario deberá obtener previamente el Título Habilitante respectivo, de conformidad con la normativa vigente.

Artículo 16. Interferencia. Si un equipo o sistema ocasiona interferencia perjudicial a un sistema autorizado que está operando a título primario, aun si dicho equipo o sistema cumple con las características técnicas establecidas en los Reglamentos y Normas pertinentes, deberá suspender inmediatamente la operación del mismo. La operación no podrá reanudarse, hasta que la SUPTEL

envíe un informe técnico favorable indicando que se ha subsanado la interferencia perjudicial.

Artículo 17. Modificaciones. Los usuarios que requieran modificar la ubicación de sus sitios de transmisión o la información de las características técnicas registradas en la SNT, deberán solicitar previamente dicha modificación a la SNT a fin de que sea autorizada por la referida entidad.

Los usuarios que requieran interrumpir el proceso de registro de un “Certificado de Registro de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha”, únicamente lo podrán realizar por voluntad del concesionario o usuario, expresada mediante solicitud escrita dentro de las 48 horas posteriores a la solicitud original.

Artículo 18. Responsabilidad. El usuario de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha es responsable de asegurar que las emisiones se encuentren dentro de la banda de frecuencias de operación y de cumplir con todas las condiciones técnicas especificadas en el Certificado de Registro, de conformidad con lo preceptuado en la presente Norma.

CAPITULO VII

CONTROL

Artículo 19. Control. La SUPTEL realizará el control de los sistemas que utilicen Modulación Digital de Banda Ancha y vigilará que éstos cumplan con lo dispuesto en la presente Norma y las disposiciones Reglamentarias pertinentes.

GLOSARIO DE TERMINOS Y DEFINICIONES

ANCHURA DE BANDA DE EMISIÓN: Para los propósitos de aplicación de la presente norma, la anchura de banda deberá ser determinada midiendo la densidad espectral de potencia de la señal entre dos puntos que estén 26 dB por debajo del nivel máximo de la portadora modulada a ambos extremos de la frecuencia central de portadora.

BANDA DE FRECUENCIAS ASIGNADAS: Banda de frecuencias en el interior de la cual se autoriza la emisión de una estación determinada.

CONATEL: Consejo Nacional de Telecomunicaciones, ente de administración y regulación de las telecomunicaciones en el país.

DENSIDAD ESPECTRAL DE POTENCIA: La densidad espectral de potencia es la energía total de salida por unidad de ancho de banda de un pulso o secuencia de pulsos para los cuales la potencia de transmisión es al pico o el máximo nivel y dividida para la duración total de pulsos. Este tiempo total no incluye el tiempo entre pulsos durante el cual la potencia transmitida es nula o está bajo su máximo nivel.

DENSIDAD ESPECTRAL DE POTENCIA PICO: La densidad espectral de potencia pico es la máxima densidad espectral de potencia, dentro del ancho de banda específico de medición.

DENSIDAD MEDIA DE LA P.I.R.E.: La P.I.R.E. radiada durante la ráfaga de transmisión correspondiente a la potencia máxima, de aplicarse un control de potencia.

DFS (Dynamic Frequency Selection): Selección Dinámica de Frecuencia, es un mecanismo que dinámicamente detecta canales desde otros sistemas y permite una operación co-canal con otros sistemas tales como radares.

EMISIÓN FUERA DE BANDA: Emisión en una o varias frecuencias situadas inmediatamente fuera de la anchura de banda necesaria, resultante del proceso de modulación, excluyendo las emisiones no esenciales.

FRECUENCIA ASIGNADA: Frecuencia central de la banda de frecuencias asignadas a una estación.

INTERFERENCIA: Efecto de una energía no deseada debida a una o varias emisiones, radiaciones, inducciones o sus combinaciones sobre la recepción en un sistema de radiocomunicación que se manifiesta como degradación de la calidad, falseamiento o pérdida de la información que se podría obtener en ausencia de esta energía no deseada.

INTERFERENCIA PERJUDICIAL: Interferencia que compromete el funcionamiento de un servicio de radionavegación o de otros servicios de seguridad, o que degrada gravemente, interrumpe repetidamente o impide el funcionamiento de un servicio de radiocomunicación.

LIMITES DE EMISIONES NO DESEADAS: Se refiere a las emisiones pico fuera de las bandas de frecuencia de operación.

MODULACION DIGITAL DE BANDA ANCHA: Utilización de diferentes técnicas de modulación digital en una anchura de banda asignada con una densidad espectral de potencia baja compatible con la utilización eficaz del espectro; al permitir la coexistencia de múltiples sistemas en una misma anchura de banda.

P.I.R.E. (Potencia Isotrópica Radiada Equivalente): Producto de la potencia suministrada a la antena por su ganancia con relación a una antena isotrópica, en una dirección determinada.

POTENCIA PICO TRANSMITIDA: La potencia máxima transmitida medida sobre un intervalo de tiempo máximo de $30/B$ (donde B es la anchura de banda de emisión a 26 dB de la señal en Hertz) o la duración del pulso transmitido por un equipo, se toma el valor que sea menor, bajo todas las condiciones de modulación.

POTENCIA TRANSMITIDA: Es la energía total transmitida sobre un intervalo de tiempo de hasta $30/B$ (donde B es la anchura de banda de emisión de la señal a 26 dB de la señal en Hertz) o la duración del pulso de transmisión, se toma el valor que sea menor, dividido para la duración del intervalo.

RADIODETERMINACION: Determinación de la posición, velocidad u otras características de un objeto, u obtención de información relativa a estos parámetros, mediante las propiedades de propagación de las ondas radioeléctricas.

RLAN (Radio Local Area Network): Red Radioeléctrica de Área Local, que constituye una radiocomunicación entre computadores, aparatos electrónicos y dispositivos físicamente cercanos.

SISTEMAS DE MODULACION DIGITAL DE BANDA ANCHA: Sistemas de radiocomunicaciones que utilizan técnicas de codificación o modulación digital, cuyos equipos funcionan de conformidad con los límites de potencia y la densidad media de P.I.R.E. que se establecen en la presente Norma, en las bandas de frecuencias que determine el CONATEL.

SISTEMA PUNTO – PUNTO: Sistema de radiocomunicación que permite enlazar dos estaciones fijas distantes, empleando antenas direccionales en ambos extremos, estableciendo comunicación unidireccional ó bidireccional.

SISTEMA PUNTO – MULTIPUNTO: Sistema de radiocomunicación que permite enlazar una estación fija central con varias estaciones fijas distantes. Las estaciones fijas distantes emplean antenas direccionales para comunicarse en forma unidireccional o bidireccional con la estación fija central.

SISTEMA MOVIL: Sistema de radiocomunicaciones que permite enlazar una estación fija central con una o varias estaciones destinadas a ser utilizadas en movimiento o mientras estén detenidas en puntos no determinados.

SNT: Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, ente encargado de la ejecución de las políticas de telecomunicaciones en el país.

SUPTEL: Superintendencia de Telecomunicaciones, ente encargado del control y monitoreo del espectro radioeléctrico y de los sistemas y servicios de radiocomunicación.

TPC (Transmit Power Control): Control de Potencia Transmitida, es una característica que habilita a los equipos que operan en las bandas de la presente norma, para conmutar dinámicamente varios niveles de transmisión de potencia en los procesos de transmisión de datos.

WAS (Wireless Access Systems): Sistemas de Acceso Inalámbrico, el término de sistemas de acceso inalámbrico se aplicará a todas las tecnologías de radiocomunicación de banda ancha y baja potencia, en la cual la forma de acceso en que los usuarios obtienen un servicio de telecomunicaciones es mediante enlaces ópticos o de radiofrecuencia.

DISPOSICIONES TRANSITORIAS

Primera. Todos los beneficiarios de los Certificados de Registro para Uso de Tecnología de Espectro Ensanchado otorgados con anterioridad a la presente Norma y que se encuentren vigentes deberán proceder a registrarse en la SNT como Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha de conformidad con lo dispuesto en esta Norma dentro de un plazo de 30 días anteriores al vencimiento del período anual de pago. Los Certificados de Registro para Uso de Tecnología de Espectro Ensanchado, deberán ser canjeados por su correspondiente Certificado de Registro para uso de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha en la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

Segunda. La tarifa por uso de frecuencias de Espectro Ensanchado de acuerdo a lo que establece el Reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por Uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico que se encuentra vigente se aplicará a todos los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.

Los pagos por el Certificado de Registro para la operación de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha se realizarán en forma anual, en la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

DISPOSICION FINAL

Deróguese la Norma para la Implementación y Operación de Sistemas de Espectro Ensanchado aprobado con la Resolución 538-20-CONATEL-2000, publicada en el Registro Oficial 215 del 30 de noviembre del 2000; así como todas las disposiciones que se opongan al contenido de la presente Norma.

La presente Norma entrará en vigencia a partir de su publicación en el Registro Oficial, y de su ejecución encárguese a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

ANEXOS

NORMA PARA LA IMPLEMENTACION Y OPERACION DE SISTEMAS DE MODULACION DIGITAL DE BANDA ANCHA

ANEXO 1

Características Técnicas de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha

SISTEMAS DE MODULACION DIGITAL DE BANDA ANCHA					
Tipo de configuración del Sistema	Bandas de Operación (MHz)	Potencia Pico Máxima del Transmisor (mW)	P.I.R.E. (mW)	Densidad de P.I.R.E. (mW/MHz)	
nto-punto	902 – 928	250	----	----	
o-multipunto					
móviles					
nto-punto	2400 – 2483.5	1000	----	----	
o-multipunto					
móviles					
nto-punto	5150 – 5250	50 ¹	200	10	
o-multipunto					
móviles					
nto-punto	5250 – 5350	--	200	10	
o-multipunto		250 ²	1000	50	
móviles					
nto-punto	5470 – 5725	250 ²	1000	50	
o-multipunto					
móviles					
nto-punto	5725-5850	1000	---	----	
o-multipunto					
móviles					

(i) 50 mW o (4 + 10 log **B**) dBm, la que sea menor

(ii) 250 mW o (11 + 10 log **B**) dBm, la que sea menor

Donde:

B es la anchura de emisión en MHz

I. Si la ganancia de la antena direccional empleada exclusivamente en los sistemas fijos punto - punto y que operan en la banda 2400 – 2483.5 MHz es superior a 6 dBi, deberá reducirse la potencia máxima de salida del transmisor, esto es 1 Watt, en 1dB por cada 3 dB de ganancia de la antena que exceda los 6 dBi.

II. Cuando en las bandas de 5150 - 5250 MHz, 5250 - 5350 MHz y 5470 - 5725 MHz, se utilicen en equipos con antenas de transmisión de ganancia direccional mayor a 6 dBi, la potencia de transmisión pico y la densidad espectral de potencia pico deberán ser reducidas en la cantidad de dB que superen la ganancia de la antena direccional que exceda los 6 dBi.

III. Cualquier dispositivo que opere en la banda de 5150 - 5250 MHz deberá utilizar una antena de transmisión que sea parte integral del dispositivo.

IV. Dentro de la banda de 5150 - 5250 MHz y 5250 - 5350 MHz, los dispositivos que emplean Modulación Digital de Banda Ancha que estuvieran restringidos a operaciones al interior de recintos cerrados, deberán contar con sistemas que dispongan de selección dinámica de frecuencia (DFS) de acuerdo a la Recomendación UIT-R M.1652 sobre sistemas de acceso de radio incluyendo RLAN en 5000 MHz En estas bandas, la densidad espectral de la P.I.R.E. media no debe exceder 0.04mw/4kHz medida en cualquier ancho de banda de 4 kHz o lo que es lo mismo 10mW/MHz.

V. En las bandas de 5250 - 5350 MHz y 5470 - 5725 MHz los usuarios de sistemas móviles deben emplear controles de potencia en el transmisor capaces de garantizar una reducción media de por lo menos 3 dB de la potencia de salida media máxima de los sistemas o, en caso de no emplearse controles de potencia de transmisor, que la P.I.R.E. máxima se reduzca en 3 dB.

Los usuarios de sistemas móviles deberán aplicar las medidas de reducción de la interferencia que contempla la Recomendación UIT-R M.1652, a fin de asegurar un comportamiento compatible con los sistemas de radiodeterminación.

VI. En la banda de 5250 - 5350 MHz, los sistemas que funcionen con una P.I.R.E. media máxima de 1 W y una densidad de P.I.R.E. media máxima de 50 mW/MHz en cualquier banda de 1 MHz, y cuando funcionen con una P.I.R.E.. media superior a 200 mW deberán cumplir con la densidad de P.I.R.E. de acuerdo a la Tabla No. 1 del presente anexo.

dB(W/MHz)	
-13	$0^{\circ} \leq \theta \leq 8$
$3-0.716 * (\theta-8)$	$8^{\circ} \leq \theta \leq 40$
$5.9-1.22 * (\theta-40)$	$40^{\circ} \leq \theta \leq 45$
-42	$\theta > 45$

Donde:

θ : Es el ángulo, expresado en grados, por encima del plano horizontal local (de la Tierra).

VII. Los sistemas que operen en la banda de 5725 - 5850 MHz pueden emplear antenas de transmisión con ganancia direccional mayor a 6 dBi y de hasta 23 dBi sin la correspondiente reducción en la potencia pico de salida del transmisor.

Si emplean ganancia direccional en la antena mayor a 23 dBi, será requerida una reducción de 1 dB en la potencia pico del transmisor y en la densidad espectral de potencia pico por cada dB que la ganancia de la antena exceda a los 23 dBi.

VIII. Los equipos que emplean Modulación Digital de Banda Ancha que requieren Autorización de acuerdo a lo que establece el Reglamento de Radiocomunicaciones, deben cumplir con lo establecido en la Tabla No. 2 del presente anexo:

potencia radiada (W)	antenas	usuarios
$P < 100 \text{ Mw}$	directivas	públicas o privadas
$P < 300 \text{ mW}$	exteniores	públicas

ANEXO 2

Límites de Emisiones no Deseadas en las Bandas de Operación de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha

Las emisiones pico fuera de las bandas de frecuencia de operación deberán ser atenuadas de acuerdo con los siguientes límites:

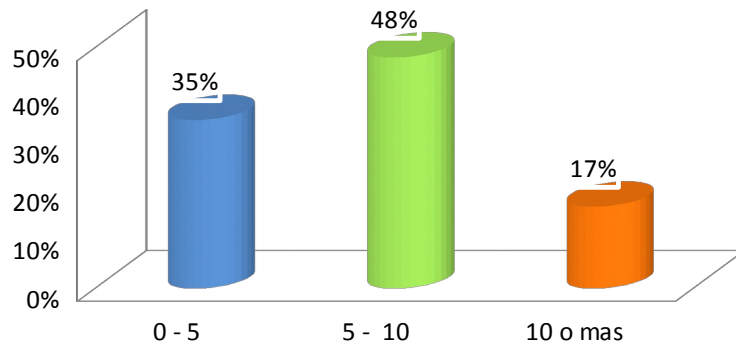
- En las bandas de 902-928 MHz y 2400-2483.5 MHz, para cualquier ancho de banda de 100 kHz fuera de la banda de frecuencias de operación de los sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha, la potencia radiada por el equipo deberá estar al menos 20 dB por debajo de dicha potencia en el ancho de banda de 100 kHz que contenga el mayor nivel de potencia deseada.
- En las bandas de 5150 – 5250 MHz, 5250 – 5350 MHz, 5470 – 5725 MHz y 5725 – 5850 MHz, deberán cumplir con lo establecido en la Tabla No. 3:

da de Operación (MHz)	Rango de frecuencias considerado (MHz)	P.I.R.E. para emisiones fuera banda (dBm/MHz)
5150 – 5250	< 5150 > 5250	-27
5250 – 5350	< 5250 > 5350	-27
5470 – 5725	< 5470 > 5725	-27
5725 – 5850	5715 – 5725 5850 – 5860	-17
	< 5715 > 5860	-27

ANEXO 2

ENCUESTAS

Gráfico No. 1

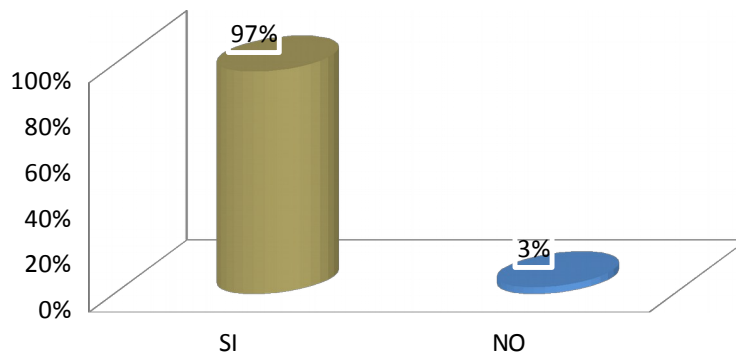


Elaboración: Investigadora

Fuente: Cuadro

Análisis: Del total de personas encuestadas un 35% tiene de 0 a 5 años de experiencia en trabajar con enlaces de Fibra Optica y Radio enlace, el 48% tiene de 5 a 10 años y un 17% tiene mas de 10 años, lo que nos demuestra que hay una mayoría de personas que tienen experiencia en fibra optica y radio enlace.

Gráfico No. 2

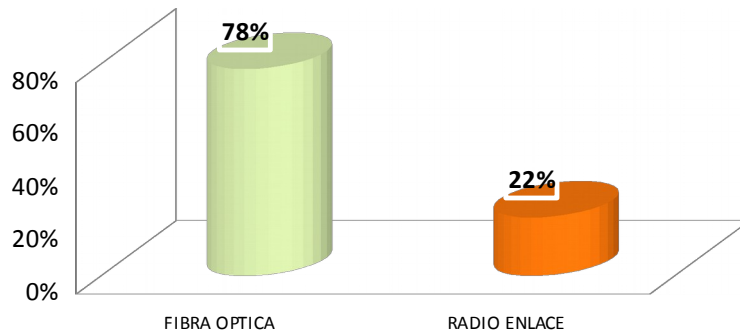


Elaboración: Investigadora

Fuente: Cuadro

Análisis: El 97% del total de personas indicaron que para ellos es satisfactorio trabajar en este campo ya que han obtenido buenos resultados en cada una de las companias donde trabajan.

Gráfico No. 3

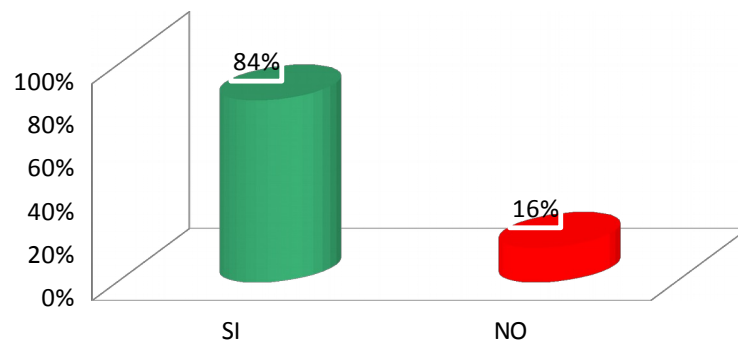


Elaboración: Investigadora

Fuente: Cuadro

Análisis: Entre los dos medios de transmisión de datos, se encuesta que medio es el más óptimo hablando de resultados en la velocidad, banda ancha que es lo más importante en la comunicación mediante estas vías, por lo que un 78% de personas indicaron que el medio de transmisión más óptimo es el de la Fibra Óptica, a pesar de su alto costo.

Gráfico No. 4

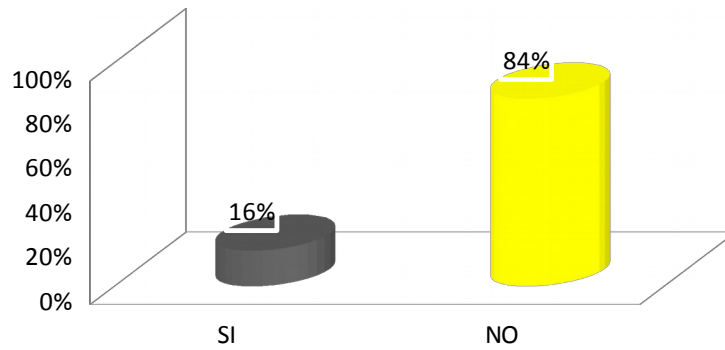


Elaboración: Investigadora

Fuente: Cuadro

Análisis: Para un 84% del total de personas encuestadas es conveniente tener conexiones solo con Fibra Óptica, ya que es un medio seguro de contar.

Gráfico No. 5

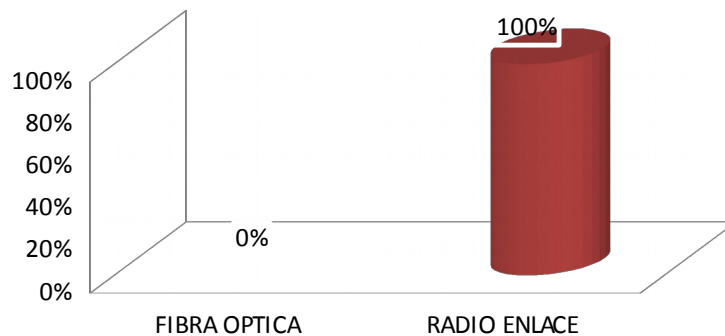


Elaboración: Investigadora

Fuente: Cuadro

Análisis: Por lo que el 16% de personas encuestadas indicaron que es conveniente contar con conexiones de Radio Enlace, podemos decir que este medio es el que mas desventajas tiene en comparacion con la instalacion de Fibra Optica.

Gráfico No. 6

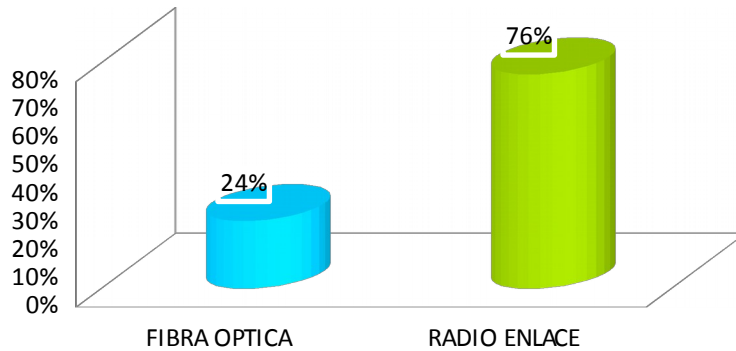


Elaboración: Investigadora

Fuente: Cuadro

Análisis: En relacion al costo de instalacion, el 100% de personas encuestadas indicaron que el medio de transmision mas economico es el de Radio Enlace, ya que no se necesita de Cables de Fibra para alcanzar conexiones de un lugar a otro.

Gráfico No. 7

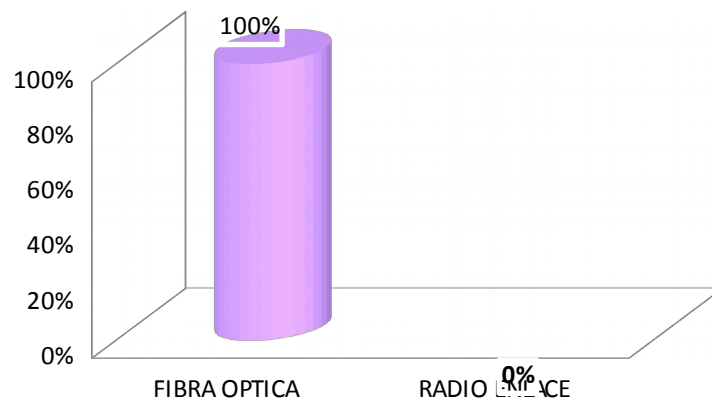


Elaboración: Investigadora

Fuente: Cuadro

Análisis: En relacion a la instalacion de cada uno de los medios de transmision, el 76% indicaron que el medio que tiene mas facil su instalacion es el de radio enlace, ya que no se necesita pasar de poste en poste o por debajo de la tierra para alcanzar la comunicacion, sino por medio de antenas con ondas electromagnetica.

Gráfico No. 8

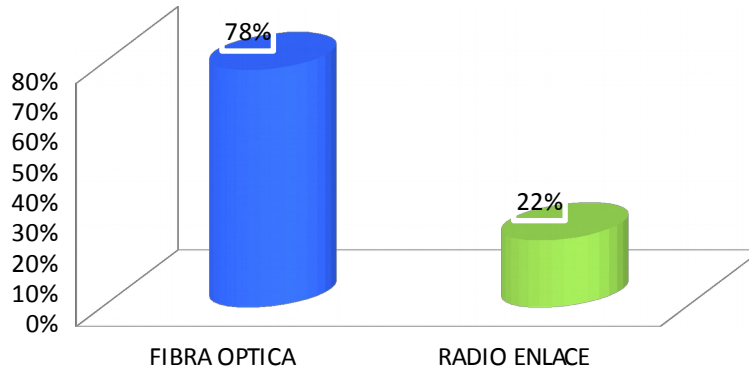


Elaboración: Investigadora

Fuente: Cuadro

Análisis: A pesar de su alto costo y su dificultad de instalacion, el medio de transmision que ofrece mejor velocidad es la Fibra Optica, ya que de las personas encuestadas el 100% tienen la misma opinion, ya que la fibra es inmune al ruido y a las interferencias.

Gráfico No. 9



Elaboración: Investigadora

Fuente: Cuadro

Análisis: Con respecto al avance tecnologico entre los dos medios de transmision de datos, el 78% de personas encuestadas indicaron que la fibra Optica es el medio que esta evolucionando mas rapido en nuestro medio, debido a la seguridad que brinda.

La encuesta realizada nos permite concluir que el tipo de conexión por medio de Radio Enlace es económico y de fácil instalación, sin embargo para las compañías es conveniente usar conexión por medio de Fibra Óptica, a pesar de su elevado precio y su instalación compleja.

Esto se debe a que la Fibra Óptica posee más ventajas que el Radio Enlace en relación a la velocidad de transmisión de datos, menor atenuación, confiabilidad, inmunidad electromagnética y seguridad que es lo principal al momento de definir el tipo de conexión a implementarse.

ANEXOS

ANEXO 2.1

RECOMENDACIÓN UIT-T G.655

CARACTERÍSTICAS DE FIBRAS Y CABLES ÓPTICOS MONOMODO CON DISPERSIÓN DESPLAZADA NO NULA

UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

G.655

(03/2006)

SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN,
SISTEMAS Y REDES DIGITALES.

Características de los medios de transmisión – Cables de
fibra óptica.

**Características de fibras y cables ópticos
monomodo con dispersión desplazada no nula.**

Recomendación UIT-T G.655

Características de fibras y cables ópticos monomodo con dispersión desplazada no nula

1 Alcance

En esta Recomendación se describe una fibra monomodo cuyo coeficiente de dispersión cromática (valor absoluto) es mayor que algún valor diferente de cero en la gama de longitudes de onda superiores a 1530 nm. Esta dispersión reduce la aparición de los efectos no lineales que pueden resultar especialmente perjudiciales para los sistemas que utilizan multiplexación por división en longitud de onda densa (DWDM, *dense wavelength division multiplexing*). Con longitudes de onda menores, el coeficiente de dispersión puede ser cero, si bien es posible especificar, para estas longitudes de onda, otros valores del mismo para soportar sistemas que usen multiplexación por división aproximada en longitud de onda (CWDM, *coarse wavelength division multiplexing*) sin degradación significativa causada por efectos no lineales. Estas fibras se diseñaron inicialmente para su utilización en la gama de longitudes de onda comprendidas entre 1530 nm y 1565 nm. Se han añadido disposiciones para soportar la transmisión con longitudes de onda superiores, hasta 1625 nm, e inferiores, hasta 1460 nm.

2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes..

- Recomendación UIT-T G.650.1 (2004), Definiciones y métodos de prueba de los atributos lineales y determinísticos de fibras y cables monomodo.
- Recomendación UIT-T G.650.2 (2005), Definiciones y métodos de prueba de los atributos estadísticos y no lineales de fibras y cables monomodo.
- Recomendación UIT-T G.663 (2000), Aspectos relacionados con la aplicación de los dispositivos y subsistemas de amplificadores ópticos.

- Recomendación UIT-T G.691 (2006), Interfaces ópticas para sistemas monocanal STM-64 y otros sistemas de la jerarquía digital síncrona con amplificadores ópticos.
- Recomendación UIT-T G.692 (1998), Interfaces ópticas para sistemas multicanales con amplificadores ópticos.
- Recomendación UIT-T G.693 (2006), Interfaces ópticas para sistemas de conexión local.
- Recomendación UIT-T G.694.1 (2002), Planes espectrales para las aplicaciones de multiplexación por división en longitud de onda: Plan de frecuencias con multiplexación por división en longitud de onda densa.
- Recomendación UIT-T G.695 (2005), Interfaces ópticas para aplicaciones de Multiplexación por división aproximada en longitud de onda.
- Recomendación UIT-T G.696.1 (2005), Aplicaciones de la multiplexación por división en longitud de onda densa en el intradominio longitudinalmente compatibles.
- Recomendación UIT-T G.698.1 (2005), Aplicaciones de multiplexación por división en longitud de onda densa con interfaces ópticas monocanal.
- Recomendación UIT-T G.957 (2006), Interfaces ópticas para equipos y sistemas relacionados con la jerarquía digital síncrona.
- Recomendación UIT-T G.959.1 (2006), Interfaces de capa física de red de transporte óptica.

3 Terminología

Para los fines de esta Recomendación, se aplican las definiciones contenidas en las Recs. UIT-T G.650.1 y G.650.2.

4 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes abreviaturas, siglas o acrónimos.

Aeff	Área efectiva (<i>effective area</i>)
CWDM	Multiplexación por división aproximada en longitud de onda (<i>coarse wavelength division multiplexing</i>)
DGD	Retardo diferencial de grupo (<i>differential group delay</i>)
DWDM	Multiplexación por división en longitud de onda densa (<i>dense wavelength division multiplexing</i>)
GPa	GigaPascal
PMD	Dispersión por modo de polarización (<i>polarization mode dispersion</i>)

PMDQ	Parámetro estadístico para enlaces de tipo PMD (<i>statistical parameter for PMD link</i>)
SDH	Jerarquía digital síncrona (<i>synchronous digital hierarchy</i>)
TBD	Por determinar (<i>to be determined</i>)
WDM	Multiplexación por división en longitud de onda (<i>wavelength division multiplexing</i>)

5 Características de la fibra

En esta cláusula sólo se recomiendan las características de la fibra que proporcionan una mínima estructura de diseño esencial para su fabricación. Los cuadros de la cláusula 7 presentan rangos o límites de valores. De éstos, la longitud de onda de corte de la fibra cableada y la PMD pueden verse apreciablemente afectadas por la fabricación o la instalación del cable. En los demás casos, las características recomendadas se aplicarán igualmente a las fibras individuales, a las fibras incorporadas en un cable arrollado en un tambor, y a las fibras en cables instalados.

5.1 Diámetro del campo modal

El valor nominal del diámetro de campo modal y la tolerancia del mismo se especifican para 1550 nm. El valor nominal especificado debe encontrarse dentro de la gama de valores de la cláusula 7. La tolerancia especificada no debe exceder el valor especificado en la cláusula 7. La desviación respecto al valor nominal no debe exceder la tolerancia especificada.

5.2 Diámetro del revestimiento

El valor nominal recomendado del diámetro del revestimiento es 125 µm. En la cláusula 7 se especifica asimismo una tolerancia que no debe ser superada. La desviación del revestimiento con respecto al valor nominal no debe exceder la tolerancia especificada.

5.3 Error de concentricidad del campo modal

El error de concentricidad no debe exceder del valor especificado en la cláusula 7.

5.4 No Circularidad

5.4.1 No circularidad del campo modal

En la práctica, la no circularidad del campo modal de las fibras que tienen campos modales nominalmente circulares es lo suficientemente baja como para que la propagación y las uniones no se vean afectadas. En consecuencia, no se considera necesario recomendar un valor determinado de no circularidad del campo modal. En general, no es necesario medir la no circularidad del campo modal con fines de aceptación.

5.4.2 No circularidad del revestimiento

La no circularidad del revestimiento no debe exceder el valor especificado en la cláusula 7.

5.5 Longitud de onda de corte

Pueden distinguirse tres tipos útiles de longitudes de onda de corte:

- a) Longitud de onda de corte del cable, λ_{cc} .
- b) Longitud de onda de corte de la fibra, λ_c .
- c) Longitud de onda de corte del cable puente, λ_{cj} .

NOTA – Para algunas aplicaciones específicas de cables submarinos pueden ser necesarias otros valores de longitud de onda de corte.

La correlación de los valores medidos de λ_c , λ_{cc} y λ_{cj} depende del diseño específico de la fibra y del cable, así como de las condiciones de prueba. Aunque en general $\lambda_{cc} < \lambda_{cj} < \lambda_c$, no puede establecerse fácilmente una relación cantitativa. Es de suma importancia garantizar la transmisión monomodo en el largo de cable mínimo entre uniones a la mínima longitud de onda de funcionamiento del sistema. Ello puede conseguirse de dos formas: recomendando que la longitud de onda de corte máxima λ_{cc} del cable compuesto de fibra óptica monomodo sea 1480nm, o en el caso de puentes o cables de unión típicos, recomendando que la longitud de onda de corte del cable puente sea de 1480nm, o en el peor caso de longitud y de flexiones de la fibra, recomendando que la longitud de onda de corte máxima de la fibra sea de 1470nm.

La longitud de onda de corte del cable, λ_{cc} , deberá ser inferior al valor máximo especificado en la cláusula 7.

5.6 Pérdida por macroflexiones

La pérdida por macroflexiones varía con la longitud de onda, el radio de curvatura y el número de vueltas en el mandril con un radio especificado. Las pérdidas por macroflexión no deben exceder el valor máximo de la cláusula 7 para las longitudes de onda, el radio de curvatura y el número de vueltas especificados.

NOTA 1 – Una prueba de aptitud puede ser suficiente para comprobar que se cumple este requisito.

NOTA 2 – El número recomendado de vueltas corresponde al número aproximado de vueltas utilizadas en todos los empalmes de una sección de repetición típica. El radio recomendado es equivalente al mínimo radio de curvatura generalmente aceptado en el montaje a largo plazo de fibras en las instalaciones de sistemas reales, para evitar fallos por fatiga estática.

NOTA 3 – Se sugiere que si por razones de orden práctico se elige para la implementación un número de vueltas menor al recomendado, nunca se empleen menos de 40 vueltas, siendo entonces el incremento de la pérdida proporcionalmente menor.

NOTA 4 – La recomendación sobre la pérdida por macroflexión se refiere al montaje de las fibras en instalaciones reales de sistemas de fibras monomodo. La influencia de los radios de curvatura relacionados con el trenzado de fibras monomodo cableadas, sobre la característica de pérdida, se incluye en la especificación de pérdida de la fibra cableada.

NOTA 5 – Cuando se requieran pruebas de rutina, en lugar del valor recomendado, puede utilizarse un bucle de pequeño diámetro de una o varias vueltas al objeto de conseguir precisión y facilitar la medida. En este caso, el diámetro del bucle, el número de vueltas y la máxima pérdida admisible por flexión para la prueba de varias vueltas, debe elegirse de modo que corresponda con la prueba recomendada y la pérdida permitida.

5.7 Propiedades materiales de la fibra

5.7.1 Materiales de la fibra

Deben indicarse las sustancias que entran en la composición de las fibras. NOTA – Debe procederse con cuidado al empalmar por fusión fibras de diferentes sustancias. Resultados provisionales de pruebas realizadas indican que pueden obtenerse características adecuadas de pérdida en los empalmes y de resistencia mecánica cuando se empalman fibras diferentes de alto contenido de sílice.

5.7.2 Materiales protectores

Deben indicarse las propiedades físicas y químicas del material utilizado para el recubrimiento primario de la fibra, y la mejor manera de retirarlo (si es necesario). En el caso de una fibra con una sola envoltura, se darán indicaciones similares.

5.7.3 Nivel de prueba de resistencia mecánica

El nivel de prueba de resistencia mecánica especificada, σ_p , no será inferior al valor mínimo especificado en la cláusula 7.

NOTA – Las definiciones de los parámetros mecánicos figuran en 3.2.3/G.650.1 y 5.6/G.650.1.

5.8 Perfil del índice de refracción

Generalmente no es necesario conocer el perfil del índice de refracción de la fibra.

5.9 Uniformidad longitudinal de la dispersión cromática

En estudio.

5.10 Coeficiente de dispersión cromática

El coeficiente de dispersión cromática, D , se especifica para una gama de longitudes de onda. La Rec. UIT-T G.650.1 proporciona los métodos de medida. Existen dos métodos para especificar los límites: el original, que es una especificación de tipo caja, y el nuevo, en el que los valores del coeficiente de dispersión están limitados por un par de curvas.

NOTA 1 – La uniformidad de la dispersión cromática debe ser coherente con el funcionamiento del sistema.

NOTA 2 – Los requisitos de la dispersión cromática obedecen al diseño del sistema WDM, que debe equilibrar la dispersión cromática de primer orden con diversos efectos no lineales, tales como el mezclado de cuatro ondas, la modulación de fase cruzada, la inestabilidad de la modulación, la dispersión Brillouin estimulada, y la formación de solitones (véase la Rec. UIT-T G.663). El efecto de la dispersión cromática es interactivo con la no linealidad de la fibra, y se define mediante el coeficiente de no linealidad.

NOTA 3 – No es necesario efectuar mediciones periódicas del coeficiente de dispersión cromática.

6 Características del cable

Dado que las características geométricas y ópticas de las fibras indicadas en la cláusula 5 se ven muy poco afectadas por el proceso de cableado, en esta cláusula se presentan recomendaciones principalmente relativas a las características de transmisión de los largos de fabricación cableados. Las condiciones ambientales y de prueba son de gran importancia y se describen en las directrices sobre métodos de prueba.

6.1 Coeficiente de atenuación

El coeficiente de atenuación se especifica con un valor máximo para una o más longitudes de onda en la región de 1550 nm. Los valores del coeficiente de atenuación de los cables de fibra óptica no deben exceder los valores especificados en la cláusula 7.

NOTA – El coeficiente de atenuación se puede calcular para todo un espectro de longitudes de onda, a partir de las mediciones de unas pocas (3 a 4) longitudes de onda predictoras. Este procedimiento se describe en 5.4.4/G.650.1. En el apéndice III/G.650.1 se da un ejemplo.

PARÁMETROS TÉCNICOS DE LA RECOMENDACIÓN UIT-T G.655

Atributos de la fibra		
Atributo	Dato	Valor
Diámetro de campo modal	Longitud de onda	1550 nm
	Gama de valores nominales	8-11 μm
	Tolerancia	$\pm 0,6 \mu\text{m}$
Diámetro del revestimiento	Nominal	125 μm
	Tolerancia	$\pm 1 \mu\text{m}$
Error de concentricidad del núcleo	Máximo	0,6 μm
No circularidad del revestimiento	Máximo	1,0%
Longitud de onda de corte del cable	Máximo	1450 nm
Pérdida de macroflexión	Radio	30 mm
	Número de vueltas	100
	Máximo a 1625 nm	0,1 dB
Prueba de tensión	Mínimo	0,69 GPa
Coeficiente de dispersión cromática (ps/nm·km)	$D_{\min}(\lambda)$: 1460-1550 nm	$\frac{7,00}{90}(\lambda-1460)-4,20$
	$D_{\min}(\lambda)$: 1550-1625 nm	$\frac{2,97}{75}(\lambda-1550)+2,80$
	$D_{\max}(\lambda)$: 1460-1550 nm	$\frac{2,91}{90}(\lambda-1460)+3,29$
	$D_{\max}(\lambda)$: 1550-1625 nm	$\frac{5,06}{75}(\lambda-1550)+6,20$
Atributos de cable		
Atributo	Dato	Valor
Coeficiente de atenuación	Máximo a 1550 nm	0,35 dB/km
	Máximo a 1625 nm	0,4 dB/km
Coeficiente de PMD	M	20 cables
	Q	0,01%
	PMD _Q máximo	0,20 ps/ $\sqrt{\text{km}}$
NOTA 1 – Con arreglo a 6.2, se especifica un valor máximo de PMD_Q para fibra no cableada con objeto de soportar los requisitos primarios de PMD_Q del cable. NOTA 2 – El fabricante y el usuario podrán acordar valores de PMD_Q superiores (por ejemplo $\leq 0,5 \text{ ps}/\sqrt{\text{km}}$) para aplicaciones específicas.		

ANEXO 2.2

CAPACIDAD ACTUAL DE LAS CIUDADES DE QUITO Y SANTO DOMINGO

ANCHO DE BANDA EN LA CIUDAD DE SANTO DOMINGO

sw1stodomingo.telconet.net		
Fa0/24	cel_bg-age-stodomingo	64Kbps
Fa0/27	cpc_grp-stodg-i	128 Kbps
Fa0/45	cce_caj_bg_zaracay	128 Kbps
Fa0/46	cce_indurasd29m	64 Kbps
Fa0/47	cpc_reca-stodo-d	128 Kbps
sw2stodomingo.telconet.net		
Fa0/17	cce_procredit2_stodomingo	64 Kbps
Fa0/18	cce_bgsupermercadosok_stodgo	128 Kbps
Fa0/19	cce_mareasdomi	341 Kbps
Fa0/21	cpc_dane-stodg-d	384 Kbps
Fa0/22	cce_dipa-qved1-d	64 Kbps
Fa0/23	cpc_coopstodgo	128 Kbps
sw3stodomingo.telconet.net		
Fa0/14	cce_grif-stodo-i	138 Kbps
Fa0/16	cpc_metrocel2	128 Kbps
sw4stodomingo.telconet.net		
Fa0/9	cce_comandato09	128 Kbps
Fa0/13	cpc_fran-stodg-i	64 Kbps
Fa0/14	cpc_granasa7	64 Kbps
ANCHO DE BANDA TOTAL		2143 Kbps

ANCHO DE BANDA EN LA CIUDAD DE QUITO

sw1armeniauio.telconet.net		
Fa0/20	cpc_logistecsa	32Kbps
sw1atochauio.telconet.net		
Fa0/10	cpc_chic-ambat-i	64 Kbps
sw1bodeganorteuio.telconet.net		
Fa0/13	cpc_edlesa	1024 Kbps
Fa0/15	cpc_edle-matr1-i	128 Kbps
Fa0/16	cpc_frontcarga1	512 Kbps
sw1calistouio.telconet.net		
Fa0/18	cpc_metroceluio	2880 Kbps
Fa0/19	cpc_brig-senpl-i	1024 Kbps
Fa0/21	cpc_mcd6dedic	1156 Kbps
Fa0/23	cpc_ecua-armer-d	128 Kbps
Fa0/24	cpc_TEIRS15	512 Kbps
sw1carcelenuio.telconet.net		
Fa0/12	cce_ilal-carce-d	128 Kbps
Fa0/13	cce_bmut-carce-d	32 Kbps
Fa0/14	cce_caj_sitelcar	512 Kbps
Fa0/15	cpc_rase-conda-i	128 Kbps
Fa0/16	cpc_anet-sucre-d	256 Kbps
Fa0/17	cpc_pint-carce-d	128 Kbps
sw1cayambeuio.telconet.net		
Fa0/12	cce_comandato02	128 Kbps
Fa0/14	cce_dine-prote-i	128 Kbps

sw1cccondadouio.telconet.net		
Fa0/14	cpc_multicinecon	256 Kbps
Fa0/15	cpc_supe-conda-d	256 Kbps
Fa0/17	cpc_prod-conda-d	256 Kbps
Fa0/19	cpc_pint-prens-d	128 Kbps
Fa0/20	cpc_age_elconda	512 Kbps
Fa0/21	cpc_fcondado	256 Kbps
Fa0/22	cpc_pintosa	128 Kbps
Fa0/23	cpc_deprati_con	256 Kbps
Fa0/24	cpc_supercondado	128 Kbps
Fa0/26	cpc_comp-conda-d	256 Kbps
Fa0/27	cpc_vatex_quito	256 Kbps
Fa0/29	cpc_mccondado	128 Kbps
Fa0/30	cpc_caj_elconda	1024 Kbps
Fa0/32	cpc_proauto_cond	256 Kbps
Fa0/33	cpc_rose-ponci-d	512 Kbps
Fa0/34	cpc_grun-mmund-i	1024 Kbps
Fa0/35	cpc_cort-hemis-i	128 Kbps
sw1cciuio.telconet.net		
Fa0/12	cce_prod-inaqu-d	128 Kbps
Fa0/14	cce_ecua-nnuud-d	128 Kbps
Fa0/15	cce_imba-cnnuu-c	192 Kbps
Fa0/17	cpc_ices-cciec-d	128 Kbps
Fa0/18	cpc_metrocel12	192 Kbps
Fa0/19	cpc_jaher_quito	256 Kbps
sw1cevallosuio.telconet.net		
Fa0/21	cce_coopsagrario	128 Kbps
Fa0/22	cce_inec-ramba-d	256 Kbps
Fa0/23	cce_coopchibuleo	32 Kbps
Fa0/25	cpc_imal-ceval-d	128 Kbps
Fa0/26	cpc_coopsfrancis	128 Kbps
Fa0/27	cpc_cnjt-ambat-i	256 Kbps
Fa0/28	cpc_granasa1	128 Kbps
Fa0/29	cpc_unib-ambat-d	512 Kbps
Fa0/31	cpc_pron-aceva-i	128 Kbps
sw1ciespaluio.telconet.net		

Fa0/11	cpc_movi-dalma-i	512 Kbps
Fa0/13	cce_ttco_ciespal	4096 Kbps
Fa0/15	cce_supe-evir1-d	64 Kbps
Fa0/20	cce_3mecuador	32 Kbps
Fa0/30	cce_petro_alpall	384 Kbps
Fa0/32	cpc_agip-almag-i	1024 Kbps
sw1cofiecuio.telconet.net		
Fa0/12	cce_provinci	256 Kbps
Fa0/19	cpc_bcoo-matri-i	256 Kbps
Fa0/22	cpc_bcoo-servi-d	128 Kbps
sw1comiteuio.telconet.net		
Fa0/11	cpc_pint-cpueb-d	128 Kbps
Fa0/12	cce_cajbgsit_comitepueblo	512 Kbps
Fa0/13	cpc_co23-quinc-d	256 Kbps
Fa0/18	cpc_yanbal	1792 Kbps
Fa0/19	cpc_rose-comit-d	128 Kbps
sw1confianzauiio.telconet.net		
Fa0/21	cce_innovare	256 Kbps
Fa0/22	cce_caj_bg_sitelShyris	512 Kbps
Fa0/24	cpc_tse_apais	1024 Kbps
sw1consejouio.telconet.net		
Fa0/10	cce_innf-uiove-i	1664 Kbps
Fa0/14	cce_mslu-jlar1-i	128 Kbps
Fa0/39	cce_inec-matri-i	1024 Kbps
Fa0/41	cce_inec-rnort-d	256 Kbps
Fa0/42	cpc_pint-varga-d	128 Kbps
sw1cotocollaouio.telconet.net		

Fa0/17	cdl_transtelco_cotocollao	2048 Kbps
Fa0/33	cce_caj_siteluio	512 Kbps
Fa0/47	cce_exxo-labra-i	64 Kbps
sw1cumbayauio.telconet.net		
Fa0/11	cpc_brig-ctumb-d	128 Kbps
Fa0/12	cpc_estr-valle-i	512 Kbps
Fa0/14	cce_energizer_eth0_can	769 Kbps
Fa0/15	tsw_ecuadorroses	384 Kbps
Fa0/22	cpc_rebo-cumba-i	1024 Kbps
Fa0/23	cce_floranama	960 Kbps
Fa0/27	cpc_uide_uio	512 Kbps
Fa0/28	cpc_pint-cumba-d	128 Kbps
sw1elcarmenuio.telconet.net		
Fa0/16	cce_transtelco_e0_cu	2048 Kbps
Fa0/18	cce_cecimiraba	512 Kbps
Fa0/19	cce_jmendoza	128 Kbps
Fa0/20	cpc_inver_elcarm	64 Kbps
Fa0/21	cce_comandato25	128 Kbps
sw1eloyalfarouio.telconet.net		
Fa0/34	cce_insa_uio	512 Kbps
Fa0/43	cpc_ferr-ealfa-i	384 Kbps
sw1floridauio.telconet.net		
Fa0/6	cce_fybecai	128 Kbps
Fa0/7	cce_coma-diaff-d	256 Kbps
Fa0/8	cce_hugo-flori-i	256 Kbps
Fa0/11	cce_manoloharo	32 Kbps
Fa0/12	cce_austroprensa	128 Kbps
Fa0/13	cce_aero-matri-i	1024 Kbps
Fa0/14	cce_sote-ssfut-i	64 Kbps
Fa0/15	cce_brui-shelp-d	32 Kbps
Fa0/16	cce_loca-aereo-d	128 Kbps

Fa0/17	cce_easa-cue	64 Kbps
Fa0/18	cce_ssftuio	1920 Kbps
Fa0/19	cce_madr-matri-c	1536 Kbps
Fa0/20	cce_tevcol	896 Kbps
Fa0/21	cce_madr-indan-i	1536 Kbps
Fa0/22	cce_mopasa	992 Kbps
Fa0/23	cce_ecua-flori-d	128 Kbps
Fa0/24	cce_rete-prens-i	64 Kbps
Fa0/25	cce_dine-sepri-i	128 Kbps
Fa0/28	cpc_perobeliuio	1024 Kbps
Fa0/30	cpc_corp-matri-i	512 Kbps
Fa0/31	cpc_corpesasa	384 Kbps
Fa0/32	cpc_pint-avpre-d	128 Kbps
Fa0/33	cpc_ttco_florida	1024 Kbps
sw1fondouio.telconet.net		
Fa0/8	cce_eth0_cronix_bravco	1024 Kbps
Fa0/10	cce_dine-matri-i	1600 Kbps
Fa0/19	cce_supe-multi-d	256 Kbps
Fa0/31	cpc_caj_mcolon	512 Kbps
Fa0/32	cpc_ecua_cronix	2048 Kbps
sw1gasparuio.telconet.net		
Fa0/12	cpc_pron-proma-d	2176 Kbps
Fa0/13	cce_BravcoMaresa	512 Kbps
Fa0/14	bmo_observer_eth1_utp	32 Kbps
Fa0/15	bmo_xciver-observer_utp	32 Kbps
Fa0/16	bmo_observer-ip_eth0_utp	512 Kbps
Fa0/17	cce_canal40	512 Kbps
Fa0/18	cpc_acgo-matri-i	1536 Kbps
Fa0/21	bmo_sniffer-prueba_eth1_utp	32 Kbps
Fa0/23	bup_ups2-gaspar_eth0_utp	32 Kbps
Fa0/24	bup_upsgaspar_eth0_utp	32 Kbps
sw1gonzalezuio.telconet.net		
Fa0/6	cce_pronaca_eth0_can	128 Kbps
Fa0/11	cce_d-seg-pichincha_ganz_eth0_tel	456 Kbps

Fa0/18	bap_e-gonzales_can	896 Kbps
Fa0/22	cdl_transtelco_gonzalezuio	6144 Kbps
sw1guamaniuiio.telconet.net		
Fa0/13	cpc_soli-guama-d	256 Kbps
Fa0/14	cpc_ven-beaterio	512 Kbps
Fa0/15	cpc_prod-beate-d	128 Kbps
sw1labradoruio.telconet.net		
Fa0/6	cce_aca_uio1	32 Kbps
Fa0/7	cce_apy_uio	128 Kbps
Fa0/8	cce_noboaquito2	256 Kbps
Fa0/9	cce_miracom_uio	128 Kbps
Fa0/10	cce_bicecuio	512 Kbps
Fa0/11	cce_jaimevejar	128 Kbps
Fa0/13	cce_sism-matri-i	512 Kbps
Fa0/14	cce_herr-alben-i	128 Kbps
Fa0/15	cpc_sism-matri-i	512 Kbps
Fa0/16	cpc_pint-labra-d	128 Kbps
Fa0/17	cpc_pint-incaa-d	128 Kbps
sw1luchauio.telconet.net		
Fa0/7	cpc_comandato32	128 Kbps
Fa0/9	tsw_ideal-alambrec_unk_can	1536 Kbps
Fa0/10	bap_e-aplucha_unk_can	1536 Kbps
Fa0/12	bmo_d-cluster-lucha_unk_utp	64 Kbps
Fa0/13	pruebas_andec	32 Kbps
Fa0/14	cce_dine-cacop-d	128 Kbps
Fa0/18	cce_pcondor	3136 Kbps
Fa0/19	cce_colo-agsur-d	128 Kbps
Fa0/22	cce_mhquito2	128 Kbps
Fa0/23	cce_dine-anuio-i	128 Kbps
sw1machachiuiio.telconet.net		
Fa0/6	bap_machachi5.7	1472 Kbps
Fa0/7	tsw_tambillo_fa0/3_red	256 Kbps
Fa0/11	cpc_comandato43	128 Kbps

sw1mallandesuio.telconet.net		
Fa0/18	cpc_trambato4	128 Kbps
Fa0/19	cce_procredit_ambato2	256 Kbps
Fa0/20	cce_pycca_andes	256 Kbps
Fa0/21	cpc_dane-ambat-d	384 Kbps
Fa0/22	cpc_qual-ambat-d	128 Kbps
sw1metropolitanouio.telconet.net		
Fa0/6	cpc_unib-backb-d	328 Kbps
Fa0/19	bap_e-apmetro5.2_unk	1984 Kbps
Fa0/22	cpc_caj_sitelame	512 Kbps
Fa0/23	cce_prod-iesss-d	128 Kbps
Fa0/26	cdl_transtelco_metro	6000 Kbps
Fa0/30	bap_e-apmetro5.7_unk_can	1472 Kbps
Fa0/33	cce_prod-impesa-d	128 Kbps
Fa0/34	cce_dinersimpsat	256 Kbps
sw1murosuio.telconet.net		
Fa0/8	cce_multicineuio	384 Kbps
Fa0/9	cce-consorcio-pichincha-coru\$a-monitoreo	792 Kbps
Fa0/11	cce_cort-humbo-i	640 Kbps
Fa0/12	bsr_l-way-site-cruz_eth0_utp	32 Kbps
Fa0/16	cpc_cort-humbo-i	128 Kbps
Fa0/19	cce_rebo-12oct-i	1024 Kbps
Fa0/21	cce_srocafuerte1	256 Kbps
Fa0/22	cpc_adva-corun-i	256 Kbps
Fa0/25	cce_javi-albor-i	256 Kbps
Fa0/27	cpc_bravco_inter	1024 Kbps
sw1ofeliauio.telconet.net		
Fa0/12	cdl_transtelco	512 Kbps
Fa0/16	cce_codesarrollo_eth0_tel	128 Kbps
Fa0/19	cpc_afam-prens-d	128 Kbps

Fa0/21	cce_chal-roldo-i	384 Kbps
Fa0/24	cc_upsofelio_utp_unk	32 Kbps
sw1opsuio.telconet.net		
Fa0/6	cpc_metrocel4	128 Kbps
Fa0/10	cce_CajBGSitRumipamba	1024 Kbps
Fa0/14	cce_e-corpaire_eth0_can	128 Kbps
Fa0/15	cce_e-asaptel_eth0	32 Kbps
Fa0/16	cpc_bcoestado	1792 Kbps
Fa0/28	cpc_best-matri-i	1024 Kbps
Fa0/30	cpc_edle-polon-d	512 Kbps
Fa0/31	cpc_UTE	10000 Kbps
sw1orientaluo.telconet.net		
Fa0/6	cce_coma-vichm-d	512 Kbps
Fa0/7	cce_coma-igmya-d	512 Kbps
Fa0/8	cce_heug-colom-i	512 Kbps
Fa0/9	cce_pianelsa	256 Kbps
Fa0/10	cce_comp-issfa-d	256 Kbps
Fa0/11	cce_prod-vicen-d	128 Kbps
Fa0/12	cce_exxo-chill-i	512 Kbps
Fa0/13	cce_mois-aime-i	346 Kbps
Fa0/14	cce_cnscns	128 Kbps
Fa0/15	cce_donb-tolal-i	256 Kbps
Fa0/16	cce_uteu-hespe-d	512 Kbps
Fa0/17	cce_psan-lgodi-i	64 Kbps
Fa0/18	cel_bg-caj-cyagua	256 Kbps
Fa0/19	cel_bg-caj-sitel-dorado	512 Kbps
sw1pampauio.telconet.net		
Fa0/8	bap_e-5.7-pampa_carcelen	448 Kbps
Fa0/20	bap_e-ap-pampa_mit	1984 Kbps

sw1pananorteuio.telconet.net		
Fa0/15	cpc_hilo-avell-i	128 Kbps
Fa0/16	cce_pinteucalipt	64 Kbps
Fa0/17	cce_plastiquito	64 Kbps
Fa0/20	cce_avicolaoro	256 Kbps
Fa0/21	cpc_ecua-gmoto-d	128 Kbps
Fa0/23	cpc_pron-indav-d	128 Kbps
sw1plazadetorosuoio.telconet.net		
Fa0/7	cpc_caj-ecorioco	512 Kbps
Fa0/9	cce_co23-quito-d	256 Kbps
Fa0/10	cce_mbenalcazar_plazaamaz_eth0_utp	1024 Kbps
Fa0/14	cpc_unib-motra-d	1024 Kbps
Fa0/15	cce_baustro-trolenorte_eth0_fib	
Fa0/16	cpc_brui-amazo-d	256 Kbps
Fa0/17	cce_eth0_maresa_amazonas	512 Kbps
Fa0/20	cce_hot-spot-ecuavisa_eth0	5000 Kbps
Fa0/21	cpc_caj_sitelrio	512 Kbps
Fa0/23	cpc_ligadepor	448 Kbps
Fa0/24	cpc_carl-geov_eth0_utp	256 Kbps
sw1previsorauio.telconet.net		
Fa0/10	cpc_TSE_PICHINCH	10000 Kbps
Fa0/11	csw_coldecon_backup	1024 Kbps
Fa0/14	cce_e-ups_previsora_eth0_utp	32 Kbps
Fa0/17	cce_itabsa	128 Kbps
Fa0/23	cpc_drif-amazo-i	512 Kbps
Fa0/28	cce_d-adelca_eth0_utp	256 Kbps
Fa0/36	cce_iac-previsora_eth0_utp	208 Kbps
Fa0/38	cce_csj_fib_eth0	512 Kbps
Fa0/39	cpc_pmatriz_int	1024 Kbps
Fa0/41	cce_csa_eth0_utp	32 Kbps
Fa0/44	cpc_imal-quito-d	256 Kbps
Fa0/48	cce_procredit_newmatriz1	4992 Kbps
sw1raudienciauio.telconet.net		

Fa0/6	cce_madr-dives-d	512 Kbps
Fa0/8	cce_transmabouio	224 Kbps
Fa0/9	cce_pyccac_10	896 Kbps
Fa0/10	cce_febres2	128 Kbps
Fa0/11	cce_acivil	256 Kbps
Fa0/12	cpc_brig-calza-d	512 Kbps
Fa0/13	cpc_interoc1	32 Kbps
Fa0/14	cpc_autofranuio	128 Kbps
Fa0/15	cce_jara-veint-i	256 Kbps
sw1recreouio.telconet.net		
Fa0/7	br-mbenalcazaor_recre	256 Kbps
Fa0/12	cce_autrecreo_tel	1156 Kbps
Fa0/18	cce_transfermaldon_eth0_fo	128 Kbps
Fa0/20	cdl_transtelco_recreo	512 Kbps
Fa0/32	cce_PycaRecreo_utp	640 Kbps
Fa0/34	cpc_anet-alons-d	256 Kbps
Fa0/35	cpc_comandato48	128 Kbps
Fa0/36	cpc_medi-ccrec-d	128 Kbps
sw1sancarlosuio.telconet.net		
Fa0/8	cce_d-gus_eth0_utp	128 Kbps
Fa0/9	bap_sancarlos_5200_can	1280 Kbps
Fa0/13	bap_e-sancarlos-5700_eth_can	1984 Kbps
Fa0/24	cce_e-upssancarlos_eth0_utp	32 Kbps
sw1sangolquiuiuo.telconet.net		
Fa0/16	cce_bg_ventanilla_pifo	512 Kbps
Fa0/17	cce_d-cyberbrothers_utp	384 Kbps
Fa0/21	cce_aneta_colibri	256 Kbps
Fa0/24	cpc_comandato37	128 Kbps
Fa0/25	cpc_pint-sango-d	128 Kbps
sw1sanluisuio.telconet.net		
Fa0/10	cpc_metrocel13	512 Kbps

Fa0/18	cel_bg-caj-megamaxi-sanluis-chillos	512 Kbps
Fa0/19	cel_bg-caj-pharmacys-san-rafael	512 Kbps
Fa0/21	cel_bg_caj-ex-Ag-San-Rafael	512 Kbps
Fa0/22	cce_colo-chill-d	128 Kbps
Fa0/23	cce_data-ferrisariato_sanluis_fib	64 Kbps
Fa0/24	bup_d-upssanluis_eth1_utp	32 Kbps
sw1solandauiio.telconet.net		
Fa0/7	cdl_transtelco_solanda	2048 Kbps
Fa0/10	cpc_ivanb_uio1	2048 Kbps
Fa0/11	cce_vic_eth0_utp	256 Kbps
Fa0/13	cce_c-bgag-maldonado_eth0_can	512 Kbps
Fa0/17	cpc_ante-carde-d	256 Kbps
Fa0/21	cpc_pint-pasur-d	128 Kbps
Fa0/24	bup_ups-solanda_eth0_utp	32 Kbps
sw1sur2uio.telconet.net		
Fa0/12	cce_c-bgtanasa_eth0_can	256 Kbps
Fa0/13	cpc_comandato51	128 Kbps
Fa0/15	bup_e-ups-sur2_unk_utp	32 Kbps
Fa0/35	cce_prod-barri-d	128 Kbps
Fa0/36	cce_coop23julio_mariscal	32 Kbps
sw1swisshoteluio.telconet.net		
Fa0/9	cpc_supe-octub-d	32 Kbps
Fa0/13	cce_impo-fosch-d	128 Kbps
Fa0/18	cpc_supe-octub-d	256 Kbps
Fa0/21	cpc_brig-fohc-c	128 Kbps
Fa0/22	cpc_comptecosa	256 Kbps
Fa0/25	cdl_transtelco_swiss	6048 Kbps
Fa0/26	cce_c-bgcay-col-abogados_eth0_fi	512 Kbps
Fa0/34	cpc_ecua-cmadr-d	128 Kbps
Fa0/38	cce_b-comaco-fae_eth0_fib	11776 Kbps
sw1tarqui2uio.telconet.net		

Fa0/8	cce_e-apvalle_eth0_rad	2688 Kbps
Fa0/9	bmo_d-clustertarqui2_Fa0/1_utp	64 Kbps
Fa0/10	cce_e-mauriciopozo_eth0_tel	96 Kbps
sw1tarqui7uio.telconet.net		
Fa0/8	cce-cajbg-cruzazul-lomapuegasi	256 Kbps
Fa0/9	cce_juan-charl-i	128 Kbps
Fa0/10	cce_hcpp-agrum-i	64 Kbps
Fa0/13	cce_sanpedrotaboada_eth0_rad	128 Kbps
Fa0/15	cpc_supe-mercr-d	256 Kbps
Fa0/19	cce_e-bnfchiriacu_eth0_fib	
Fa0/20	cce_e-nuevoap_unk_rad	4480 Kbps
Fa0/23	cce_upsuio	1536 Kbps
Fa0/24	cce_upstarqui7_eth0_utp	32 Kbps
sw2opsuio.telconet.net		
Fa0/18	cpc_nthompson4	512 Kbps
Fa0/19	cce_procreditba2	1024 Kbps
Fa0/20	cce_graf-ficar-i	128 Kbps
Fa0/21	ccc_acer-esacm-d	32 Kbps
Fa0/22	cpc_acer-esacm-d	256 Kbps
Fa0/23	bup_ups-opsuio_e0_utp	32 Kbps
Fa0/24	bup_ups-ops2_eth0_utp	32 Kbps
sw3gossealuio.telconet.net		
Fa0/12	cpc_cop23julio	1792 Kbps
Fa0/14	cce_lallavedatosui	128 Kbps
Fa0/15	cce_iecedemo	32 Kbps
Fa0/17	bsr_asterisk-uio_eth0_utp	1024 Kbps
Fa0/23	cel_c-bg-caj-municipio_unk_cob	256 Kbps
Fa0/24	cel_c-bg-age-centro_eth0_cob	128 Kbps
sw4gossealuio.telconet.net		
Fa0/20	cce_acerouio	180 Kbps
Fa0/21	cce_caj-farmwa2	512 Kbps

Fa0/24	cce_inec-telco-w	1024 Kbps
Fa0/26	cce_tuprensa_eth0_fo	128 Kbps
Fa0/28	cpc_quas-ccbos-i	512 Kbps
Fa0/33	cpc_pint-echev-d	128 Kbps
ANCHO DE BANDA TOTAL		211.175 Kbps

ANEXO 3.1

MAPA DE LA RUTA DE LA FIBRA ÓPTICA QUITO-GUAYAQUIL VÍA CUENCA



ANEXO 3.2

CATÁLOGO TÉCNICO DE LA FIBRA ÓPTICA ADSS DEL FABRICANTE FURUKAWA



Presentación

Tecnología, Carácter Pionero y Velocidad

En estos 30 años de Brasil, Furukawa se afirma en su misión de proveedora de soluciones, con productos y servicios para transporte y distribución de información y comunicación para el mercado globalizado, con competencia e innovación.

Furukawa forma parte de un sólido grupo internacional, formado por Furukawa Electric Co. Ltd. , y por Mitsui & Co. Ltd.

El rápido avance tecnológico sucedido en las telecomunicaciones y la necesidad de mayores tasas de transmisión, que permitan otros servicios diversos como: multimedia, Internet, teleconferencia, entre otros, transformaron las fibras y cables ópticos en el mejor medio de transmisión. Estos cables, que utilizan fibras monomodo estándar y NZD, permiten la transmisión de sistemas de alta velocidad como: SDH/SONET, ATM, entre otros, o varias longitudes de onda como: WDM o DWDM.

En los sistemas ópticos desarrollados por Furukawa, la información obtiene velocidad y lleva la tecnología mucho más cerca de todos.



FURUKAWA

CONSTRUYENDO LAS REDES DEL FUTURO

www.furukawa.com.br

Índice

Fibras Ópticas	3
Red Externa Aérea	
CABLES FIGURA 8	CFOA-SM-FIG 8-G-AR / CFOA-NZD-FIG 8-G-AR 4
	CFOA-SM-FIG 8-G / CFOA-NZD-FIG 8-G 6
CABLES ADSS PARA VANOS HASTA 200m	CFOA-SM-ASY-G / CFOA-NZD-ASY-G 8
	CFOA-SM-AS120-RA / CFOA-NZD-AS120-RA 10
	CFOA-SM-ASY-S / CFOA-NZD-ASY-S 12
CABLES ADSS PARA LARGOS VANOS CON CARGAS HASTA 20 kN	CFOA-SM-LV-ASY-S / CFOA-NZD-LV-ASY-S 14
Red Externa Subterránea	
CABLES DIELECTRICOS RELLENOS	CFOA-SM-DD-G / CFOA-NZD-DD-G 16
CABLES DIELECTRICOS SECOS	CFOA-SM-DD-S / CFOA-NZD-DD-S 18
CABLES CON DUCTOS	CFOA-SM-DPE-G / CFOA-NZD-DPE-G 20
CABLES ANTI-ROEDORES CON CINTA DE ACERO	CFOA-SM-ARE-G / CFOA-NZD-ARE-G 22
	CFOA-SM-ARD-G / CFOA-NZD-ARD-G 22
CABLES ANTI-ROEDORES TOTALMENTE DIELECTRICOS	CFOA-SM-DER-G (PPU) / CFOA-NZD-DER-G (PPU) 24
	CFOA-SM-DER-G (PFV) / CFOA-NZD-DER-G (PFV) 24
	CFOA-SM-DDR-G (PFV) / CFOA-NZD-DDR-G (PFV) 26
Red Interna	
CABLES DE RED INTERNA	CFOI-SM-MF / CFOI-NZD-MF 28
	CFOI-SM-UB / CFOI-NZD-UB 28
CABLES DE TERMINACION	CFOT-SM-UB / CFOT-NZD-UB Indoor/Outdoor..... 30
CORDONES OPTICOS	COA-SM-MF / COA-NZD-MF 32
Conectores Ópticos	
Características Ópticas y Mecánicas	33
Informaciones Generales	
Informaciones Generales de los Cables Ópticos	34
Métodos de Instalación y Otros Productos Ópticos.....	35
Nomenclatura	36

Agradecimientos

Muchas gracias por su decisión de elegir los productos con calidad Furukawa.
Este Catálogo permite encontrar las principales características técnicas de las Fibras y Cables Ópticos producidos por Furukawa.
Los principales Cables son suministrados en las configuraciones "Loose" y "Tight", proyectados para atender a cualquier tipo de instalación. La atenuación de cada Fibra Óptica es medida para asegurar los requisitos exigidos por las más rigurosas especificaciones.

www.furukawa.com.br



Cables Opticos Aereos Autoportados CFOA-SM-FIG.8-G-AR / CFOA-NZD-FIG.8-G-AR



Características Constructivas

Datos	Tipos	CFOA-SM-FIG.8-G-AR / CFOA-NZD-FIG.8-G-AR
Fibra Optica		Monomodo o Monomodo con Dispersión No Cero
Revestimiento Primario		Acrilato
Número de Fibras*		6, 12, 18, 24, 30, 36, 48, 60, 72 y 96
Núcleo del Cable		Relleno con Gel
Elemento Central		Material Dieléctrico
Amarre del Núcleo		Hilo de Material No Higroscópico
Cubierta Interna		Polietileno o Copolímero
Armadura		Cinta de Acero Corrugado
Elemento de Sustentación		Mensajero de Acero de Diámetro 6,35mm
Cubierta Externa		Polietileno o Copolímero de color negro
Peso (Kg) 2-72 fibras		270

Aplicación:

- Instalación aérea, autoportado para vanos hasta 150m y donde se necesite otras protecciones mecánicas y protecciones contra roedores.

Descripción:

- Cable óptico autoportado Figura 8 con cinta de acero, para uso exterior y protección contra roedores.

Características Dimensionales

Designación	Nº de Fibras	Nº de Fibras por Unidad Básica	Diámetro Externo Nominal (mm)	Altura Nominal (Kg/km)	Masa Liquida Nominal (Kg/km)	Longitud Nominal por Bobina (m)
CFOA-SM-FIG 8-G-AR	06	06	13,9	25,9	410	4000
	12	06	13,9	25,9	410	4000
	18	06	13,9	25,9	410	4000
	24	06	13,9	25,9	410	4000
CFOA-NZD-FIG 8-G-AR	30	06	13,9	25,9	410	4000
	36	06	13,9	25,9	410	4000
	48	12	14,1	27,4	460	4000
	60	12	14,1	27,4	460	4000
	72	12	15,0	27,4	460	4000
	96	12	17,3	29,1	500	4000

* Otras longitudes bajo consulta.

Especificación:

Furukawa PT-1245



Cables Opticos Aereos Autosoportados CFOA-SM-FIG.8-G-AR / CFOA-NZD-FIG.8-G-AR



Aplicación:

- Instalación aérea, autosoportado para vanos hasta 150m y donde se necesite otras protecciones mecánicas y protecciones contra roedores.

Descripción:

- Cable óptico autosoportado Figura 8 con cinta de acero, para uso exterior y protección contra roedores.

Características Constructivas

Datos	Tipos	CFOA-SM-FIG.8-G-AR / CFOA-NZD-FIG.8-G-AR
Fibra Optica		Monomodo o Monomodo con Dispersión No Cero
Revestimiento Primario		Acrilato
Número de Fibras*		6, 12, 18, 24, 30, 36, 48, 60, 72 y 96
Núcleo del Cable		Relleno con Gel
Elemento Central		Material Dieléctrico
Amarre del Núcleo		Hilo de Material No Higroscópico
Cubierta Interna		Polietileno o Copolímero
Armadura		Cinta de Acero Corrugado
Elemento de Sustentación		Mensajero de Acero de Diámetro 6,35mm
Cubierta Externa		Polietileno o Copolímero de color negro

* Otras formaciones bajo consulta.

Características Dimensionales

Designación	Nº de Fibras	Nº de Fibras por Unidad Básica	Diámetro Externo Nominal (mm)	Altura Nominal (Kg/km)	Masa Líquida Nominal (Kg/km)	Longitud Nominal por Bobina (m)
CFOA-SM-FIG 8-G-AR	06	06	13,9	25,9	410	4000
	12	06	13,9	25,9	410	4000
	18	06	13,9	25,9	410	4000
	24	06	13,9	25,9	410	4000
CFOA-NZD-FIG 8-G-AR	30	06	13,9	25,9	410	4000
	36	06	13,9	25,9	410	4000
	48	12	14,1	27,4	460	4000
	60	12	14,1	27,4	460	4000
	72	12	15,0	27,4	460	4000
	96	12	17,3	29,1	500	4000

* Otras longitudes bajo consulta.

Especificación:

Furukawa PT-1245

Características Mecánicas**CFOA-SM-FIG.8-G-AR / CFOA-NZD-FIG.8-G-AR**

Tipo de Cable	Carga Máxima de Tracción en Mensajero (N)	Carga Máxima de Instalación (N)	Resistencia a la Compresión (N)	Radio Mínimo de Curvatura (mm)	
				Durante la Instalación	Después de Instalado
CFOA-SM-FIG.8-G-AR CFOA-NZD-FIG.8-G-AR	20KN	17KN	15KN	20 x Diámetro Externo del Cable	10 x Diámetro Externo del Cable

Características Ópticas

Características	Unidad	Fibra Monomodo (ITU-T G.652.B)	Fibra Monomodo Pico de Agua Cero (ITU-T G.652.D)	Fibra Monomodo de Dispersión No Cero (ITU-T G.655)
Atenuación Óptica Típica en 1310 nm *	dB/km	0,35	0,32	0,38
Atenuación Óptica Máxima en 1310 nm		0,37	0,34	-
Atenuación Óptica Típica en 1550 nm *		0,20	0,19	0,20
Atenuación Óptica Máxima en 1550 nm		0,23	0,21	0,22
Dispersión Cromática en 1310 nm	ps/nm.km	≤ 3,5	≤ 2,5	-
Dispersión Cromática en 1550 nm		≤ 18	≤ 1,7	10
Dispersión Cromática en Banda C (1530 ~ 1565 nm)		-	-	2,6 ~ 6,0
Dispersión Cromática en Banda L (1565 ~ 1625 nm)		-	-	4,0 ~ 8,9
PMD Máximo en La Fibra	ps/v/km	0,2	0,1	0,1

Características Dimensionales

Características	Unidad	Fibra Monomodo (ITU-T G.652.B)	Fibra Monomodo Pico de Agua Cero (ITU-T G.652.D)	Fibra Monomodo de Dispersión No Cero (ITU-T G.655)
Diámetro de la Cáscara	μm	125 ± 2	125 ± 0,7	125 ± 0,7
Diámetro del Revestimiento	μm	245 ± 10	245 ± 5	245 ± 5
Error de Concentricidad Campo Modal / Cáscara	μm	≤ 0,8	≤ 0,5	≤ 0,7
No Circularidad de la Cáscara	%	≤ 2	≤ 1	≤ 1
Error de Concentricidad Fibra / Revestimiento	μm	≤ 12	≤ 12	≤ 12

Características Ambientales

Ciclo Térmico	≤ 0,05 dB / km en 1550 nm (-60 °C hasta + 85 °C)
---------------	--



Conectores Opticos



Informaciones Generales

- Las extensiones y cordones suministrados por Furukawa son producidos de acuerdo con las más rigurosas normas nacionales e internacionales. Las características que definen el buen funcionamiento de estos productos son la pérdida de retorno y de inserción. Cuanto más alta la pérdida de retorno y más baja la pérdida de inserción, mejores serán las características ópticas del sistema. Por esta razón, es de extrema importancia que estos dispositivos sean montados en ambientes limpios, con temperatura y humedad controladas, y equipos de pulimento adecuados para atender a las más rigurosas normas de calidad.

Características Ópticas y Mecánicas de Cordones o Extensiones

Conector SM / NZD			
Característica Óptica	Fibra		
	Monomodo o Monomodo con Dispersión No Cero		
Tipo de Pulimento	SPC	UPC	APC
Pérdida Retorno, dB	≥ 35	≥ 45	≥ 60
Pérdida Inserción, dB	Promedio 0,3 Máximo 0,5		
Banda de Operación, °C	- 10 a 70		
Durabilidad Mecánica	> 500 insertos		
Resistencia a la Tracción, N	> 100		
Modelos Aplicables *	ST,SC,FC,LC,MT-RJ,E2000		

* Otros tipos de conectores bajo consulta.

Longitudes Estándar

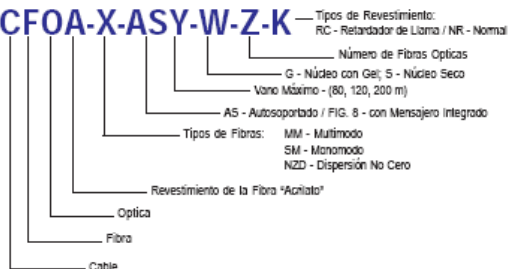
Cordones / Extensiones Monofibra con sus Conectores en las longitudes estándar: 1,5 m; 2,5 m; 5 m; 7 m; 15 m y 20 metros.

(Otras longitudes bajo consulta)

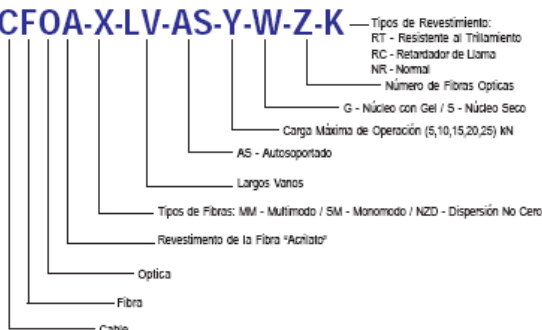
Los cables indicados en este catálogo poseen las siguientes denominaciones:

Red Externa Aérea

CFOA-X-ASY-W-Z-K



CFOA-X-LV-AS-Y-W-Z-K

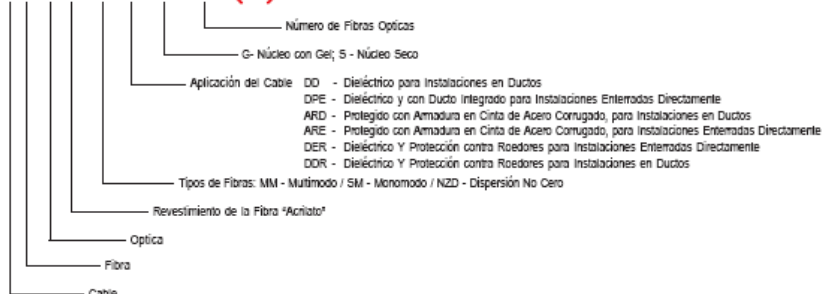


CFOA-X-ASY-RA-G-Z

Red Abonado

Red Externa Subterránea

CFOA-X-Y-W-Z (K)





Métodos de Instalación

Instalaciones en Ductos



Instalación por Insuflamiento



Directamente Enterrado con el Uso de "Plow Machine" - Proceso Mecanizado.

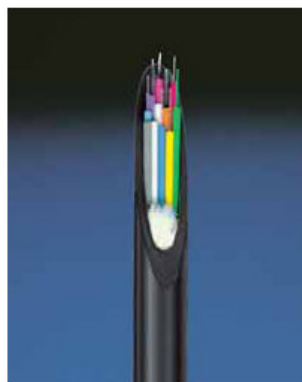


Instalación en Suelo Rocoso.

Otros Productos Opticos

Furukawa coloca a su disposición una línea completa de productos ópticos. Si necesita más informaciones consulte Furukawa.

- Cables de Fibras Ópticas para Redes Locales.
- Accesorios Ópticos: Caja de Empalme Óptico;
Cordón y Prolongación Óptica;
Bloqueo Óptico;
Distribuidor Interno Óptico (DIO);
Distribuidor General Óptico (DGO).



Cable Fiber-lan Indoor / Outdoor



DIO A147

ANEXO 3.3

CRECIMIENTO POBLACIONAL SEGÚN LAS ESTADÍSTICAS DEL INEC

ESTADÍSTICAS DEL INEC DEL CRECIMIENTO POBLACIONAL DE LA CIUDAD DE QUITO.

CANTONES	P O B L A C I Ó N						IM	Cantón/Prov.
	TOTAL	TCA %	HOMBRES	%	MUJERES	%	(H/M) '100	%
TOTAL PROVINCIA	2.388.817	2,8	1.167.332	48,9	1.221.485	51,1	95,6	100,0
QUITO	1.839.853	2,7	892.570	48,5	947.283	51,5	94,2	77,0
CAYAMBE	69.800	3,8	34.235	49,0	35.565	51,0	96,3	2,9
MEJÍA	62.888	2,7	31.205	49,6	31.683	50,4	98,5	2,6
PEDRO MONCAYO	25.594	4,4	12.590	49,2	13.004	50,8	96,8	1,1
RUMIÑAHUI	65.882	3,2	32.275	49,0	33.607	51,0	96,0	2,8
SAITO DOMINGO	287.018	3,7	144.490	50,3	142.528	49,7	101,4	12,0
Sn.M.DE LOS BAÑOS	10.717	-4,2	5.656	52,8	5.061	47,2	111,8	0,4
P.V. MALDONADO	9.965	2,4	5.299	53,2	4.666	46,8	113,6	0,4
PUERTO QUITO	17.100	2,0	9.012	52,7	8.088	47,3	111,4	0,7

TCA = Tasa de Crecimiento Anual del período 1990 - 2001

IM = Índice de Masculinidad

Cantón Quito = 77,0 % de la población de la provincia.

H = Hombres M = Mujeres

ESTADÍSTICAS DEL INEC DEL CRECIMIENTO POBLACIONAL DE LA CIUDAD DE LATACUNGA.

CANTONES	P O B L A C I Ó N						IM	Cantón/Prov.
	TOTAL	TCA %	HOMBRES	%	MUJERES	%	(H/M) '100	%
TOTAL PROVINCIA	349.540	2,1	169.303	48,4	180.237	51,6	93,9	100,0
LATACUNGA	143.979	1,9	69.598	48,3	74.381	51,7	93,6	41,2
LA MANA	32.115	3,8	16.446	51,2	15.669	48,8	105,0	9,2
PAINGUA	19.877	1,5	10.329	52,0	9.548	48,0	108,2	5,7
PUJILÍ	60.728	2,9	28.499	46,9	32.229	53,1	88,4	17,4
SALCEDO	51.304	1,1	24.405	47,6	26.899	52,4	90,7	14,7
SAQUISILÍ	20.815	4,4	9.792	47,0	11.023	53,0	88,8	6,0
SIGCHOS	20.722	1,1	10.234	49,4	10.488	50,6	97,6	5,9

TCA = Tasa de Crecimiento Anual del período 1990 - 2001

IM = Índice de Masculinidad

Cantón Latacunga = 41,2 % de la población de la provincia.

H = Hombres M = Mujeres

ESTADÍSTICAS DEL INEC DEL CRECIMIENTO POBLACIONAL DE LAS CIUDADES DE RIOBAMBA Y ALAUSÍ.

CANTONES	P O B L A C I Ó N						IM	Cantón/Prov.
	TOTAL	TCA %	HOMBRES	%	MUJERES	%	(H/M) '100	%
TOTAL PROVINCIA	403.632	1,0	190.667	47,2	212.965	52,8	89,5	100,0
RIOBAMBA	193.315	1,5	90.519	46,8	102.796	53,2	88,1	47,9
ALAUSÍ	42.823	0,8	20.200	47,2	22.623	52,8	89,3	10,6
COLTA	44.701	-0,6	21.004	47,0	23.697	53,0	88,6	11,1
CHAMBO	10.541	1,0	5.002	47,5	5.539	52,5	90,3	2,6
CHUNCHI	12.474	-0,7	5.885	47,2	6.589	52,8	89,3	3,1
GUAMOTE	35.210	2,1	16.890	48,0	18.320	52,0	92,2	8,7
GUANO	37.888	0,2	17.952	47,4	19.936	52,6	90,0	9,4
PALLATANGA	10.800	1,2	5.298	49,1	5.502	50,9	96,3	2,7
PEMPE	6.485	-0,8	3.226	49,7	3.259	50,3	99,0	1,6
CUMANDÁ **	9.395	2,6	4.691	49,9	4.704	50,1	99,7	2,3

TCA = Tasa de Crecimiento anual del período 1990 - 2001

IM = Índice de Masculinidad

Cantón Riobamba = 47,9 % de la población de la provincia.

H = Hombres

** Cantón creado en el período intercensal

M = Mujeres

ESTADÍSTICAS DEL INEC DEL CRECIMIENTO POBLACIONAL DE LAS CIUDADES DE CUENCA Y SANTA ISABEL.

CANTONES	P OBLACIÓN						IM (H / M) *100	Cantón.Prov. %
	TOTAL	TCA %	HOMBRES	%	MUJERES	%		
TOTAL PROVINCIA	599.546	1,5	279.792	46,7	319.754	53,3	87,5	100,0
CUENCA	417.632	2,1	195.683	46,9	221.949	53,1	88,2	69,7
GIRÓN	12.583	-0,4	5.768	45,8	6.815	54,2	84,6	2,1
GUALACEO	38.587	0,7	17.158	44,5	21.429	55,5	80,1	6,4
SIABÓN	15.121	0,3	6.926	45,8	8.195	54,2	84,5	2,5
PAUTE	23.106	0,6	10.638	46,0	12.468	54,0	85,3	3,9
PUCARÁ	20.382	1,9	10.571	51,9	9.811	48,1	107,7	3,4
SAN FERNANDO	3.961	-0,7	1.736	43,8	2.225	56,2	78,0	0,7
SANTA ISABEL	18.015	0,4	8.680	48,2	9.335	51,8	93,0	3,0
SIGSIG	24.635	-0,2	10.914	44,3	13.721	55,7	79,5	4,1
OÑA **	3.231	0,0	1.415	43,8	1.816	56,2	77,9	0,5
CHORDELEG **	10.859	1,0	4.848	44,6	6.011	55,4	80,7	1,8
EL PAII **	3.075	-1,7	1.406	45,7	1.669	54,3	84,2	0,5
SEVILLA DE ORO **	5.234	-2,0	2.598	49,6	2.636	50,4	98,6	0,9
GUACHAPALA **	3.125	-1,6	1.451	46,4	1.674	53,6	86,7	0,5

TCA = Tasa de Crecimiento Anual del período 1990 - 2001

IM = Índice de Masculinidad

Cantón Cuenca = 69,7 % de la población de la provincia.

H = Hombres

** Cantones creados en el período intercensal

M = Mujeres

ESTADÍSTICAS DEL INEC DEL CRECIMIENTO POBLACIONAL DE LA CIUDAD DE MACHALA.

CANTONES	P OBLACIÓN						IM (H/M) *100	Cantón.Prov. %
	TOTAL	TCA %	HOMBRES	%	MUJERES	%		
TOTAL PROVINCIA	525.763	2,2	266.716	50,7	259.047	49,3	103,0	100,0
MACHALA	217.696	2,9	109.011	50,1	108.685	49,9	100,3	41,4
ARENILLAS	22.477	1,9	11.824	52,6	10.653	47,4	111,0	4,3
ATAHUALPA	5.479	-1,0	2.789	50,9	2.690	49,1	103,7	1,0
BALSAS	5.348	2,5	2.733	51,1	2.615	48,9	104,5	1,0
CHILLA	2.665	-0,3	1.388	52,1	1.277	47,9	108,7	0,5
EL GUABO	41.078	3,5	21.903	53,3	19.175	46,7	114,2	7,8
HUAQUILLAS	40.285	3,4	20.228	50,2	20.057	49,8	100,9	7,7
MARCABELÍ	4.930	0,1	2.501	50,7	2.429	49,3	103,0	0,9
PASAJE	62.959	1,8	31.807	50,5	31.152	49,5	102,1	12,0
PIÑAS	23.246	0,6	11.597	49,9	11.649	50,1	99,6	4,4
PORTOVELO	11.024	0,7	5.574	50,6	5.450	49,4	102,3	2,1
SANTA ROSA	60.388	1,6	31.059	51,4	29.329	48,6	105,9	11,5
ZARUMA	23.407	-0,1	11.783	50,3	11.624	49,7	101,4	4,5
LAS LAJAS	4.781	-0,2	2.519	52,7	2.262	47,3	111,4	0,9

TCA = Tasa de Crecimiento Anual del período 1990 - 2001

IM = Índice de Masculinidad

Cantón Machala = 41,4% de la población de la provincia.

H = Hombres M = Mujeres

ESTADÍSTICAS DEL INEC DEL CRECIMIENTO POBLACIONAL DE LA CIUDAD DE AMBATO.

CANTONES	P OBLACIÓN						IM (H/M) *100	Cantón.Prov. %
	TOTAL	TCA %	HOMBRES	%	MUJERES	%		
TOTAL PROVINCIA	441.034	1,8	213.513	48,4	227.591	51,6	93,8	100,0
AMBATO	287.282	2,1	138.743	48,3	148.539	51,7	93,4	65,1
BAÑOS	16.112	0,4	8.041	49,9	8.071	50,1	99,6	3,7
CEVALLOS	6.873	1,3	3.399	49,5	3.474	50,5	97,8	1,6
MOCHA	6.371	0,0	3.142	49,3	3.299	51,8	95,2	1,4
PATATE	11.771	1,2	5.834	49,6	5.937	50,4	98,3	2,7
QUERO	18.187	1,2	8.993	49,4	9.194	50,6	97,8	4,1
PELILEO	48.988	2,4	23.720	48,4	25.268	51,6	93,9	11,1
PÍLLARO	34.925	0,4	16.522	47,3	18.403	52,7	89,8	7,9
TISALEO	10.525	1,3	5.119	48,6	5.406	51,4	94,7	2,4

TCA = Tasa de Crecimiento Anual del período 1990 - 2001

IM = Índice de Masculinidad

Cantón Ambato = 65,1 % de la población de la provincia.

H = Hombres M = Mujeres

ESTADÍSTICAS DEL INEC DEL CRECIMIENTO POBLACIONAL DE LAS CIUDADES DE GUAYAQUIL Y NARANJAL.

CANTONES	P O B L A C I Ó N						IM (H / M)*100	Cantón/Prov. %
	TOTAL	TCA %	HOMBRES	%	MUJERES	%		
TOTAL PROVINCIA	3.309.034	2,5	1.648.398	49,8	1.660.636	50,2	99,3	100,0
GUAYAQUIL	2.039.789	2,4	999.191	49,0	1.040.598	51,0	96,0	61,6
A. BAQUERIZO	19.982	1,9	10.361	51,9	9.621	48,1	107,7	0,6
MORENO								
BALAO	17.262	2,9	9.332	54,1	7.930	45,9	117,7	0,5
BALZAR	48.470	0,9	25.362	52,3	23.108	47,7	109,8	1,5
COLIMES	21.049	0,8	11.272	53,6	9.777	46,4	115,3	0,6
DAULE	85.148	3,2	43.406	51,0	41.742	49,0	104,0	2,6
DURÁN	178.714	6,7	88.192	49,3	90.522	50,7	97,4	5,4
EL EMPALME	64.789	1,0	33.158	51,2	31.631	48,8	104,8	2,0
EL TRIUNFO	34.117	3,0	17.642	51,7	16.475	48,3	107,1	1,0
MILAGRO	140.103	1,7	70.265	50,2	69.838	49,8	100,6	4,2
NARANJAL	53.482	2,8	28.482	53,3	25.000	46,7	113,9	1,6
NARANJITO	31.756	2,0	16.543	52,1	15.213	47,9	108,7	1,0
PALESTINA	14.067	2,1	7.369	52,4	6.698	47,6	110,0	0,4
PEDRO CARBO	36.711	1,4	19.189	52,3	17.522	47,7	109,5	1,1
SALINAS	49.672	3,9	25.095	50,6	24.477	49,4	102,5	1,5

TCA = Tasa de Crecimiento Anual del período 1990 - 2001
Cantón Guayaquil = 61,6 % de la población de la provincia.

IM = Índice de Masculinidad
H = Hombres
M = Mujeres

ANEXO 3.4

CATÁLOGOS TÉCNICOS DE LOS SWITCHES UTILIZADOS EN EL EQUIPAMIENTO DE LA RED.

Cisco Catalyst 4503 12-Port Gigabit Ethernet Switch (WS-C4503): Product Features

MPN	WS-C4503
Type	Ethernet Switch
OSI Layer	Layer 2/3/4
Switch Fabric Capacity	64 Gbps
Layer 2 Forwarding Rate	48 Mpps
MAC Address Entries	32768
VLANs	4096
LAN Standards	IEEE 802.1d Spanning Tree Bridge • IEEE 802.1p LAN Layer 2 QoS/CoS Protocol for Traffic Prioritization • IEEE 802.1Q Virtual LANs (VLAN) • IEEE 802.3 CSMA/CD or Ethernet • IEEE 802.3u 100 Mbps (Fast Ethernet) • IEEE 802.3ab 1000 Mbps (Gigabit Ethernet) • IEEE 802.3ad Link aggregation • IEEE 802.3af Power over Ethernet • IEEE 802.3z Gigabit Ethernet over fiber standard (1000BaseX) • IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) • IEEE 802.1x Port Access Control for WLANs • IEEE 802.1s
Remote Management Protocol	SNMP • RMON
Protocols	• ARP • ICMP • IGMP • IP • IPv6 • RADIUS • SSH • TCP • UDP • DHCP • TFTP
Routing Protocols	RIP Version 1 • RIP Version 2 • Static Routing
Width	17.3 in.
Depth	12.5 in.
Height	12.2 in.
MTBF	200000 horas

Cisco Catalyst 3560-24TS SMI - Conmutador - 24 puertos - EN, Fast EN - 10Base-T, 100Base-TX + 2 x SFP (vacías) - 1U

Tipo de dispositivo	Conmutador
Factor de forma	Externo - 1U
Dimensiones (Ancho x Profundidad x Altura)	44.5 cm x 30.1 cm x 4.4 cm
Peso	3.9 kg
Memoria RAM	128 MB
Cantidad de puertos	24 x Ethernet 10Base-T, Ethernet 100Base-TX
Velocidad de transferencia de datos	100 Mbps
Protocolo de interconexión de datos	Ethernet, Fast Ethernet
Ranuras vacías	2 x SFP (mini-GBIC)
Protocolo de gestión remota	SNMP 1, RMON 1, RMON 2, Telnet, SNMP 3, SNMP 2c
Modo comunicación	Semidúplex, dúplex pleno
Características	Auto-sensor por dispositivo, Encaminamiento IP, soporte de DHCP, negociación automática, soporte ARP, concentración de enlaces, soporte VLAN, señal ascendente automática (MDI/MDI-X automático), snooping IGMP, activable, soporte IPv6
Cumplimiento de normas	IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3z, IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.3ab, IEEE 802.1p, IEEE 802.3x, IEEE 802.3ad (LACP), IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.1s
Alimentación	CA 120/230 V (50/60 Hz)
Cantidad de puertos	24 x Ethernet 10Base-T, Ethernet 100Base-TX
Velocidad de transferencia de datos	100 Mbps
Protocolo de interconexión de datos	Ethernet, Fast Ethernet
Protocolo de direccionamiento	OSPF, IGRP, BGP-4, RIP-1, RIP-2, EIGRP, HSRP, DVMRP, PIM-SM, direccionamiento IP estático, PIM-DM,

	IGMPv3
Protocolo de gestión remota	SNMP 1, RMON 1, RMON 2, Telnet, SNMP 3, SNMP 2c
Modo comunicación	Semidúplex, dúplex pleno
Protocolo de conmutación	Ethernet
Tamaño de tabla de dirección MAC	12k de entradas
Indicadores de estado	Estado puerto, actividad de enlace, velocidad de transmisión del puerto, modo puerto duplex, sistema
Características	Auto-sensor por dispositivo, Encaminamiento IP, soporte de DHCP, negociación automática, soporte ARP, concentración de enlaces, soporte VLAN, señal ascendente automática (MDI/MDI-X automático), snooping IGMP, activable, soporte IPv6
MTBF (tiempo medio entre errores)	326,100 hora(s)
Método de autenticación	Kerberos, RADIUS, TACACS+, Secure Shell v.2 (SSH2)
Temperatura mínima de funcionamiento	0 °C
Temperatura máxima de funcionamiento	45 °C
Ámbito de humedad de funcionamiento	10 - 85%

Cisco Catalyst 2960-24TT - Conmutador - 24 puertos - EN, Fast EN - 10Base-T, 100Base-TX + 2x10/100/1000Base-T(señal ascendente) - 1U

Tipo de dispositivo	Conmutador
Factor de forma	Externo - 1U
Dimensiones (Ancho x Profundidad x Altura)	44.5 cm x 23.6 cm x 4.4 cm
Peso	3.6 kg
Memoria RAM	64 MB
Memoria Flash	32 MB
Cantidad de puertos	24 x Ethernet 10Base-T, Ethernet 100Base-TX
Velocidad de transferencia de datos	100 Mbps
Protocolo de interconexión de datos	Ethernet, Fast Ethernet
Puertos auxiliares de red	2x10/100/1000Base-T(señal ascendente)
Protocolo de gestión remota	SNMP 1, RMON, Telnet, SNMP 3, SNMP 2c
Modo comunicación	Semidúplex, dúplex pleno
Características	Conmutación Layer 4, conmutación Layer 3, conmutación Layer 2, snooping IGMP
Alimentación	CA 120/230 V (50/60 Hz)
Memoria RAM	64 MB
Memoria Flash	32 MB Flash
Cantidad de puertos	24 x Ethernet 10Base-T, Ethernet 100Base-TX
Puertos auxiliares de red	2x10/100/1000Base-T(señal ascendente)
Velocidad de transferencia de datos	100 Mbps
Protocolo de interconexión de datos	Ethernet, Fast Ethernet
Protocolo de gestión remota	SNMP 1, RMON, Telnet, SNMP 3, SNMP 2c
Tecnología de conectividad	Cableado
Modo comunicación	Semidúplex, dúplex pleno
Protocolo de conmutación	Ethernet
Tamaño de tabla de dirección MAC	8K de entradas
Características	Conmutación Layer 4, conmutación

	Layer 3, conmutación Layer 2, snooping IGMP
MTBF (tiempo medio entre errores)	282,416 hora(s)
Método de autenticación	Secure Shell v.2 (SSH2)
Cumplimiento de normas	CE, UL, TUV GS, CISPR 24, cUL, EN 60950, EN55022, NOM, VCCI Class A ITE, IEC 60950, EN55024, UL 60950, CISPR 22, FCC Part 15, MIC, AS/NZS 3548
Software incluido	Cisco IOS IP Base
Temperatura mínima de funcionamiento	0 °C
Temperatura máxima de funcionamiento	45 °C
Ámbito de humedad de funcionamiento	10 - 85%

ANEXO 4.1

CÁLCULOS FINANCIEROS

AMORTIZACIÓN

Costo Total Del Proyecto	\$ 6.618.922
% De Financiamiento	70%
Valor De Financiamiento	\$ 4.633.245,40
Capital De Trabajo	\$ 1.985.676,60
Tasa De Interés	14%
Tiempo	10

PERÍODO	SALDO INICIAL	PAGO DE CAPITAL	PAGO DE INTERÉS	PAGO TOTAL	SALDO FINAL
1	\$ 4.633.245,40	\$ 239.601,53	\$ 648.654,36	\$ 888.255,88	\$ 4.393.643,87
2	\$ 4.393.643,87	\$ 273.145,74	\$ 615.110,14	\$ 888.255,88	\$ 4.120.498,14
3	\$ 4.120.498,14	\$ 311.386,14	\$ 576.869,74	\$ 888.255,88	\$ 3.809.111,99
4	\$ 3.809.111,99	\$ 354.980,20	\$ 533.275,68	\$ 888.255,88	\$ 3.454.131,79
5	\$ 3.454.131,79	\$ 404.677,43	\$ 483.578,45	\$ 888.255,88	\$ 3.049.454,36
6	\$ 3.049.454,36	\$ 461.332,27	\$ 426.923,61	\$ 888.255,88	\$ 2.588.122,09
7	\$ 2.588.122,09	\$ 525.918,79	\$ 362.337,09	\$ 888.255,88	\$ 2.062.203,30
8	\$ 2.062.203,30	\$ 599.547,42	\$ 288.708,46	\$ 888.255,88	\$ 1.462.655,88
9	\$ 1.462.655,88	\$ 683.484,06	\$ 204.771,82	\$ 888.255,88	\$ 779.171,83
10	\$ 779.171,83	\$ 779.171,83	\$ 109.084,06	\$ 888.255,88	\$ 0,00

PROYECCIÓN DE LOS INGRESOS DE LOS NODOS A IMPLEMENTARSE

INTERNET

Ingresos anual por servicio de Internet	\$ 109.440,00
Ingresos por instalación	\$ 7.200,00
Ingreso Total	\$ 116.640,00

TRANSMISIÓN DE DATOS

Ingresos anual por servicio de Transmisión de Datos	\$ 86.400,00
Ingresos por instalación	\$ 28.800,00
Ingreso Total	\$ 115.200,00

TASA DE CRECIMIENTO DE DEMANDA	15,89%
--------------------------------	--------

PROYECCIÓN DE LOS INGRESO DEL SERVICIO DE INTERNET PARA UN PERIODO DE 10 AÑOS A UNA TASA DEL 15,89%										
AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
0,00	116.640,00	135.174,10	156.653,26	181.545,46	210.393,04	243.824,49	282.568,20	327.468,29	379.503,00	9.806,03

PROYECCIÓN DE LOS INGRESO DEL SERVICIO DE TRANSMISIÓN DE DATOS PARA UN PERIODE 10 AÑOS A UNA TASA DEL 15,89%										
AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
0.00	115.200,00	133.505,28	154.719,27	179.304,16	207.795,59	240.814,31	279.079,71	323.425,47	374.817,78	434.376,32

PROYECCIÓN DE LOS INGRESOS EN LOS NODOS YA IMPLEMENTADOS

Ingreso total de los nodos ya existentes	\$ 16.406.800
% de Ingreso a utilizar	20%
Ingresos para el proyecto	\$ 3.281.360,00
Tasa de crecimiento de demanda	23,60%

PROYECCIÓN DE LOS INGRESO DE LOS NODOS YA EXISTENTES DEL AÑO 0 AL AÑO 5

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
0,00	3.281.360,00	4.055.760,96	5.012.920,55	6.195.969,80	7.658.218,67

PROYECCIÓN DE LOS INGRESO DE LOS NODOS YA EXISTENTES DEL AÑO 6 AL AÑO 10

AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
9.465.558,27	11.699.430,03	14.460.495,51	17.873.172,45	22.091.241,15

DEPRECIACION DE EQUIPOS

	COSTO TOTAL	TIEMPO	DEP. /AÑO
Costo Total de equipos	\$ 357.790	10	\$ 35.779,00
Costo Total de la fibra óptica y demás materiales para su tendido	\$ 6.219.652	10	\$ 621.965,20

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
EQUIPOS	0,00	35.779,00	35.779,00	35.779,00	35.779,00	35.779,00
FIBRA ÓPTICA	0,00	621.965,20	621.965,20	621.965,20	621.965,20	621.965,20
DEPRECIACIÓN TOTAL	0,00	657.744,20	657.744,20	657.744,20	657.744,20	657.744,20

	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
EQUIPOS	35.779,00	35.779,00	35.779,00	35.779,00	35.779,00
FIBRA ÓPTICA	621.965,20	621.965,20	621.965,20	621.965,20	621.965,20
DEPRECIACIÓN TOTAL	657.744,20	657.744,20	657.744,20	657.744,20	657.744,20

GLOSARIO

GLOSARIO

ANCHO DE BANDA.- Capacidad de transmisión de datos que tiene un medio determinado, generalmente cuantificado según el número de bits que se transmiten en un segundo.

ANILLO.- Topología de red en la que las estaciones se conectan físicamente a las adyacentes formando un anillo.

ANSI.- American National Standardization Institute. Organismo nacional de estandarización y normalización de los Estados Unidos.

ASK.- Modulación digital de amplitud

ATM.- Asynchronous Transfer Mode. Protocolo estandarizado internacionalmente para transmisión de grandes volúmenes de datos a alta velocidad y basado en conmutación de paquetes.

BACKBONE.- Ver red troncal.

BRIDGE.- Dispositivo que interconecta dos redes a nivel de enlace. El bridge monitoriza el tráfico en las redes que conecta y dirige los paquetes al destino apropiado.

BUS.- Topología de red en la que las estaciones se conectan a un único cable.

CETNAV.- Centro Tecnológico Naval de las Fuerzas Armadas.

EMI.- Interferencia electromagnética.

ENLACE.- Conexión física entre dos nodos.

ETHERNET.- Tipo de red local diseñada originalmente para trabajar a 10Mbps sobre cable coaxial. Está basado en una topología en bus y es muy similar al estándar IEEE 802.3 que especifica el método CSMA/CD para control de acceso al medio.

ETSI.- Instituto de Estándares de Telecomunicaciones Europeo (European Telecommunications Standards Institute.)

FAST ETHERNET.- Evolución de Ethernet que aumenta el ancho de banda hasta 100Mbps.

FDDI.- Fiber Distributed Data Interface. Tecnología LAN de alta velocidad basada en el empleo de fibra óptica como medio de transmisión. Está basada en una topología en doble anillo y soporta velocidades de 100Mbps.

FIBRA ÓPTICA.- Tipo de cable construido a partir de capas concéntricas de cristal o plástico que transmite señales de luz y proporciona anchos de banda mucho mayores que el cobre y además ofrece mayor fiabilidad y seguridad.

FRAME RELAY.- Protocolo utilizado en la interfaz entre los dispositivos de usuario (routers, bridges, hosts) y equipos de red (nodos de conmutación) que posibilita la transmisión de los datos aplicando técnicas de conmutación de paquetes. Se caracteriza por confiar en la fiabilidad de los actuales medios transmisión, eliminando el nivel de red y reduciendo la funcionalidad del nivel de enlace.

FSK.- Modulación digital de frecuencia

FULL DUPLEX.- Enlace que es capaz de soportar la transmisión simultánea en ambos sentidos de la comunicación.

GSM.- Sistema Global para las Comunicaciones Móviles. (Global System for Mobile Communications.)

IEEE .- Institute of Electrical and Electronical Engineers. Asociación de profesionales de la ingeniería agrupados en diferentes comités para trabajar en diversas áreas. El comité 802 se dedica al desarrollo de estándares para redes locales.

IP.- Internet Protocol. Protocolo de nivel de red de la familia TCP/IP.

INTERNET.- Conjunto de redes estatales, universitarias y comerciales interconectadas entre sí que fue construida inicialmente por el Ministerio de Defensa Norteamericano para interconectar redes de investigación gubernamentales y universitarias.

ISO.- International Standardization Organization. Organismo de estandarización y normalización internacional. Creador del modelo de referencia OSI (Open Systems Interconnection) y de los protocolos de comunicaciones asociados.

ITU-T.- International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector. Organismo internacional de estandarización y normalización de las telecomunicaciones. Previamente denominado CCITT.

KBPS.- Kilo bits por segundo.

LMDS.- El Sistema de Distribución Local Multipunto

MAU.- Unidad de Acceso Multiestación.

MODELO DE REFERENCIA OSI.- Modelo arquitectónico definido por ISO que está compuesto por Multiplexación. Combinación de dos o más comunicaciones para ser enviadas por un único canal.

OSI.- Open Systems Interconnection. Término que se refiere a la comunicación entre sistemas abiertos, que son aquellos que proporcionan el soporte para los protocolos basados en el modelo de referencia OSI y que, por lo tanto, son capaces de comunicarse con otros sistemas abiertos.

PAQUETE.- Unidad de información que viaja a través de una red.

PROTOCOLO.- Conjunto de reglas que rigen la interacción entre entidades que se comunican. Cada capa o nivel de una arquitectura define diferentes protocolos para soportar los diversos tipos de comunicación que llevan a cabo cada capa. Por ejemplo, los protocolos del nivel de enlace definen las reglas de interacción entre dos nodos conectados por un único enlace.

PSK.- Modulación digital de fase.

RED DE ÁREA EXTENSA (WAN).- Red en la que los sistemas se conectan mediante servicios de telecomunicaciones tales como líneas dedicadas, enlaces por satélite y enlaces de fibra óptica a través de distancias relativamente grandes.

RED DE ÁREA LOCAL (LAN).- Interconexión de estaciones relativamente poco separadas.

RED TRONCAL (BACKBONE).- Porción de una red, usualmente con gran ancho de banda, que proporciona el transporte utilizado para encaminar la información desde su origen al destino. Una red troncal puede ser empleada para interconectar otras redes.

ROUTER.- Sistema que encamina información entre redes. Los routers operan a nivel de red y utilizan las direcciones de red para determinar hacia dónde encaminar la información.

TCP.- (Transmission Control Protocol.) Protocolo de nivel de transporte de la familia TCP/IP.

TCP/IP.- Familia de protocolos definida para la operación en entornos interred.

WAN.- Wide Area Network. Ver Red de área extensa.