



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES  
DE COMUNICACIÓN**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN.**

**TEMA:**

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO DEL  
G.A.D. MUNICIPAL DE TULCÁN”**

**AUTOR: DENNIS ALEXANDER REINA LÓPEZ**

**DIRECTOR: ING. CARLOS VÁSQUEZ**

**IBARRA – ECUADOR**

**2016**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

#### A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE dentro del proyecto Repositorio Digital determina la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la universidad.

Por medio del presente documento depongo mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	040170856-5
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	REINA LÓPEZ DENNIS ALEXANDER
<b>DIRECCIÓN:</b>	IBARRA, CUIDADELA LOS OLIVOS (CONJUNTO LOS ALISOS)
<b>E-MAIL:</b>	<a href="mailto:dennis.reina.l@gmail.com">dennis.reina.l@gmail.com</a>
<b>TELÉFONO FIJO</b>	06-2236719
<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0969891322
DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	“DISEÑO DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO DEL G.A.D. MUNICIPAL DE TULCÁN”
<b>AUTOR:</b>	REINA LÓPEZ DENNIS ALEXANDER
<b>FECHA:</b>	ABRIL DEL 2016
<b>PROGRAMA:</b>	PREGRADO
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA</b>	INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN
<b>DIRECTOR:</b>	ING. CARLOS VÁSQUEZ

## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Dennis Alexander Reina López, con cédula de identidad No 040170856-5, en calidad de autor y titular de los derechos Patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior, Artículo 144.

## 3. CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en la defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.



.....  
Firma

Nombre: Dennis Alexander Reina López

Cédula: 040170856-5

Ibarra, Abril del 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO A FAVOR DE LA  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Dennis Alexander Reina, con cédula de identidad No 040170856-5, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los Derechos Patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4,5 y 6 en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **“DISEÑO DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO DEL G.A.D. MUNICIPAL DE TULCÁN”** “que ha sido desarrollado para optar por el título de: INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN , en la UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

.....  
Firma

Nombre: Dennis Alexander Reina López

Cédula: 040170856-5

Ibarra, Abril del 2016



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CERTIFICACIÓN**

En calidad de Director del presente proyecto de Titulación, Certifico que este trabajo de grado fue desarrollado por el Sr. Dennis Alexander Reina López bajo mi supervisión.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "C. Vásquez", is written over a horizontal line.

Ing. Carlos Vásquez  
**DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DECLARACIÓN

Yo, DENNIS ALEXANDER REINA LÓPEZ, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado, ni calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

.....  
Firma

Nombre: Dennis Alexander Reina López

Cédula: 040170856-5

Ibarra, Abril del 2016



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**DEDICATORIA**

Dedico este proyecto de titulación a mis padres que con su ejemplo de lucha no me dejaron rendir aun cuando ya no me sobraban fuerzas para salir adelante y todo parecía difícil en mi vida, su invaluable apoyo me dio esperanza y me dieron todo para ser la persona que hoy soy, me ayudaron a forjar mi futuro alentándome cada día con su amor.

A mi hija, el regalo más grande que Dios me ha dado, ella que con su amor me ayuda a comprender que se debe disfrutar el presente y que cada momento de calidad con la familia es único y que todo toma sentido cuando se vive con inocencia sin rencores y con alegría en el corazón, que cuando las cosas se hacen con amor todo sale bien, y que todo es bueno cuando se tiene a Dios y una familia unida.

*Dennis Alexander Reina López*



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por el amor que me brinda en cada paso que doy, su infinita misericordia, y su presencia que ha permitido que los problemas se transformen en bendiciones y que lo que parece imposible se haga real en mi vida, por las incomparables obras que ha hecho en mi familia y por ser el sentido de mi vida cuando yo pierdo de vista mi rumbo.

Agradezco a mis padres, mis hermanos y mi hija quienes incansablemente han estado a mi lado en los buenos y malos momentos, dando de su amor que me impulsa a salir adelante y que me ha motivado a ser cada día mejor, a su grandiosa forma de ser y su apoyo a pesar de mis errores.

*Dennis Alexander Reina López*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN .....	II
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	IV
CERTIFICACIÓN.....	V
DECLARACIÓN.....	VI
DEDICATORIA.....	VII
AGRADECIMIENTO.....	VIII
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XVI
ÍNDICE DE TABLAS .....	XIX
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	XXI
RESUMEN.....	XXII
ABSTRACT .....	XXIII
<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
1 ANTECEDENTES .....	1
1.1 TEMA O TÍTULO.....	1
1.2 PROBLEMA.....	1
1.3 OBJETIVOS .....	2
1.3.1 OBJETIVO GENERAL .....	2
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1.4 ALCANCE.....	2
1.5 JUSTIFICACIÓN .....	4
1.6 CONTEXTO.....	5
1.7 CONTENIDOS .....	5
1.8 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	7
1.9 PRESUPUESTO .....	9
<b>CAPÍTULO II</b> .....	10
2 FUNDAMENTO TEÓRICO.....	10

2.1 SISTEMAS DE CABLEADO ESTRUCTURADO .....	10
2.2 ELEMENTOS DE SISTEMAS DE CABLEADO ESTRUCTURADO .....	10
2.2.1 TOPOLOGÍA FÍSICA DE RED .....	10
2.2.1.1 TOPOLOGÍA DE MALLA .....	11
2.2.1.2 TOPOLOGÍA EN BUS.....	11
2.2.1.3 TOPOLOGÍA DE ANILLO .....	12
2.2.1.4 TOPOLOGÍA EN ESTRELLA.....	12
2.2.1.5 TOPOLOGÍA ESTRELLA EXTENDIDA .....	13
2.2.1.6 TOPOLOGÍA HÍBRIDA.....	14
2.2.2 CUARTO DE TELECOMUNICACIONES.....	14
2.2.3 CUARTO DE EQUIPOS.....	15
2.2.4 CABLEADO HORIZONTAL.....	16
2.2.5 BACKBONE .....	16
2.3 ENTIDADES REGULADORAS .....	17
2.3.1 NORMATIVA AMERICANA.....	17
2.3.2 NORMATIVA INTERNACIONAL.....	19
2.3.3 NORMATIVA EUROPEA .....	19
2.3.4 ESTÁNDAR IEEE PARA CABLES DE TRANSMISIÓN DE DATOS.....	20
2.4 NORMAS ANSI-EIA-TIA UTILIZABLES EN EL PROYECTO.....	22
2.4.1 ANSI/EIA/TIA 568.....	22
2.4.2 ANSI/EIA/TIA 568 B.2-10.....	22
2.4.2.1 PÉRDIDA DE INSERCIÓN (IL).....	24
2.4.2.2 NEAR END CROSSTALK (NEXT).....	24
2.4.2.3 POWER SUM NEAR END CROSSTALK (PSNEXT) .....	24
2.4.2.4 RELACIÓN ATENUACIÓN DE DIAFONÍA (ACR) .....	24
2.4.2.5 POWER SUM ATENUACIÓN DE DIAFONÍA (PSACR) .....	25
2.4.2.6 FAR END CROSSTALK (FEXT) .....	25
2.4.2.7 EQUAL LEVEL FAR END CROSSTALK (ELFEXT).....	25
2.4.2.8 RELACIÓN ATENUACIÓN DE DIAFONÍA - EXTREMO LEJANO (ACRF).....	25

2.4.2.9 POWER SUM EQUAL LEVEL FAR END CROSSTALK (PSELFEXT) .....	26
2.4.2.10 POWER SUM ATENUACIÓN DE DIAFONÍA - FAR END (PSACRF).....	26
2.4.2.11 PÉRDIDA DE RETORNO (RL) .....	26
2.4.2.12 MAPA DE CABLEADO.....	27
2.4.2.13 RETARDO DE PROPAGACIÓN.....	27
2.4.2.14 DIFERENCIA DEL RETARDO.....	28
2.4.2.15 LONGITUD.....	28
2.4.3 ANSI/EIA/TIA 568 B.3 .....	28
2.4.4 ANSI/EIA/TIA 568 C.2.....	32
2.4.4.1 PSACRF .....	34
2.4.4.2 TCL.....	35
2.4.4.3 ELTCTL .....	35
2.4.4.4 VALORES DE RENDIMIENTO DE ACUERDO A PARÁMETROS DE MEDICIÓN .....	36
2.4.5 ANSI/EIA/TIA 569 C .....	36
2.4.5.1 REQUISITOS DE TEMPERATURA .....	37
2.4.5.2 ESPECIFICACIONES DE ILUMINACIÓN .....	37
2.4.5.3 ESPACIO PARA MANEJO DE EQUIPOS .....	37
2.4.5.4 DIMENSIONES DE CUARTO DE EQUIPOS Y CUARTO DE TELECOMUNICACIONES .....	38
2.4.6 ANSI/EIA/TIA 568 C.1-1.....	38
2.4.7 ANSI/EIA/TIA 568 C.3-1.....	43
2.4.8 ANSI/EIA/TIA 606 B .....	45
2.4.8.1 CLASE 1 .....	45
2.4.8.2 CLASE 2.....	45
2.4.8.3 CLASE 3.....	45
2.4.8.4 CLASE 4.....	46
2.4.8.5 IDENTIFICADORES.....	46
2.4.9 ANSI/EIA/TIA 607 A .....	48
2.4.10 ANSI/EIA/TIA 607 B .....	50
2.4.11 DIN 41494 - IEC 297-1/2 – ANSI RESOLUCIÓN SIC – MNI 92/98.....	52

2.4.12 ANSI/EIA/TIA 862 A .....	53
2.5 MEDIOS DE TRANSMISIÓN Y CARACTERÍSTICAS.....	53
2.5.1 MEDIOS DE TRANSMISIÓN SEGÚN SU FORMA DE TRANSMISIÓN .....	54
2.5.2 MEDIOS DE TRANSMISIÓN GUIADOS .....	54
2.5.2.1 PAR TRENZADO .....	54
2.5.2.2 CABLE COAXIAL .....	54
2.5.2.3 FIBRA ÓPTICA .....	55
2.5.3 MEDIOS DE TRANSMISIÓN NO GUIADOS .....	55
2.5.3.1 LUZ.....	55
2.5.3.2 RADIOENLACES .....	55
2.5.3.3 MICROONDAS.....	56
2.5.4 CATEGORÍA DE MEDIOS DE TRANSMISIÓN BASADOS EN COBRE .....	56
2.5.4.1 CATEGORÍA 1 .....	56
2.5.4.2 CATEGORÍA 2 .....	56
2.5.4.3 CATEGORÍA 3 .....	56
2.5.4.4 CATEGORÍA 4 .....	57
2.5.4.5 CATEGORÍA 5 .....	57
2.5.4.6 CATEGORÍA 5E.....	57
2.5.4.7 CATEGORÍA 6 .....	57
2.5.4.8 CATEGORÍA 6A.....	57
2.5.4.9 CATEGORÍA 7 Y 7A .....	58
2.5.4.10 CUADRO COMPARATIVO DE CATEGORÍA DE CABLES UTP .....	58
2.5.5 TIPOS DE CABLE DE FIBRA ÓPTICA.....	59
2.6 METODOLOGÍA DE MEDICIÓN DE MEDIOS DE TRANSMISIÓN CON USO DE FLUKE DTX-1800 .....	59
2.6.1 NORMA EN LA QUE SE BASA LA CERTIFICACIÓN DE CABLEADO ESTRUCTURADO .....	60
2.6.2 PARÁMETROS DE MEDICIÓN .....	60
2.6.3 REALIZACIÓN DE MEDICIONES CON FLUKE DTX-1800 .....	60
2.6.4 MEDICIÓN CON ADAPTADORES DE INTERFAZ DE ENLACE.....	60

2.7 SOFTWARE DE SIMULACIÓN DE BACKBONE DE FIBRA ÓPTICA .....	63
2.7.1 PPTISYSTEM.....	63
2.7.2 OPNET MODELER .....	64
2.7.3 VPI TRANSMISSION MAKER .....	64
2.7.4 OPTSIM.....	64
<b>CAPITULO III</b> .....	<b>65</b>
3 ESTADO ACTUAL DE LA RED .....	65
3.1 TOPOLOGÍA DE RED.....	65
3.2 NÚMERO DE USUARIOS.....	66
3.3 VERIFICACIÓN ACTUAL DE MEDIOS DE TRANSMISIÓN .....	68
3.3.1 MODELO REFERENCIAL DE MEDICIONES CON FLUKE DTX-1800 .....	68
3.3.2 TABULACIÓN DE MEDICIONES .....	71
3.3.3 REPRESENTACIÓN ESTADISTICA DE MEDICIONES .....	72
3.4 DISTRIBUCIÓN DE USUARIOS Y RACKS LA RED EN EL EDIFICIO .....	74
3.5 RESULTADOS OBTENIDOS.....	79
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>80</b>
4 DISEÑO DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO .....	80
4.1 ESTUDIO DE ESPACIO DISPONIBLE.....	80
4.1.1 CUARTO DE EQUIPOS.....	80
4.1.2 CUARTO DE TELECOMUNICACIONES.....	82
4.1.3 CANALIZACIÓN Y DUCTERÍA.....	84
4.1.3.1 DISTRIBUCIÓN DE CABLES EN LA PLANTA BAJA.....	84
4.1.3.2 DISTRIBUCIÓN DE CABLES EN LA PRIMERA PLANTA .....	85
4.1.3.3 DISTRIBUCIÓN DE CABLEADO EN LA SEGUNDA PLANTA .....	86
4.1.3.4 DISTRIBUCIÓN DE CABLEADO EN TERCERA PLANTA .....	87
4.1.3.5 DISTRIBUCIÓN DE CABLEADO EN LA CUARTA PLANTA .....	88
4.2 DIMENSIONAMIENTO DE USUARIOS FUTUROS .....	88
4.2.1 CÁLCULO DE CRECIMIENTO POBLACIONAL.....	89
4.2.2 RESULTADOS DEL CÁLCULO DE CRECIMIENTO POBLACIONAL PARA USUARIOS DE REDES .....	91

4.3 DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS ACTIVOS .....	92
4.3.1 CÁLCULO DE NÚMERO DE SWITCHES DE DISTRIBUCIÓN REQUERIDOS .....	93
4.3.2 CÁLCULO DE VELOCIDAD DE PUERTOS .....	95
4.3.2.1 VELOCIDAD DE LOS PUERTOS DE UPLINK MÉTODO DE DISTRIBUCIÓN DE POISSON .....	95
4.3.2.2 MEDIANTE EL USO DE LAS <i>MEJORES PRÁCTICAS DE CISCO</i> .....	96
4.3.2.3 CÁLCULO DE CONMUTACIÓN DE LOS SWITCH DE ACCESO .....	97
4.3.2.4 CÁLCULO DE CONMUTACIÓN DE LOS SWITCH DE NÚCLEO .....	98
4.4 SIMULACIÓN DE BACKBONE DE FIBRA ÓPTICA.....	99
4.4.1 SELECCIÓN DEL MEJOR SIMULADOR DE SISTEMAS DE FIBRA ÓPTICA.....	99
4.4.2 INSTALACIÓN, Y MANEJO DE OPTISYSTEM.....	100
4.4.3 SIMULACIÓN DE SISTEMA DE FIBRA ÓPTICA.....	100
4.5 COMPARACIÓN TÉCNICA DE MEDIO DE TRANSMISIÓN A UTILIZAR COMO BACK BONE .....	103
4.6 APLICACIÓN DE NORMAS PARA GENERACIÓN DE DISEÑO.....	105
4.6.1 ESTRUCTURA DEL RACK.....	105
4.6.2 ETIQUETAMIENTO DE RACK, PUERTOS Y CABLES .....	108
4.6.3 CÁLCULO DE ROLLOS DE CABLES CATEGORIA 6A.....	111
4.6.4 MATERIALES Y EQUIPAMIENTO A UTILIZARSE POR PLANTA .....	113
4.7 DISEÑO DE PLANOS ARQUITECTÓNICOS.....	115
<b>CAPITULO V</b> .....	116
5 ESTUDIO FINANCIERO .....	116
5.1 COTIZACIÓN DE MATERIALES Y MANO DE OBRA.....	116
5.2 COSTOS DE MATERIALES A UTILIZAR EN LA RED EN BASE A LAS COTIZACIONES.....	116
5.3 ANÁLISIS ECONÓMICO.....	118
5.4 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA .....	126
<b>CAPÍTULO VI</b> .....	127
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	127
6.1 CONCLUSIONES.....	127

6.2 RECOMENDACIONES .....	129
6.3 BIBLIOGRAFÍA .....	130
6.4 GLOSARIO.....	133
6.5 ANEXOS.....	137
ANEXO A: TABLA DE ENLACES MEDIDOS CON ANALIZADOR DE CABLES FLUKE NETWORK DTX-1800.....	137
ANEXO B: INSTALACIÓN DE SOFTWARE OPTISYSTEM .....	146
ANEXO C: MANEJO DE OPTISYSTEM.....	149
ANEXO D: PLANOS ARQUITECTÓNICOS .....	154
ANEXO E: COTIZACIONES .....	155
ANEXO F: ANÁLISIS DEL ENLACE PROPORCIONADO POR EL PROVEEDOR DE INTERNET (CNT).....	158
ANEXO G: PLANIFICACIÓN DE EJECUCIÓN .....	162
ANEXO H: CERTIFICADO DE REVISIÓN DE ANÁLISIS ECONÓMICO Y CRECIMIENTO POBLACIONAL .....	178

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1:</b> Topología en Malla.....	11
<b>FIGURA 2:</b> Topología en estrella.....	11
<b>FIGURA 3:</b> Topología en anillo.....	12
<b>FIGURA 4:</b> Topología en estrella.....	13
<b>FIGURA 5:</b> Topología en estrella extendida.....	13
<b>FIGURA 6:</b> Topología Mixta.....	14
<b>FIGURA 7:</b> Mapas de cableado reconocidos por ANSI/EIA/TIA 568 B.2-10.....	27
<b>FIGURA 8:</b> Forma de conexión de cables de fibra óptica simplex y dúplex.....	30
<b>FIGURA 9:</b> Cables de conexión de Fibra Óptica.....	31
<b>FIGURA 10:</b> Distribución de cableado en edificios comerciales.....	39
<b>FIGURA 11:</b> Distribución de cableado horizontal.....	40
<b>FIGURA 12:</b> Distribución horizontal con uso de MUTOA.....	41
<b>FIGURA 13:</b> Cableado horizontal con uso de Punto de Consolidación (CP).....	43
<b>FIGURA 14:</b> Uso de identificadores en RACKS.....	47
<b>FIGURA 15:</b> Sistema de puesta a tierra de componentes de red bajo la norma NSI/EIA/TIA 607 A.....	49
<b>FIGURA 16:</b> Puesta a tierra de equipamiento en Racks o gabinetes.....	51
<b>FIGURA 17:</b> Fluke DTX-1800.....	59
<b>FIGURA 18:</b> Adaptador de interfaz enlace.....	61
<b>FIGURA 19:</b> Adaptador de interfaz enlace permanente.....	61
<b>FIGURA 20:</b> Adaptadores permanente y de canal.....	62
<b>FIGURA 21:</b> Medición de enlaces permanentes con Fluke DTX-1800.....	62
<b>FIGURA 22:</b> Pantalla de verificación de enlaces.....	63
<b>FIGURA 23:</b> Topología de Red del G.A.D. Municipal de Tulcán.....	66
<b>FIGURA 24:</b> Formato de la medición guardada en Fluke DTX-1800.....	69
<b>FIGURA 25:</b> Cabecera de Formato de medición Fluke DTX-1800.....	70
<b>FIGURA 26:</b> Cuerpo del formato de mediciones de Fluke DTX-1800.....	71
<b>FIGURA 27:</b> Pie de página de formato de mediciones de Fluke DTX-1800.....	71

<b>FIGURA 28:</b> Representación de datos de mediciones, referencia de aprobación de cables .....	72
<b>FIGURA 29:</b> Representación gráfica de fallas presentadas en los medios de transmisión medidas con Fluke DTX-1800.....	73
<b>FIGURA 30:</b> Plano de distribución actual de la red en la planta baja del edificio del G.A.D. Municipal de Tulcán. ....	74
<b>FIGURA 31:</b> Plano de distribución actual de la red en la primera planta del edificio del G.A.D. Municipal de Tulcán. ....	75
<b>FIGURA 32:</b> Plano de distribución actual de la red en la segunda planta del edificio del G.A.D. Municipal de Tulcán. ....	76
<b>FIGURA 33:</b> Plano de distribución actual de la red en la tercera planta del edificio del G.A.D. Municipal de Tulcán. ....	77
<b>FIGURA 34:</b> Plano de distribución actual de la red en la cuarta planta del edificio del G.A.D. Municipal de Tulcán. ....	78
<b>FIGURA 35:</b> Área destinada a el cuarto de equipos. JEFATURA DE SISTEMAS (Tercera Planta).....	80
<b>FIGURA 36:</b> Ubicación de cuartos de telecomunicaciones distribuidos por plantas.....	83
<b>FIGURA 37:</b> Área de trabajo y componentes de un sistema óptico .....	101
<b>FIGURA 38:</b> Elección de cálculo en optisystem .....	101
<b>FIGURA 39:</b> Realización del cálculo en optisystem .....	102
<b>FIGURA 40:</b> Resultado de medición de la potencia de señal .....	102
<b>FIGURA 41:</b> Análisis mediante el uso del diagrama del ojo.....	103
<b>FIGURA 42:</b> Atenuador óptico .....	104
<b>FIGURA 43:</b> Realización de Cálculo.....	104
<b>FIGURA 44:</b> Medición de la potencia de señal.....	104
<b>FIGURA 45:</b> Análisis del diagrama del ojo .....	105
<b>FIGURA 46:</b> Distribución de equipos en Rack de Planta Baja .....	106
<b>FIGURA 47:</b> Distribución de equipos en Rack de Primera Planta.....	106
<b>FIGURA 48:</b> Distribución de equipos en Rack de Segunda Planta.....	107
<b>FIGURA 49:</b> Distribución de equipos en Rack de Tercera Planta.....	107
<b>FIGURA 50:</b> Distribución de equipos en Rack de Cuarta Planta .....	108
<b>FIGURA 51:</b> Etiquetamiento en RACK .....	108

<b>FIGURA 52:</b> Etiquetamiento en la interconexión de dispositivos. ....	109
<b>FIGURA 53:</b> Etiquetamiento de Interconexión de dos dispositivos en un mismo Rack .....	110
<b>FIGURA 54:</b> Etiquetado de Faceplate .....	111
<b>FIGURA 55:</b> Ejecución del programa en modo administrador .....	146
<b>FIGURA 56:</b> Primera ventana de instalación .....	146
<b>FIGURA 57:</b> Acuerdo de licencia .....	147
<b>FIGURA 58:</b> Directorio en donde se guardará el programa .....	147
<b>FIGURA 59:</b> Confirmación de fichero de instalación .....	148
<b>FIGURA 60:</b> Finalización de la Instalación .....	148
<b>FIGURA 61:</b> Área de trabajo en un proyecto de optisystem .....	149
<b>FIGURA 62:</b> Librerías de transmisores, y fuentes ópticas .....	149
<b>FIGURA 63:</b> Librería de generadores de pulso .....	150
<b>FIGURA 64:</b> Librería de Generador de Bits de secuencia .....	150
<b>FIGURA 65:</b> Librería de fibra óptica y Moduladores .....	150
<b>FIGURA 66:</b> Librería de atenuadores .....	151
<b>FIGURA 67:</b> Librería de fotodetector y Filtros .....	151
<b>FIGURA 68:</b> Analizadores y medidores de señal .....	151
<b>FIGURA 69:</b> Montaje de sistema óptico .....	152
<b>FIGURA 70:</b> Medición de la potencia de señal .....	152
<b>FIGURA 71:</b> Análisis de la señal mediante el uso del diagrama del ojo .....	153

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1:</b> Cronograma estimado de realización de este proyecto de titulación .....	7
<b>TABLA 2:</b> Presupuesto económico previsto para la realización de este trabajo de grado .....	9
<b>TABLA 3:</b> Tabla de estándares IEEE para medios de transmisión cableados .....	21
<b>TABLA 4:</b> Parámetros de medición de cables UTP .....	23
<b>TABLA 5:</b> Características técnicas de cables de Fibra Óptica reconocidos por ANSI/EIA/TIA 568 B.3 .....	29
<b>TABLA 6:</b> Compatibilidad de cables UTP con categorías anteriores.....	33
<b>TABLA 7:</b> Parámetros de medición y valores permitidos.....	36
<b>TABLA 8:</b> Dimensiones mínimas de cuarto de equipos.....	38
<b>TABLA 9:</b> Longitud de cableado horizontal.....	42
<b>TABLA 10:</b> Fibras ópticas reconocidas por ANSI/EIA/TIA 568 C.3-1 .....	44
<b>TABLA 11:</b> Tabla de comparación entre longitud y Grosor de conductor TBB .....	50
<b>TABLA 12:</b> Comparación de Cables UTP en base a su categoría .....	58
<b>TABLA 13:</b> Número de equipos terminales de la Red del G.A.D. Municipal de Tulcán .....	67
<b>TABLA 14:</b> Enlaces que pasan la certificación de acuerdo a las mediciones con FLUKE DTX-1800 .....	72
<b>TABLA 15:</b> Tipos de fallas detectadas en medios de transmisión con Fluke DTX-1800.....	73
<b>TABLA 16:</b> Tabla de crecimiento de usuarios en los cuatro últimos años.....	88
<b>TABLA 17:</b> Resultados de cálculo de crecimiento de usuario de redes .....	92
<b>TABLA 18:</b> Número total de Switches de distribución. ....	95
<b>TABLA 19:</b> Resumen de capacidad de conmutación de Switch de acceso .....	97
<b>TABLA 20:</b> Comparación de software simulador de Sistemas de Fibra Óptica .....	99
<b>TABLA 21:</b> Resumen Número de Rollos.....	113
<b>TABLA 22:</b> Material y equipamiento utilizado en la planta baja.....	113
<b>TABLA 23:</b> Material y equipamiento utilizado en la primera planta .....	114
<b>TABLA 24:</b> Material y equipamiento utilizado en la segunda planta.....	114
<b>TABLA 25:</b> Material y equipamiento utilizado en la tercera planta .....	115
<b>TABLA 26:</b> Material y equipamiento utilizado en la cuarta planta.....	115

<b>TABLA 27:</b> Materiales a utilizar en la realización de la nueva red .....	116
<b>TABLA 28:</b> Costo total de mano de obra utilizada .....	118
<b>TABLA 29:</b> Ahorro con el nuevo sistema de cableado estructurado .....	119
<b>TABLA 30:</b> Eficiencia en ahorro del sistema de cableado estructurado .....	120
<b>TABLA 31:</b> Costos anuales de la nueva red periodo 1 a 5 .....	121
<b>TABLA 32:</b> Costos anuales de la nueva red período 5 a 10 .....	122
<b>TABLA 33:</b> Tasa de inversión y reinversión .....	122
<b>TABLA 34:</b> Eficiencia neta del sistema período 1 a 5 .....	123
<b>TABLA 35:</b> Eficiencia neta del sistema período 6 a 10 .....	123
<b>TABLA 36:</b> Eficiencia neta actualizada .....	124

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1:</b> Ecuación de cálculo de distancia máxima de cableado cableado.....	42
<b>Ecuación 2:</b> Ecuación general de crecimiento poblacional .....	89
<b>Ecuación 3:</b> Número de switches de distribución por piso .....	93
<b>Ecuación 4:</b> Cálculo del número total de switches de distribución .....	93
<b>Ecuación 5:</b> Ecuación de cálculo de probabilidad de arribos .....	95
<b>Ecuación 6:</b> Cálculo de Velocidad de puerto .....	96
<b>Ecuación 7:</b> Cálculo de velocidad de puerto utilizando Mejores Prácticas de Cisco .....	96
<b>Ecuación 8:</b> Cálculo de capacidad de conmutación del SW de acceso .....	97
<b>Ecuación 9:</b> Capacidad de conmutación por tipo de puerto .....	98
<b>Ecuación 10:</b> Cálculo de número de rollos de cable UTP a utilizar.....	111
<b>Ecuación 11:</b> Crecimiento de Porcentaje en utilización.....	119
<b>Ecuación 12:</b> Cálculo del Valor Futuro .....	120
<b>Ecuación 13:</b> Cálculo de Eficiencia Neta .....	123
<b>Ecuación 14:</b> Cálculo de eficiencia neta actualizada.....	124
<b>Ecuación 15:</b> Cálculo de Valor Actual Neto .....	125
<b>Ecuación 16:</b> Cálculo del TIR.....	125
<b>Ecuación 17:</b> Cálculo del ROI.....	126

## RESUMEN

Este proyecto es un diseño cableado estructurado que tiene su aplicación en la red de datos del G.A.D. Municipal de Tulcán. Para el desarrollo de esta tesis se han revisado las normas internacionales descritas por la unión de organizaciones de telecomunicaciones ANSI/EIA/TIA para normar el manejo de equipos de red, y la forma de distribución de datos dentro de la infraestructura de un edificio.

Se contempla en este proyecto, la disposición de los puestos de trabajo, el espacio disponible para cuarto de equipos y de telecomunicaciones, el crecimiento de usuarios futuros, y el estado de la red actual, lo que permitirá establecer parámetros sobre los cuales se deben ir aplicando los criterios de distribución de datos.

También se realizará la simulación de un backbone de fibra óptica, para comparar los resultados con el rendimiento de backbone's basados en cobre, es decir aquellos que se realizan con cables UTP, y se revisará que medio de transmisión permite mayores prestaciones.

Se muestra también un estudio de factibilidad técnica y económica basada en cotizaciones de mano de obra y materiales útiles para el desarrollo de la nueva red, todo esto previniendo un crecimiento en el número de usuarios de red.

## **ABSTRACT**

This project is a structured cabling design which has its application in the network of data of the Municipal G.A.D. of Tulcan.

The development of this thesis have been revised standards described by the union of organizations of ANSI/EIA/TIA Telecom for regulate the management of network equipment, and the form of distribution of data within the infrastructure of a building.

Envisaged in this project, the provision of jobs, the space available for equipment room and telecommunications room, the growth of future users, and the status of the current network, allowing you to set parameters on which must go applying the criteria of distribution of data.

There will also be a simulation of an optical fiber backbone, to compare the results with the performance you backbone's based on copper, that is to say those that are made with UTP cables, and will be revised transmission medium allows further benefits.

Also shows a feasibility study technical and economic-based contributions of labor and materials useful for the development of the new network, all this preventing a growth in the number of network users.

## **CAPÍTULO I**

### **1 ANTECEDENTES**

Plan Del Proyecto De Titulación

#### **1.1 TEMA O TITULO**

Diseño Del Sistema De Cableado Estructurado Del G.A.D. Municipal De Tulcán

#### **1.2 PROBLEMA**

El edificio del G.A.D. Municipal de Tulcán es una estructura arquitectónica que se construyó sin criterios técnicos de redes de comunicación, es decir que no se planificó un cableado estructurado en base a normas, tampoco se consideró el crecimiento de usuarios de internet y servicios integrados; por otro lado el avance tecnológico en general obliga a la institución a realizar una actualización del sistema de cableado estructurado, equipamiento tecnológico y cumplimiento de normas y estándares de cableado horizontal, distribución, administración, y disposición de cableado estructurado de acuerdo a la distribución de puestos de trabajo para optimización de conectividad.

Actualmente la red de datos del G.A.D Municipal de Tulcán no cumple con normas ni estándares de cableado estructurado, no existen espacios propios para el desarrollo de la red, ni se ha tomado en cuenta un crecimiento de usuarios y oficinas, simplemente se intenta resolver problemas de escalabilidad colocando equipos de conexión no administrables, sin criterios técnicos que garanticen la funcionalidad de la red, y se ha realizado conexiones con poco conocimiento técnico desde el cuarto de equipos hacia las oficinas, esto causa que la red colapse constantemente y no se aprovecha eficientemente las prestaciones de la red, además los medios de transmisión no son adecuados pues al no cumplir con normas, el cableado horizontal se deteriora viéndose afectado por una mala distribución.

Es necesario diseñar una red de datos que permita al G.A.D. Municipal de Tulcán tener un cableado estructurado que cumpla con estándares y normas internacionales que permitan así obtener mejoras en el rendimiento de la red, mayores prestaciones y por ende mayor satisfacción en usuarios finales, que son en este caso quienes usan la red de datos de la institución, además de un sistema topológico que garantice la operatividad, funcionalidad y disponibilidad de la red.

El G.A.D. Municipal de Tulcán podrá basar la reingeniería de su red apoyándose en este documento para solucionar los problemas, fallos e inconvenientes de la presente topología y equipamiento, de tal forma que se pueda reestructurar en el mismo ambiente una infraestructura de datos más ordenada, organizada y robusta, con mayores prestaciones y con servicios más eficientes cumpliendo con normativas que garanticen y optimicen la conexión interna.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un sistema de cableado estructurado basado en normas y estándares internacionales que permitan el desarrollo de la red de datos del G.A.D Municipal de Tulcán.

#### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Recopilar información de las normas de cableado estructurado ANSI/EIA/TIA, DIN, y manual MSDS que pueden aplicarse en la reingeniería de la estructura de datos del G.A.D. Municipal de Tulcán.
- Describir la arquitectura física del edificio del G.A.D Municipal de Tulcán y la forma en la que los servicios de red se distribuyen a través del mismo.
- Diseñar el sistema de cableado estructurado con uso de normas internacionales tomando en cuenta el dimensionamiento de la red, el crecimiento futuro de usuarios, y el espacio físico disponible.
- Realizar un presupuesto económico del sistema de cableado estructurado del G.A.D Municipal de Tulcán empleando cotizaciones de materiales y mano de obra, definiendo también el estudio de factibilidad técnica-económica basado en el costo del sistema de cableado estructurado.

### **1.4 ALCANCE**

El diseño del presente proyecto se realizará en el edificio del G.A.D Municipal de Tulcán, cuyo enfoque se encuentra en la infraestructura interna de datos desde la acometida del servicio de internet hasta los usuarios finales; para iniciar el diseño se debe conocer la actual distribución del servicio de red a lo largo de la estructura física del edificio.

La forma en que se disponen los puestos de trabajo, definir el número de usuarios actuales, medios de transmisión, y equipos intermedios, además de dispositivos finales, los cuales son utilizados actualmente en la red; para conocer el estado actual del cableado estructurado se realizará el análisis de los medios de transmisión con uso del Fluke-DTX 1800 y se documentarán los resultados.

Se diseñará un sistema de cableado estructurado con el uso de estándares internacionales que garanticen la gestión del cableado horizontal, backbone, y sus componentes de conexión, normas de administración, y distribución; por otra parte se utilizará software de simulación de sistemas de backbone basado en fibra óptica para conocer su rendimiento, existen varios programas recomendados como: Optisystem, VPI, OpNetModeler, OptSim, de los cuales se seleccionará el mejor dependiendo de sus prestaciones, en base a esta simulación se determinará que el sistema de Fibra Óptica es mejor comparado con el backbone actual del G.A.D Municipal de Tulcán basado en cobre, también se utilizará el software de modelado AUTOCAD para graficar la nueva distribución del cableado estructurado en la edificación.

También se dimensionará la red tomando en cuenta el crecimiento futuro de usuarios y puestos de trabajo para el diseño técnico; en el presente trabajo de grado esto se hace considerando la cantidad de usuarios proyectados, velocidad de puertos de enlace y tipo de puertos de acceso, velocidad de conexión y tipo de puertos para la enlace al backbone, para lo cual se utiliza una perspectiva de crecimiento de usuarios futuros y dimensionamiento de equipos activos en base al método de mejores prácticas de diseño de CISCO y método de Poisson.

Este trabajo de grado es un estudio documentado de las normas internacionales de cableado estructurado tales como: estándar ANSI/EIA/TIA 568B para arquitectura general de redes de comunicación, adicionalmente se utilizará el addendum ANSI/EIA/TIA-568B.2-10 que especifica el cable categoría 6 y parámetros de medición; por otro lado la norma ANSI/EIA/TIA-568B.3 será usada en este proyecto para estudiar la terminación de los cables de fibra, uso de paneles de parcheo ópticos, conexiones cruzadas, e interconexión con cableado horizontal, correcto ordenamiento de cables de fibra óptica, uso de conectores adecuados, y distribución del backbone; se usará ANSI/EIA/TIA607A para la conexión a tierra en cuarto de equipos, y ANSI/EIA/TIA607 B para conexión a tierra de equipos, armarios de telecomunicaciones, y racks; también se utilizará el manual MSDS (Material Safety Data Sheets), para seguridad en la instalación y uso de materiales y herramientas de sistemas cableado, y normas DIN 41494, IEC 297-1/2 y ANSI/EIA resolución SIC y MNI 92/98 para medidas de gabinetes y bastidores.

Se hará referencia también a la norma ANSI/EIA/TIA-568-C.2 para uso de cableado de categoría 6 y coexistencia con aplicaciones futuras, requisitos mecánicos y de Transmisión, se utilizará la norma ANSI/EIA/TIA-569-C y el addendum ANSI/EIA/TIA-568-C.1-1 en este proyecto para especificar el tamaño de las áreas de cobertura, habitaciones de distribuidores, armarios de distribución, salas o espacios de entrada, espacios de acceso de proveedor, espacio frontal y posterior del cuarto de telecomunicaciones o racks, separación de energía y requisitos de iluminación; en complemento la norma ANSI / TIA-568-C.3-1 será útil para conocer componentes para cableado de fibra óptica, Patch Cords de fibra óptica, en adición a esto se hará mención a la norma ANSI TIA EIA-862-A para coexistencia del cableado con sistemas de seguridad.

Finalmente se realizará un presupuesto económico con indicadores de factibilidad técnica y económica, se medirá el impacto técnico en eficiencia, ahorro económico, y costo total del proyecto, cálculo de utilidad neta operativa, VAN, TIR, ROI, indicadores que se realizan cotizando los materiales y mano de obra que se utilizarán en la readecuación de la infraestructura de datos de la institución. El diseño en cuanto a factibilidad económica debe realizarse considerando el tiempo de vida útil del cableado estructurado y la relación con los servicios y los costos que implica el uso de normas de cableado estructurado en la red del G.A.D Municipal de Tulcán.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN**

El presente proyecto en base a la visión de la carrera que dicta que “La carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación forma ingenieros competentes en el área de la electrónica y redes de comunicación, que dan respuesta a la demanda del sector productivo”. Facultando así el desarrollo del presente estudio técnico, que pretende guiar la toma de decisiones que beneficien al sector público permitiendo establecer lineamientos para el desarrollo de redes de datos, redes que siendo previamente planificadas y normadas brindan calidad de servicio y por ende mayor productividad.

De acuerdo a la misión del G.A.D Municipal de Tulcán que menciona que “El Gobierno Municipal de Tulcán produce, gestiona y regula el desarrollo cantonal urbano y rural, proporcionando servicios de calidad para garantizar un mayor nivel de vida de su población con igualdad social”,

De acuerdo a esto se desarrolla el proyecto como planificación de un posterior desarrollo de la infraestructura de red basado en conocimientos técnicos que permitan la toma de decisiones de normas a utilizar en cuanto a su cableado estructurado se refiere, en base a su creciente número de usuarios y de puestos de trabajo, estudio que tendrá beneficio que recae en los servicios ofrecidos a la comunidad los mismos que dependen del buen estado de la red de datos de la Municipalidad.

Según la SENPLADES la Matriz Productiva en el Ecuador se refiere a “La manera de organización social que genera bienes y servicios no únicamente procesos técnicos o económicos, sino a interacciones entre diversos actores sociales que usan los recursos que tienen a su disposición para llevar adelante actividades productivas.” En base a esta matriz productiva, el actual proyecto es el comienzo de un proceso de planificación en donde se realiza un estudio técnico y de factibilidad económica cuyo fin es tener un documento guía que contribuye en el posterior desarrollo de una red de datos eficiente, dispuesta a la sociedad tucaneña y en general a quienes hacen uso de la red de datos directa o indirectamente que son a diario partícipes de servicios de pagos, consultas, transferencias, ingreso, eliminación, y cambio de datos, sistemas de control y seguridad, telefonía ip, videollamadas, o simplemente navegación en internet que tiene lugar en el edificio del G.A.D Municipal de Tulcán.

## **1.6 CONTEXTO**

No existen anteproyectos aprobados similares a este.

## **1.7 CONTENIDOS**

### **CAPITULO I: ANTECEDENTE**

Problema

Justificación

Objetivos

Alcance

## CAPITULO II: FUNDAMENTO TEORICO

### NORMAS DE CABLEADO ESTRUCTURADO

En este capítulo se mencionarán las instituciones regulatorias de sistemas de cableado estructurado, normas usadas en redes LAN, tipos de medios de transmisión y categorías, equipos de conmutación para redes LAN.

### CAPITULO III: ARQUITETURA FISICA DEL GAD MUNICIPAL DE TULCÁN

Se estudiarán los espacios físicos mediante uso de planos arquitectónicos de la construcción para conocer la distribución de departamentos y oficinas, topología Física de la red, y topología Lógica de la Red.

### CAPITULO IV: DISEÑO DE SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO

Se desarrollará un estudio de la red de datos con elección de normas de cableado estructurado, análisis del espacio físico disponible, dimensionamiento de la red de datos, diseño de Planos aplicables a la estructura.

### CAPITULO V: ESTUDIO FINANCIERO

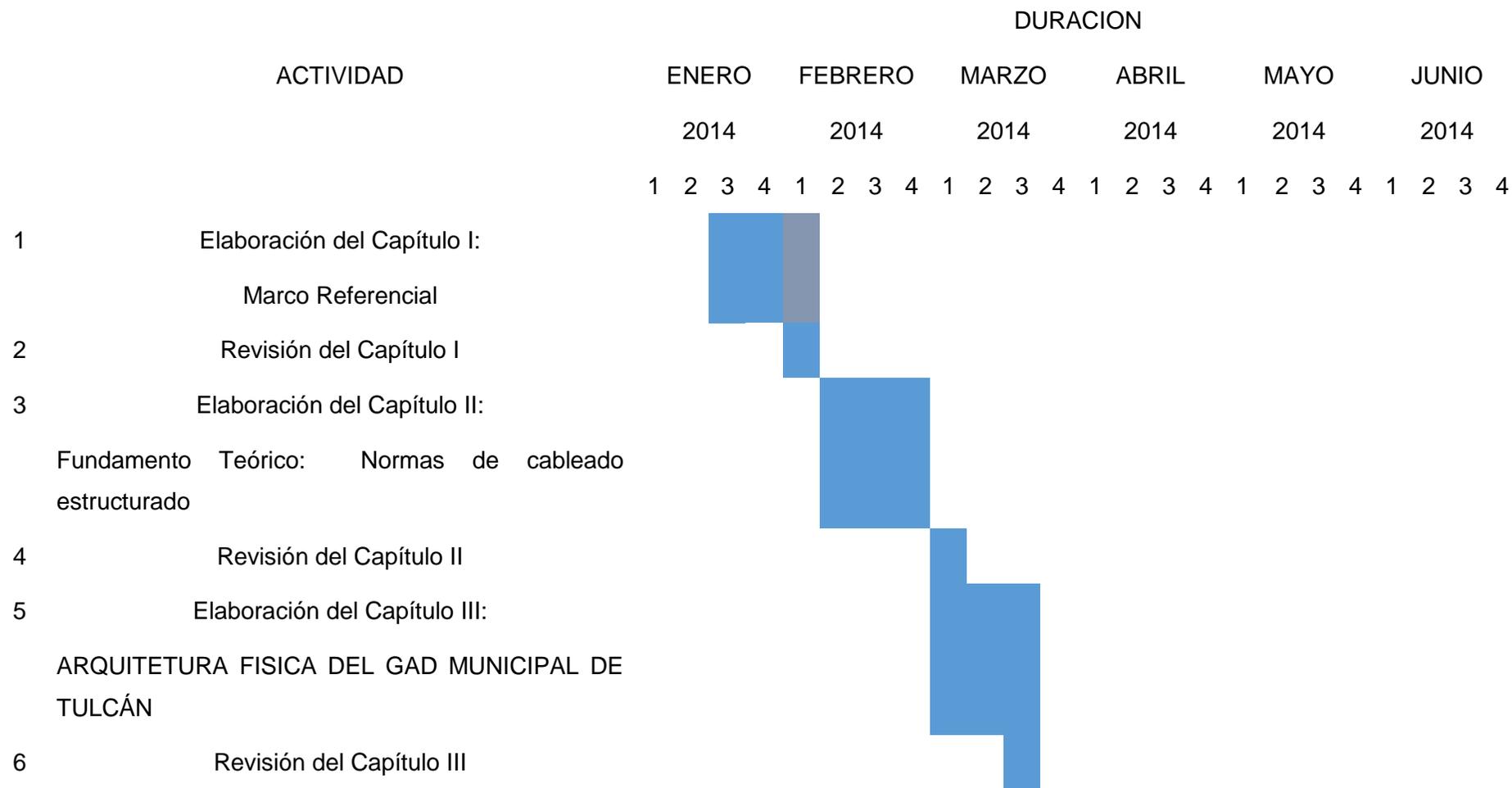
En este capítulo se realizarán cotizaciones de mano de obra y materiales, factibilidad Técnica-Económica, Análisis Costo-Beneficio, TIR, ROI.

### CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este capítulo comprende las conclusiones y recomendaciones, resultado del análisis técnico-económico.

## 1.8 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

**TABLA 1:** Cronograma estimado de realización de este proyecto de titulación



7 Elaboración del Capítulo IV:  
Diseño del sistema de cableado estructurado

8 Revisión del Capítulo IV

9 Elaboración del Capítulo V:  
Estudio Financiero

1 Revisión del Capítulo V:

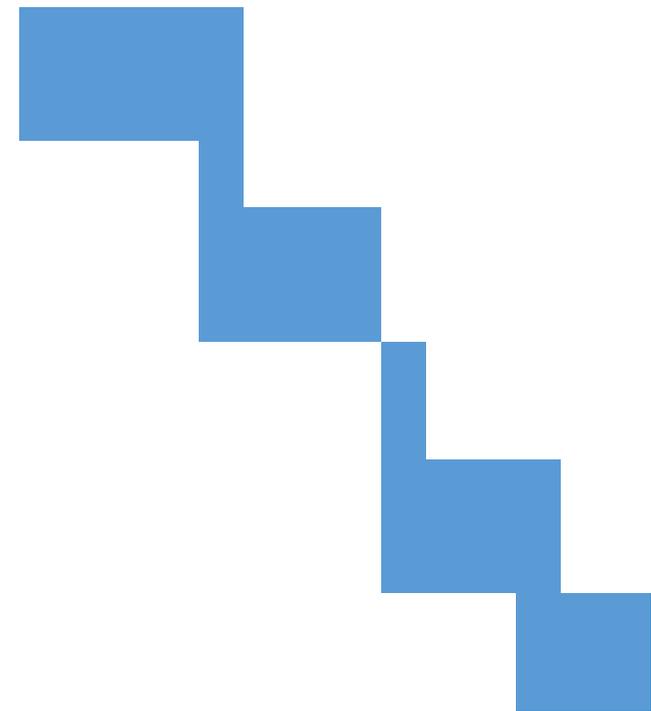
0

1 Elaboración del Capítulo VI:

1 Conclusiones y Recomendaciones

1 Revisión del Trabajo Total

2



## 1.9 PRESUPUESTO

**TABLA 2:** Presupuesto económico previsto para la realización de este trabajo de grado

<b>PRESUPUESTO DE MATERIALES DE OFICINA</b>			
<b>DETALLE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL \$</b>
Papel Bond	6 (resmas)	3.50	21.00
Tinta-Impresora	2	37,25	74.50
Internet	6(meses)	28	168.00
Copias	1000(aprox.)	0.02	20.00
Empastados	6	20	120.00
Esferos	4	0.40	1.60
Anillados	6	1.70	10.20
CDs	4	0.50	2.00
Movilización	15 visitas	2.75	41.25
Computador Portátil	1	850	850
Fluke DTX 1800	1	9950.00	9950.00
		<b>Subtotal</b>	11258.55
		<b>Imprevistos 10%</b>	1125.85
		<b>TOTAL \$</b>	12384.40

## **CAPÍTULO II**

### **2 FUNDAMENTO TEÓRICO**

En este capítulo se enumeran los conceptos relacionados a las distintas organizaciones regulatorias, normativas, técnicas, y herramientas útiles en el desarrollo de cableado de redes de datos actuales, este material servirá de referencia teórica para el diseño del sistema de cableado estructurado del G.A.D. Municipal de Tulcán, tomando información de normas utilizadas en la actualidad, de ser posible se utilizarán todas las normas comerciales publicadas en los últimos años, debido a la aplicación en redes convergentes y redes de datos de alta velocidad.

#### **2.1 SISTEMAS DE CABLEADO ESTRUCTURADO**

Los sistemas de cableado estructurado corresponden a el medio físico sobre el cual se transmite información sea esta información voz, datos, video, señales de seguridad o control. El cableado estructurado depende del entorno en el cuál la red de datos tiene lugar, no solo corresponde a los cables, sino también a los equipos de interconexión, ductería, tipos de conector, métodos de administración de cables, equipos organizadores, etc.

Un sistema de cableado estructurado es recomendable pues utiliza medios de transmisión guiados que son más confiables que su contraparte inalámbrica, además es de suma importancia la creación de diseños de redes con cableado estructurado dentro de construcciones de nuevos edificios debido a la evolución de las tecnologías de la información y la comunicación en la sociedad actual. (Cadenas, Diego, & Sergi, 2011)

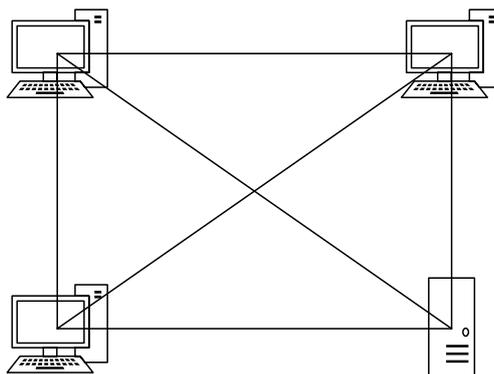
#### **2.2 ELEMENTOS DE SISTEMAS DE CABLEADO ESTRUCTURADO**

##### **2.2.1 TOPOLOGÍA FÍSICA DE RED**

La topología física de la red es la forma en la que se encuentra estructurada, diseñada o distribuida la red de datos, es decir que es la forma en que dos o más dispositivos se conectan, y la forma en la que se extienden los enlaces, de esta forma se entiende que existen varios tipos de topologías, a continuación se mencionan algunas de ellas:

### 2.2.1.1 TOPOLOGÍA DE MALLA

Esta topología tiene un enlace dedicado entre cada dispositivo que se encuentre en la red, es decir que cada dispositivo se enlaza con todos los dispositivos de su red, esta topología es eficiente en cuanto a rendimiento y presenta redundancia en caso de desconexión, pero es la más costosa de las topologías y su implementación demanda de mucho tiempo además es la más difícil de realizar en redes escalables. (Santos, 2014)

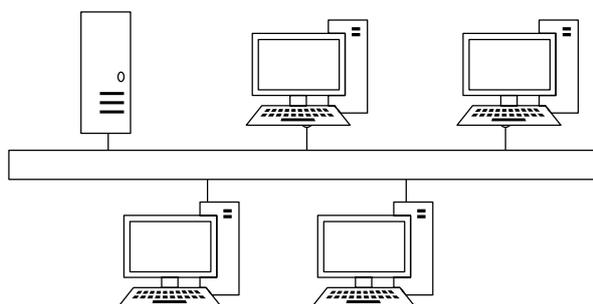


**FIGURA 1:** Topología en Malla.

**Fuente:** Santos, M. (2014). Diseño de Redes Telemáticas. Madrid: RA-MA.

### 2.2.1.2 TOPOLOGÍA EN BUS

En esta topología todos los equipos de la red se conectan a un enlace físico troncal, este enlace físico actúa como dispositivo troncal y recibe conexiones multipunto, esta topología es ineficiente ya que quien soporta todo el tráfico de la red es el canal central al cual se conectan todos los dispositivos. (Santos, 2014)

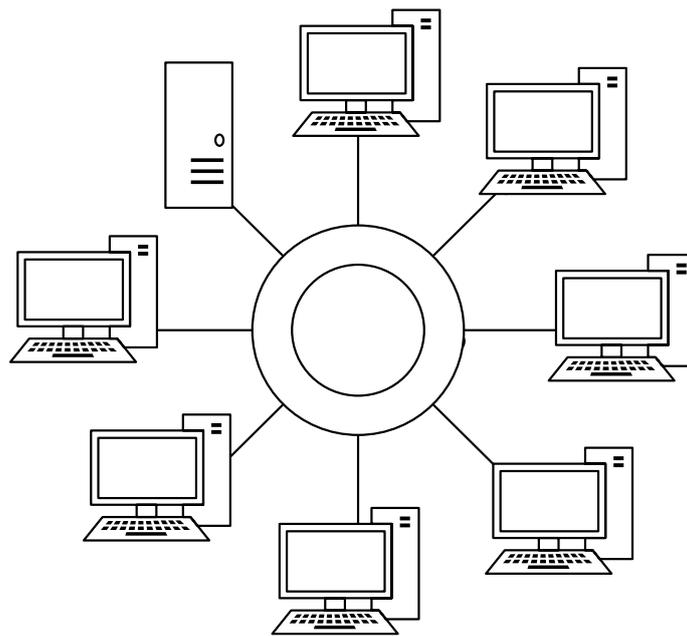


**FIGURA 2:** Topología en estrella.

**Fuente:** Santos, M. (2014). Diseño de Redes Telemáticas. Madrid: RA-MA.

### 2.2.1.3 TOPOLOGÍA DE ANILLO

La topología en anillo tiene una conexión exclusiva y dedicada entre los dispositivos más cercanos, esta topología necesita de tokens para la asignación de canal a una comunicación, el problema de esta red es que si en un segmento de red existe distorsión, la distorsión puede afectar a toda la red, además un equipo con fallas en esta red puede repetir una señal con menor intensidad o afectar una comunicación dirigida a otro destino. (Santos, 2014)



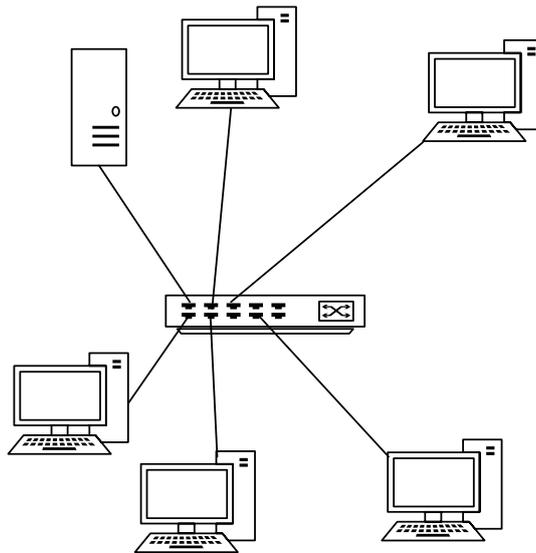
**FIGURA 3:** Topología en anillo.

**Fuente:** Santos, M. (2014). Diseño de Redes Telemáticas. Madrid: RA-MA.

### 2.2.1.4 TOPOLOGÍA EN ESTRELLA

Una topología estrella es aquella en la que todos los equipos de la red se conectan directamente a un dispositivo central y todas las comunicaciones se hacen a través de éste. Debido a que un solo dispositivo recibe todas las comunicaciones, una red en estrella que tiene un nodo central activo, requiere de dos medios para prevenir problemas de transmisión y redundancia.

Se utiliza sobre todo para redes locales. La mayoría de las redes de área local que tienen un enrutador router, un switch siguen esta topología. El problema de esta red es que si el dispositivo central falla, toda la red conectada a él falla. (Santos, 2014)

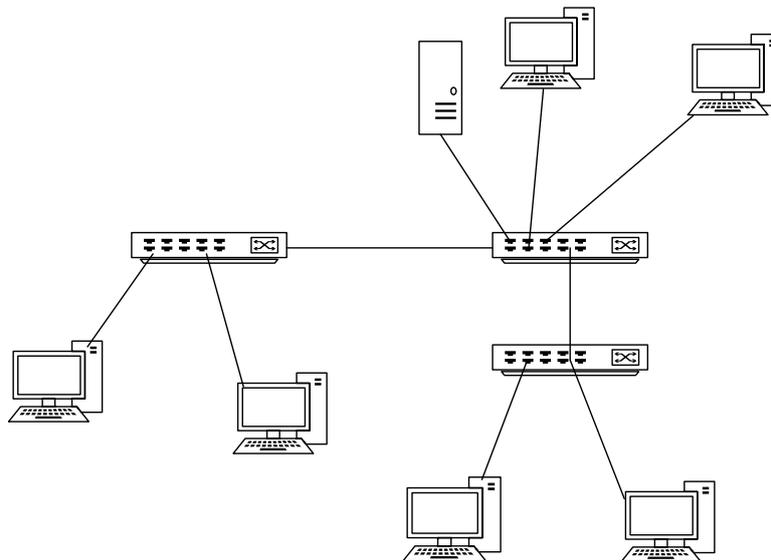


**FIGURA 4:** Topología en estrella.

**Fuente:** Santos, M. (2014). Diseño de Redes Telemáticas. Madrid: RA-MA.

### 2.2.1.5 TOPOLOGÍA ESTRELLA EXTENDIDA

Esta topología es una variante de la topología en estrella pero la diferencia de esta topología es que cada nodo de esta red puede ser el nodo central de los demás equipos terminales. (Santos, 2014)

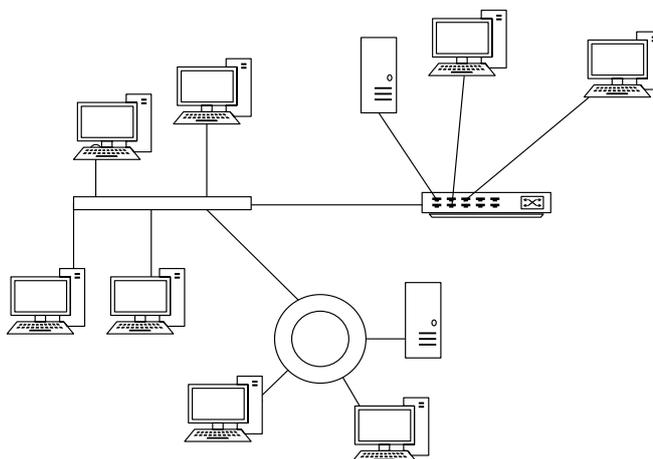


**FIGURA 5:** Topología en estrella extendida.

**Fuente:** Santos, M. (2014). Diseño de Redes Telemáticas. Madrid: RA-MA.

### 2.2.1.6 TOPOLOGÍA HÍBRIDA

Esta red o topología híbrida es aquella que combina varias topologías de red en una sola, esta red puede ser diseñada a conveniencia de quienes la realizan pero puede ser inconveniente montar una red que no tiene homogeneidad en su estructura topológica. (Santos, 2014)



**FIGURA 6:** Topología Mixta.

**Fuente:** Santos, M. (2014). Diseño de Redes Telemáticas. Madrid: RA-MA.

### 2.2.2 CUARTO DE TELECOMUNICACIONES

El cuarto de telecomunicaciones son los espacios utilizados como punto de conexión entre el cableado horizontal con el cableado vertical o backbone, los cuartos de comunicaciones por lo general se componen de equipos intermedios o de interconexión de cableado como switches y patch panels, es por lo tanto recomendable realizar un cálculo de equipos de interconexión necesarios dependiendo del área de cobertura que se quiera tener, es decir las estaciones de usuarios finales a las que se requiere proveer del servicio de datos. No es recomendable compartir el cuarto de telecomunicaciones con cables o equipos de carga eléctrica puesto que se generan interferencias. (Oliva Alonso, 2006)

Los cuartos de comunicaciones deben ser ubicadas estratégicamente de tal forma que se encuentren en el centro del área a la cual se debe prestar servicio, cada piso debe estar provista de al menos un cuarto o armario de comunicaciones, de ser necesario se pueden ubicar más cuartos de comunicaciones pero esto depende del área a servir, entonces si el área es menor a los 1000 m<sup>2</sup> se recomienda un cuarto de comunicaciones si esta área es mayor se recomienda un cuarto de comunicaciones por cada 1000 m<sup>2</sup>.

No se recomienda en los cuartos de comunicaciones el uso de cielorraso pero si se puede instalar piso elevado o piso falso. La distancia del cableado de distribución horizontal desde la sala de telecomunicaciones hasta las áreas de trabajo no puede superar los 90 m. Si existe algún puesto de trabajo con mayor requerimiento de cableado horizontal que los 90m permitidos entonces se deben estudiar la necesidad de proveer un nuevo cuarto de equipos que solvante los requerimientos de los usuarios, si los límites se superan la red no está garantizando su prestación de servicios. (Andalucía, 2005)

Un cuarto de telecomunicaciones puede tener un área de trabajo de 10 m<sup>2</sup>, el área debe ser accesible al personal, es decir que los espacios permitan que el personal circule con facilidad en el área de trabajo del cuarto. Los cuartos de telecomunicaciones necesitan buena iluminación, y temperatura estable de acuerdo a la temperatura que manejen los equipos de interconexión, para esto se requerirá de ventiladores de ser necesarios. Se recomienda que las paredes, estén pintadas de colores claros para mejorar la iluminación.

Todo el cableado que ingresa al cuarto de telecomunicaciones, y las canaletas deben estar cubiertas o protegidas con material anti fuego. (Joskowicz, 2013)

### **2.2.3 CUARTO DE EQUIPOS**

El cuarto de equipos es el espacio destinado a la organización de equipos de telecomunicaciones, es el espacio principal en cuanto a la red de datos de un edificio se refiere. Dicho equipamiento incluye equipos activos como servidores, centrales telefónicas (PBX), centrales de video, sistemas de video vigilancia, sistemas de control, etc. Pero se admiten únicamente equipos relacionados con los sistemas de transmisión de información y telecomunicaciones en general. (Hillar, 2009)

Al momento de diseñar el cuarto de equipos, se debe considerar: espacio idóneo para entrada de servicios de red, cálculo de crecimiento de equipamiento futuro, escalabilidad técnica y funcional, espacio necesario para desarrollo de entorno de red, se debe evitar la ubicación del cuarto de equipos en lugares húmedos o demasiado calientes, para esto se debe revisar manuales en donde se especifica la temperatura de operación de cada equipo, además se debe prever un fácil acceso para el personal dentro del cuarto de equipos.

Se recomienda que el backbone, debido a la masa de cables que generalmente maneja y a sus canalizaciones, se encuentre adyacente con el cuarto de equipos.

Se debe también tomar en cuenta la iluminación, la altura adecuada, los sistemas de puesta a tierra, el consumo eléctrico, la prevención de incendios, las fuentes de interferencia electromagnética (EMI) por sus siglas en inglés, y la seguridad de acceso al cuarto de equipos. (Joskowicz, 2013)

#### **2.2.4 CABLEADO HORIZONTAL**

El cableado horizontal es aquel que va desde el dispositivo de interconexión hasta la estación de trabajo, conforma todos los elementos necesarios para la distribución de cableado en una planta, se reconocen como medios de transmisión para el cableado horizontal: cable UTP, cable ScTP, cables de fibra óptica aunque estas últimas suelen ser descartadas por el costo que implica su instalación y los componentes de conexión.

De acuerdo a las normas de cableado estructurado que se estudiarán posteriormente en este trabajo de grado los enlaces permanentes deben tener una longitud máxima de 90 metros y la longitud total del canal no debe superar los 100 metros.

Si se utiliza varias combinaciones de cables o de equipos como MUTOA o puntos de consolidación se debe calcular las distancias manejadas para no superar los 100 metros, es decir que los latiguillos o cables de patch cord que conectan el equipo activo con el patch panel no debe superar los 10 metros. (Cadenas, Diego, & Sergi, 2011)

#### **2.2.5 BACKBONE**

El cableado de backbone en una red de datos es el más importante, es el principal tendido de cables, cuya función es proveer interconexiones entre los cuartos de telecomunicaciones, cuartos de equipo, y entrada de servicios en la estructura del sistema de cableado para telecomunicaciones.

Este cableado de backbone consta de conexiones intermedias y principales, terminaciones mecánicas y cables de par trenzado, cables de parcheo, utilizados para conexiones entre varios subsistemas de cableado estructurado incluso puede interconectar LANS que se encuentran en distintos edificios. Se recomienda tomar en cuenta todos los equipos que estarán conectados al backbone principal en caso de crecimiento de las redes.

El cableado de backbone puede ser diseñado e instalado en cables cobre o en fibra, óptica, esta última es más recomendable para sistemas de cableado por la robustez y la capacidad del canal. (Cadenas, Diego, & Sergi, 2011)

Se deben especificar separaciones físicas en la ductería si es que se utiliza en el diseño cableado de backbone de cobre debido a las fuentes de interferencia electromagnética.

El backbone deberá utilizar la topología de estrella jerárquica, donde cada conexión cruzada horizontal, en un cuarto de telecomunicaciones, esté cableada a una conexión cruzada principal, o a una conexión cruzada intermedia, y luego a una conexión cruzada principal. La excepción es cuando se tienen anticipadas configuraciones de bus o anillo, en cuyo caso se debe conectar el cable de backbone directamente entre los cuartos de telecomunicaciones. (Cadenas, Diego, & Sergi, 2011)

Se recomienda que no haya más de dos niveles de conexiones cruzadas jerárquicas en el cableado de backbone. A partir de la conexión cruzada horizontal, no deberá pasarse más de una conexión cruzada para alcanzar la conexión cruzada principal.

Una sola conexión cruzada del cableado principal puede cumplir con todas las necesidades de conexión cruzada. Las conexiones cruzadas del cableado de backbone pueden ser localizadas en los cuartos de telecomunicaciones, cuarto de equipo o instalaciones de entrada. No se deben utilizar empalmes en el cableado de backbone.

Existen dos tipos de backbone, el backbone en cascada y el backbone colapsado, en la primera distribución de backbone todos los dispositivos se conectan directamente al backbone principal, esta forma de conexión está obsoleta debido a que el backbone principal debía soportar en forma directa todo el tráfico de la red haciendo que esta reduzca su eficiencia en rendimiento. La segunda distribución es decir backbone colapsado usa topología en estrella y utiliza mecanismos de interconexión para poder llegar hacia los dispositivos. (Rincón C, 2006)

## **2.3 ENTIDADES REGULADORAS**

### **2.3.1 NORMATIVA AMERICANA**

IBM fue la primera empresa en crear un sistema de cableado estructurado para redes locales denominado ICS o (Sistema de Cableado IBM) siglas traducidas al español, esto se logró en el año 1984. Sin embargo no se tuvo una norma general para la concepción de este sistema, no podía usarse como referencia a todas las redes LAN en desarrollo.

Ya para el año de 1991, se conformó la unión de tres industrias de comunicaciones, el Instituto Americano Nacional de Estándares (ANSI), la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones (TIA) y la Asociación de Industrias Electrónicas (EIA), quienes deseaban estandarizar a los sistemas de cableado estructurado en una primera norma que se publicaría en este mismo año denominada ANSI/EIA/TIA 568 con descripción de cableado general, información de instalación, rendimiento y temas concernientes a sistemas de telecomunicaciones y electrónicos, tales como tipos de conectores a utilizarse, arquitecturas de red utilizables y métodos de verificación de cableado estructurado. (Castaño & López, 2013)

A través de los años los estándares publicados por ANSI/TIA/EIA se actualizan, mejoran o adaptan a las necesidades de las redes actuales, permitiendo robustez y eficiencia en redes convergentes de nueva generación, las normas bajo estándar americano se encuentran alojadas en el sitio web de la organización internacional TIA, a continuación se mencionan las más utilizadas y en aquellas que se basan las actualizaciones o nuevos estándares:

- ANSI/TIA/EIA-568: estándar de cableado para edificios comerciales.
- ANSI/TIA/EIA-569: estándar para espacios y canalizaciones de telecomunicaciones en edificios comerciales.
- ANSI/TIA/EIA-570: define la infraestructura de los sistemas de telecomunicaciones en los edificios residenciales.
- ANSI/TIA/EIA-606 estándar de administración para la infraestructura de telecomunicaciones de edificios comerciales.
- ANSI/TIA/EIA-607: requerimientos de puesta a tierra en los sistemas de telecomunicaciones.
- ANSI/TIA/EIA-598: Define los códigos de colores para fibra óptica.
- ANSI/TIA/EIA-758: Usado en cableado estructurado para exteriores. (Castaño & López, 2013)

### **2.3.2 NORMATIVA INTERNACIONAL**

El principal organismo regulador de estándares a nivel internacional es la ISO (Organización Internacional de Estandarización), quién junto a la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), por sus siglas en inglés norman en el ámbito eléctrico, electrónico y tecnologías relacionadas a las comunicaciones en general. Generan estándares conocidos como normas ISO/IEC.

La ISO/IEC, se basó en la norma 568 de ANSI/EIA/TIA para publicar en el año de 1994 su estándar ISO/EIC 11801 este es una normativa de cableado estructurado que referencia nomenclatura de cables, clasificación, definición de los tipos de cables elementos funcionales de los SCE así como elementos mecánicos y eléctricos. (Meeks, 2015)

El estándar ISO/IEC 11801 se actualiza continuamente y se ajusta a las redes de datos modernas, este estándar internacional aun siendo el más importante relacionado a los SCE, no es el único. Entre los diferentes estándares publicados por ISO/IEC se tiene el 14763 que se divide en tres partes:

- ISO/IEC 14763-1: utilizado en administración de redes locales.
- ISO/IEC 14763-2: planificación e instalación de redes locales.
- ISO/IEC 14763-3: Test o pruebas a realizables para comprobación de cableado de fibra óptica (Castaño & López, 2013)

### **2.3.3 NORMATIVA EUROPEA**

En Europa el organismo regulador de cableado estructurado es el CENELEC (Comité Europeo de Normalización Electrotécnica) quien es responsable de la estandarización en el ámbito eléctrico. Los estándares propuestos y publicados por CENELEC son equivalentes a los publicados por los de ANSI/EIA/TIA aunque tienen su base en la norma ISO/IEC 11801. CEN/CENELEC hizo también su primera publicación para cableado de telecomunicaciones en edificios en la norma EN 50173 (Performance requirements of generic cabling schemes). Este ente regulador hace posible la homogeneidad de sistemas de cableado estructurado en Europa de tal forma que no existan inconsistencias en la estructura física de las construcciones comerciales.

El estándar EN 50173 se divide en cinco partes:

- EN 50173-1: requisitos generales de las instalaciones de redes locales.
- EN 50173-2: requisitos generales de las instalaciones en oficinas.
- EN 50173-3: requisitos generales de las instalaciones industriales.
- EN 50173-4: requisitos generales de las instalaciones de las viviendas
- EN 50173-5: requisitos generales de las instalaciones de los centros de datos.
- EN 50174: conjunto de estándares sobre edificios.
- EN 50346: para la prueba del cableado instalado.
- EN 50310: para la aplicación de la unión equipotencial y de la puesta a tierra. (Castaño & López, 2013)

#### **2.3.4 ESTÁNDAR IEEE PARA CABLES DE TRANSMISIÓN DE DATOS**

IEEE es la asociación de profesionales dedicada a promover la innovación y la excelencia tecnológica en beneficio de la humanidad. Está diseñado para ingenieros en áreas de electricidad, electrónica, computación y áreas afines de la ciencia y la tecnología que se basa la civilización moderna.

La IEEE ha sido el ente fundamental para estandarización de elementos de electrónica y redes de comunicación e información, las normas que ahora son de interés para el desarrollo de este trabajo son las que se utilizan en medios de transmisión de datos basados en cables de cobre y cables de fibra óptica. (Cadenas, Diego, & Sergi, 2011)

Los estándares IEEE 802.x hacen mención a los medios de transmisión en general, además de topologías físicas y eléctricas utilizados generalmente en redes de área local o redes LAN, estos estándares son reconocidos también por las normas ISO 8802.x

La tecnología Ethernet es decir tecnología que utiliza guía de onda cableada utiliza el estándar IEEE 802.3 con las distintas nomenclaturas utilizadas para definir cada medio de transmisión de acuerdo a algunas de sus características. Algunos de los estándares que definen los medios de transmisión se mencionan en la siguiente tabla resumida. (Cadenas, Diego, & Sergi, 2011)

**TABLA 3:** Tabla de estándares IEEE para medios de transmisión cableados

<b>Estándar IEEE</b>	<b>Tecnología</b>	<b>Velocidad</b>	<b>Tipo de Cable</b>
802.3	10 BASE-5 10 BASE-2	10 Mbps	Cable Coaxial
802.3i	10 BASE-T	10 Mbps	Cable categoría 3
802.3u	100 BASE-TX	100 Mbps	Cable Categoría 5
802.3u	100 BASE-FX	100 Mbps	Fibra MMF 62.5 $\mu\text{m}$
802.3z	1000 BASE-CX	1000 Mbps	Cable DB-9 150 $\Omega$ biaxial 2 pares
802.3z	1000 BASE-LX	1000 Mbps	Fibra Multimodo 62.5 y 50 $\mu\text{m}$ , Fibra Monomodo de 9 $\mu\text{m}$
802.3z	1000 BASE-SX	1000 Mbps	Fibra Multimodo 62.5 y 50 $\mu\text{m}$
802.3ab	1000 BASE-T	1000 Mbps	Cable categoría 5e y 6
802.3ae	10G BASE-SR	10 Gbps	Fibra Multimodo 62.5 y 50 $\mu\text{m}$
802.3ae	10G BASE-LR	10 Gbps	Fibra Monomodo de 9 $\mu\text{m}$
802.3ae	10G BASE-ER	10 Gbps	Fibra Monomodo de 9 $\mu\text{m}$
802.3ae	10G BASE-LX4	10 Gbps	Fibra Multimodo 62.5 y 50 $\mu\text{m}$ , Fibra Monomodo de 9 $\mu\text{m}$
802.3ak	10G BASE-CX4	10 Gbps	Cable de 8 pares 100 $\Omega$
802.3an	10G BASE-T	10 Gbps	Cable de categoría 6 aumentada

Nota: Esta tabla muestra los estándares para medios guiados reconocidos por IEEE.

Fuente: Cadenas, X., Diego, Z., & Sergi, D. (2011). Guía de sistemas de cableado estructurado. Barcelona: Ediciones Experiencia.

## **2.4 NORMAS ANSI-EIA-TIA UTILIZABLES EN EL PROYECTO**

En este proyecto se utilizan las normas del estándar americano, debido a su aplicabilidad técnica, la basta documentación existente y los sistemas homogeneizados que se utilizan esencialmente aquellos que se aplican a edificios comerciales, las normas a utilizarse son las siguientes:

### **2.4.1 ANSI/EIA/TIA 568**

Este estándar habla de los requisitos de instalaciones en edificios comerciales aprobados por el subcomité TR-42.1, se contemplan diseños de cableado estructurado con distancias soportadas, canales de atenuación, la versión 568 B.1 fue lanzada en enero del 2001

Éste estándar es utilizado por la mayoría de los instaladores y usuarios de redes LAN en América. IEC / ISO 11801 es un estándar similar, pero no se toma como referencia general de telecomunicaciones caso contrario a la norma 568 B de ANSI/EIA/TIA que por su utilización ha sido objeto de continua revisión para adaptación a los requerimientos de las redes actuales.

Esta norma se ha ido actualizando, es por eso que en este trabajo de grado las normas que se utilizan en lugar de la norma general 568 B son las normas ANSI/EIA/TIA 568 B.2-10 y ANSI/EIA/TIA 568 B.2-10 y la norma ANSI/EIA/TIA 568 C.2.

### **2.4.2 ANSI/EIA/TIA 568 B.2-10**

La norma ANSI EIA TIA 568 B.2-10 es un addendum de la norma 568B avance realizado en febrero del 2008 que abarca a las normas anteriores en cuanto a especificaciones de parámetros de medición de refiere siendo posible realizar certificaciones de medios de transmisión de cobre de categoría 5 y 5e además de las categorías 6 y 6 aumentada.

Los equipos FLUKE versión Analyzer utilizan esta norma para realizar la certificación de cableado de comunicaciones.

Para esta norma los parámetros de medición que determinan el desempeño de cada enlace de cobre instalado en una red LAN, siguen siendo los mismos que los de categoría 5e y categoría 6, debido a la actualización de la norma los parámetros medidos también han cambiado su nombre en los últimos años de acuerdo a la funcionalidad en relación a los problemas que se puedan presentar en los cables, mejorando así la performance mediante el uso de la actualización del estándar. (Robledo Sosa, 2002).

La siguiente Tabla muestra los parámetros y la actualización de estos, así como sus abreviaturas. Nos referimos a ellos como parámetros de calidad de rendimiento. Un analizador de cables debe ser capaz de medir parámetros de rendimiento en el rango de frecuencia de 1 a 500 MHz, certificación útil para cables de categoría 5, categoría 6, y categoría 6 aumentada. (FLUKENETWORKS, 2013)

**TABLA 4:** Parámetros de medición de cables UTP

<b>Parámetros de Medición</b>	<b>Nuevos Nombres de los Parámetros de Medición</b>
Pérdida de Inserción	Pérdida de Inserción
Near End Crosstalk (NEXT)	Near End Crosstalk (NEXT)
Power Sum Near End Crosstalk (PSNEXT)	Power Sum Near End Crosstalk (PSNEXT)
Relación de Atenuación de Crosstalk(ACR)	Relación de Atenuación de Crosstalk Near End (ACRN)
Power Sum ACR (PSACR)	Power Sum ACRN (PSACRN)
Diafonía de extremo Lejano (FEXT)	Diafonía de extremo Lejano (FEXT)
Equal Level Far End Crosstalk(ELFEX)	Relación de Atenuación de Crosstalk Par Lejano(ACRF)
Power Sum ELFEX (PSELFEX)	Power Sum ACRF (PSACRF)
Perdida de Retorno (RL)	Perdida de Retorno (RL)
Mapa de Cableado	Mapa de Cableado
Retardo de Propagación	Retardo de Propagación
Diferencia de retardo	Diferencia de retardo
Longitud	Longitud

*Nota:* Esta tabla muestra los nombres de los parámetros de medición reconocidos por esta norma y los nombres que se manejan actualmente. Fuente: FLUKENETWORKS. (4 de Marzo de 2013). WWW.FLUKENETWORKS.COM. Obtenido de <http://myaccount.flukenetworks.com/fnet/en-us/supportAndDownloads/KB>

#### **2.4.2.1 PÉRDIDA DE INSERCIÓN (IL)**

La pérdida de inserción es la medida de la reducción en la potencia de la señal a lo largo de una línea de transmisión, generalmente se debe a una mala instalación o empalme, incluso por conectores defectuosos o gastados. Es fundamental asegurarse una atenuación mínima de la señal, ya que la tecnología de procesamiento de señales digitales (DSP) no puede compensar una pérdida excesiva de señal.

#### **2.4.2.2 NEAR END CROSSTALK (NEXT)**

La pérdida o paradiafonía entre pares (NEXT) calcula el nivel de acoplamiento de señal indeseada entre pares adyacentes en el extremo cercano de transmisión de un cable. Una pérdida NEXT excesiva puede ser perjudicial para aplicaciones que no emplean filtros mediante uso de la tecnología de procesamiento digital de señales (DSP) para anulación de la diafonía.

#### **2.4.2.3 POWER SUM NEAR END CROSSTALK (PSNEXT)**

Este fenómeno ocurre en los cables de cuatro pares de hilos, en los cuales existe tráfico de bits de información en forma unidireccional y en modo bidireccional y con comunicación simultánea como aplicaciones Gigabit Ethernet. En este caso los 4 pares transmiten señales en ambos sentidos a la vez. Es por esto que hay que tener en cuenta la suma de interferencias en ambos sentidos sobre un determinado par. El término utilizado para describir y medir las interferencias se denomina suma de potencias de diafonía, conocido en inglés como Power Sum Cross-talk, y más específicamente como Power Sum NEXT (PSNEXT) y Power Sum FEXT (PSFEXT), para las interferencias de extremos cercanos y extremos lejanos respectivamente. (ENOM, 2015)

#### **2.4.2.4 RELACIÓN ATENUACIÓN DE DIAFONÍA (ACR)**

La diafonía, también llamada crosstalk en inglés es la principal fuente de ruido o interferencia en un medio de transmisión de cobre, más específicamente en cables UTP. Es así que se ha relacionado la intensidad de señal con el ruido que pueda existir en el receptor para medir este parámetro. La relación viene dada por (señal atenuada) / (Power Sum Crosstalk). Por lo tanto, la relación entre la atenuación y la suma de diafonía brinda un umbral mínimo para la relación de señal – ruido en el receptor del extremo del medio de transmisión.

Entonces se puede decir que ACR (Attenuation to Crosstalk Ratio) por sus siglas en inglés se define como la diferencia (medida en dB) de la atenuación y la diafonía, y parametriza la relación señal a ruido medida en el extremo receptor del cable, siendo el valor de  $ACR = 0$ , cuando la potencia del ruido de interferencia iguala a la potencia de la señal recibida, por lo que se torna prácticamente imposible poder reconstruir la señal. Si el ACR disminuye, esto quiere decir que también aumentó la frecuencia, el punto de  $ACR = 0$  marca en cierta forma el ancho de banda utilizable del cable. (ENOM, 2015)

#### **2.4.2.5 POWER SUM ATENUACIÓN DE DIAFONÍA (PSACR)**

ACR como fue mencionado anteriormente es uno de los parámetros más importantes en los cables UTP, y ayuda a relacionar la señal con el ruido en un medio de transmisión, además la medida del ACR depende del ancho de banda utilizable.

Si es que se tiene en cuenta el ruido o interferencia ocasionado por pares de otros cables como el cable de categoría 6A, se utiliza el parámetro PSAACR o también PSAACRF, correspondiente a "Power Sum Alien Attenuation to Crosstalk Ratio at the Far-End que permite hacer una sumatoria de la interferencia, ruido y diafonía ocasionada por cables o pares de cables. (SOLUTIONSNETWORK, 2012)

#### **2.4.2.6 FAR END CROSSTALK (FEXT)**

El crosstalk se define como la potencia de una señal que causa interferencia, si esta señal de crosstalk que tiene lugar en el extremo opuesto del hilo de cobre al que se introdujo la señal original se cuantifica, este se denomina diafonía de extremo lejano. Este parámetro se llama por sus siglas en inglés FEXT (Far-end Crosstalk).

#### **2.4.2.7 EQUAL LEVEL FAR END CROSSTALK (ELFEXT)**

Ahora se conoce como ACRF y se describen sus parámetros posteriormente.

#### **2.4.2.8 RELACIÓN ATENUACIÓN DE DIAFONÍA - EXTREMO LEJANO (ACRF)**

El ACRF se cuantifica cuando se resta la pérdida de inserción de la pérdida de diafonía el resultado obtenido de esta operación es un parámetro utilizado para comparar la eficiencia en desempeño de medios de transmisión de tal forma que este no dependa de su longitud. Los niveles bajos de ACRF indican que existe un aumento en la tasa de errores en la transmisión de bits o paquetes de señal, ocasionando retardo en el envío de bits o entrega de datos ilegibles en el receptor. Se debe considerar que el margen de pérdida NEXT por sí no asegura un desempeño correcto de ACRF. (SOLUTIONSNETWORK, 2012)

#### **2.4.2.9 POWER SUM EQUAL LEVEL FAR END CROSSTALK (PSELFEXT)**

Este parámetro mide la diafonía en el extremo lejano del cable pero a diferencia de otros parámetros este lo hace considerando los efectos de los otros 3 pares en cada par individual mientras también considera el factor de atenuación.

#### **2.4.2.10 POWER SUM ATENUACIÓN DE DIAFONÍA - FAR END (PSACRF)**

Alien crosstalk o diafonía exógena se define como el acoplamiento de una señal indeseada de un componente, medio de transmisión o enlace permanente. La diafonía exógena cuantifica la señal de acoplamiento, esta señal no se debe ver afectada por ningún tipo de ruido como ruido eléctrico producido por motores, ruido producido por líneas de alta tensión, ruido producido por luces fluorescentes, o ruido que esté presente en el ambiente. Además la diafonía exógena se especifica como un parámetro de suma de potencias para componentes y cableado, para aproximar la energía presente cuando todos los pares están energizados. La suma de potencias de diafonía exógena medida en el extremo cercano se llama pérdida de paradiafonía de suma de potencias pérdida PSANEXT, y la diafonía exógena de suma de potencias medida en el extremo lejano se llama relación atenuación-tele diafonía de suma de potencias (PSAACRF).

Los niveles altos de diafonía exógena y de la suma de potencias pueden comprometer el funcionamiento de la aplicación 10GBASE-T. (SOLUTIONSNETWORK, 2012)

#### **2.4.2.11 PÉRDIDA DE RETORNO (RL)**

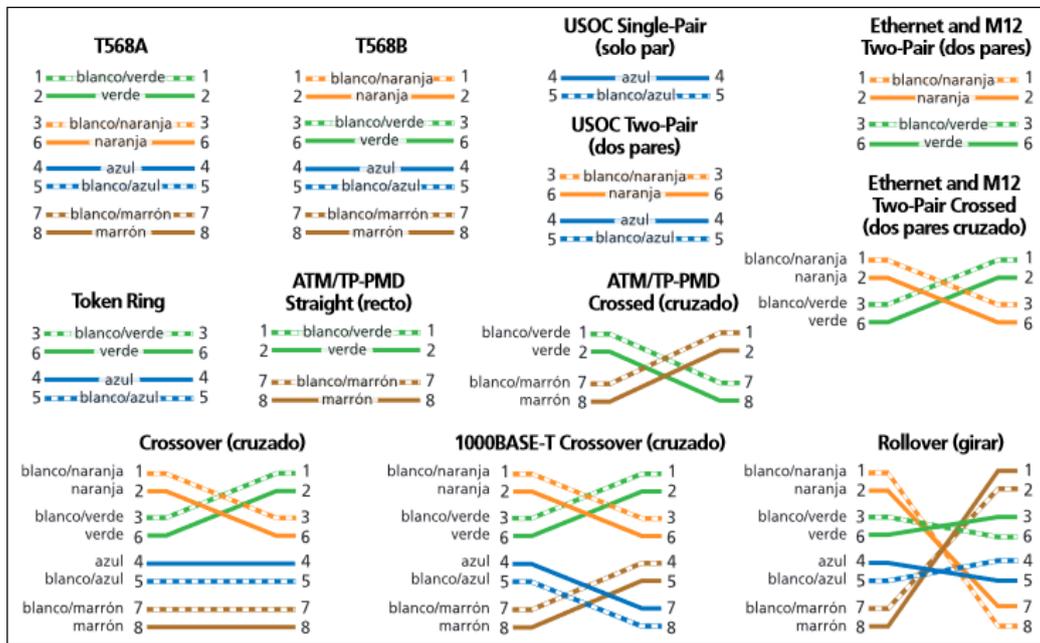
Los cambios de medios y la geometría del cable, producidos por la disposición y colocación de cables en bandejas, ductos, escalerillas, etc. Pueden producir variación también en la impedancia del medio de transmisión utilizado.

Cuando se maneja altas frecuencias, los cables se comportan como líneas de transmisión, y por lo tanto, pueden aplicarse los mismos conceptos. Las ondas incidentes en una línea de transmisión pueden verse reflejadas debido a diferencias de impedancias, estas diferencias medibles se denominan pérdida de retorno.

Las variaciones en la impedancia de medios de transmisión más importantes se producen en los acoplamientos o empalmes, incluso en paneles de parcheo o puntos de interconexión de cables, esto significa, que en los conectores de telecomunicaciones, en tomas de telecomunicaciones, en las áreas de trabajo, en los puntos de consolidación, y en las salas de telecomunicaciones, se debe tener control de estos elementos para evitar la pérdida de retorno. (SOLUTIONSNETWORK, 2012)

### 2.4.2.12 MAPA DE CABLEADO

La prueba de Mapa de cableado se hace en referencia a las distintas distribuciones permitidas generando comprobaciones del canal mediante mediciones para cada uno de los ocho conductores del cable verificando que existe continuidad en todos ellos y que la longitud no supere lo indicado en la norma. Se muestra un diagrama con los hilos de cobre y los colores que representan a cada par y su distribución de acuerdo a la norma 568 B o 568 A, u otros estándares bajo cobre. Las distribuciones de cableado conocidas son las siguientes:



**FIGURA 7:** Mapas de cableado reconocidos por ANSI/EIA/TIA 568 B.2-10.

**Fuente:** FLUKENETWORKS. (4 de Marzo de 2013). [www.flukenetworks.com](http://www.flukenetworks.com) Obtenido de [http://download.flukenetworks.com/Download/Asset/DTXCableAnalyze\\_9821891\\_SPA\\_A\\_W.PDF](http://download.flukenetworks.com/Download/Asset/DTXCableAnalyze_9821891_SPA_A_W.PDF)

### 2.4.2.13 RETARDO DE PROPAGACIÓN

El retardo de propagación es el tiempo que transcurre durante el envío de una señal hasta llegar al extremo en donde la misma se receipta. Este tiempo es muy corto y se mide en ns (nano segundos), el retardo depende de la frecuencia. El estándar especifica los retardos aceptables en función de la frecuencia para cada categoría de medio de transmisión. (ENOM, 2015)

#### **2.4.2.14 DIFERENCIA DEL RETARDO**

La diferencia de retardos mide la diferencia de retardo de propagación de una señal desde el transmisor hasta el receptor entre el par más rápido y el par más lento. El estándar establece los límites máximos para esta diferencia.

En un cable UTP de 4 pares, se utiliza códigos de línea para hacer más eficiente la transmisión pues se hace que se divida la señal a transmitir entre los 4 pares. El receptor decodifica y reconstruye la señal tomando lecturas de los 4 pares en forma simultánea. Por esta razón, es importante que las señales lleguen al extremo lejano al mismo tiempo, o con diferencias de tiempo mínimas.

#### **2.4.2.15 LONGITUD**

La medida de la longitud de un medio de transmisión para redes LAN en una sola planta no debe superar los 100 metros sin embargo se debe tomar en cuenta el tipo de cable que parametriza la medición en base a su rendimiento y categoría, de aquí se determina que si se utiliza un medio de transmisión de 10/100/1000 BASE-T, la longitud máxima permitida de un cable en categoría 6 es de 100 metros que consiste de 90 metros de sólido horizontal cableado entre el panel de conexiones y la toma de pared, además de 10 metros de cable de conexión entre el patch panel y el dispositivo activo conectado.

Cuando se usa para 10GBASE-T, la longitud máxima del cable es 56 metros en un entorno de diafonía favorable, y se utilizan 37 metros en un entorno con diafonía, como por ejemplo cuando se instalan varios cables juntos. Sin embargo, debido a que los efectos de diafonía en condiciones reales en los cables son difíciles de determinar antes de la instalación, se recomienda que todos los cables de categoría 6 que se utilizan para 10GBASE-T se prueben eléctricamente una vez instalados. Con sus características mejoradas, los cables de categoría 6A no tienen esta limitación y se puede utilizar 10GBASE-T en 100 metros sin ninguna prueba electrónica. (SOLUTIONSNETWORK, 2012)

#### **2.4.3 ANSI/EIA/TIA 568 B.3**

Esta norma fue publicada en abril del año 2000 y fue una de las primeras que estandarizaba aplicaciones de fibra óptica en redes de cableado estructurado y por ende especifica los requerimientos técnicos para montaje de componentes y medios de transmisión sistemas de cableado de fibra óptica de cables de 50/125 mm y 62,5/125 mm multimodo y monomodo respectivamente. Estos cables son reconocidos y avalados por la norma. (ANSI/EIA/TIA, 2000)

**TABLA 5:** Características técnicas de cables de Fibra Óptica reconocidos por ANSI/EIA/TIA 568 B.3

<b>Tipo de cable de F.O</b>	<b>Longitud de onda (nm)</b>	<b>Atenuación max. (dB)</b>	<b>Capacidad mínima de transmisión de información (MHz)</b>
Multimodo	850	3.5	500
50/125µm	1300	1.5	500
Multimodo	850	3.5	160
62.5/125µm	1300	1.5	500
Monomodo planta interior	1310	1.0	N/A
	1550	1.0	N/A
Monomodo planta externa	1310	0.5	N/A
	1550	0.5	N/A

Nota: Esta tabla muestra los tipos de F.O. reconocidos, la atenuación y longitud de onda del canal de transmisión, además la capacidad de transmisión. Fuente: ANSI/EIA/TIA. (2000). Optical Fiber Cabling Components TIA/EIA-568-B.3. Arlington.

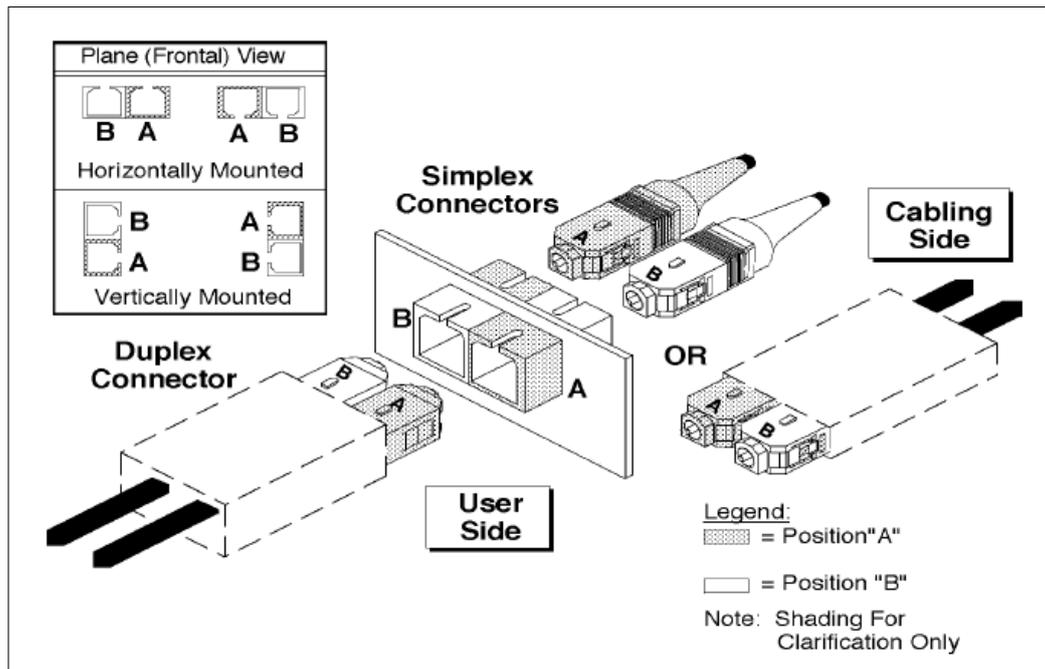
La norma 568 B.3 no solo contiene información que respecta a los cables e hilos de fibra óptica si no también características de rendimiento de conectores de fibra óptica, y hardware de conexión, además de formas de conexión, y empalmes o fusionamiento de fibra óptica. En general se menciona la interconexión de hardware con el backbone, además de conexiones cruzadas y conexión centralizada. En este diseño no se aplicará la conexión a usuarios finales por lo tanto no se aplicará conexión de equipo terminal.

Los tipos de conectores que pueden ser utilizados en el diseño de redes deben satisfacer los parámetros de rendimiento mínimos, requisitos de la organización TIA pertenecientes al documento denominado Optical Fiber Conector Intermateability Standar (FOCIS). En este documento se reconocen conectores dúplex SC y adaptadores llamados el 568SC que se utilizan para referencias y propósitos ilustrativos en este Standard.

El conector multimodo debe ser de color beige. El adaptador multimodo o salida deberá identificarse por el color beige.

El conector monomodo o la parte visible del mismo deben ser de color azul. El adaptador monomodo o la salida se identificará de la misma manera con el color azul. (ANSI/EIA/TIA, 2000)

Existen dos formas de configuraciones o conexiones, la una es de montaje horizontal y la otra es de montaje vertical, ambas se pueden hacer con conectores simples como o conectores dúplex como se observa en la siguiente imagen:



**FIGURA 8:** Forma de conexión de cables de fibra óptica simplex y dúplex.

**Fuente:** ANSI/EIA/TIA. (2000). Optical Fiber Cabling Components TIA/EIA-568-B.3. Arlington.

Como mínimo, la ranura de salida de telecomunicaciones será capaz de albergar dos terminales de fibra óptica, deberá además tener la capacidad de fijar el cable de fibra óptica y establecer un radio mínimo de curvatura de la fibra de 25 mm (1 in).

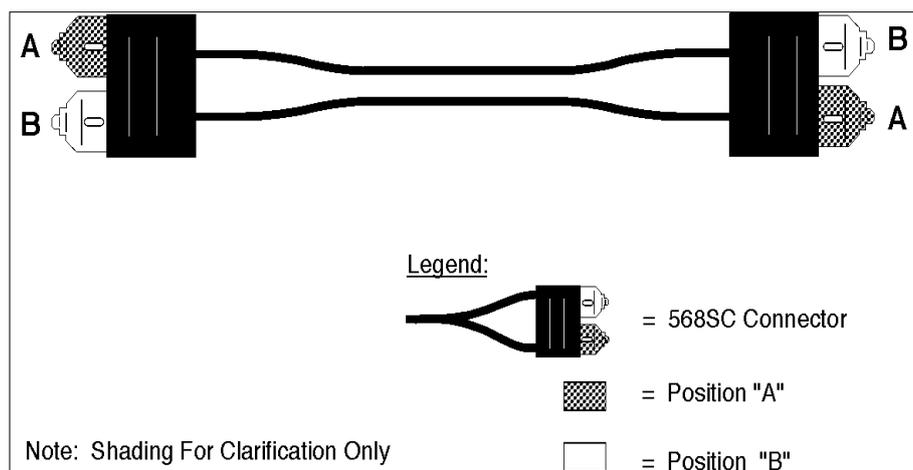
Los cables de fibra óptica que permiten interconexión deben ser flexibles, este recurso permitirá un fácil montaje en paredes, en bastidores en escalerillas, ductos y paneles de distribución.

En el diseño de un sistema de backbone se recomienda que los cables de fibra óptica permitan unión de las fibras entre el backbone y el cableado horizontal utilizando conectores re-acoplables, conectores o empalmes.

Se recomienda usar un único método de instalación, la conexión de fibras a paneles de parcheo o dispositivos activos deben ser individuales o como pares de fibras, pero deben organizarse y gestionarse por parejas, se debe proporcionar un medio para organizar la adición de cables troncales, o cables horizontales, o ambos, tales como distribuidores y organizadores, esto permitirá que la migración de una interconexión o empalme a una conexión cruzada sea más sencilla y accesible, en el rack o armario de comunicaciones se debe tener un fácil acceso para conectar y probar el cableado de fibra óptica y, proporcionar protección adecuada para las conexiones contra el contacto accidental de personas u objetos extraños que pueden ocasionar perturbación en la continuidad óptica. (ANSI/EIA/TIA, 2000)

Los empalmes de fibra óptica, fusión o mecánico, no podrán exceder una atenuación óptica máxima de 0,3 dB estos valores son comparados de acuerdo con la norma ANSI EIA, para métodos A para pruebas de fábrica o EIA en el campo TIA-455-34 ANSI / TIA-455-59 pruebas. Los empalmes de fibra óptica, o empalmes de fusión mecánica, deberán tener un mínimo de pérdida de retorno de 20 dB para fibras multimodo, y 26 dB para fibras monomodo, de acuerdo con ANSI / EIA / TIA-455-107. El retorno monomodo mínimo para aplicaciones de vídeo analógicas de banda ancha CATV es de 55 dB. (ANSI/EIA/TIA, 2000)

El cable de conexión de fibra óptica deberá ser un cable de dos fibras, del mismo tipo de fibra Cables de conexión de fibra óptica, ya sea que se utilizan para la conexión cruzada o interconexión a los equipos.



**FIGURA 9:** Cables de conexión de Fibra Óptica

**Fuente:** ANSI/EIA/TIA. (2000). Optical Fiber Cabling Components TIA/EIA-568-B.3. Arlington.

Los conectores multimodo, y adaptadores deben cumplir con los requisitos para 850 nm y 1300 nm  $\pm$  30 nm de longitud de onda, al igual que los conectores monomodo, y adaptadores para longitud de onda de 1310 nm y 1550 nm  $\pm$  30 nm.

Las pruebas de calificación se realizarán de acuerdo con el procedimiento de prueba de TIA para fibra óptica especificada (FOTP). De acuerdo a FOTP se señalan valores de rendimiento para cables de fibra óptica. (ANSI/EIA/TIA, 2000)

#### **2.4.4 ANSI/EIA/TIA 568 C.2**

Esta norma fue publicada en agosto del año 2009, esta es una norma para componentes de cableado y telecomunicaciones para par trenzado balanceado. Por lo tanto en esta norma se mencionan los canales y enlaces permanentes, componentes de conexión, cables del equipo, cables del área de trabajo, interconexiones, salidas de comunicaciones, procedimientos de pruebas de campo y los procedimientos de medición de referencia de laboratorio aplicables para todos parámetros de transmisión.

En una red de datos la capacidad de transmisión es importante y la transmisión depende de los parámetros de medición y estos directamente de las características del cable, y hardware de conexión. El desarrollo de nuevos medios de transmisión han hecho que esta norma desarrolle formas de interoperabilidad de cables, y se reconocen categorías 3, 5e, 6, y 6A de par trenzado balanceado o UTP y sus componentes. Los cables reconocidos y recientes poseen métodos de transmisión como full-duplex, cuyo funcionamiento se recomienda en aplicaciones de transmisiones de alta velocidad. (Navarro, 2014)

La IEEE 802.3 10GBASE-T, recomienda 100 metros de cableado horizontal como máximo, las categorías más altas de cableado deben ser compatibles hacia atrás con las categorías inferiores de cableado como se especifica en la presente Norma.

Las combinaciones e interoperabilidad en funcionamiento y rendimiento. Deben asegurar el funcionamiento y el acceso correcto a datos y la ejecución correcta de aplicaciones en terminales de usuarios finales de tal forma que la eficiencia de la red no se vea amenazada. La compatibilidad de cableado se muestra en la siguiente tabla:

**TABLA 6:** Compatibilidad de cables UTP con categorías anteriores

<b>Compatibilidad de acuerdo a la categoría de cable</b>				
	Categoría 3	Categoría 5e	Categoría 6	Categoría 6A
<b>Performance de cable y conector</b>	Categoría 3	Categoría 3	Categoría 3	Categoría 3
	Categoría 3	Categoría 5e	Categoría 5e	Categoría 5e
	Categoría 3	Categoría 5e	Categoría 6	Categoría 6A
	Categoría 3	Categoría 5e	Categoría 6	Categoría 6A

Nota: En esta tabla se observa que los cables de categoría 3 son solo compatibles con cableado de su misma categoría, el cable de categoría 5e es compatible con cables 5e y cables de categoría 3, los cables de categoría 6 son compatibles con cables de categoría 3, 5e y 6, mientras que los de categoría 6A son compatibles con los cables de categoría 3, 5e y 6A. Fuente: ANSI. (2009). Balanced Twisted-Pair ANSI/EIA/TIA 568 C.2. Arlington.

El cableado horizontal debe estar compuesto por cuatro pares trenzados balanceados de 22 AWG a 24 AWG termoplástico, los hilos de cobre son sólidos aislados rodeados por una chaqueta termoplástica, el diámetro de cada hilo conductor con su aislante es de 1,53 mm máximo, existe compatibilidad con hilos conductores de 1,22 mm incluido el aislante. (ANSI, 2009)

Los hilos de cobre tienen el siguiente orden de acuerdo a la distribución de colores en el conector:

-Primer par: Blanco naranja -- naranja (BN-N)

-Segundo par: Blanco verde -- azul (BV-A)

-Tercer par: Blanco azul -- verde (BA-V)

-Cuarto par: Blanco café -- café (BC-C)

La resistencia del cable ante la rotura, medida de acuerdo con ASTM D4565, es de 400 N (90 lbf) mínimo. El medio de transmisión debe resistir un radio de curvatura de cuatro veces el diámetro del cable para UTP y ocho veces el diámetro del cable.

El aislamiento entre cada conductor y el escudo del núcleo deberá ser capaz de resistir una potencia eléctrica mínima de 2,5 kV durante 2 segundos o un potencial de 1,7 kV durante 2 segundos, de acuerdo a la norma IEC 60189-1. (ANSI, 2009)

Para cableado de backbone se utiliza medio de transmisión de cuatro pares de cables de categoría 6 o 6A. El cable principal multipar debe ser de 22 AWG a 24 AWG con aislamiento termoplástico conductores sólidos, el núcleo debe estar cubierto por una funda protectora de material dieléctrico. El cubrimiento se compone de una camisa termoplástica, el conector o Jack debe tener blindaje metálico subyacente.

Generalmente la temperatura de trabajo de cable UTP de impedancia de 100  $\Omega$  se encuentra en el rango de temperatura de -10 ° C a 60 ° C. Esta es recomendable para protección de daños físicos y de exposición directa a la humedad y otros elementos corrosivos.

Los conectores o jacks rj45 de categoría 6 soportan una fuerza de inserción menor a los 30 N, contienen generalmente contactos de bronce reforzado y contactos chapados en oro de 50  $\mu$ , el diámetro exterior de la carcasa es de 5,5 mm a 6,2 mm, el rango de temperatura es de -40 ° C hasta +70 ° C, soporta capacidad de carga con temperaturas de hasta 50 ° C. (ANSI, 2009)

En esta norma se establecen nuevos parámetros de medición como son PCAASRF, TCL, ELTCTL y se establecen valores máximos y mínimos de rendimiento de acuerdo a los parámetros de medición, como los parámetros de medición fueron mencionados en la norma ANSI EIA TIA 568 B2-10 ahora se mencionarán solo los nuevos parámetros:

#### **2.4.4.1 PSACRF**

Power Sum Alien Attenuation to Crosstalk Ratio at the Far-End se produce cuando el ruido o la interferencia que proviene de pares de cables cercanos al nuestro generan señales indeseadas. En general, el poder la suma de la energía de diafonía está dominado por el acoplamiento entre pares en proximidad y relativamente no afecta los pares en grupos de cables. Pero es recomendable separar los cables con diferentes niveles de señal o servicios que son susceptibles a impulsos de ruido.

Los cables de Backbone deben cumplir o exceder los valores de PSACRF determinados. (ANSI, 2009)

#### **2.4.4.2 TCL**

TCL significa pérdida de conexión transversal y es una de las dos mediciones de equilibrio de un medio de transmisión que se genera cuando se envía una señal de modo diferencial (DM) en un par trenzado, después se mide la señal de modo común (CM) devuelta en el mismo par trenzado. Entre más pequeña sea la señal CM devuelta, mejor será la medición de TCL (equilibrio).

La señal CM debe ser analizada en el otro extremo del enlace, esta señal depende de la longitud del medio de transmisión, los estándares aplican una igualdad para tener en cuenta la pérdida de inserción del enlace. Así que lo que se informa en realidad es ELTCTL, una medición más significativa que TCL.

Entre más pequeña sea la señal de CM medida en el extremo más alejado, mejor será la medición ELTCTL. (ANSI, 2009)

#### **2.4.4.3 ELTCTL**

ELTCTL significa pérdida de transferencia de conversión transversal del mismo nivel y es la segunda medición de equilibrio, se le añade TCL a una prueba estándar que solamente proporcionan límites de prueba para las mediciones de canal.

El TCTL es más importante que el TCL y en Ethernet se realiza al transmitir una señal equilibrada. La idea es que cualquier ruido inyectado en el cableado se anula, suponiendo que el enlace tiene un buen equilibrio. También indica cuánta señal emite el enlace.

Si el enlace tiene mal equilibrio, el ruido inyectado en el cableado se convierte en parte de la señal. El desequilibrio en el enlace causa que el voltaje inyectado en los pares sea desigual.

Esto tiene el potencial de crear errores en la red, lo que resulta en el restablecimiento de la transmisión de señales y el rendimiento de red más lento. Esto puede ser particularmente problemático en aplicaciones de Ethernet industriales donde la latencia es crítica. En un centro de datos donde también es particularmente ruidoso y donde los tiempos de transacción se miden en ms, retransmitir una señal podría resultar en una comunicación retrasada. (ANSI, 2009)

#### 2.4.4.4 VALORES DE RENDIMIENTO DE ACUERDO A PARÁMETROS DE MEDICIÓN

**TABLA 7:** Parámetros de medición y valores permitidos

<b>Parámetros de Medición</b>	<b>Categoría 5e Clase D</b>	<b>Categoría 6/Clase E</b>	<b>Categoría 6A Clase EA</b>
Rango de frecuencia (MHz)	1 - 100	1 – 250	1 – 500
Pérdida de inserción (dB)	24.0	21.3 (21.7)	20.9
Pérdida NEXT (dB)	30.1	39.9	39.9
Pérdida PSNEXT (dB)	27.1	37.1	37.1
ACR (dB)	6.1	18.6	18.6
PSACR (dB)	3.1	15.8	15.8
ACRF1) (dB)	17.4	23.3	23.3 (25.5)
PSACRF2) (dB)	14.4	20.3	20.3 (22.5)
Pérdida de retorno (dB)	10.0	12.0	12.0
Pérdida PSANEXT (dB)	n/s	n/s	60.0
PSAACRF (dB)	n/s	n/s	37.0
TCL (dB)	n/s	n/s	20.3
ELTCTL (dB)	n/s	n/s	0.5 (0.3)
Retardo de propagación (ns)	548	548	548
Diferencia de retardos (ns)	50	50	50

Nota: Estos parámetros son aquellos que se miden en laboratorios con la finalidad de determinar los valores de operación óptimos, los números descritos en paréntesis son los valores críticos permitidos. Fuente: SOLUTIONS, N. (5 de Julio de 2012). siemon.com. Obtenido de [https://www.siemon.com/la/white\\_papers/07-10-09-demystifying.asp](https://www.siemon.com/la/white_papers/07-10-09-demystifying.asp)

#### 2.4.5 ANSI/EIA/TIA 569 C

ANSI / TIA-569-C "Telecommunication Pathways and Spaces" fue desarrollado por el subcomité de estudio TR-42.3 y publicada en mayo de 2012. Se han logrado estudios de rangos de temperatura manejables y control de humedad que se añaden en esta norma y son corroboradas por la ASHRAE clase 1, 2, 3 y 4 donde se generó una guía de comportamiento de cables de energía junto a cables de datos para separación de los mismos además de mencionar requisitos de iluminación. (ANSI/TIA, 2012)

Esta es la evolución de las NORMAS ANSI/EIA/TIA 569 para diseño y espacio de la construcción de medios de telecomunicaciones en edificios comerciales.

Esta norma en esencia es una guía de lo que se debe tomar en cuenta para crear vías, espacios, distribución de la red de datos en edificios, tomando así en cuenta las vías de entrada del servicio inalámbrico, ductería de telecomunicaciones en el edificio, habitaciones para distribuidores, acceso de servicios proporcionados por el proveedor, espacios dedicados a servidores, equipos, áreas de trabajo, etc. (ANSI/TIA, 2012)

Los requisitos de temperatura y humedad se aprobaron en el addendum TIA-569-C-1 y habla de 4 clases según ASHRAE que son Clase 1, Clase 2, Clase 3 y Clase 4.

#### **2.4.5.1 REQUISITOS DE TEMPERATURA**

Temperatura: 5 - 35 ° C (41-95 ° F)

Humedad relativa (RH): 8 - 80%

Punto de condensación máxima: 528 ° C (41-82 ° F)

#### **2.4.5.2 ESPECIFICACIONES DE ILUMINACIÓN**

Iluminación deberá ser como mínimo de 500 lux en el plano horizontal y 200 lux en el plano vertical, medida a 1 m (3 pies) por encima del piso terminado en medio de todos los pasillos entre los gabinetes y bastidores.

Los accesorios de iluminación no deben ser alimentados desde el mismo panel de distribución eléctrica al que se encuentran conectados los equipos de telecomunicaciones y no se deben utilizar reguladores de voltaje. (ANSI/TIA, 2012)

#### **2.4.5.3 ESPACIO PARA MANEJO DE EQUIPOS**

Se proporcionará espacio libre frontal de 1 m (3 pies) para la instalación de equipos, pero se recomienda espacio libre frontal de 1,2 m (4 pies) para tener mejor acceso a equipos más profundos.

Se proporcionará espacio libre posterior de 0,6 m (2 pies) para el acceso de servicio en la parte posterior de bastidores y gabinetes, pero es mayormente recomendable tener un espacio posterior de 1 m (3 pies) para mejor manejo de dispositivos. (ANSI/TIA, 2012)

#### 2.4.5.4 DIMENSIONES DE CUARTO DE EQUIPOS Y CUARTO DE TELECOMUNICACIONES

Las dimensiones típicas para la sala de distribuidor de equipos se basa en el número de usuarios en la red o equipos terminales que van a ser servidos de red de datos, se toman en cuenta los cuatro niveles de ASHRAE para cuarto de equipos dependiente del número de usuarios y las dimensiones se muestran a continuación:

**TABLA 8:** Dimensiones mínimas de cuarto de equipos

<b>Equipos terminales</b>	<b>Espacio Mínimo de cuarto de equipos</b>	<b>Dimensión Típica del cuarto de Equipos</b>
Menor a 200	15 m <sup>2</sup>	5m x 3m
Ente 201 y 800	36 m <sup>2</sup>	6m x 6m
Entre 801 y 1600	72 m <sup>2</sup>	6m x 12m
Entre 1600 y 2400	108 m <sup>2</sup>	9m x 12m

Nota: Las dimensiones dependen del número de equipos terminales, tal como se muestra de acuerdo a los 4 niveles establecidos como se muestra en la tabla. Fuente: SOLUTIONS, N. (5 de Julio de 2012). siemon.com. Obtenido de <http://blog.siemon.com/standards/category/tia/tia-569-b-pathways-and-spaces>

Aun cuando el tamaño de superficie mínima se basa en el número de puntos de red o equipos de usuarios a los que se brinda servicio, la dimensión mínima permitida es de 3m o 10 ft de largo por 3 m o 10 ft de ancho. Aunque el área mínima ideal es de 10 m<sup>2</sup> o 100 ft<sup>2</sup>.

El dimensionamiento del cuarto de telecomunicaciones se realiza generalmente en base al área de cobertura, además se menciona que habrá mínimo un cuarto de telecomunicaciones por piso.

En caso de necesitar cuartos de telecomunicaciones adicionales, se aumentará uno para cada área de hasta 1.000 m<sup>2</sup>. El aumento de cuartos de telecomunicaciones se justifica cuando la superficie de suelo para ser servido excede 1.000 m<sup>2</sup> o la distancia distribución horizontal al área de trabajo es superior a 90 m. (SOLUTIONSNETWORK, 2012)

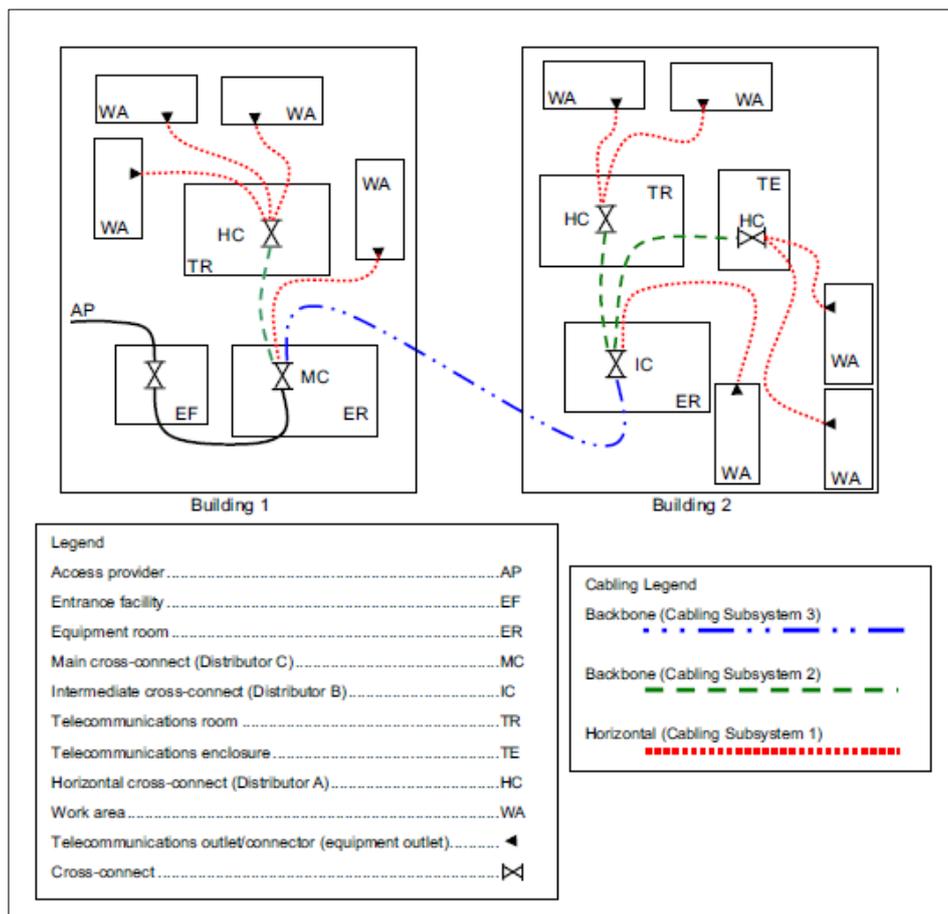
#### 2.4.6 ANSI/EIA/TIA 568 C.1-1

Pathways and Spaces, Esta norma es un addendum de la norma ANSI/TIA-568-C.1, esta norma fue publicada en mayo del 2012 y especifica como diseñar un sistema de cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales, además de los espacios que se deben manejar en áreas de trabajo también se muestra la forma de planificar, distribuir espacios e instalar medios de transmisión. (ANSI/TIA, 2012)

Esta norma establece los criterios de rendimiento y técnicas de las diferentes soluciones de cableado configuraciones para el acceso y la conexión de sus respectivos elementos. Con el fin de determinar los requisitos de un sistema de cableado.

Se muestra en la siguiente figura un ejemplo en el cual dos construcciones se encuentran interconectadas, las áreas de trabajo se conectan al cuarto de telecomunicaciones, aquí se junta todo el cableado horizontal, el cuarto de telecomunicaciones debe estar conectado directamente al cuarto de equipos, mediante backbone que puede ser de fibra óptica o UTP de categoría 6 o superior como se recomienda en las normas ANSI/EIA/TIA, se muestra también la forma de simbolizar las tomas de comunicaciones y el cableado cruzado, en el HC se debe identificar que existen equipos de interconexión con el cableado de backbone como patch panels o panel de parcheo. (ANSI/TIA, 2012)

Se muestra y se identifica también la entrada de servicios de red de datos en la primera construcción.



**FIGURA 10:** Distribución de cableado en edificios comerciales.

**Fuente:** ANSI/TIA. (2012). Telecommunications Pathways and Spaces. Arlington

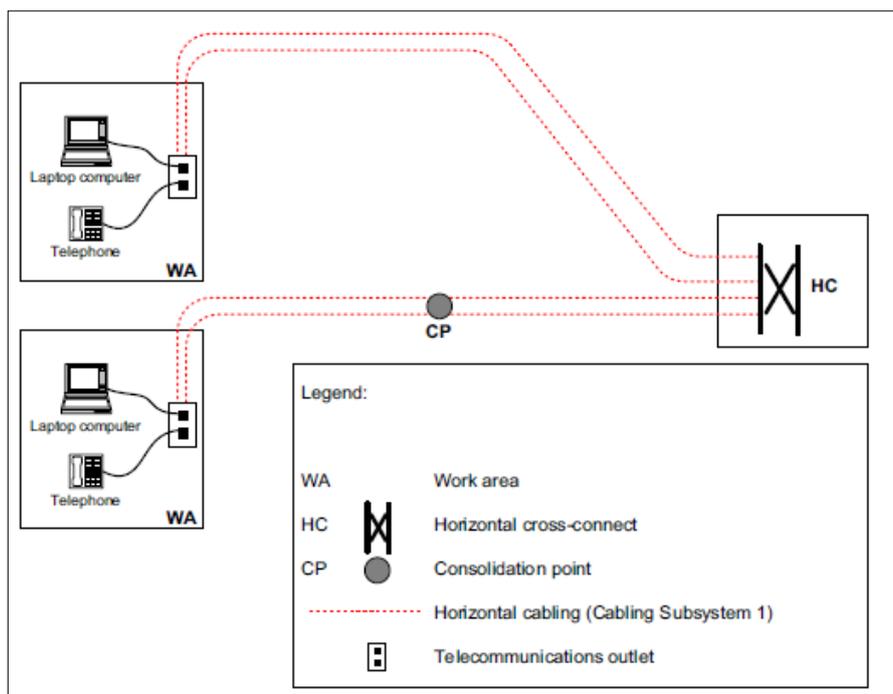
El punto de demarcación (EF) es el punto en que la red del usuario se conecta con la del proveedor, los puntos de acceso y el cableado de las instalaciones del cliente puede ser parte de la EF.

El punto de demarcación debe ubicarse en una parte cercana al cuarto de equipos, antenas de red troncal pueden ser parte del EF.

Un cuarto de telecomunicaciones puede tener un área de trabajo de 10 m<sup>2</sup>, el área debe ser accesible al personal, es decir que los espacios permitan que el personal circule con facilidad en el área de trabajo del cuarto. (ANSI/TIA, 2012)

Al momento de diseñar el cuarto de equipos los espacios en el mismo piso al que se va a proporcionar un servicio, se debe permitir una ocupación no uniforme en el edificio. Lo recomendable es proveer 22 cms cuadrados de espacio, para el cuarto de telecomunicaciones, por cada 30.5 metros cuadrados de espacio en el área de cobertura. El cuarto de equipo deberá ser diseñado con un mínimo de 46m<sup>2</sup>.

En edificios de uso especial el cuarto de equipo deberá basarse en el número conocido de estaciones de trabajo no en el área de piso utilizable. (ANSI/TIA, 2012)



**FIGURA 11:** Distribución de cableado horizontal.

Nota: HC significa conexión cruzada horizontal, CP punto de consolidación, WA área de trabajo.

**Fuente:** ANSI/TIA. (2012). Telecommunications Pathways and Spaces. Arlington

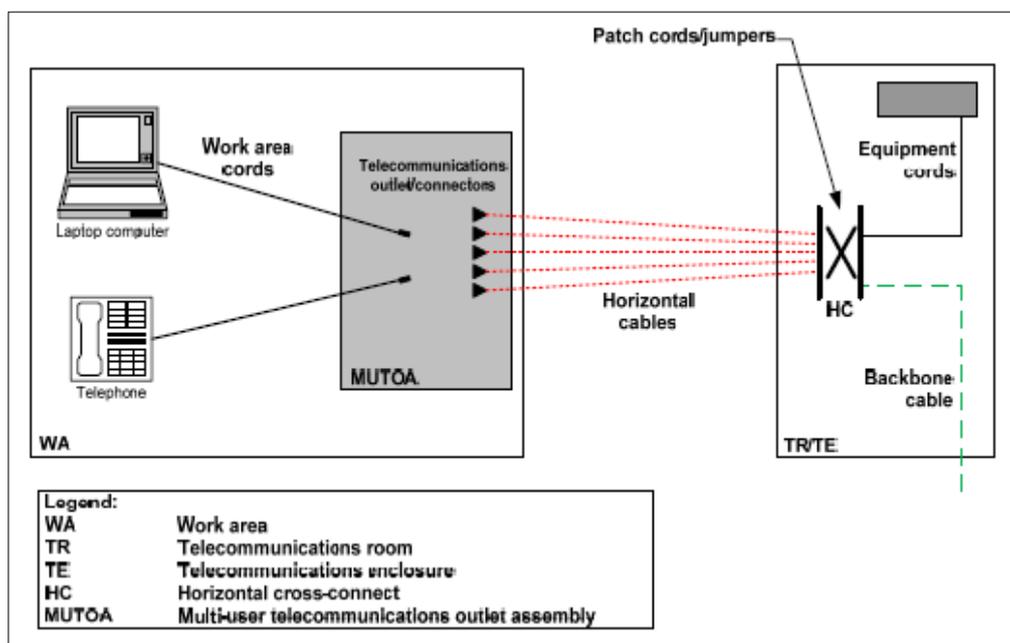
En esta norma también se mencionan las distribuciones desde equipo de conexión cruzada o salidas e conexión de cableado horizontal hacia las estaciones de trabajo.

La longitud del cable horizontal que se extiende desde la terminación de los medios de comunicación HC hacia las tomas de telecomunicaciones en el área de trabajo deben tener una longitud de cable de 90 m (295 pies), independientemente del tipo de medio. (ANSI/TIA, 2012)

Cuando se implementa un MUTOA, la distancia del cable de par trenzado máxima se reducirá.

La longitud de la conexión cruzada jumpers y cables de conexión en las instalaciones de conexión cruzada, incluyendo Cables de HC, puentes, y de la corrección que conectan el cableado horizontal con equipos o cableado backbone, no debe superar los 5 m (16 pies). Para cada canal horizontal, la longitud total permitida para los cables del área de trabajo, además de latiguillos o puentes, además de cables del equipo en el TR o TE no excederán de 10 m.

Los MUTOAs deben estar situados en un área abierta de modo que cada grupo áreas de trabajo se encuentren servidas por al menos un MUTOA. El MUTOA debe ser limitado a servir a un máximo de 12 áreas de trabajo. (ANSI/TIA, 2012)



**FIGURA 12:** Distribución horizontal con uso de MUTOA.

Nota: TR se refiere al cuarto de telecomunicaciones, SE TE refiere al cuarto de equipos, MUTOA significa Salida de Telecomunicaciones Multiusuario

**Fuente:** ANSI/TIA. (2012). Telecommunications Pathways and Spaces. Arlington

Los MUTOA se encuentran en lugares permanentes, tales como columnas, paredes o partes de la construcción que son fijas no se encuentra en los techos, o pisos falsos o lugares de difícil acceso. Se debe tener acceso inmediato al MUTOA, los cables que salen desde aquí deben ser etiquetados en ambos extremos. Debe determinarse la longitud máxima del cable de par trenzado en metros de acuerdo a la siguiente fórmula:

**Ecuación 1:** Ecuación de cálculo de distancia máxima de cableado cableado

$$C = (102 - H) / (1 + D) \quad (1)$$

$$W = C - T \quad (2)$$

Nota: C es la longitud combinada máxima (m) del cable hasta el área de trabajo, esta longitud combinada se refiere a cable de equipos, y cable de conexión. H es la longitud (m) del cable horizontal. D es el factor de pérdida de inserción de calificación para el tipo de cable, 0 para cables conductores sólidos, 0,2 para hilos 24 AWG trenzados y 0,5 para hilos de 26 AWG. W es la longitud máxima (m) del cable del área de trabajo. T es la longitud total del cable de parcheo y equipos cables en la sala de telecomunicaciones (TR) o recinto de telecomunicaciones (TE). (ANSI/TIA, 2012)

**TABLA 9:** Longitud de cableado horizontal

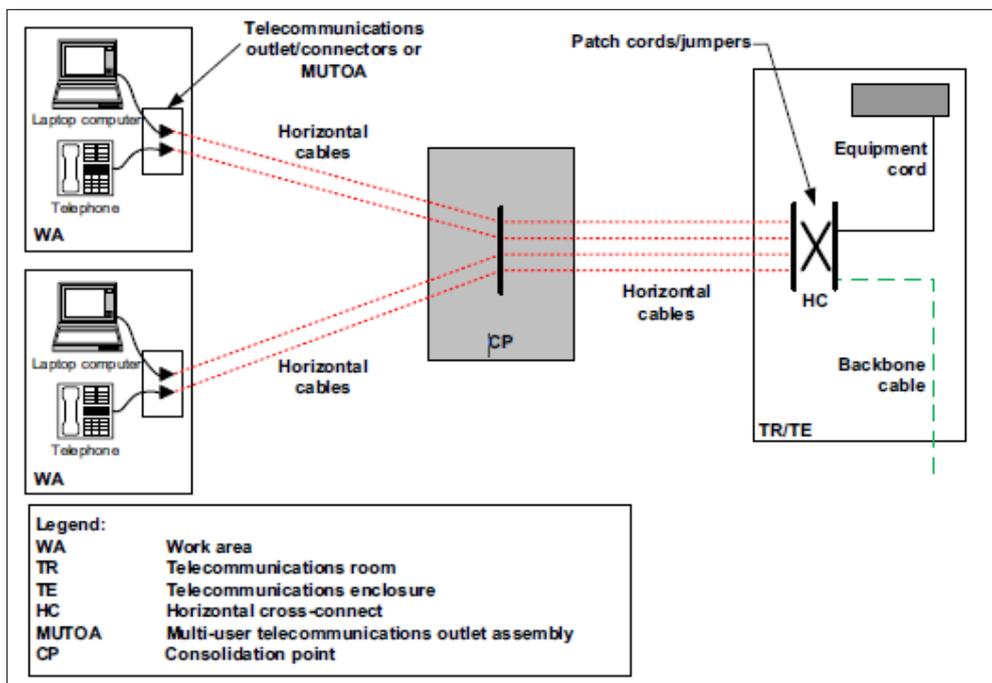
Longitud de cable Horizontal	Hilos 24 AWG		Hilos 26 AWG	
	Longitud máxima de cable de área de trabajo	Longitud Máxima Combinada de patch cord de equipamiento y área de trabajo	Longitud máxima de cable de área de trabajo	Longitud Máxima Combinada de patch cord de equipamiento y área de trabajo
	H(metros)	W(metros)	C(metros)	W(metros)
90	5	10	4	8
85	9	14	7	11
80	13	18	11	15
75	17	22	14	18
70	22	27	17	21

Nota: Esta tabla muestra las longitudes máximas permitidas para conductores de cobre.

**Fuente:** ANSI/TIA. (2012). Telecommunications Pathways and Spaces. Arlington

El CP o Punto de Consolidación es el punto en donde se interconecta el cableado horizontal proveniente del rack con el cableado horizontal que tiene como destino las áreas de trabajo. La diferencia entre el Punto de consolidación y un MUTOA es que un CP requiere una conexión adicional para cada tendido de cable horizontal. Solo un CP será utilizado en el mismo tramo de cable horizontal. Un punto de transición y CP no se utilizarán en el mismo enlace.

El punto de consolidación debe ser ubicado a por lo menos 15 metros del cuarto de equipos o telecomunicaciones, esto permitirá que se reduzca el NEXT y la pérdida de retorno. Un CP puede ser útil cuando el cambio de los puestos de trabajo es frecuente, pero si se trata de flexibilidad, el MUTOA es una mejor opción. (ANSI/TIA, 2012)



**FIGURA 13:** Cableado horizontal con uso de Punto de Consolidación (CP)

**Fuente:** ANSI/TIA. (2012). Telecommunications Pathways and Spaces. Arlington

Un punto de consolidación maneja un máximo de 12 áreas de trabajo.

#### 2.4.7 ANSI/EIA/TIA 568 C.3-1

Esta norma fue publicada en diciembre del 2011, este es un addendum de la norma ANSI / TIA-568-C.3 la misma que es una actualización de la norma ANSI/EIA/TIA B.3 con la adición de cable de fibra óptica de 50/125 micras OM4 con láser optimizado y los componentes de conectividad. (ANSI/TIA, 2011)

La idea de una fibra óptica optimizada nació de la necesidad de trabajar con comunicaciones de 40 y 100 Gb/s y la necesidad de manejar mejor las distancias de transmisión, cada vez los sistemas de red requieren un mayor ancho de banda y se ha mejorado la transición de los sistemas multimodo rentables contrario a las fibras monomodo que son más costosas.

OM4 ofrece una adición en el rendimiento que y trabaja con distancias más largas, lo que limita el número de instalaciones de repetidores y por lo tanto de elementos de empalme de fibra óptica.

Las soluciones de transmisión que emplean múltiples fibras multimodo son la solución de fibra más rentable disponible para velocidades de datos que exceden la capacidad de modulación del láser de 850 nm, como 40 Gbits/seg y 100 Gbits/s, por lo que se seleccionó esta técnica realizada por IEEE 802.3 que permite la implementación de una infraestructura de cableado multimodo que trabaja con múltiples longitudes de onda, los sistemas monomodo pueden alcanzar grandes distancias en sólo dos fibras, pero cuando se trata de los centros de datos, la implementación de una solución monomodo diseñado para alcanzar 10.000 metros es innecesario, tanto en la capacidad y el costo. En el centro de datos, las soluciones multimodo son el ajuste perfecto, con OM3 se especifica en el estándar Ethernet emergente para apoyar a 100 metros. Pero aproximadamente el 15% de las distancias son más largas que 100 metros, y, a menudo OM4 puede soportar fácilmente esas distancias. (Calvopiña, 2014)

OM4 puede utilizarse en dos fibras y tiene compatibilidad con OM1, OM2, y OM3 y el alcance se especifica en la siguiente tabla:

**TABLA 10:** Fibras ópticas reconocidas por ANSI/EIA/TIA 568 C.3-1

	<b>OM1</b>	<b>OM2</b>	<b>OM3</b>	<b>OM4</b>	<b>Monomodo</b>
Alcance	275-550m	550m	550-	1100-	5km
Mínimo			800m	550m	(1300 nm)
1Gb/s					
Alcance	33m	82m	300m	550m	10km
Mínimo					(1300nm)
10Gb/s					
Alcance	No	No	100m	125m	10-40km
Mínimo 40-	recomendable	recomendable			(1310-
100Gb/s					1550nm)

Nota: Recuperado de ANSI/TIA. (2011). Optical Fiber Cabling Components. Arlington.

## **2.4.8 ANSI/EIA/TIA 606 B**

Esta norma publicada en el año 2012 es una actualización de la norma ANSI/EIA/TIA 606 A. En esta norma existen varios aspectos importantes como la definición de cuatro clases de administración especificados en base a la infraestructura de telecomunicaciones. Las generalidades de cada clase incluyen requisitos de los identificadores, registros y etiquetado. (ANSI/TIA, 2012)

Un sistema de administración deberá proporcionar un método para encontrar el registro asociado con cualquier identificador específico.

Los factores determinantes en las clases de administración son el tamaño y la complejidad de la infraestructura, el número de espacios de telecomunicaciones, las salas de equipos ER, los cuartos de telecomunicaciones TR, y el acceso del proveedor de servicios. (ANSI/TIA, 2012)

### **2.4.81 CLASE 1**

Esta clase es la que se usa en administración que se encuentra basada en un solo cuarto de equipos. Además solo hay un espacio de telecomunicaciones TS y no hay cuarto de telecomunicaciones TR ni subsistema de Cableado o sistemas de cableado de planta externa para administración. El recorrido del cable es simple y no necesita ser administrada. Esta clase de redes son gestionadas mediante un sistema basado en papel o con una hoja de cálculo de propósito general. (Alonso, 2013)

### **2.4.8.2 CLASE 2**

La administración de clase 2 cubre las necesidades de administración de infraestructura de telecomunicaciones de un edificio cuyo piso se provee de servicio mediante el uso de un único espacio de telecomunicaciones pero puede tener uno o más cuartos de telecomunicaciones dentro de un mismo edificio. Esta clase de administración posee identificadores de clase 2 y 3, identificadores de elementos múltiples de conexión, firestopping y puesta tierra. Este tipo de redes pueden administrarse con de hojas de cálculo, o sistemas de AIM. 6.

### **2.4.8.3 CLASE 3**

Este tipo de administración se utiliza en campus, incluyendo sus edificios y exteriores, elementos de la planta, incluidos los elementos de la clase 2, se administra, además mediante identificadores ductos, espacios de construcción, y elementos de planta exterior. Este tipo de redes pueden administrarse con de hojas de cálculo, o sistemas de AIM. 6.

#### **2.4.8.4 CLASE 4**

La clase 4 trabaja en campus cuya administración incluye todos los elementos de la clase 3 y, además de un identificador para cada sitio, identificadores opcionales para elementos inter-campus, tales como las conexiones de red de área amplia. Administración de edificios, administración de ductos, espacios y elementos de planta exterior. La clase 4 puede ser gestionada con hojas de cálculo, o sistemas AIM.

#### **2.4.8.5 IDENTIFICADORES**

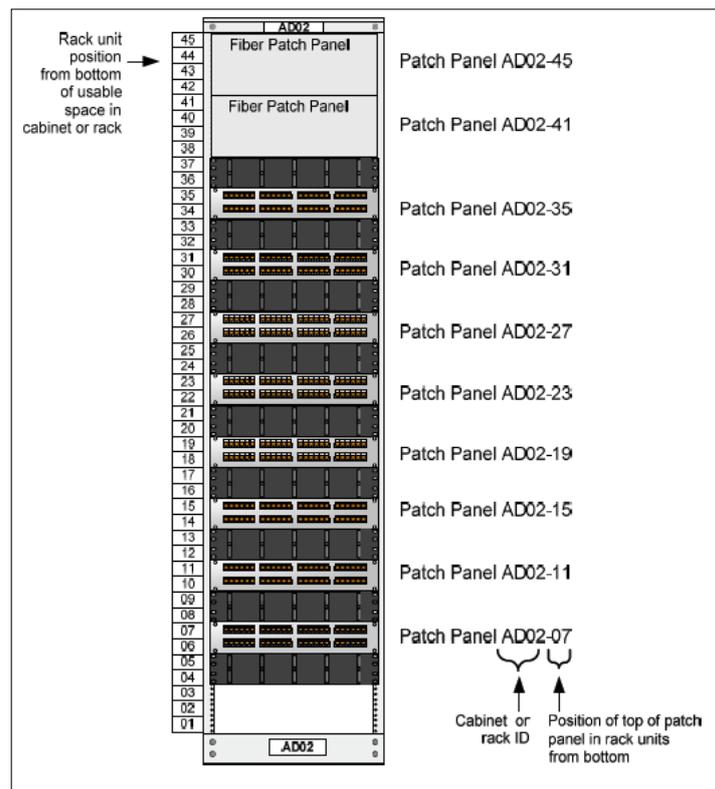
Un identificador son números o letras, o la combinación de estas que a manera de código está asociado con cada elemento de una infraestructura de telecomunicaciones para ser administrada. Un identificador único, o una combinación de identificadores se construyen de forma única y, sirve como la clave para encontrar el registro de la información relativa al elemento. (ANSI/TIA, 2012)

- R = identificador requerido para la clase, cuando el elemento correspondiente está presente.
- = identificador opcional para clase.
- Los corchetes "[" y "]" indican campos opcionales que pueden no estar presentes en función de la clase de administración o la ubicación del componente que está siendo identificado.
- El signo igual "=" se utiliza para especificar un aspecto funcional de un objeto.
- El período "." Carácter separa la parte del identificador para el espacio de la porción del identificador para el gabinete o bastidor.
- Los dos puntos ":" se usa como un prefijo para identificadores de puerto.
- El guion bajo "\_" carácter separa las coordenadas verticales y horizontales de un panel de conexión en un armario, marco o sección de pared.
- La barra inclinada "/" se utiliza entre los identificadores de los dos extremos de un subsistema de cableado 1, 2, o 3, o de telecomunicaciones.
- La barra invertida "\" se utiliza entre los identificadores de los dos extremos de un cable de conexión o puente.

- El guion "-" se utiliza en los identificadores compatibles con la norma 606 A como delimitador entre porciones del identificador y en los identificadores compatibles / IEC ISO para identificar equipos.
- Los paréntesis "(")" se utiliza para proporcionar información adicional, como las coordenadas de un agujero de mantenimiento, número conducto dentro de un banco de ductos, o número de subconducto dentro de un conducto.
- El signo más "+" es un identificador que especifica que la siguiente parte del identificador es la ubicación de un objeto.

Un ejemplo de la aplicación de la simbología se muestra en el siguiente ejemplo donde el panel de conexiones es AD02, este gabinete se encuentra en el cuarto 1DC y se usa el patch panel ubicado en la posición 35. (ANSI/TIA, 2012)

Desde la parte inferior del espacio utilizable en el gabinete sería nombrado 1DC.AD02-35 aunque los paneles de conexión ocupan múltiples posiciones de la unidad de rack, cada panel de conexiones se identifica por la posición de unidad de rack de la parte superior del panel de conexiones. (ANSI/TIA, 2012)



**FIGURA 14:** Uso de identificadores en RACKS.

**Fuente:** ANSI/TIA. (2012). Administration Standart for Telecommunications Infraestructure.

Arlington

En la mayoría de los casos, el identificador de puerto es el número de puerto secuencial del panel de conexiones. Así que el tercer puerto en el panel de conexiones AD02-35 tendría el identificador AD02-35: 03.

#### **2.4.9 ANSI/EIA/TIA 607 A**

Esta norma es utilizada en puesta a tierra de la infraestructura de telecomunicaciones en Edificios Comerciales.

Esta norma tiene como objetivo desarrollar sistemas seguros ante la electricidad que circula en las redes de datos para lo cual brinda una orientación en cuanto a la adecuada unión y conexión a tierra de toda la infraestructura de telecomunicaciones. Esta norma también da a conocer la terminología y aspectos básicos de sistemas de puesta a tierra para protección de equipos de telecomunicaciones, protección de medios de transmisión, equipos de interconexión mediante el uso de cables de cobre y piezas metálicas con el propósito de conducir la electricidad para garantizar la continuidad de servicios evitando sobrecargas o sobre flujos de corriente. (ANSI/EIA/TIA , 2002)

El conductor en telecomunicaciones es un conductor que sirve para interconectar la infraestructura de telecomunicaciones y los equipos que brindan servicios al sistema de puesta a tierra del edificio.

La puesta a tierra se refiere a una conexión a tierra a través de un cable de impedancia suficientemente baja y con gran capacidad de conducción de corriente para poder evitar la acumulación de tensiones que podrían resultar en peligro innecesario a los equipos de la red o usuarios de los equipos de la red. (ANSI/EIA/TIA , 2002)

Los conductores que se utilizan según esta norma para puesta a tierra de la infraestructura de comunicaciones son los siguientes:

Telecom Bonding Backbone (TBB) es un conductor de cobre utilizado para conectar las barras de conexión a tierra principal (TMGB) a las telecom Grounding Bus Bar (TGB) o barras de tierra de los armarios de telecomunicaciones y salas de equipos, ubicado en el piso más lejano. El conductor TBB tiene como función reducir el diferencial de potencial entre equipos, el diámetro del cable a utilizar es de 6 AWG, sin empalmes.

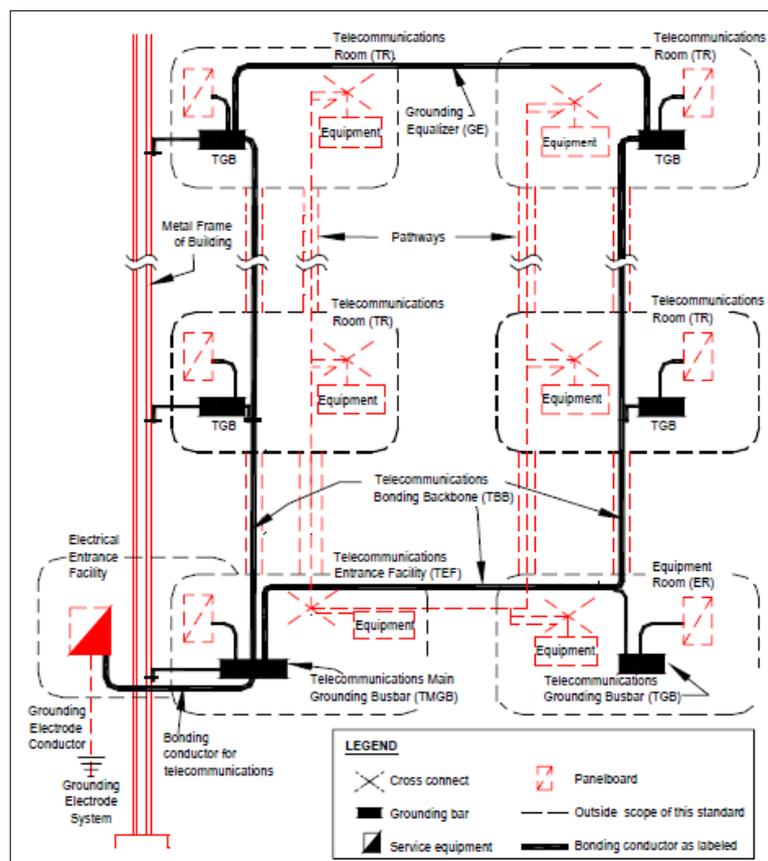
TGB es la barra de tierra ubicada en el rack o en el cuarto de equipos y sirve de punto central para conexión de tierra de los equipos de toda la sala. La barra de cobre debe ser de cobre de 6 milímetros de espesor y 50 milímetros de ancho mínimo, el largo se debe adecuar a la cantidad de equipos que vaya a conectarse. (ANSI/EIA/TIA , 2002)

Telecom Bonding Backbone Interconnecting Bonding Conductor (TBBIBC) es un conductor utilizado para interconectar redes troncales de enlace de telecomunicaciones.

La barra de conexión a tierra principal (TMGB) se refiere a una barra unida a la tierra del equipo de servicio por el conductor de unión para telecomunicaciones. El TMGB se debe colocar en un lugar que sea conveniente y accesible. Generalmente esta barra se ubica en un lugar cercano a la entrada del edificio, y es el punto central de conexión de los TGB. La dimensión de esta barra de cobre es de 6 milímetros de espesor y 10 cm de ancho mínimo, el largo también varía de acuerdo a los cables que vaya a contener.

Las características eléctricas del sistema de puesta a tierra son las siguientes:

Los conductores eléctricos deben tener una resistencia eléctrica de 9,38 ohmios por cada 100 metros, por otra parte no debe haber más de 5% de diferencia entre cables del mismo par, la capacitancia de los conductores no pueden exceder 6,6 nf a 1Khz, finalmente la impedancia característica de los conductores debe ser de 100 ohmios con un rango de  $\pm 15\%$  dependiendo de la frecuencia que maneje el conductor. (ANSI/EIA/TIA , 2002)



**FIGURA 15:** Sistema de puesta a tierra de componentes de red bajo la norma ANSI/EIA/TIA 607 A.

**Fuente:** ANSI/EIA/TIA . (2002). Commercial Building Grounding (Earthing) and Bonding Requirements ANSI/EIA/TIA 607A. Arlington.

#### 2.4.10 ANSI/EIA/TIA 607 B

ANSI / TIA-607-B Sistema de puesta a tierra para conexiones de equipos de clientes fue desarrollado por el subcomité TIA TR-42.16 publicado en agosto del 2012. Esta norma establece los principios básicos, componentes y diseño de unión a tierra de sistemas que desean protección ante señales de potencial eléctrico.

ANSI / TIA-607-B-1 Addendum 1, puesta a tierra externa fue publicado en enero de 2013 y amplía el contenido de la TIA-607-B con un resumen de los requisitos para el sistema de electrodos de conexión a tierra de una estructura proporcionando información adicional de diseño. (ANSI/EIA/TIA, 2011)

ANSI / TIA-607-B-2: Addendum 2, Estructuras metálicas, se publicó en el año 2014 y menciona los requisitos adicionales para la unión de los equipos de telecomunicaciones y el sistema de puesta a tierra cuando el metal estructural se utiliza como backbone de puesta a tierra de telecomunicaciones en lugar de las uniones de puesta a tierra para telecomunicaciones con TBB o el uso de ecualizador a tierra (GE). Requisitos de conexión a tierra para blindado frente no blindados Sistemas de Cableado.

De acuerdo a esta norma se muestran el grosor de los conductores TBB como se muestra en la siguiente tabla:

**TABLA 11:** Tabla de comparación entre longitud y Grosor de conductor TBB

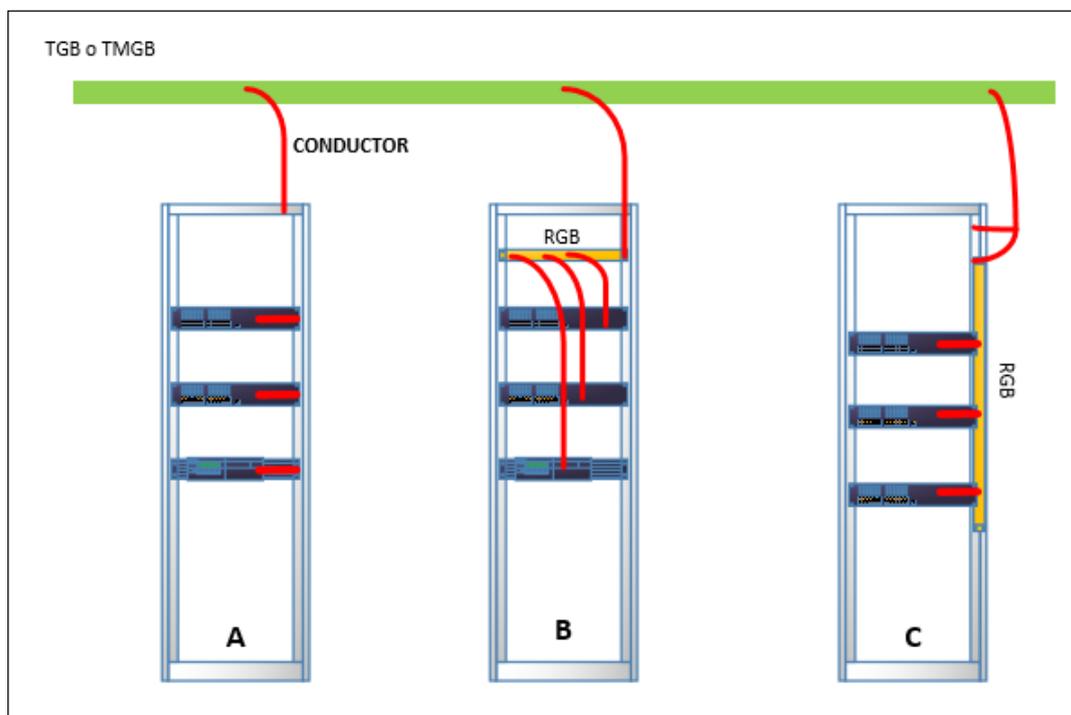
Longitud del TBB	Grosor de TBB en AWG
Menor a 4 m	6
4-6 m	4
6-8 m	3
8-10 m	2
10-13 m	1
13-16 m	1/0
16-20 m	2/0
20-26 m	3/0
26-32 m	4/0
32-38 m	250 Kcmil
38-46 m	300 Kcmil

Longitud del TBB	Grosor de TBB en AWG
46-53 m	350 Kcmil
53-76 m	500 Kcmil
76-91 m	600 Kcmil
Mayor a 91 m	750 Kcmil

Nota: Esta tabla muestra la relación que existe entre la longitud del conductor TBB y su grosor mostrado en medida AWG. Valores óptimos propuestos por ANSI/EIA/TIA.

**Fuente:** ANSI/EIA/TIA. (2011). Generic Telecommunications Bonding and Grounding (Earthing) for Customer Premises TIA 607\_B. Arlington.

En base a esta norma los Racks y gabinetes deben estar conectados al TGB o TMGB con conductor de cobre de mínimo 6 AWG, se recomienda el uso de barras en los Racks denominadas RGB o Rack Grounding Busbar por sus siglas en inglés. Esta barra se localiza dentro del gabinete en la parte superior, en la parte inferior o en la parte lateral, su principal función es proteger el equipamiento de red del flujo eléctrico o de sobreflujo de cargas indeseadas. Existen tres formas de proteger el equipamiento como se muestra en la siguiente figura.



**FIGURA 16:** Puesta a tierra de equipamiento en Racks o gabinetes.

Nota: En el rack A se observa que se conecta cada equipo individualmente a uno de los extremos del rack y la misma estructura de este se usa como conductor para posteriormente conectarse por cable hasta el TGB o TMGB, el rack B hace referencia a la conexión de equipos a un RGB ubicado en la parte superior del rack, desde el RGB sale el conductor hacia el TGB o TMGB, en el rack C cada equipo se conecta al RGB lateral, en este rack se usa el RGB y la misma estructura del rack para posteriormente conectarse al TGB y al TMGB. Fuente: ANSI/EIA/TIA. (2011). Generic Telecommunications Bounding and Grounding (Earthing) for Customer Premises TIA 607\_B. Arlington.

El conductor que conecta los equipos al RGB o que conecta los equipos directamente al TGB o TMGB debe ser de cobre de 6 AWG y se llama TEBC o Telecommunications Equipment Bounding Conductor. Los conductores TEBC de otro grupo de equipos se debe separar de estos al menos 5.8 cm en arreglos de cables en escalerillas. (ANSI/EIA/TIA, 2011)

#### **2.4.11 DIN 41494 - IEC 297-1/2 – ANSI RESOLUCIÓN SIC – MNI 92/98**

Estas normas y resoluciones fueron pensadas en la homogeneidad entre equipos de cualquier fabricante al momento de montarlos en un gabinete y este estándar lo hace posible imponiéndose en cuanto a la creación de gabinetes, o racks de telecomunicaciones o al menos la estandarización de las dimensiones de estos. (DIN, 1994)

Se establecen cuatro niveles de Racks de 19 pulgadas, los racks pueden ser modulares, de pared o murales y subracks o cajas.

En el primer nivel se nombran los racks cuya medida se rige por la norma IEC 60297-3 originariamente DIN 41494-3; UNE 20539-3. Estas consisten en armarios compatibles con normas ISO para montaje de conectores de red.

En el segundo nivel se encuentran los racks cuyas dimensiones obedecen a normas IEC 60297-3 cuyo enfoque físico permite instalación de componentes mecánicos a los que se fijan directamente otros módulos de rack. (RETEX, 2003)

A el tercer nivel pertenecen los subracks, estos poseen chasis generalmente de aluminio en los que se fijan los conectores, unidades conectables, y los paneles de 19" llamados así por ser 19" el ancho nominal del panel, o sea  $25.4 \times 19 = 482.6$  mm , que pueden ser lisos o incluir algún elemento electrónico. Sus alturas y anchos se rigen por la norma IEC 60297-1 para paneles y bastidores y las normas DIN 41494 1-5, UNE 20539-1 y 3.

Finalmente están los racks o armarios de 19", como unidad final de montaje. En ellos se montan los subracks y paneles de 19". Están regidos por la norma IEC 60297-1 y 2 DIN 41494 1-7, UNE 20539-1 y 2, estos pueden ser de hasta 46 o 47 unidades de Rack de altura, cada unidad de rack se agrupa de tres en tres agujeros que miden 44,45 milímetros. (RETEX, 2003)

#### **2.4.12 ANSI/EIA/TIA 862 A**

Esta norma publicada en marzo del 2011 sirve para Automatización de edificios, norma la distribución de cableado de sistemas de seguridad y control, como alarmas, sistemas de video vigilancia, sistemas de seguridad en general, como alarmas contra incendios, sistemas ambientales acondicionado como la calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) y sistemas de gestión de la energía, iluminación, control de humedad, etc. Este documento especifica la topología genérica de arquitectura de red, las prácticas de instalación, procedimientos de prueba, y las áreas de cobertura para apoyar los sistemas de automatización de edificios (BAS) que se utilizan en edificios comerciales. Desde los proveedores de estos servicios de automatización de edificios habían determinado históricamente su propio equipo de marca, cables, conexiones de interfaz, y la topología, este nuevo estándar ofrece la ventaja de ser capaz de soportar entornos de múltiples productos y múltiples proveedores utilizando un sistema de cableado estructurado genérico. (ANSI/EIA/TIA, 2011)

### **2.5 MEDIOS DE TRANSMISIÓN Y CARACTERÍSTICAS**

El medio de transmisión es el canal por medio del cual una transmisión de información tenga lugar, este canal es una guía de la señal que se transporta entre dos o más dispositivos que inician una comunicación. Las señales de información se envían habitualmente empleando ondas electromagnéticas que se propagan a través del canal. (Herrera, 2003)

El medio de transmisión puede ser físico o no, por ejemplo ser cableado o por señales que se propagan por el aire.

Los medios de transmisión se clasifican de acuerdo a la forma de transmisión, y de acuerdo al medio por el cual se entrega la información. La clasificación es la siguiente:

## **2.5.1 MEDIOS DE TRANSMISIÓN SEGÚN SU FORMA DE TRANSMISIÓN**

- Simplex.- Es la comunicación que se realiza en un solo sentido, un dispositivo es transmisor y otro receptor.
- Half Dúplex.- Este tipo de comunicación se establece en forma alternada entre receptor y transmisor, es decir un dispositivo envía una transmisión mientras el otro recibe y esta dirección se alterna la comunicación entre los dispositivos.
- Full Dúplex.- Una comunicación full-duplex es aquella en que la transmisión se realiza simultáneamente entre dispositivos.

## **2.5.2 MEDIOS DE TRANSMISIÓN GUIADOS**

### **2.5.2.1 PAR TRENZADO**

Estos son medios de transmisión basados en cobre, consiste en alambres aislados, distribuidos en forma helicoidal en general de 1mm de espesor, la forma helicoidal, por esta razón se denomina par trenzado porque cada cable se junta con otro en forma espiral, el trenzado se utiliza para reducir la interferencia eléctrica con respecto a los pares cercanos que se encuentran a su alrededor. Los pares trenzados se pueden utilizar tanto para transmisión analógica como digital, el ancho de banda depende del calibre del conductor de cobre y del recorrido del cable, si el cable es demasiado extenso la señal se atenúa, es decir que la intensidad de la señal disminuye. Los medios de transmisión de par trenzado son los más utilizados en redes LAN debido a su bajo costo y a la facilidad de implementación y compatibilidad con equipos. (Herrera, 2003)

### **2.5.2.2 CABLE COAXIAL**

El cable coaxial es un cable de un solo conductor rígido de cobre central, el conductor se encuentra rodeado de material aislante y una cobertura de malla metálica hecha a base de hilos finos de cable tejido sobre el aislante. El cable se encuentra cubierto por una chaqueta resistente generalmente de color negro. El cable coaxial tiene inmunidad al ruido y resistencia a la interferencia electromagnética, puede trabajar con aplicaciones que requieren gran ancho de banda lo que le permite manejar grandes longitudes sin manejo de repetidoras, a menos que se note que la señal se atenúa. Este tipo de cables se utiliza mayormente en distribución de servicios de televisión pagada, y telefonía por medio guiado aunque en la actualidad se ofrecen estos servicios a través de fibra óptica. El cable coaxial es más costoso que el cable UTP. (Wayne, 2003)

### **2.5.2.3 FIBRA ÓPTICA**

El medio de transmisión basado en fibra óptica es utilizado generalmente en tendido de cables de backbone o en cables también de distribución de servicios, actualmente se utiliza este medio de transmisión en redes de nueva generación. Estos cables contienen un hilo muy fino de material transparente, vidrio, y plástico generalmente, a través del cual se envían pulsos de luz emitidos por diodos LED o diodos laser. El haz de luz queda completamente confinado y se propaga por el interior de la fibra con un ángulo de reflexión mayor al ángulo de reflexión total, en función de la ley de Snell. Este tipo de cableado es el más costoso debido a los elementos de transmisión, lectores y transmisores ópticos, material de administración para fibra óptica, etc. Además de esto los sistemas de fibra óptica son difíciles de manipular y de instalar. (Ehrhardt, 2010)

### **2.5.3 MEDIOS DE TRANSMISIÓN NO GUIADOS**

Los medios de transmisión no guiados son aquellos que no utilizan cables como transporte de información, si no que sus señales se transportan en forma libre a través del medio como por ejemplo el aire o el vacío. Este tipo de transmisiones cubren grandes distancias sin necesidad de cables. El costo de medio de transmisión se presupuesta como más económico a grandes distancias, se utiliza antenas para su propagación. (Gil, Pomares, & Candelas, 2010)

Los medios de transmisión de este tipo que más relevancia tienen son:

#### **2.5.3.1 LUZ**

Los medios de transmisión que utilizan luz como medio de transmisión son los basados en tecnología infrarrojo, y láser, mediante este tipo de comunicación, se utiliza enlaces ópticos para transmisión y recepción de señales que utilizan el aire como canal de transmisión. Los enlaces de tipo óptico necesitan de un circuito transmisor y un circuito receptor que permita procesar señales e interpretar lo que se transmite de un extremo a otro.

#### **2.5.3.2 RADIOENLACES**

Los radioenlaces utilizan como transmisores antenas que generan señales, estas señales radiadas pueden ser direccionales, y omnidireccionales, en la transmisión también se dispone de un receptor que intercepta intercepte o capte la señal. La antena convierte las corrientes de alta frecuencias en ondas electromagnéticas para su transmisión y hace lo contrario para la recepción.

El alcance máximo de un radioenlace es de cientos de kilómetros, y las velocidades se miden en el orden de los 9600 bps. Su aplicación suele estar relacionada con los radioaficionados y con equipos de comunicación militares, también la televisión y los aviones.

### **2.5.3.3 MICROONDAS**

Las microondas nos permiten transmisiones tanto terrestres como satelitales. Su manejo de frecuencias, se encuentra en el orden de 1 a 10 Ghz, las microondas son muy direccionales y sólo se pueden emplear en situaciones en que existe una línea visual entre emisor y receptor. Los enlaces de microondas permiten grandes velocidades de transmisión, del orden de 10 Mbps.

Las microondas terrestres son aquellas en donde una onda de radio viaja a lo largo de la superficie terrestre. Generalmente transmite en las bandas de baja frecuencia (LF) y frecuencia media (MF).

Las longitudes de onda más largas tienden a seguir la curvatura de la tierra. Sin embargo, según la frecuencia aumenta, la onda de tierra es más efectivamente absorbida por las irregularidades de la superficie terrestre. Esto es debido, a que según la frecuencia aumenta, los obstáculos como montañas, bosques, edificios altos etc. se hacen significativas con relación a la longitud de onda transmitida.

## **2.5.4 CATEGORÍA DE MEDIOS DE TRANSMISIÓN BASADOS EN COBRE**

### **2.5.4.1 CATEGORÍA 1**

El cableado de categoría 1 está descrito en el estándar 568 B de ANSI/EIA/TIA y se utiliza en comunicaciones telefónicas, no se recomienda la transmisión de datos por este medio de transmisión. Trabaja a velocidades de 100 kbps. (Herrera, 2003)

### **2.5.4.2 CATEGORÍA 2**

Esta categoría de cable es obsoleta, se transmite datos a una velocidad de 4 Mbps, este cable posee cuatro pares de hilos de cobre.

### **2.5.4.3 CATEGORÍA 3**

El cableado de categoría 3 se utiliza en transmisión de voz analógica o digital a velocidades de 16 Mbps y ancho de banda de 16 Mhz. El cable se compone de cuatro pares de hilos trenzados.

#### **2.5.4.4 CATEGORÍA 4**

La velocidad de transmisión manejada es de 20 Mbps y ancho de banda de 20Mhz. (Herrera, 2003)

#### **2.5.4.5 CATEGORÍA 5**

Este cable contiene 4 pares de hilos de cobre, maneja mayores longitudes que las anteriores categorías de cable, maneja velocidades de transmisión de 1000 Mbps, con 100 MHz de ancho de banda, se utiliza este tipo de comunicación en redes LAN.

#### **2.5.4.6 CATEGORÍA 5E**

El cableado de categoría 5e o clase D se publicó en el año 2000, y asegura un mejor desempeño que el cableado anterior a esta tecnología (1000BASE-T), se añadieron parámetros de pérdida como NEXT, ELFEXT, FEXT, pérdida de retorno, diafonía, producidas por pares energizados. (Herrera, 2003)

#### **2.5.4.7 CATEGORÍA 6**

Este tipo de cableado se utiliza en redes LAN de edificios comerciales, se denomina cable Clase E, presenta mejoras en el desempeño del canal, limita señales de interferencia electromagnética, maneja transmisiones de 250 Mhz, soporta velocidades de 1000 Mbps, por lo tanto pertenece al estándar 1000 BASE-TX, soportan aplicaciones de PoE ya que trabaja con hilos más gruesos de cable.

#### **2.5.4.8 CATEGORÍA 6A**

Este tipo de cable ofrece un ancho de banda de 500 MHz, llamado también clase EA, tiene una aplicación de 10GBASE-T es decir que trabaja a velocidades de 10Gbps, En la actualidad es uno de los medios más utilizados, incluso los dispositivos de casa desde el año 2012 tienen soporte para trabajar a 10 Gbps.

Este tipo de cable puede usarse en datacenters o cuartos de equipos debido a la capacidad que maneja y el costo inferior a las fibras ópticas OM3 u OM4 que se utilizan como enlaces pero también con costos de instalación más costosa. (Gallego, 2015)

## 2.5.4.9 CATEGORÍA 7 Y 7A

Estos cables se llaman también clase F y FA respectivamente, trabajan a 600 MHz la categoría 7 y 1000 MHz de categoría 7A y son medios de transmisión gruesos por lo que no han tenido mayor acogida en el mercado, además de ser difíciles de manipular y no tienen aplicaciones dedicadas, se necesitan conectores especiales para trabajar con este medio de transmisión, el cable categoría 7 puede manejar 10 Gbps pero la categoría 7A puede manejar fácilmente velocidades de 40 Gbps pero puede alcanzar velocidades de hasta 100 Gbps. Esta categoría de cables no se reconoce por la ANSI/EIA/TIA.

### 2.5.4.10 CUADRO COMPARATIVO DE CATEGORÍA DE CABLES UTP

Los medios de transmisión deben ser seleccionados en base a las aplicaciones que maneje la red y las distancias que se espera alcanzar definido en las normas que las regulan.

**TABLA 12:** Comparación de Cables UTP en base a su categoría

Cat.	Ancho de Banda(Mhz)	Velocidad	Estándar	Aplicación
1	0,4		No descrito	Líneas Telefónicas
2	4	4 Mbps	No descrito	Conexión IBM (obsoleto)
3	16	16 Mbps	ANSI/EIA/TIA 568	Líneas Telefónicas
4	20	16 Mbps	No descrito	Token Ring
5	100	100Mbps	No descrito	Redes LAN Ethernet
5e	100	1 Gbps	ANSI/EIA/TIA 568 B	Redes LAN Ethernet
6	250	1 Gbps	ANSI/EIA/TIA 568 B.2	Redes LAN de alta velocidad
6A	250-500	10 Gbps	ANSI/EIA/TIA 568 C.2	Redes Convergentes
7	600	10 Gbps	No reconocido	Servicios Integrados
7 <sup>a</sup>	1000	10 Gbps	No reconocido	Servicios Integrados

Nota: Algunos cables no se especifican en las normas ANSI/EIA/TIA debido a que no son compatibles con otras tecnologías o su implementación ya es obsoleta o no tuvo acogida comercialmente hablando.

**Fuente:** SOLUTIONSNETWORK. (5 de Julio de 2012). siemon.com. Obtenido de [https://www.siemon.com/la/white\\_papers/07-10-09-demystifying.asp](https://www.siemon.com/la/white_papers/07-10-09-demystifying.asp)

## 2.5.5 TIPOS DE CABLE DE FIBRA ÓPTICA

Los cables de fibra óptica pueden ser cables simplex o dúplex utilizados generalmente como patchcord, cables de distribución que son utilizados en interiores y en backbone ya que son pequeños, livianos y contienen muchas fibras en su interior, cables breakout que son cables resistentes con varias fibras simplex en su interior, cables de estructura holgada que son los más utilizados en instalaciones de planta externa y contienen muchas fibras agrupadas en un tubo plástico pequeño, cable tipo cinta que es un cable de diámetro pequeño con gran cantidad de fibras en su interior y bajo costo, cable blindado también utilizado en planta externa, cable aéreo que se usa en backbone o tendido aéreo, cables de fibra óptica soplada y cables mixtos. (Herrera, 2003)

## 2.6 METODOLOGÍA DE MEDICIÓN DE MEDIOS DE TRANSMISIÓN CON USO DE FLUKE DTX-1800

Para realizar las mediciones del cableado estructurado y la certificación se ha utilizado como herramienta principal el Fluke DTX-1800 que permite el análisis de los parámetros de rendimiento, y calidad del cableado. Se utilizó esta herramienta porque es la que se tiene disponible en la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación de la Universidad Técnica del Norte. Con este dispositivo se miden los enlaces o canales permanentes, además también definen el rendimiento de los componentes, como el hardware de conexión. En este documento se explican los métodos para certificar enlaces de cableado instalados para obtener la garantía de que cumplen con el nivel de rendimiento establecido y que los conectores modulares de 8 pines cumplen con las especificaciones de la norma. El cumplimiento de tomas o faceplate con la Revisión B de la norma TIA / EIA-568. (FLUKENETWORKS, 2013)



**FIGURA 17:** Fluke DTX-1800.

**Fuente:** FLUKENETWORKS. (4 de Marzo de 2013). flukenetworks.com. Obtenido de [http://download.flukenetworks.com/Download/Asset/DTXCableAnalyze\\_9821891\\_SPA\\_A\\_W.PDF](http://download.flukenetworks.com/Download/Asset/DTXCableAnalyze_9821891_SPA_A_W.PDF)

### **2.6.1 NORMA EN LA QUE SE BASA LA CERTIFICACIÓN DE CABLEADO ESTRUCTURADO**

La certificación se basa en la norma ANSI EIA TIA 568 B.2-10 pero abarca también las normas anteriores siendo posible realizar certificaciones también de medios de transmisión de cobre de categoría 5 y 5e además de las categorías 6 y 6 aumentada.

### **2.6.2 PARÁMETROS DE MEDICIÓN**

Para esta norma y con uso de fluke los parámetros de medición para determinar el desempeño de cada enlace de cableado instalado siguen siendo los mismos que los de Cat 5e y Cat 6, pero algunos han cambiado de nombre. Tal y como se mencionó en la norma 568 B.2-10. (FLUKENETWORKS, 2013)

### **2.6.3 REALIZACIÓN DE MEDICIONES CON FLUKE DTX-1800**

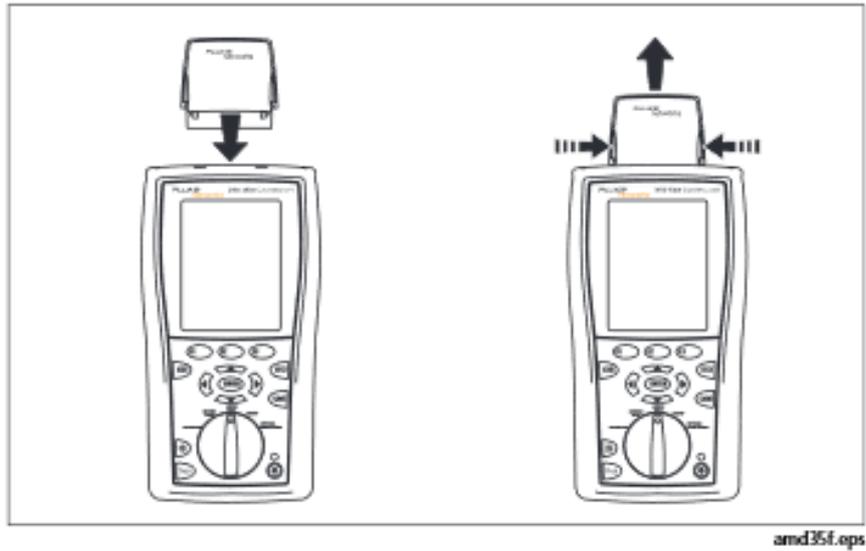
Los analizadores de cables CableAnalyzer serie DTX son instrumentos manuales robustos que se utilizan para certificar, solucionar problemas y documentar instalaciones de cableado de cobre y fibra. Entre sus características se incluyen las siguientes:

El DTX-1800 certifica cableado de par trenzado y coaxial hasta límites de clase F (600 MHz) en menos de 25 segundos, y cableado de categoría 6 en menos de 10 segundos. (FLUKENETWORKS, 2013)

### **2.6.4 MEDICIÓN CON ADAPTADORES DE INTERFAZ DE ENLACE**

Los adaptadores de interfaz de enlace proporcionan la toma correcta y el circuito de interfaz para probar distintos tipos de cableado LAN de par trenzado. Los adaptadores de interfaz de enlace permanente y de canal provistos sirven para probar cableado de hasta categoría 6 aumentada.

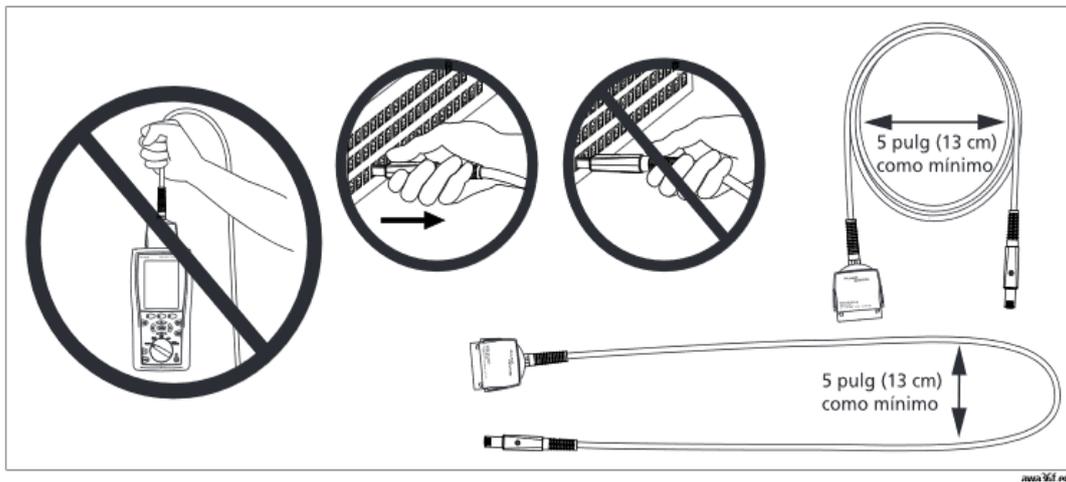
Los adaptadores coaxiales opcionales le permiten probar cableado coaxial.



**FIGURA 18:** Adaptador de interfaz enlace.

**Fuente:** FLUKENETWORKS. (4 de Marzo de 2013). flukenetworks.com. Obtenido de [http://download.flukenetworks.com/Download/Asset/DTXCableAnalyze\\_9821891\\_SPA\\_A\\_W.PDF](http://download.flukenetworks.com/Download/Asset/DTXCableAnalyze_9821891_SPA_A_W.PDF)

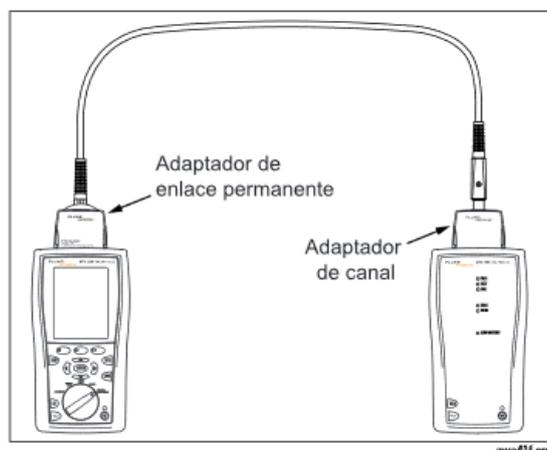
Los adaptadores de interfaz de enlace permanente permiten introducir la punta de prueba al puerto de interconexión de patch panel o puerto de faceplate para realizar mediciones del cableado horizontal. (FLUKENETWORKS, 2013)



**FIGURA 19:** Adaptador de interfaz enlace permanente

**Fuente:** FLUKENETWORKS. (4 de Marzo de 2013). flukenetworks.com. Obtenido de [http://download.flukenetworks.com/Download/Asset/DTXCableAnalyze\\_9821891\\_SPA\\_A\\_W.PDF](http://download.flukenetworks.com/Download/Asset/DTXCableAnalyze_9821891_SPA_A_W.PDF)

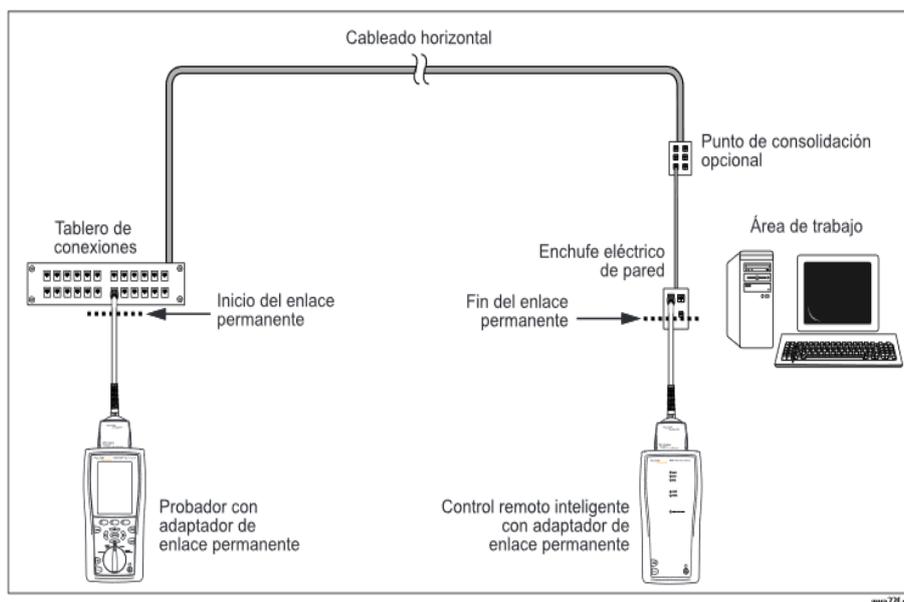
Para realizar mediciones se necesita conectar los dos extremos del fluke para realizar mediciones. Las mediciones se realizan en el modo autotest elegido en la perilla del dispositivo principal.



**FIGURA 20:** Adaptadores permanente y de canal

**Fuente:** FLUKENETWORKS. (4 de Marzo de 2013). flukenetworks.com. Obtenido de [http://download.flukenetworks.com/Download/Asset/DTXCableAnalyze\\_9821891\\_SPA\\_A\\_W.PDF](http://download.flukenetworks.com/Download/Asset/DTXCableAnalyze_9821891_SPA_A_W.PDF)

El cableado horizontal se puede medir desde el tablero de conexiones hasta el faceplate. Se miden todos los parámetros automáticamente siempre y cuando se conecten los dos dispositivos fluke a través de ese medio de transmisión.



**FIGURA 21:** Medición de enlaces permanentes con Fluke DTX-1800

**Fuente:** FLUKENETWORKS. (4 de Marzo de 2013). flukenetworks.com. Obtenido de [http://download.flukenetworks.com/Download/Asset/DTXCableAnalyze\\_9821891\\_SPA\\_A\\_W.PDF](http://download.flukenetworks.com/Download/Asset/DTXCableAnalyze_9821891_SPA_A_W.PDF)

Todos los parámetros medidos se muestran en la pantalla del dispositivo fluke principal nos indica si el cableado de acuerdo a su categoría pasa o no pasa la certificación, todos los fallos se muestran con una x de color rojo, y todos los parámetros que pasan se muestran con un visto de color verde, los detalles de la medición se pueden observar si escogemos la opción Ver o la opción Falla info, además podemos guardar la medición realizada con el nombre específico del cable escogiendo la opción Save o Guardar y se puede respaldar la información instalando el software de Fluke Analyzer para Importar los datos, aquí también podemos respaldar la información como PDF o en lenguaje HTML, todos los parámetros se visualizan en el PDF.

Parámetro	Estado	Valor
Mapa de cableado	✓	
Resistencia	✓	
Longitud	✓	89,6 m
Tiempo prop.	✓	
Diferencia retardo	✓	
Pérdida inserción	✓	(29,1 dB)
Pérdida retorno	✗	(-3,9 dB)
NEXT	✗	(-6,2 dB)

**Sumario** **FALLO**

TIA Cat 6 Channel

Resaltar elemento, pulse ENTER

Falla info Re Pág Av Pág

1 PASA: todos los parámetros están dentro de los límites.  
FALLO: uno o más parámetros excede el límite.  
PASA\*/FALLO\*: Uno o más parámetros están dentro del rango de incertidumbre de la exactitud del probador y la notación "\*" es requerida por la norma de prueba seleccionada. Vea "Resultados PASA\*/FALLO\*" en la página 30.

2 Presione F2 o F3 para desplazar la pantalla.

3 Si la prueba falló, presione F1 para obtener información de diagnóstico.

4 Indicación de acción para la pantalla. Use para resaltar un parámetro y luego presione ENTER.

5 ✓: La prueba pasó.  
i: El parámetro se midió, pero no tiene límite de PASA/FALLO en el límite de prueba seleccionada.  
✗: La prueba ha fallado.  
\*: Vea "Resultados PASA\*/FALLO\*" en la página 30.

6 Los peores márgenes detectados en la prueba.

**FIGURA 22:** Pantalla de verificación de enlaces

**Fuente:** FLUKENETWORKS. (4 de Marzo de 2013). flukenetworks.com. Obtenido de

[http://download.flukenetworks.com/Download/Asset/DTXCableAnalyze\\_9821891\\_SPA\\_A\\_W.PDF](http://download.flukenetworks.com/Download/Asset/DTXCableAnalyze_9821891_SPA_A_W.PDF)

## 2.7 SOFTWARE DE SIMULACIÓN DE BACKBONE DE FIBRA ÓPTICA

### 2.7.1 PPTISYSTEM

OptiSystem es una suite de software de diseño integral que permite a los usuarios crear, hacer pruebas y simular enlaces ópticos en la capa de transmisión de las redes ópticas modernas. Incluye transmisores, receptores y componentes DSP simulando medios de transmisión extremo a extremo de 16-QAM, DP-16-QAM y QPSK DP análisis de diseño de sistema ópticos y rendimiento óptico. (Çetinkaya, 2014)

Este software es desarrollado por la empresa Optiwave y permite simular mediante una interfaz gráfica parecida a MATLAB, permite simulación de varios tipos de sistemas y más de 300 tipos de componentes de red, posee herramientas de post-procesamiento y herramientas de visualización sofisticadas. (Salazar & Coronel, 2014)

### **2.7.2 OPNET MODELER**

Optimized Network Engineering es un software creado para que podamos entender y simular redes actuales, posee varias interfaces y productos, pero una de las más recomendadas a nivel estudiantil y profesional es la versión IT Guru Academic Edition, esta es de mucha utilidad, es una versión libre y gratuita pero presenta limitaciones al momento de modificar paquetes de transmisión, y también permite un número restringido de nodos.

OPNET también presenta una versión comercial denominada OPNET Modeler, la misma que cuenta con más funcionalidades, permite modelar dispositivos comerciales, tecnologías de telecomunicaciones, modelos de servicios de internet, comportamiento de usuarios, modelos personalizados. (Salazar & Coronel, 2014)

### **2.7.3 VPI TRANSMISSION MAKER**

Este es un software de simulación desarrollado por la empresa VPI photonics, este software provee de una plataforma gráfica robusta con diseños de red avanzados, permite desarrollar redes bidireccionales, manejo de varias topologías, manejo de plantillas actualizables, permite diseños de alta capacidad de Modulación, Desarrollo de aplicaciones de hasta 100 Gb, aplicaciones de procesamiento digital de señales, evaluación de formatos de modulación, generación de tecnologías de modulación y codificación. (Salazar & Coronel, 2014)

### **2.7.4 OPTSIM**

Es un software desarrollado por RSOFT Desing Group Inc., El mismo que se ha enfocado en simulación de sistemas de fibra óptica, cuenta con librerías que facilitan el desarrollo de redes ópticas, posee una interfaz gráfica robusta, amigable con el usuario, y permite manejar amplias topologías, este simulador provee de gran exactitud, es muy versátil, y posee varios elementos de transmisión y generadores de señales, permite simular gran variedad de potencias, incluso potencias balanceadas. (Salazar & Coronel, 2014)

## **CAPITULO III**

### **3 ESTADO ACTUAL DE LA RED**

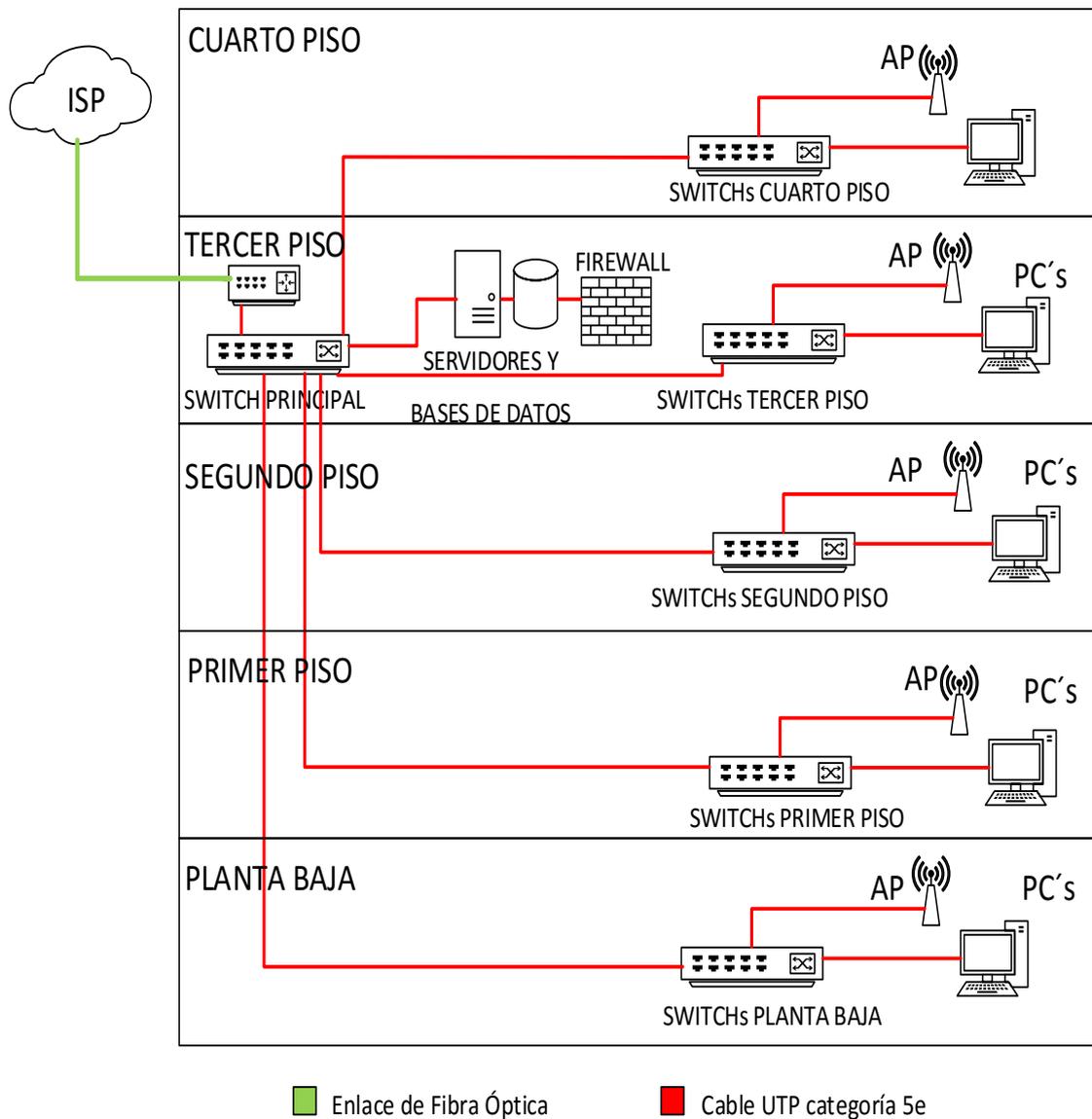
En este capítulo se revisará la forma en que se encuentra estructurada la red de datos del G.A.D. Municipal de Tulcán para lograr reconocer los posibles problemas que afectan el rendimiento y el funcionamiento de la red actual, esto permitirá establecer los cambios que se deben realizar en la estructura de red de cableado y los equipos relacionados con esta de tal forma que se pueda posteriormente desarrollar una red robusta capaz de satisfacer necesidades de funcionalidad que permita estar a la par del desarrollo de la tecnología de transmisión de datos.

#### **3.1 TOPOLOGÍA DE RED**

Gracias a la Jefatura de Sistemas del G.A.D. Municipal de Tulcán, se ha podido identificar los enlaces más importantes en el edificio y comprobar la distribución del sistema de cableado estructurado.

Desde el ISP (CNT), el servicio llega a un router principal a través de un enlace de fibra óptica OM4 Multimodo, en el rack principal se encuentra dicho router de marca CISCO y un switch principal del cual se desprenden todos los enlaces secundarios. Debido a la falta de estudio en el diseño de la red o en el crecimiento de la misma se ha incurrido en el uso de switch no administrables, esto ha producido una mala distribución de cableado y un mal etiquetamiento de los dispositivos de conexión e interconexión.

# G.A.D. MUNICIPAL DE TULCÁN



**FIGURA 23:** Topología de Red del G.A.D. Municipal de Tulcán

Fuente: Diseño realizado en Microsoft visio

## 3.2 NÚMERO DE USUARIOS

Los actuales usuarios de la red que usan el sistema cableado de comunicaciones se ha contabilizado haciendo una comprobación de equipos terminales que se tiene en cada dependencia del G.A.D. Municipal de Tulcán, es decir que se contarán todos los puntos de red existentes, los datos se han tabulado y se han ordenado de acuerdo a los departamentos que se encuentran en cada piso del edificio de la institución.

**TABLA 13:** Número de equipos terminales de la Red del G.A.D. Municipal de Tulcán

<b>Piso</b>	<b>Dependencia</b>	<b>Número de Host o Puntos de Red</b>
<b>Planta Baja</b>	Comisaría	5
	Control de Bienes y Activos	3
	Farmacia	2
	Ventanilla Única	2
	Rentas	7
	Recaudación	11
<b>Primer Piso</b>	Medio Ambiente y Riesgos	10
	Comisaría de Construcciones	3
	Dirección de Gestión y Planificación	2
	Planificación	9
	Proyectos	8
	Auditoría	2
	Calidad Ambiental Residuos Sólidos	4
	Avalúos y Catastros	9
<b>Segundo Piso</b>	Dirección Financiera	12
	Contabilidad	5
	Archivo	1
	Planeación Estratégica	14
	Comunicación y Protocolo	8
	Alcaldía	5
<b>Tercer Piso</b>	Dirección Administrativa	12
	Jefatura de Sistemas	7
	Fiscalización	11
	Sindicatura	4
	Obras Públicas	13
	Compras Públicas	4
	Administración de Contratos	4
	Dirección de desarrollo sostenible	12
<b>Cuarto Piso</b>	Biblioteca	5
	Proyecto Binacional	3
	Salón Máximo	1
	<b>Total</b>	<b>198</b>

Nota: Esta tabla muestra los nombres de cada dependencia localizada por pisos en el G.A.D. Municipal de Tulcán y el número de computadores o host localizados en estas áreas. Fuente: Inventario realizado en el G.A.D. Municipal de Tulcán.

### **3.3 VERIFICACIÓN ACTUAL DE MEDIOS DE TRANSMISIÓN**

Todos los medios de transmisión de la red del G.A.D. Municipal de Tulcán son de categoría 5 y 5e, el estado de los medios de transmisión se verificó con el analizador Fluke DTX-1800, existen varios tipos de analizadores pero se ha escogido este ya que es el que se tiene en existencia en la Universidad Técnica del Norte para hacer pruebas y está a disposición de quienes realizan proyectos o trabajos de grado con requisitos de análisis de medios de transmisión basados en cobre.

En el G.A.D Municipal de Tulcán no se tuvo acceso a mediciones de todos los cables de red debido a la falta de organización y administración de los mismos, pero si se pudo medir gran cantidad de medios de transmisión, lo cual nos permite conocer el estado general de la red en base a estadísticas de los cables analizados.

Cada medición fue realizada con Fluke DTX-1800 en las instalaciones del G.A.D Municipal de Tulcán midiendo los enlaces permanentes, en general existieron gran cantidad de cables conectados en forma directa desde un switch hasta el usuario final, casi el 50% de la red está conectado mediante patch panels hacia faceplate, lo que llevo a determinar que se midan los enlaces permanentes directamente desde el cable conectado al switch o desde el patch panel hacia el patch cord de equipo terminal, para manejar eficientemente las mediciones con respecto al tiempo que se utilizaría para medir los enlaces.

#### **3.3.1 MODELO REFERENCIAL DE MEDICIONES CON FLUKE DTX-1800**

El formato de las mediciones realizadas específicamente por Fluke DTX-1800 tiene el siguiente formato:



Cable ID: 1A.PPA:05

Test Summary: FAIL

Date / Time: 04/09/2015 05:17:33pm  
Headroom: -0.3 dB (NEXT 36-45)  
Test Limit: TIA Cat 5e Channel  
Cable Type: Cat 6A UTP

Operator: DENNIS REINA  
Software Version: 2.1200  
Limits Version: 1.2800  
NVP: 68.2%

Model: DTX-1800  
Main S/N: 9859001  
Remote S/N: 9859002  
Main Adapter: DTX-CHA001  
Remote Adapter: DTX-CHA001

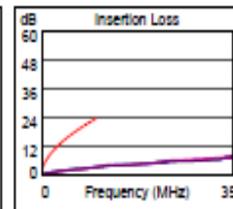
Wire Map (T568B)

PASS



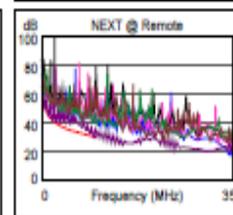
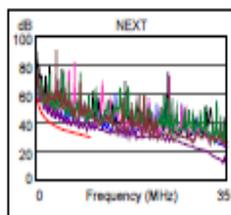
Patch Cable BAD or Patch Cable too short

Length (ft), Limit 328	[Pair 78]	52
Prop. Delay (ns), Limit 555		78
Delay Skew (ns), Limit 50		1
Resistance (ohms)	[Pair 12]	9.5
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 12]	20.3
Frequency (MHz)	[Pair 12]	100.0
Limit (dB)	[Pair 12]	24.0

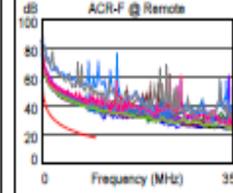
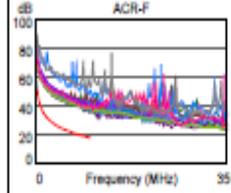


Worst Case Margin Worst Case Value

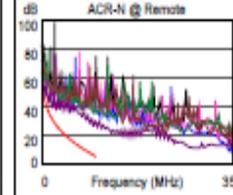
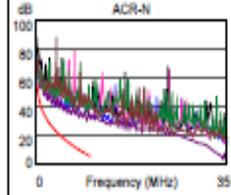
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>FAIL</b>				
Worst Pair	36-45	36-45	36-45	36-45
NEXT (dB)	4.0	-0.3*F	4.0	0.0
Freq. (MHz)	93.3	13.3	93.3	94.8
Limit (dB)	30.6	45.0	30.6	30.5
Worst Pair	36	36	36	36
PS NEXT (dB)	5.2	2.1	5.4	2.4
Freq. (MHz)	6.6	6.5	92.8	94.8
Limit (dB)	46.9	47.1	27.6	27.5



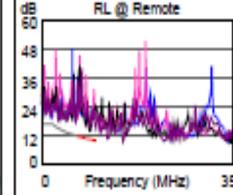
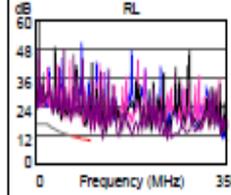
	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	36-12	12-36	36-12	12-36
ACR-F (dB)	17.2	17.1	17.2	17.1
Freq. (MHz)	96.8	96.8	96.8	96.8
Limit (dB)	17.7	17.7	17.7	17.7
Worst Pair	12	36	12	36
PS ACR-F (dB)	17.8	18.2	17.8	18.5
Freq. (MHz)	96.0	87.5	96.5	99.5
Limit (dB)	14.8	15.6	14.7	14.4



	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>N/A</b>				
Worst Pair	36-45	36-45	36-45	36-45
ACR-N (dB)	10.3	4.7	23.6	19.7
Freq. (MHz)	6.8	6.5	93.3	94.8
Limit (dB)	44.0	44.4	7.5	7.2
Worst Pair	36	36	36	36
PS ACR-N (dB)	10.0	6.9	24.9	22.2
Freq. (MHz)	6.6	6.5	92.8	94.8
Limit (dB)	41.2	41.4	4.6	4.2



	MAIN	SR	MAIN	SR
<b>PASS</b>				
Worst Pair	78	45	78	45
RL (dB)	5.0	3.2	5.0	3.2
Freq. (MHz)	100.0	89.0	100.0	89.0
Limit (dB)	10.0	10.5	10.0	10.5



\* Measurement is within the accuracy limits of the instrument.

LinkWare Version 8.2

Project: GAD.M.TULCAN  
Site: TULCAN



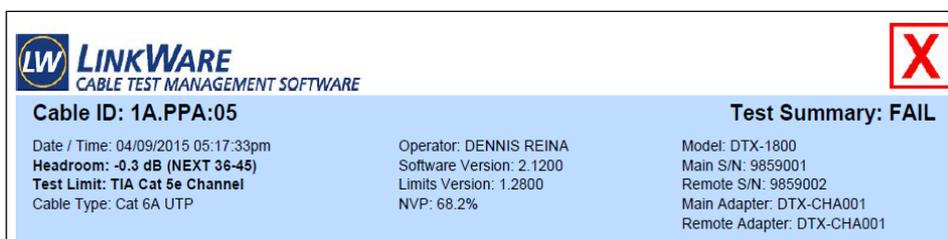
municipio mediciones - coola.fw

FIGURA 24: Formato de la medición guardada en Fluke DTX-1800

Fuente: Fluke DTX-1800

En la parte superior izquierda del formato de presentación de mediciones se pueden observar los datos informativos, primero se encuentra la marca del analizador, el ID del cable, este mismo es único para cada enlace, la fecha en la que se realizó la medición, los niveles de atenuación, la categoría del cable y el tipo, además se presentan los datos informativos del operador, y la versión del software.

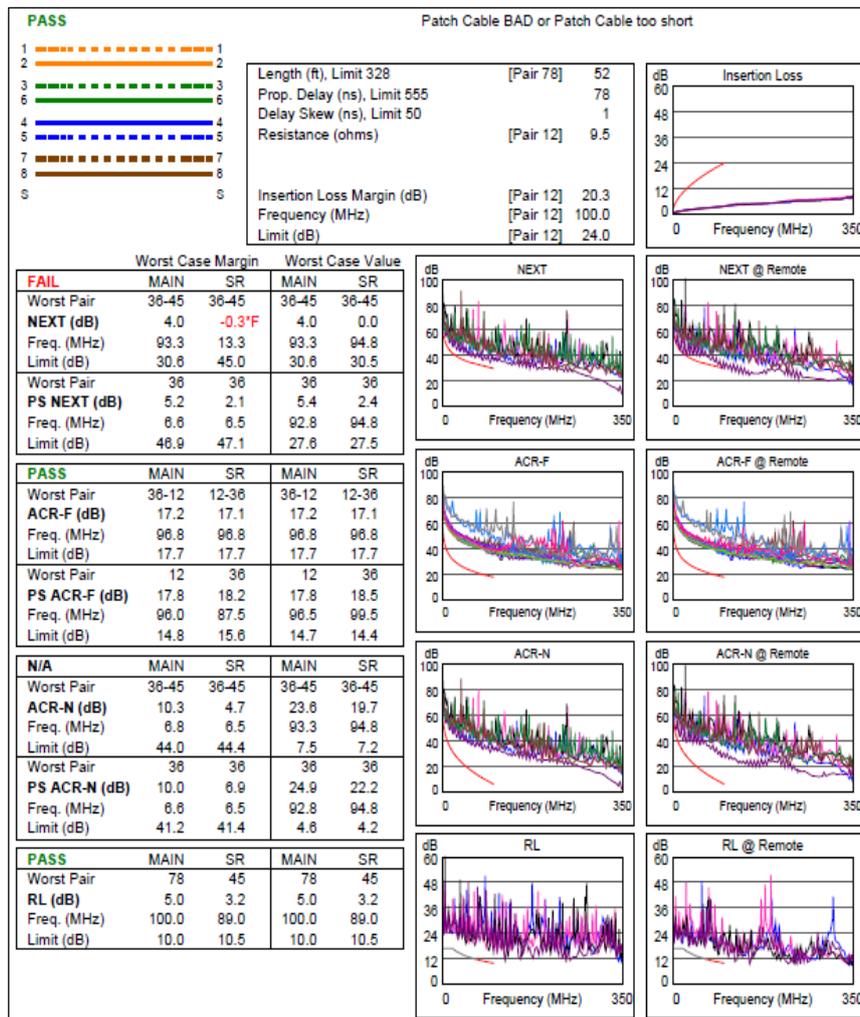
En la parte superior derecha se observa una "X" encerrada en un cuadro de color rojo, esto indica que el cable no pasó la certificación, caso contrario este símbolo será reemplazado por un visto ( √ ) de color verde. Por debajo de esta información se visualiza la palabra FAIL o PASS dependiendo de si el medio de transmisión pasa o no la certificación, también se tienen los datos informativos del dispositivo de medición.



**FIGURA 25:** Cabecera de Formato de medición Fluke DTX-1800

**Fuente:** Fluke DTX-1800

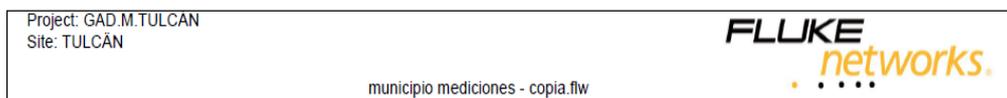
En el cuerpo del formato se muestra la medición en sí que es la recopilación de todos los parámetros medidos necesarios para la certificación, aquí se muestran los parámetros como mapa de cableado la cual se observa en la parte superior izquierda, parámetros como FEXT, NEXT, Retardos, etc., pero se muestra también los parámetros en forma gráfica en la parte izquierda. Todos los parámetros que fallen en el proceso de certificación, o excedan los valores de los parámetros permitidos se muestran en color rojo, además en el título del parámetro de medición obtenido se puede observar la palabra FAIL. El resto de parámetros se mostraran con la palabra PASS en color verde.



**FIGURA 26:** Cuerpo del formato de mediciones de Fluke DTX-1800.

**Fuente:** Fluke DTX-1800

En la parte inferior de la hoja de formato de mediciones se observa el nombre del proyecto que se está certificando, la ubicación donde se realiza el proyecto y el nombre como se guarda el archivo en la memoria del analizador.



**FIGURA 27:** Pie de página de formato de mediciones de Fluke DTX-1800

**Fuente:** Fluke DTX-1800

### 3.3.2 TABULACIÓN DE MEDICIONES

Las mediciones recopiladas han sido tabuladas de acuerdo a los datos arrojados por el analizador. Esta información está disponible en el ANEXO A.

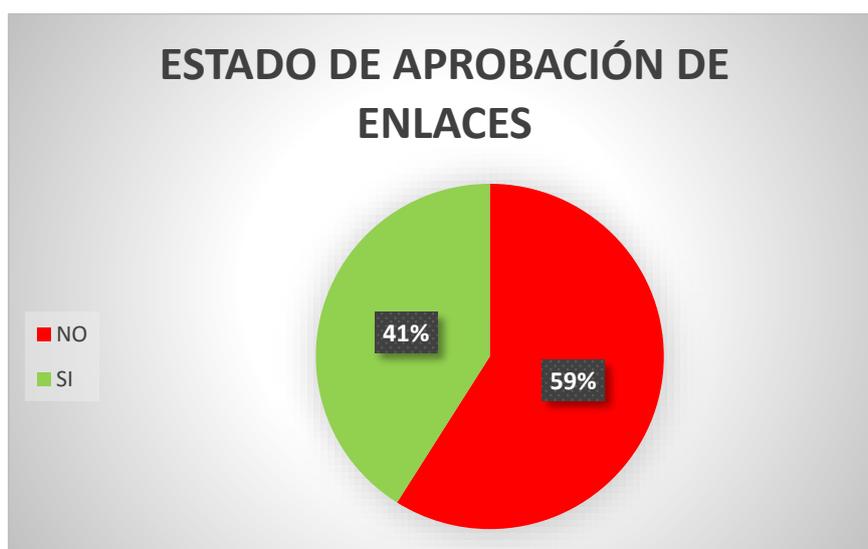
### 3.3.3 REPRESENTACIÓN ESTADÍSTICA DE MEDICIONES

Los datos tabulados se interpretan mediante gráficas para mejor comprensión de la información recolectada con el analizador FLUKE, los datos son un resumen del estado de la red de datos perteneciente al G.A.D. Municipal de Tulcán.

**TABLA 14:** Enlaces que pasan la certificación de acuerdo a las mediciones con FLUKE DTX-1800

PASA LA CERTIFICACIÓN	NÚMERO DE ENLACES
NO	135
SI	94
<b>Total general</b>	<b>229</b>

Nota: Los datos muestran el número total de enlaces medidos y el número de enlaces que pasan y los que no han sido aprobados de acuerdo a las mediciones con el analizador de cables, en su mayoría los cables no pasan la certificación. Fuente: Datos obtenidos en Fluke DTX-1800



**FIGURA 28:** Representación de datos de mediciones, referencia de aprobación de cables

El 41 % de los enlaces medidos, es decir que de 229 enlaces medidos 94 de ellos pasan la certificación y no tienen ningún problema, pero el 59% es decir 135 enlaces presentan algún problema o falla en las mediciones realizadas. En una red de datos se debe garantizar la transmisión efectiva y segura de datos y los problemas de medios de transmisión hacen que la red no sea eficiente y existan pérdidas considerables a nivel de datos, los mismos que se reflejan posteriormente en costos.

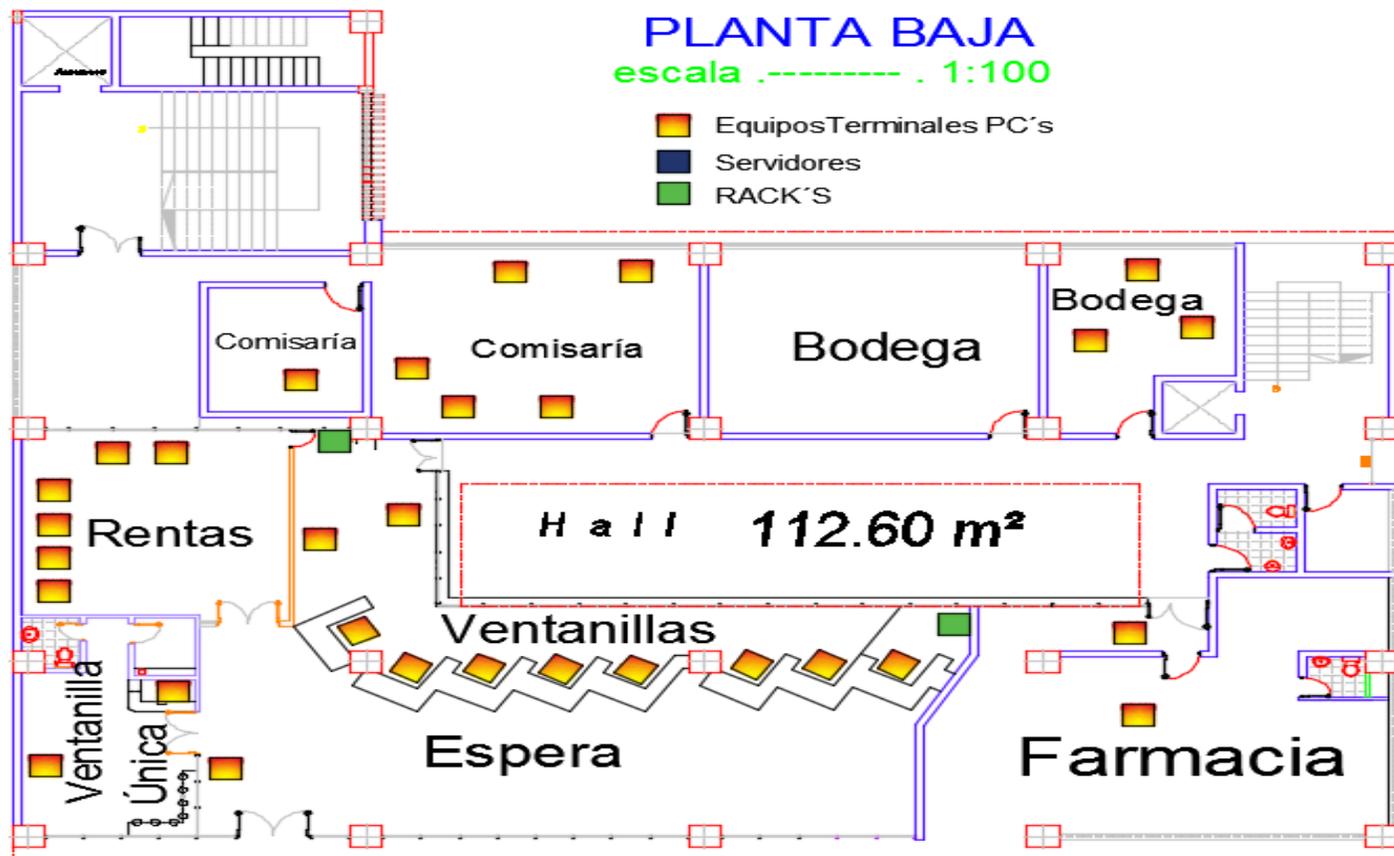
**TABLA 15:** Tipos de fallas detectadas en medios de transmisión con Fluke DTX-1800

TIPO DE FALLA	NÚMERO DE ENLACES
ACRF, PS-ACRF, PERDIDA DE RETORNO	2
MAPA DE CABLEADO	108
NEXT	2
NEXT, ACRF, PS-ACRF, PERDIDA DE RETORNO	1
NEXT, ACRF, PSNEXT, PS-ACRF	1
NEXT, PERDIDA DE RETORNO	1
NEXT, PSNEXT, ACRF, PS-ACRF, PERDIDA DE RETORNO	9
NEXT, PSNEXT, PERDIDA DE RETORNO	3
NINGUNA	94
PERDIDA DE RETORNO	8
<b>Total general</b>	<b>229</b>



**FIGURA 29:** Representación gráfica de fallas presentadas en los medios de transmisión medidas con Fluke DTX-1800

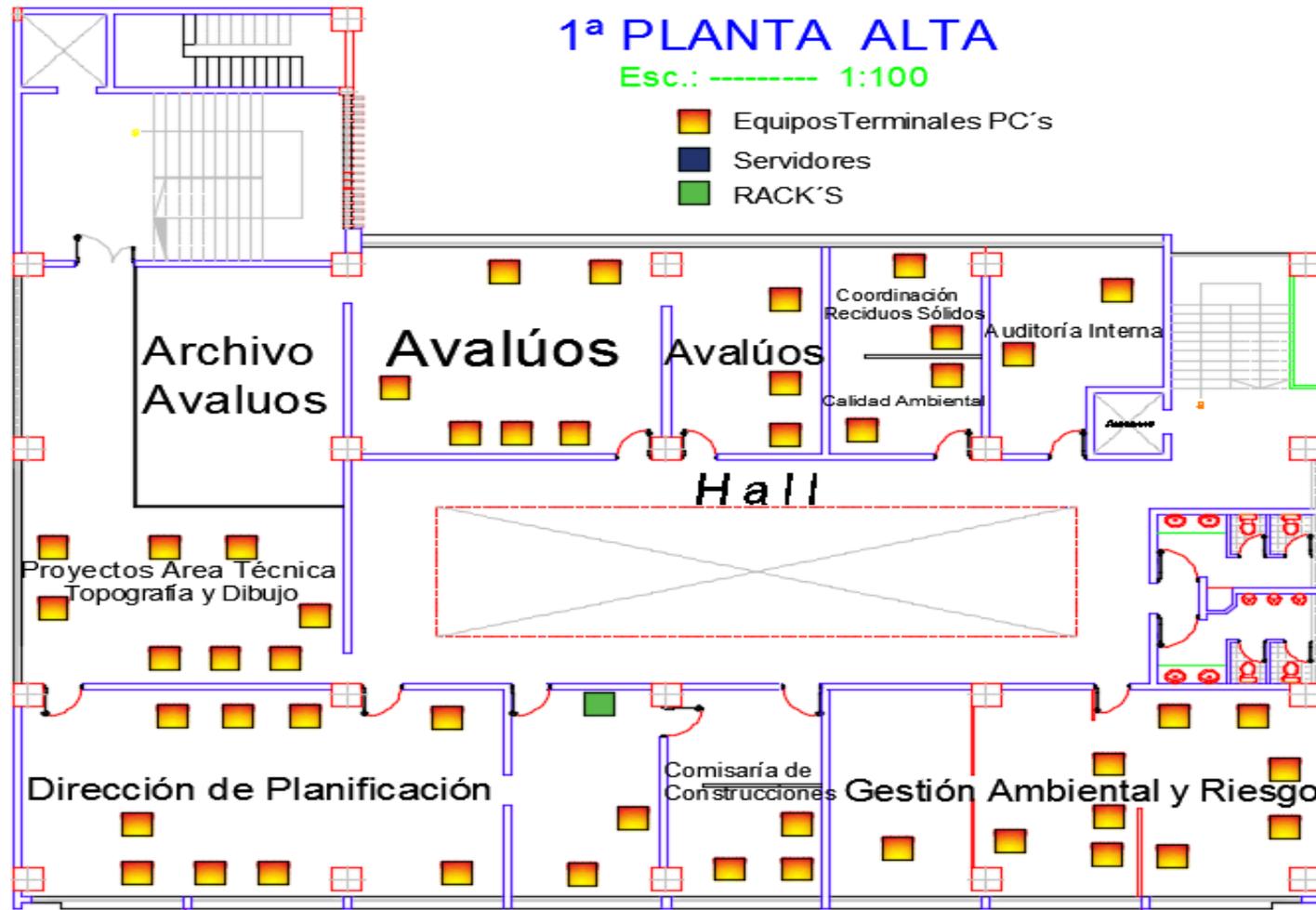
### 3.4 DISTRIBUCIÓN DE USUARIOS Y RACKS LA RED EN EL EDIFICIO



**FIGURA 30:** Plano de distribución actual de la red en la planta baja del edificio del G.A.D. Municipal de Tulcán.

Nota: En este plano se representa la disposición de los equipos terminales, servidores y racks de la red en los respectivos departamentos

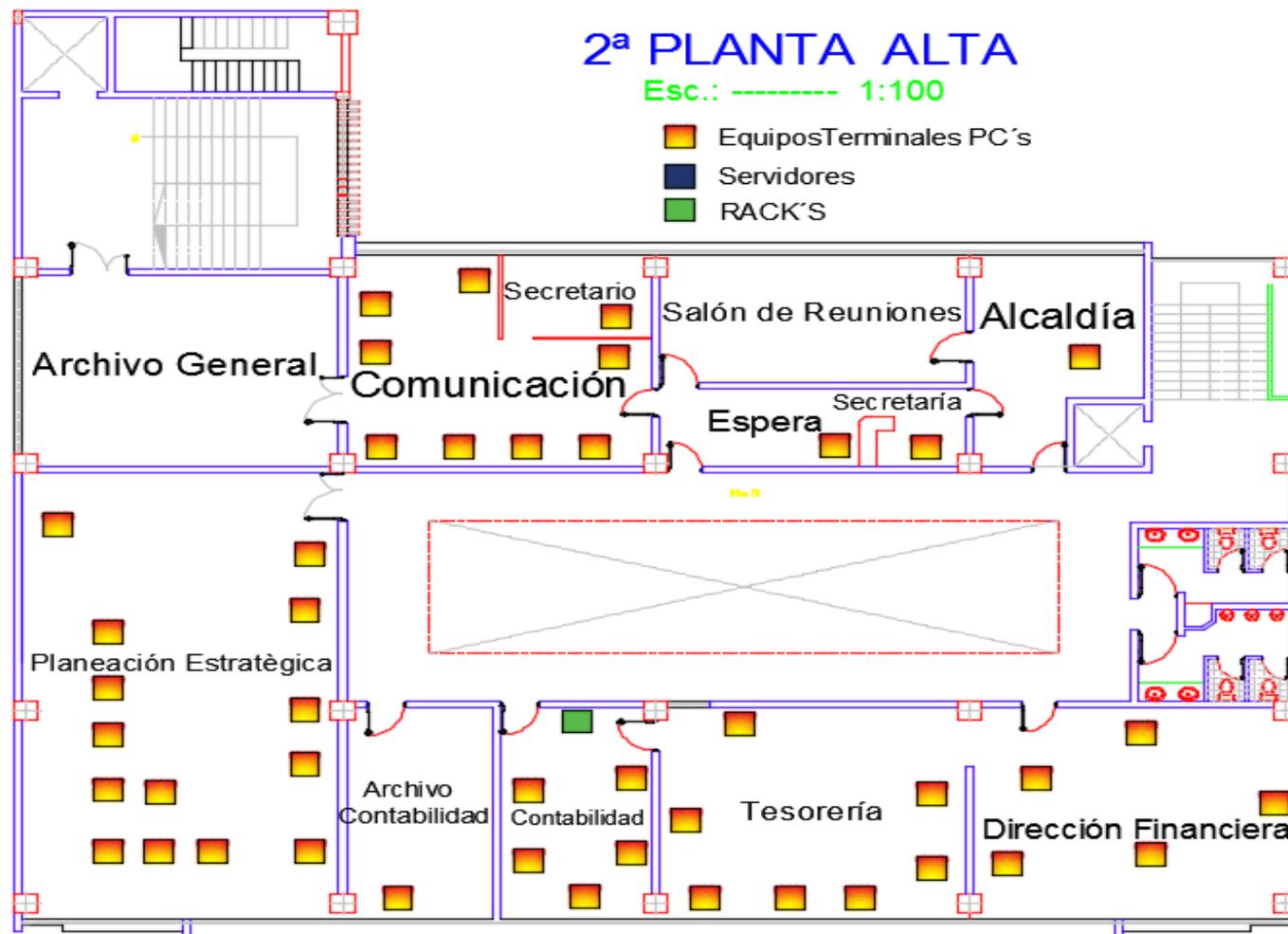
**Fuente:** Departamento de Proyectos, Área Técnica, Topografía y Dibujo del G.A.D. Municipal de Tulcán



**FIGURA 31:** Plano de distribución actual de la red en la primera planta del edificio del G.A.D. Municipal de Tulcán.

Nota: En este plano se representa la disposición de los equipos terminales, servidores y racks de la red en los respectivos departamentos

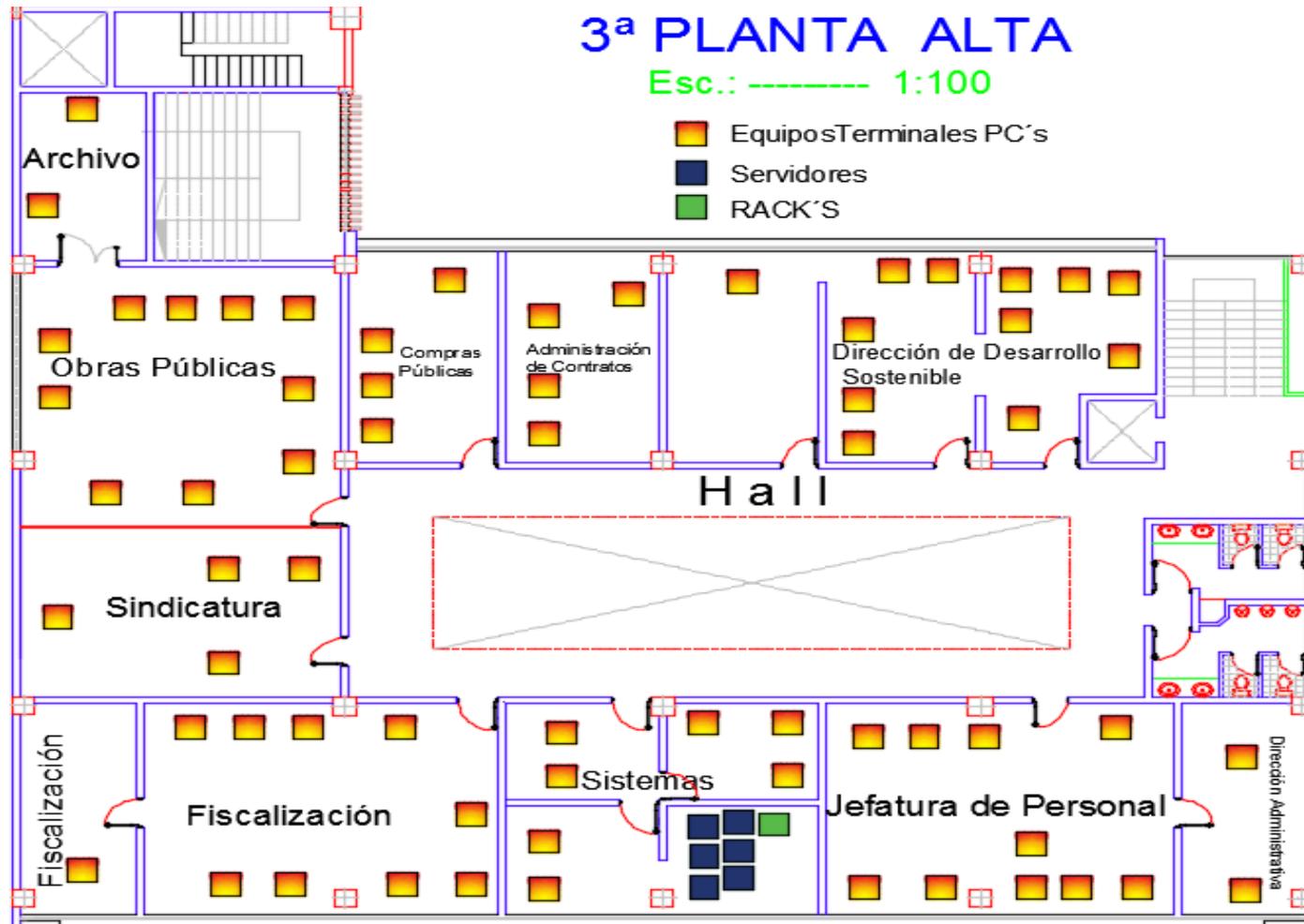
**Fuente:** Departamento de Proyectos, Área Técnica, Topografía y Dibujo del G.A.D. Municipal de Tulcán



**FIGURA 32:** Plano de distribución actual de la red en la segunda planta del edificio del G.A.D. Municipal de Tulcán.

Nota: En este plano se representa la disposición de los equipos terminales, servidores y racks de la red en los respectivos departamentos

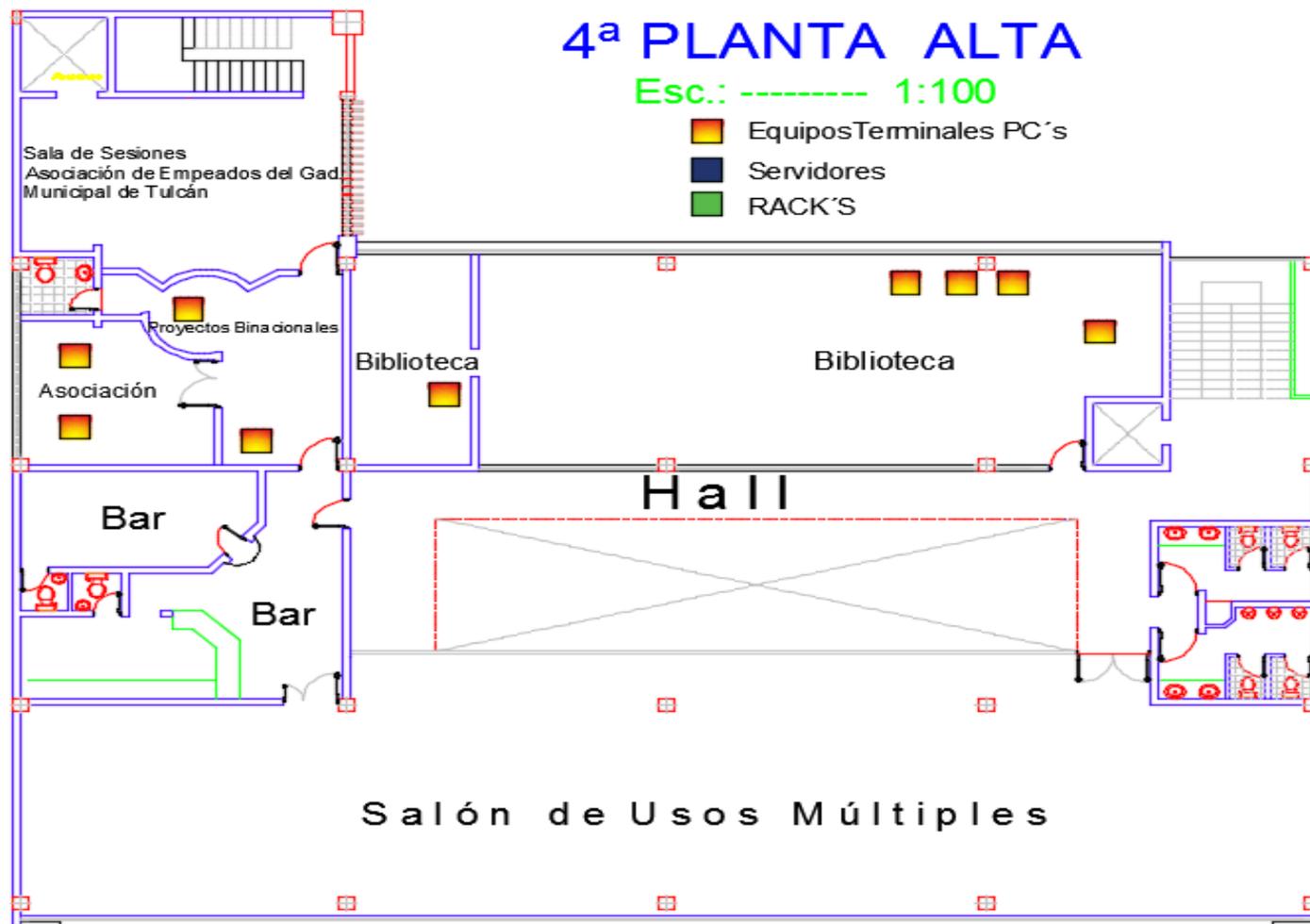
**Fuente:** Departamento de Proyectos, Área Técnica, Topografía y Dibujo del G.A.D. Municipal de Tulcán



**FIGURA 33:** Plano de distribución actual de la red en la tercera planta del edificio del G.A.D. Municipal de Tulcán.

Nota: En este plano se representa la disposición de los equipos terminales, servidores y racks de la red en los respectivos departamentos

**Fuente:** Departamento de Proyectos, Área Técnica, Topografía y Dibujo del G.A.D. Municipal de Tulcán



**FIGURA 34:** Plano de distribución actual de la red en la cuarta planta del edificio del G.A.D. Municipal de Tulcán.

Nota: En este plano se representa la disposición de los equipos terminales, servidores y racks de la red en los respectivos departamentos

**Fuente:** Departamento de Proyectos, Área Técnica, Topografía y Dibujo del G.A.D. Municipal de Tulcán

### **3.5 RESULTADOS OBTENIDOS**

La red actual del edificio del G.A.D. Municipal de Tulcán está basada en cobre, es decir que utiliza medios de transmisión UTP de categoría 5e en su totalidad, el equipo principal ubicado en la tercera planta del edificio y que hace las veces de punto de demarcación es un router, este recibe el servicio mediante un transceiver que transforma la señal puesto que el servicio que recibe desde el proveedor llega a través de fibra óptica multimodo OM4.

La red presenta deficiencia en el diseño de cuarto de equipos, en salas de telecomunicaciones, y en la distribución de servicios mediante cableado, algunos cables se han deteriorado y los paneles de parcheo existentes muestran deficiencias en las lecturas con Fluke.

De acuerdo a las mediciones realizadas se ha logrado determinar que la red presenta problemas de cableado, generalmente en mapa de cableado debido a cables defectuosos o malas conexiones de los jacks RJ45.

La red no tiene un backbone definido y en ocasiones no se determina hacia qué lugar van ciertos cables que salen de los switch ubicados en los racks, esto hace difícil el medir y certificar los cables, puesto que tampoco se ha realizado un etiquetamiento de equipos por pisos y mucho menos consideración de etiquetamiento de medios de transmisión.

Todo el cableado se distribuye a través de canaletas, incluso el ducto o espacio utilizado para distribuir el backbone horizontal maneja grandes masas de cables, siendo algunos innecesarios. Además en el cuarto de equipos los cables se encuentran desorganizados y en el piso de tal manera que cualquier persona del departamento de sistemas puede pisar y deteriorar los medios de transmisión, logrando hasta en ocasiones desconectar los equipos de forma innintencional.

## CAPÍTULO IV

### 4 DISEÑO DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO

En este capítulo se tomarán en cuenta todas las condiciones que debe cumplir un sistema de cableado estructurado para edificios comerciales, de tal forma que en la misma infraestructura arquitectónica que se diseñó sin consideraciones de cableado para redes de datos, se pueda hacer un estudio de red robusta, confiable y óptima, para lo cual se usaran normas actuales y metodologías de estudio que permitan a futuro el correcto desempeño de los servicios de datos.

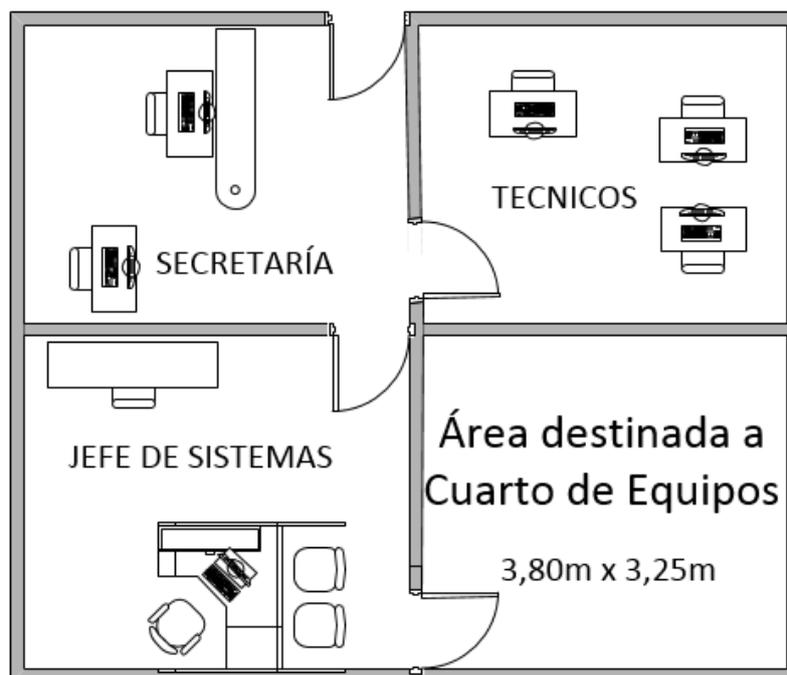
#### 4.1 ESTUDIO DE ESPACIO DISPONIBLE

El G.A.D. Municipal de Tulcán consta de cinco plantas incluyendo la planta baja.

La distribución de los equipos terminales en cada piso es fija pero se debe considerar el crecimiento de usuarios de la red.

##### 4.1.1 CUARTO DE EQUIPOS

En la tercera planta se ubica el departamento de sistemas y dentro de este se encuentra el cuarto de equipos.



**FIGURA 35:** Área destinada a el cuarto de equipos. JEFATURA DE SISTEMAS (Tercera Planta)

En base a la norma ANSI EIA TIA 569 C y con referencia a la ASHRAE existen cuatro niveles de usuarios definidos en clase A, B, C y D; la red del G.A.D. Municipal de Tulcán posee menos de 200 usuarios finales, por lo cual se la ubica en la clase A, y aun cuando en un futuro se tiene previsto sobrepasar este número de usuarios, se puede utilizar la misma área que ha venido funcionando como cuarto de equipos, debido a que el área utilizable es de 3,80m x 3,25m, lo que da un total de 12,25 m<sup>2</sup> y la norma permite un tamaño mínimo de cuarto de equipos de dimensión de 3 m o 10ft de largo por 3m o 10 ft de ancho, o un área mínima de 10 m<sup>2</sup> o 100 ft<sup>2</sup> o hasta un mínimo de 12 m<sup>2</sup> o 120 ft<sup>2</sup> para los edificios con una superficie bruta de hasta 50.000 m<sup>2</sup> 500.000 ft<sup>2</sup>. (García Marín, 2012)

En este cuarto no solo se ubicará el rack si no también se ubicarán los servidores de Firewall, servidor de correo, base de datos de recaudación, servidor de antivirus, servidor DNS y servidor DHCP, además de la PBX. Actualmente la PBX no funciona en forma integrada por lo cual se recomienda una red de servicios integrados en este proyecto de trabajo de grado.

Todos los servidores deben contar con acceso remoto de preferencia con configuración de SSH, las claves deben ser robustas y fáciles de recordar, el conocimiento de esta clave es únicamente para uso de quien administra dichos servidores.

Este cuarto tiene tres metros de altura por lo que se realizará la puesta de un techo falso, por sobre el cual se ubicarán los cables de la red.

Actualmente se cuenta con un UPS, y este puede usarse en este diseño de red, provee de al menos 15 minutos de energía para los equipos y servidores del cuarto de equipos. Este UPS cuenta con alimentación de la caja de Bypass eléctrico.

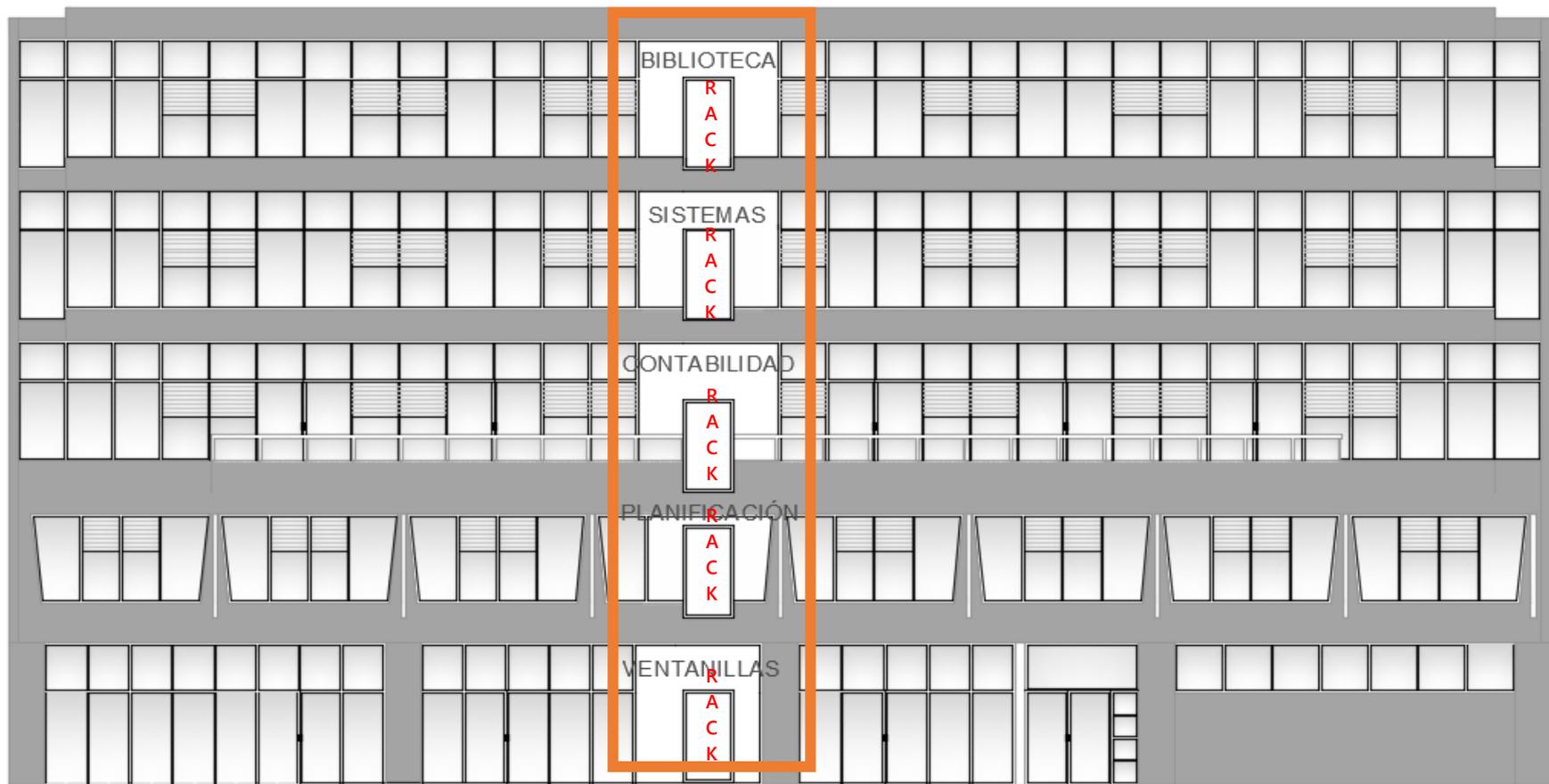
Se recomienda un sistema de aire acondicionado de al menos 62000 BTU/h de capacidad de 5 a 8 kg por hora, debe mantener una temperatura controlada de menos de entre 18 y 24 °C.

Como parte de la seguridad el cuarto de equipos debe tener acceso a través de una puerta de preferencia metálica con cerradura metálica con protección antipalanca de acceso electrónico o magnético controlado, el cuarto de equipos debe tener seguridad contra incendios, detectores de humo y cámaras de video, se requiere de pintura antifuego en las paredes, y control de energía.

#### **4.1.2 CUARTO DE TELECOMUNICACIONES**

Los cuartos de telecomunicaciones o armarios de comunicaciones se ubicarán en cada piso de acuerdo a la altura de la distribución de la tercera planta. Se ubicarán en la parte superior e inferior al cuarto de telecomunicaciones pero a la misma distancia para despliegue de backbone vertical y correcta distribución del cableado horizontal, exceptuando la cuarta planta debido a que en la parte superior se encuentra la sala de usos múltiples, por lo cual el armario o rack se ubicará en la biblioteca.

Es recomendable en todos los casos el uso de gabinetes para mayor seguridad ya que estos se encuentran ubicados en lugares por donde hay circulación de personas o funcionarios del municipio. (Urueña León, 2007)



CORTE FACHADA CALLE OLMEDO  
Esc.: ----- 1:100

**FIGURA 36:** Ubicación de cuartos de telecomunicaciones distribuidos por plantas

Los racks estarán ubicados en el la planta baja en la parte posterior del área de ventanillas, en la primera planta se ubicará en el área de planificación, en la segunda planta se ubicará en el área de contabilidad, el rack para cableado horizontal en el tercer piso se encontrará dentro del cuarto de equipos en el departamento de sistemas, además en la cuarta planta se ubicará dentro de la biblioteca.

Se proporcionará en base a la norma ANSI EIA TIA 569 C un espacio libre frontal de 1 m o 3 pies para la instalación de equipos, pero se recomienda espacio libre frontal de 1,2 m o 4 pies para tener mejor acceso a equipos más profundos.

Se proporcionará espacio libre posterior de 0,6 m 2 pies para el acceso de servicio en la parte posterior de bastidores y gabinetes, pero es mayormente recomendable tener un espacio posterior de 1 m 3 pies para mejor manejo de los equipos activos y distribuidores.

Todos los espacios están correctamente iluminados pues se utilizan lámparas de doble tubo fluorescentes de al menos 1320 lúmenes a 30°C.

#### **4.1.3 CANALIZACIÓN Y DUCTERÍA**

Todo el sistema de distribución se realizará utilizando la norma ANSI EIA TIA 569 C En el caso del G.A.D. Municipal de Tulcán cada piso tiene estructura diferente, por lo cual la distribución debe hacerse de forma diferente en cada piso, y se debe utilizar diferentes materiales para distribución eficiente. Los planos de la ductería descrita se pueden observar en el ANEXO C de este documento.

##### **4.1.3.1 DISTRIBUCIÓN DE CABLES EN LA PLANTA BAJA**

En la planta baja no se dispone de techo falso, por lo cual la distribución horizontal debe realizarse utilizando canaletas y realizando hoyos en la pared de 5"x 3", las canaletas tienen esta misma dimensión y se ubicarán a 2 o 3cms del techo, el grosor de las canaletas puede ser el mismo durante todo el recorrido o se puede ir reduciendo de acuerdo a la masa de cables que se maneja. El cableado que entra y sale del Rack se ubica en escalerillas metálicas de 6" de ancho. Estas escalerillas se empotrarán al techo y a la pared con tornillos de 2,5" y con la utilización de taco fisher.

Desde el techo y para llegar al Rack se realizará un hoyo de 5 x 5 cm por donde pasarán los cables de Backbone, y los cables UTP de redundancia.

En esta planta se utilizarán las canaletas por la parte superior de las oficinas y de la canaleta principal saldrán las canaletas de 20 x 12 mm, y en el piso se colocarán las canaletas de piso.

Por la pared del pasillo se puede realizar los hoyos hasta el departamento de comisaría y desde este un hoyo de menor tamaño 3cm x 3cm hacia la bodega. Los cables de los computadores de las ventanillas se pueden distribuir con uso de canaletas de 40 x 25 mm. Hacia recaudación se utilizarán canaletas de 100 x 50 mm.

Hacia la farmacia se realizará un hoyo de 2 x 2 cm y se utilizarán canaletas de 20 x 12 mm pues en farmacia solo hay dos puntos de red.

#### **4.1.3.2 DISTRIBUCIÓN DE CABLES EN LA PRIMERA PLANTA**

En esta planta se dispone de techo falso, por lo cual la distribución horizontal debe realizarse con canaletas o escalerillas debajo del techo de hormigón. Se utilizarán hoyos de 5"x 3" en las paredes laterales, las canaletas tienen esta misma dimensión y se ubicarán desde 5 o 10cms sobre el techo falso, el grosor de las canaletas puede ser el mismo durante todo el recorrido o se puede ir reduciendo de acuerdo a la masa de cables que se maneja. El cableado que entra y sale del Rack se ubica en escalerillas metálicas de 6" de ancho. Estas escalerillas se empotrarán al techo y a la pared con tornillos de 2,5" y con la utilización de taco fisher.

Desde el techo y para llegar al Rack se realizará un hoyo de 5 x 5 cm por donde pasarán los cables de Backbone, y los cables UTP de redundancia.

En esta planta se utilizarán las canaletas por la parte superior de las oficinas y de la canaleta principal saldrán las canaletas de 20 x 12 mm, y en el piso se colocarán las canaletas de piso.

Por el techo falso hasta llegar a la dirección de planificación, en la pared se realizará un hoyo de 10 x 10 cm ya que se maneja gran cantidad de cables, siguiendo el recorrido se llega al departamento de proyectos realizando un hoyo de 10 x 10 cm. Se debe cruzar hacia archivo y pasar hacia Avalúos con un hoyo de 8 x 8 cms y se utilizarán nuevamente canaletas de 100 x 50 mm, aunque el número de usuarios ya es menor. También se debe llegar a ambiente y auditoría interna realizando hoyos de 8 x 8cm, en la oficina de ambiente se utilizarán canaletas de 40 x 25 mm, y en auditoría interna se pueden utilizar canaletas de 20 x 12 mm

Por otra parte desde el rack y hacia el lado contrario se tiene la comisaría de construcciones hacia donde se puede llegar sin realizar hoyos y con canaletas de 40 x 25mm. También se sigue el camino para llegar a gestión ambiental y riesgo en donde se puede distribuir toda la masa de cables principales con canaletas de 10 x 50 mm.

#### **4.1.3.3 DISTRIBUCIÓN DE CABLEADO EN LA SEGUNDA PLANTA**

En esta planta se dispone de techo falso, por lo cual la distribución horizontal debe realizarse con escalerillas debajo del techo de hormigón. Se utilizarán hoyos de 5"x 3" en las paredes laterales, las escalerillas tienen esta misma dimensión y se ubicarán desde 5 o 10cms sobre el techo falso, el grosor de las escalerillas puede ser el mismo durante todo el recorrido o se puede ir reduciendo de acuerdo a la masa de cables que se maneja. El cableado que entra y sale del Rack se ubica en escalerillas metálicas de 6" de ancho. Estas escalerillas se empotrarán al techo y a la pared con tornillos de 2,5" y con la utilización de taco fisher.

Desde el techo y para llegar al Rack ubicado en el departamento de Contabilidad se realizará un hoyo de 5 x 5 cm por donde pasarán los cables de Backbone, y los cables UTP de redundancia.

En esta planta se utilizarán las escalerillas por la parte superior de las oficinas y de la canaleta principal saldrán las canaletas de 20 x 12 mm, y en el piso se colocarán las canaletas de piso.

Por el techo falso hasta llegar al departamento de planeación estratégica se realizarán hoyos en las paredes del departamento de archivo y planeación estratégica de 10 x 10 cm ya que se maneja gran cantidad de cables, siguiendo el recorrido se llega al departamento de comunicación realizando hoyos de 10 x 10 cm en las paredes que se encuentran entre los dos departamentos y se utilizan escalerillas de 100 x 50 mm. Se debe cruzar hacia la alcaldía con uso de canaletas de 40 x 25 mm pero no se realizarán hoyos puesto que se puede llegar directamente hacia este departamento.

Por otra parte desde el rack y hacia el lado contrario se tiene el departamento de tesorería, lugar hacia a donde se llega directamente con el cableado a través de las escalerillas ubicadas sobre el techo falso.

#### **4.1.3.4 DISTRIBUCIÓN DE CABLEADO EN TERCERA PLANTA**

En esta planta no se dispone de techo falso, pero se propone en el cuarto de telecomunicaciones utilizarlo, por lo cual la distribución horizontal debe realizarse con escalerillas durante el recorrido en el cuarto de equipos. Debajo del techo de hormigón. Se utilizarán hoyos de 5"x 3" en las paredes laterales, las canaletas tienen esta misma dimensión y se ubicarán desde 2 o 3 cms bajo el techo. El grosor de las canaletas puede ser el mismo durante todo el recorrido o se puede ir reduciendo de acuerdo a la masa de cables que se maneja. El cableado que entra y sale del Rack se ubica en escalerillas metálicas de 6" de ancho. Estas escalerillas se empotrarán al techo y a la pared con tornillos de 2,5" y con la utilización de taco fisher.

En el techo y para llegar al Rack de la planta superior se realizará un hoyo de 5 x 5 cm por donde pasarán los cables de Backbone, de igual manera se realizará un hoyo en el piso de 15 x 15 cm para llegar a los racks de las plantas inferiores con cables de backbone de fibra y cables UTP de redundancia.

En esta planta se utilizarán las canaletas por la parte superior de las oficinas y de la canaleta principal saldrán las canaletas de 20 x 12 mm, y en el piso se colocarán las canaletas de piso.

Por el techo falso hasta llegar al departamento de fiscalización se realizará un hoyo en la parte superior de la pared de 10 x 10 cm y se usará escalerillas de 100 x 50 mm para la distribución ya que se maneja gran cantidad de cables, siguiendo el recorrido se llega al departamento de Sindicatura realizando un hoyo de 10 x 10 cm en la parte superior de la pared y usando canaletas de 100 x 50 mm. Se debe cruzar hacia Obras públicas realizando un hoyo de 10 x 10 cm y usando de igual manera escalerillas de 100x 50 mm, Se debe pasar por la parte superior de las oficinas con hoyos de 10 x 10 cm hacia la dependencia de compras públicas y se sigue utilizando la misma dimensión de escalerillas. Se pasa a través de un hoyo al departamento de administración de contratos y la distribución se usa la misma canaleta que en el caso anterior. Para llegar al departamento de dirección de desarrollo sostenible se realiza un hoyo de 8 x 8 cms y se utilizarán en toda esta distribución canaletas de 40 x 25 mm.

Por otra parte desde el rack y hacia el lado contrario se tiene la Dirección Administrativa, a este lugar se llega con un hoyo realizado en la parte inferior es decir a unos 3 cm sobre el piso. Se puede distribuir toda la masa de cables principales con canaletas de 100 x 50 mm.

#### 4.1.3.5 DISTRIBUCIÓN DE CABLEADO EN LA CUARTA PLANTA

Hacia esta planta se llega con el backbone de Fibra óptica y los cables UTP para redundancia realizando un hoyo de 2 x 2 cm y se utilizará canaleta y manguera de protección respectivamente hasta llegar al rack ubicado en la biblioteca. En este rack la distribución se realiza directamente con canaletas de 40 x 25 mm. Se debe llegar hacia las oficinas del proyecto binacional realizando un hoyo de 2 x 2 cm y se utilizará canaleta de 20 x 15 mm.

#### 4.2 DIMENSIONAMIENTO DE USUARIOS FUTUROS

En el G.A.D. Municipal de Tulcán en base al crecimiento en los cuatro últimos años de acuerdo a informes del departamento de Talento Humano, se ha determinado que en la planta baja ha habido un incremento de 3 puestos de trabajo, especialmente en el área de recaudación, en la primera planta se han incrementado 5 puestos de trabajo, en la segunda planta se han incrementado 5 puestos de trabajo, en la tercera planta se han aumentado 7 puestos de trabajo, en donde se incluye la creación de dos nuevas oficinas, en la cuarta planta se ha previsto que se crearán oficinas en parte de lo que hoy es la biblioteca (actualmente es solo una propuesta de proyecto de crecimiento), lo cual significa que se incrementarán puestos de trabajo para un máximo de 12 personas.

El crecimiento por piso se describe en la siguiente tabla:

**TABLA 16:** Tabla de crecimiento de usuarios en los cuatro últimos años

	Número de Usuarios hace cuatro años	Número de usuarios Actuales	Porcentaje de crecimiento en los cuatro últimos años
PLANTA BAJA	27	30	11,11%
PRIMERA PLANTA	42	47	11,90%
SEGUNDA PLANTA	40	45	12,5%
TERCERA PLANTA	60	67	11,66%
CUARTA PLANTA	9	9	0%
TOTAL	174	198	14%

Nota: En la tabla se muestra el porcentaje de crecimiento en los últimos cuatro años de acuerdo a la distribución de pisos.

#### 4.2.1 CÁLCULO DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

En base a estos datos se hará el estudio de crecimiento futuro en base a ecuaciones diferenciales para cálculo del crecimiento poblacional.

**Ecuación 2:** Ecuación general de crecimiento poblacional

$$\frac{\delta p}{\delta t} = k.P \quad \text{de donde } p(t) = P_0 . e^{kt}$$

**Nota:**  $P_0$  es la población inicial,  $k$  es la constante de crecimiento,  $t$  es el tiempo expresado en años. Fuente: Zill, D. G. (2009). Ecuaciones diferenciales con aplicaciones de modelado. Mexico D.F.: Cengage Learning.

De esta ecuación se utilizará  $p(t) = P_0 . e^{kt}$  para determinar el valor de la constante para el cálculo de crecimiento de usuarios por cada piso.

##### **Planta Baja:**

Primero debemos encontrar el valor de la constante  $K$

$$p(t) = P_0 . e^{kt}; \quad 30 = 27 . e^{k(4)}$$

$$\frac{30}{27} = e^{4.k}; \quad \ln \frac{30}{27} = \ln(e^{4.k})$$

$$0,10536 = 4k$$

$$k = 0.02634$$

Luego se utiliza el valor de la constante obtenida para determinar el crecimiento en el período de años en que se quiere calcular la población futura.

$$P(t) = 27 . e^{0.02634(10)}$$

$$P(t) \approx 35 \text{ Personas}$$

### Primera Planta:

Primero debemos encontrar el valor de la constante K

$$p(t) = P_0 \cdot e^{kt}; \quad 47 = 42 \cdot e^{k(4)}$$

$$\frac{47}{42} = e^{4k}; \quad \ln \frac{47}{42} = \ln(e^{4k})$$

$$0,1125 = 4k$$

$$k = 0.02812$$

Luego se utiliza el valor de la constante obtenida para determinar el crecimiento en el período de años en que se quiere calcular la población futura.

$$P(t) = 42 \cdot e^{0.02812(10)}$$

$$P(t) \approx 56 \text{ Personas}$$

### Segunda Planta:

Primero debemos encontrar el valor de la constante K

$$p(t) = P_0 \cdot e^{kt}; \quad 45 = 40 \cdot e^{k(4)}$$

$$\frac{45}{40} = e^{4k}; \quad \ln \frac{45}{40} = \ln(e^{4k})$$

$$0,1177 = 4k$$

$$k = 0.02944$$

Luego se utiliza el valor de la constante obtenida para determinar el crecimiento en el período de años en que se quiere calcular la población futura.

$$P(t) = 40 \cdot e^{0.02944(10)}$$

$$P(t) \approx 54 \text{ Personas}$$

### **Tercera Planta:**

Primero debemos encontrar el valor de la constante K

$$p(t) = P_0 \cdot e^{kt}; \quad 67 = 60 \cdot e^{k(4)}$$

$$\frac{67}{60} = e^{4k}; \quad \ln \frac{67}{60} = \ln(e^{4k})$$

$$0,1103 = 4k$$

$$k = 0.02758$$

Luego se utiliza el valor de la constante obtenida para determinar el crecimiento en el período de años en que se quiere calcular la población futura.

$$P(t) = 60 \cdot e^{0.02758(10)}$$

$$P(t) \approx 79 \text{ Personas}$$

### **Cuarta Planta**

En la cuarta planta se planea a futuro la creación de un departamento destinado a posibles oficinas con capacidad para 12 personas por lo cual no se realiza el cálculo y el crecimiento se basará en el 10% de crecimiento en redes recomendado por CISCO.

## **4.2.2 RESULTADOS DEL CÁLCULO DE CRECIMIENTO POBLACIONAL PARA USUARIOS DE REDES**

En base a estos resultados obtenidos se tiene datos de la población actual de usuarios de la red y la población futura de los siguientes 10 años, es decir que se puede conocer cuánto crecerá la red de datos mediante el uso de las ecuaciones diferenciales y por lo tanto conoceremos el porcentaje de crecimiento de acuerdo a la siguiente tabla:

**TABLA 17:** Resultados de cálculo de crecimiento de usuario de redes

	Número de usuarios actuales de la red	Número de usuarios futuros 10 (años)	Porcentaje de crecimiento poblacional
PLANTA BAJA	30	35	16,67%
PRIMERA PLANTA	47	56	19,14%
SEGUNDA PLANTA	45	54	20%
TERCERA PLANTA	67	79	17,9%
CUARTA PLANTA	9	21	
Total		245	

Nota: En esta tabla se muestra el crecimiento de usuarios para los siguientes 10 años de vida de la red de datos

### 4.3 DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS ACTIVOS

El dimensionamiento se realiza en base a los usuarios de la red o equipos terminales de la red, es decir que se realiza en base a la proyección futura esperada, y al despliegue de la red de datos en el lugar. En esta red se utilizarán switches de núcleo y switches de distribución.

El switch de núcleo permitirá una conmutación rápida de todos los paquetes que circulan en la red, siendo este el centro de la comunicación de datos, además de facilitar el manejo de procesos mediante su programación que genera el procesamiento de tráfico de la red. Este switch es el más importante en la red ya que de este depende el desempeño de la red y la interconexión de todos los switches de distribución de la red logrando una red totalmente convergente y eficiente.

Los switches de distribución son aquellos que permiten el despliegue de información generalmente en un piso de la infraestructura arquitectónica, de este switch depende el despliegue horizontal del tráfico de la red de datos.

### 4.3.1 CÁLCULO DE NÚMERO DE SWITCHES DE DISTRIBUCIÓN REQUERIDOS

Este cálculo se hará en base a la proyección de equipos terminales activos, es decir en base al número de usuarios determinados en la tabla 15. Esta tabla incluye 1 punto de red por piso destinado a la conexión con AP's.

Para este cálculo se utilizará la siguiente fórmula.

**Ecuación 3:** Número de switches de distribución por piso

*Número de switches de distribución por piso*

$$= \text{Entero superior} \left[ \frac{\text{Total de puertos de red por piso}}{\text{número de puertos de usuario final por switch}} \right]$$

**Ecuación 4:** Cálculo del número total de switches de distribución

*Total switches de distribución*

$$= \# \text{ de switch de distribución por piso} + \text{switch de respaldo}$$

**Fuente:** Chinchero, V. A. (2011). Cálculo De La Capacidad De Conmutación De Los Equipos Activos Para Una Red Lan Corporativa . Quito: ESPE.

Estas fórmulas descritas en la ecuación (3) y (4) describen los cálculos para determinar el número de switches.

#### **Cálculo para número de switches para planta baja**

*Número de switches de distribución por piso*

$$= \text{Entero superior} \left[ \frac{35 \text{ puertos de red}}{48 \text{ puertos en switch}} \right]$$

$$\text{Número de switches de distribución por piso} = \text{Entero superior}[0,729]$$

$$\text{Número de switches de distribución por piso} = 1 \text{ switch}$$

#### **Cálculo para número de switches para primera planta**

*Número de switches de distribución por piso*

$$= \text{Entero superior} \left[ \frac{56 \text{ puertos de red}}{48 \text{ puertos en switch}} \right]$$

$$\text{Número de switches de distribución por piso} = \text{Entero superior}[1,16]$$

$$\text{Número de switches de distribución por piso} = 2 \text{ switch}$$

### **Cálculo para número de switches segunda planta**

*Número de switches de distribución por piso*

$$= \text{Entero superior} \left[ \frac{54 \text{ puertos de red}}{48 \text{ puertos en switch}} \right]$$

*Número de switches de distribución por piso = Entero superior[1,125]*

*Número de switches de distribución por piso = 2 switch*

### **Cálculo para número de switches para tercera planta**

*Número de switches de distribución por piso*

$$= \text{Entero superior} \left[ \frac{79 \text{ puertos de red}}{48 \text{ puertos en switch}} \right]$$

*Número de switches de distribución por piso = Entero superior[1,64]*

*Número de switches de distribución por piso = 2 switch*

### **Cálculo para número de switches para cuarta planta**

*Número de switches de distribución por piso*

$$= \text{Entero superior} \left[ \frac{21 \text{ puertos de red}}{48 \text{ puertos en switch}} \right]$$

*Número de switches de distribución por piso = Entero superior[0,43]*

*Número de switches de distribución por piso = 2 switch*

Se puede utilizar los dos switch de respaldo y ubicar uno en la planta baja y otro en la tercera planta puesto que si en estos pisos crece el número de usuarios se tendrán más puertos disponibles para los usuarios.

### **Número total de switch de Distribución**

Se utiliza la fórmula de la ecuación (4):

*Total switches de distribución*

$$= \# \text{ de switch de distribución por piso} + \text{switch de respaldo}$$

**Fuente:** Chinchero, V. A. (2011). Cálculo De La Capacidad De Conmutación De Los Equipos Activos Para Una Red Lan Corporativa . Quito: ESPE.

**TABLA 18:** Número total de Switches de distribución.

	Usuarios proyectados en la red	Número de switch de distribución
PLANTA BAJA	35	1
PRIMERA PLANTA	56	2
SEGUNDA PLANTA	54	2
TERCERA PLANTA	79	2
CUARTA PLANTA	21	1
SWITCH DE RESPALDO		2
TOTAL		10

Nota: En la tabla se observa el número total de switches de distribución y se adhiere uno más debido a que se debe tener al menos un switch de respaldo por precaución ante crecimiento de la red. En este caso el switch de respaldo se puede ubicar en la tercera planta que es donde se ha generado el mayor crecimiento registrado.

#### 4.3.2 CÁLCULO DE VELOCIDAD DE PUERTOS

##### VELOCIDAD DE LOS PUERTOS DE ACCESO

De acuerdo al reporte otorgado por el ISP (ANEXO F), la velocidad proporcionada al G.A.D. Municipal de Tulcán es de 42Mbps de los cuales se ocupa actualmente una velocidad de 34,62 Mbps.

Total Trafico = 2 x 32.64 Mbps

Total Trafico=65.28 Mbps ≈ 1 Gbps

##### 4.3.2.1 VELOCIDAD DE LOS PUERTOS DE UPLINK MÉTODO DE DISTRIBUCIÓN DE POISSON

**Ecuación 5:** Ecuación de cálculo de probabilidad de arribos

$$P(r) = \frac{e^{-\lambda}(\lambda)^r}{r!}$$

Nota en esta ecuación P(r) es la probabilidad de arribos, r es el número de arribos al puerto up-link, es la velocidad promedio de arribos

**Fuente:** Chinchero, V. A. (2011). Cálculo De La Capacidad De Conmutación De Los Equipos Activos Para Una Red Lan Corporativa . Quito: ESPE.

En esta red la probabilidad de arribos es de 48 generalizando este valor al número estándar de puertos de un switch común, de igual forma el número de arribos y la velocidad promedio es de 48 por unidad de tiempo es decir que el máximo de velocidad que se puede obtener es de 48 gbps debido a los 48 puertos y su velocidad estándar de 1Gbps para efectos de cálculo. (Chincheró, 2011)

$$P(48) = \frac{e^{-48}(48)^{48}}{48!} = 0.057$$

**Ecuación 6:** Cálculo de Velocidad de puerto

$$\text{Velocidad de Puerto de Up – Link} \geq (\text{Número de puertos}) * (\text{velocidad de puerto}) * (P(r))$$

Nota: De acuerdo a los datos obtenidos se calcula la velocidad de puerto de uplink

**Fuente:** Chincheró, V. A. (2011). Cálculo De La Capacidad De Conmutación De Los Equipos Activos Para Una Red Lan Corporativa . Quito: ESPE.

$$\text{Velocidad de Puerto de Up – Link} \geq (48 \text{ puertos}) * (1 \text{ Gbps}) * (0.057)$$

$$\text{Velocidad de Puerto de Up – Link} \geq 2.759 \text{ Gbps}$$

**4.3.2.2 MEDIANTE EL USO DE LAS MEJORES PRÁCTICAS DE CISCO**

Utilizamos Nivel de Sobresuscripción de 10:1 a 20:1 para redes con niveles de tráfico medio bajo (aplicaciones típicas)

**Ecuación 7:** Cálculo de velocidad de puerto utilizando Mejores Prácticas de Cisco

$$10 \leq \frac{(\text{Número de Puertos}) * (\text{velocidad de puerto})}{\text{Velocidad Puerto Up – Link Backbone}} \leq 20$$

**Fuente:** Chincheró, V. A. (2011). Cálculo De La Capacidad De Conmutación De Los Equipos Activos Para Una Red Lan Corporativa . Quito: ESPE.

De acuerdo a los niveles de sobresuscripción se toma en cuenta una velocidad de puerto de comunicación full dúplex, es decir que un puerto puede trabajar hasta a 2 Gbps en condiciones de transmisión y recepción simultánea.

$$10 \leq \frac{(48 \text{ puertos}) * (2 \text{ Gbps})}{\text{Velocidad Puerto Up – Link Backbone}} \leq 20$$

$$\frac{96 \text{ Gbps}}{10} \leq \text{Velocidad Puerto Up – Link Backbone} \leq \frac{96 \text{ Gbps}}{20}$$

$$9,6 \leq \text{Velocidad Puerto Up – Link Backbone} \leq 4,8$$

Lo más recomendable en este caso para aprovechar toda la velocidad disponible es utilizar un enlace que permita el tráfico de hasta 10 Gbps puesto que la velocidad se encuentra entre 4,8Gbps y 9,6Gbps. En el caso de la red del G.A.D. Municipal de Tulcán se utilizará enlaces de Fibra Óptica OM4.

Para saber si este enlace es óptimo se debe realizar la relación de sobre subscripción, y entre más baja es la relación de sobresuscripción, mejor es el desempeño de la red y la capacidad de crecimiento. La relación debe ser menor a los 10 Gbps pero debe redondear esta cifra para conocer la capacidad del puerto.

$$\text{Relacion Sobresuscripción} = \frac{96 \text{ Gbps}}{10 \text{ Gbps}} = 9,6$$

**Fuente:** Chinchero, V. A. (2011). Cálculo De La Capacidad De Conmutación De Los Equipos Activos Para Una Red Lan Corporativa . Quito: ESPE.

#### 4.3.2.3 CÁLCULO DE CONMUTACIÓN DE LOS SWITCH DE ACCESO

**Ecuación 8:** Cálculo de capacidad de conmutación del SW de acceso

*Capacidad de Conmutación*

$$= (\text{num de puertos}) * 2 * (\text{velocidad de puerto}) \\ + (\text{número de puertos uplink}) * 2 * (\text{velocidad de puerto uplink})$$

**Fuente:** Chinchero, V. A. (2011). Cálculo De La Capacidad De Conmutación De Los Equipos Activos Para Una Red Lan Corporativa . Quito: ESPE.

$$\text{Capacidad de Conmutación} = (48) * 2 * 1 \text{ Gbps} + 2 * 2 * 10 \text{ Gbps}$$

$$\text{Capacidad de Conmutación} = 136 \text{ Gbps}$$

**TABLA 19:** Resumen de capacidad de conmutación de switch de acceso

<b>CAPACIDAD DE CONMUTACIÓN DE LOS SW ACCESO</b>		
Tipo de Puertos	Numero de Puertos	Capacidad en GBPS
1 GBPS	48	96
10 GBPS	2	40
Total capacidad		136

#### 4.3.2.4 CÁLCULO DE CONMUTACIÓN DE LOS SWITCH DE NÚCLEO

##### Cantidad y Tipo de Puertos

Como mínimo se requerirá de 8 puertos para servidores y se necesitan al menos 5 módulos de conexión a F.O. Para conectar switch de acceso al switch de core, además como el switch principal se ubica en la tercera planta sabemos que los usuarios futuros de la tercera planta son 79 por lo cual es mejor utilizar un solo equipo que haga de switch principal cumpliendo con estas funciones para lo cual se utilizará un switch de 96 puertos Ethernet de los cuales se encuentra en el mercado ecuatoriano.

Número de puertos de F.O. 10 Gbps = Mínimo 6 puertos

Número de puertos de F.O. de 1 Gbps = 2

Número de puertos Rj45 de 1Gbps = 96

##### Cálculo de la capacidad de conmutación

**Ecuación 9:** Capacidad de conmutación por tipo de puerto

*Capacidad de conmutación F.O. a 10 Gbps en full dúplex*

$$= 2 * (\text{número de puertos de F.O. de 10Gbps requeridos}) * 10\text{Gbps}$$

*Capacidad de conmutación F.O. a 1 Gbps en full dúplex =*

$$2 * (\text{número de puertos de F.O. de 10Gbps requeridos}) * 1\text{Gbps}$$

*Capacidad conmutación para RJ45 a 1 Gbps full dúplex*

$$= 2 * (\text{número de puertos RJ45 de 1Gbps requeridos}) * 1\text{Gbps}$$

*Fuente:* Chinchero, V. A. (2011). *Cálculo De La Capacidad De Conmutación De Los Equipos Activos Para Una Red Lan Corporativa* . Quito: ESPE.

*Capacidad Total*

$$= (\text{capacidad de puertos de F.O. a 10Gbps})$$

$$+ (\text{capacidad de puertos de F.O. a 1Gbps})$$

$$+ (\text{capacidad de puertos RJ45 a 1Gbps})$$

**Fuente:** Chinchero, V. A. (2011). *Cálculo De La Capacidad De Conmutación De Los Equipos Activos Para Una Red Lan Corporativa* . Quito: ESPE.

En base a las ecuaciones descritas se tienen los siguientes datos:

$$\text{Capacidad Conmutación 10 Gbps} = 2 * 6 * 10 \text{ Gbps} = 120 \text{ Gbps}$$

$$\text{Capacidad Conmutación 1 Gbps} = 2 * 2 * 1 \text{ Gbps} = 4 \text{ Gbps}$$

$$\text{Capacidad Conmutación RJ45} = 2 * 96 = 192 \text{ Gbps}$$

$$\text{Capacidad TOTAL Switch Nucleo} = 120 \text{ Gbps} + 4 \text{ Gbps} + 192 \text{ Gbps} = 316 \text{ Gbps}$$

En caso de utilizar switch de Cisco, la empresa recomienda 80 Gbps para capacidad de conmutación de la controladora de supervisión y 80 Gbps para funciones especiales realizadas con los switch y 80 Gbps para Slots vacíos en crecimiento.

$$\begin{aligned} & \text{CAPACIDAD TOTAL SWITCH RECOMENDADA} \\ & = 316 \text{ Gbps} + 80 \text{ Gbps} + 80 \text{ Gbps} + 80 \text{ Gbps} \end{aligned}$$

$$\text{CAPACIDAD TOTAL SWITCH} = 556 \text{ Gbps}$$

**Fuente:** Chinchero, V. A. (2011). Cálculo De La Capacidad De Conmutación De Los Equipos Activos Para Una Red Lan Corporativa . Quito: ESPE.

De acuerdo a estos cálculos realizados se necesita de un switch de núcleo de capacidad mínima de 556 Gbps y con el número de puertos que se han especificado.

#### 4.4 SIMULACIÓN DE BACKBONE DE FIBRA ÓPTICA

##### 4.4.1 SELECCIÓN DEL MEJOR SIMULADOR DE SISTEMAS DE FIBRA ÓPTICA

**TABLA 20:** Comparación de software simulador de Sistemas de Fibra Óptica

	Simulación completa de sistemas de F.O.	Fácil de Manejar	Licencia Gratuita	Licencia gratuita con fecha extendida	Fácil de Hallar en internet, manuales existentes
OPTSIM	✗	✓	✗	✗	✓
OPNET MODELER	✗	✓	✗	✗	✓
VPI TRANSMISION MAKER	✓	✗	✗	✓	✗
OPTISYSTEM	✓	✓	✗	✓	✓

Nota: En esta tabla se muestran las fortalezas y debilidades de los programas que permiten simulaciones de sistemas de fibra óptica, en base a la información de cada software encontrada en las páginas web oficiales de cada desarrollador.

Tomando esta tabla como referencia se elige el mejor simulador de sistemas de Fibra Óptica que en este caso es el software OptiSystem, este software trae versiones de prueba de hasta 90 días y es sistema multiplataforma, además existen varios manuales en internet que demuestran el manejo de los sistemas ópticos de forma sencilla.

#### **4.4.2 INSTALACIÓN, Y MANEJO DE OPTISYSTEM**

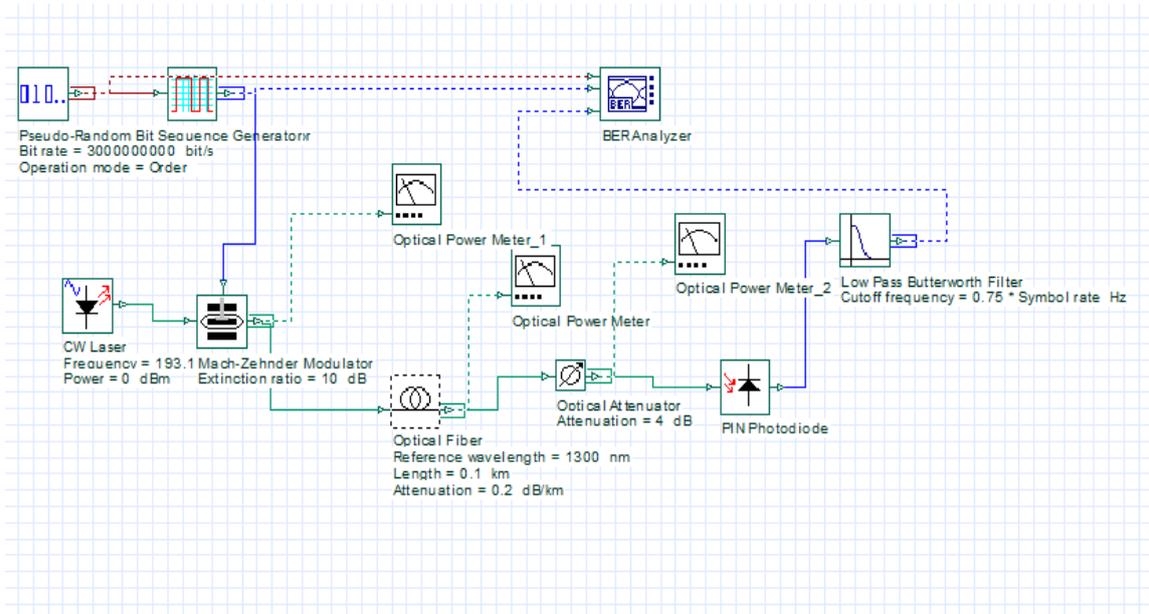
El programa OptiSystem se encuentra disponible en la página oficial de Optiwave Systems y podemos descargar la versión de prueba y probar las funciones. El proceso de instalación se menciona en el Anexo B de este documento y el manejo de componentes y librerías útiles en el desarrollo de la simulación de encuentra en el Anexo C.

#### **4.4.3 SIMULACIÓN DE SISTEMA DE FIBRA ÓPTICA**

Los valores de transmisión se colocan en el Generador de Bits, en donde se describe la capacidad de los datos suministrados por el proveedor, en el caso del G.A.D. Municipal de Tulcán, tiene un uso de servicio promedio de 30 Mbps de los 42 Mbps proporcionados por el ISP CNT.

En el modulador se pone el valor de radio de extinción lo que en los equipos cisco es de 10 dB, En la fibra óptica se pone la medida de la onda que en el caso de la fibra óptica OM4 es de 1300nm, y la atenuación de este tipo de fibras es de 0,2 dB/Km, se configura también la distancia del enlace, que en el caso del G.A.D. Municipal de Tulcán no sobrepasa los 100m.

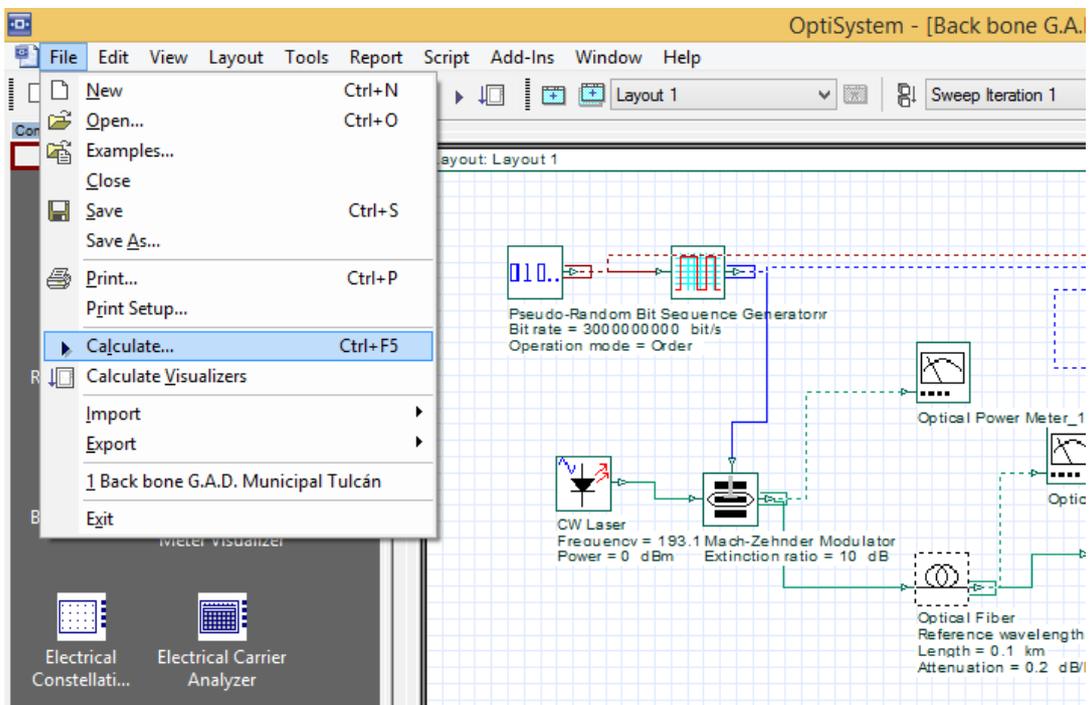
En el atenuador se configura la atenuación en el receptor, es decir que si se trata de un equipo cisco con receptores ópticos esta atenuación depende del tipo de receptor óptico del equipo, pero esta atenuación va desde los 4 dB a los 20 dB.



**FIGURA 37:** Área de trabajo y componentes de un sistema óptico

**Fuente:** Software Optisystem

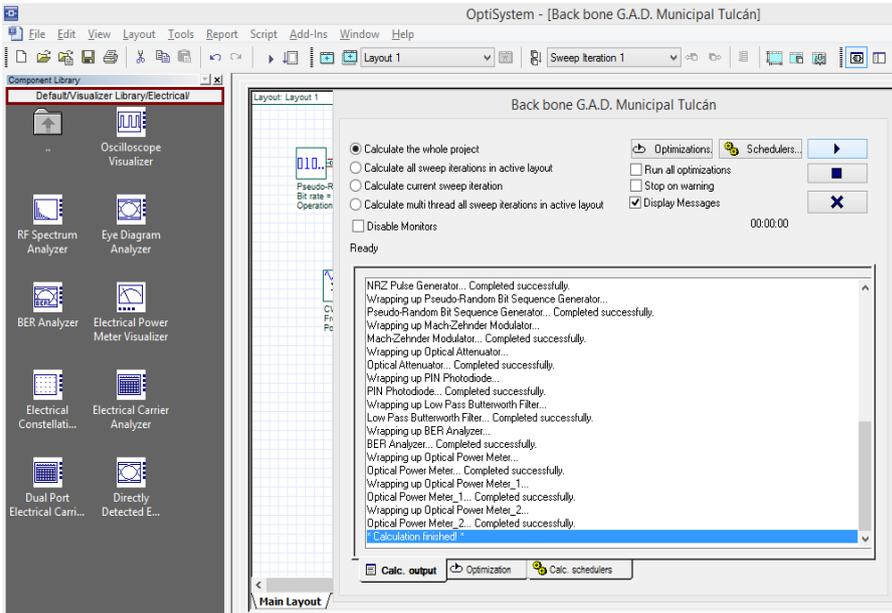
Una vez configurados todos los valores vamos a la pestaña File en la parte superior izquierda de nuestro software y damos click en calculate, lo que hace que la simulación se ponga en marcha.



**FIGURA 38:** Elección de cálculo en optisystem

**Fuente:** Software Optisystem

Posteriormente aparecerá una pantalla en donde debemos dar Play, hasta cuando todos los cálculos se hayan completado y posteriormente damos click sobre la X.



**FIGURA 39:** Realización del cálculo en optisystem

**Fuente:** Software Optisystem

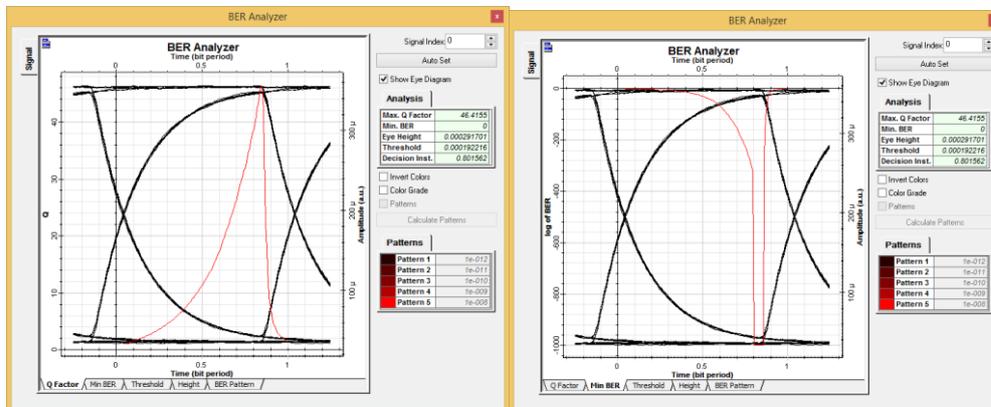
En cada uno de los medidores podemos ver el poder de la señal especialmente expresado en dBm, esta medida debe ser menor a cero pero entre más negativa sea quiere decir que mayor pérdida hay en la señal. Entre los valores de 0 a -40 son valores idóneos o ideales, mientras que los valores entre -40 y -60 son valores estables y aceptables, con valores de -70 los enlaces pueden sufrir problemas de transmisión por factores externos, -80 es la señal mínima aceptable para establecer la conexión aunque los datos recibidos son ilegibles, corruptos o no pueden ser interpretados.



**FIGURA 40:** Resultado de medición de la potencia de señal

**Fuente:** Software Optisystem

Para ver el diagrama del ojo damos click en el analizador BER en donde se puede apreciar una señal clara, nítida, idónea puesto que no hay pérdida de bits y la calidad de la señal es muy buena.



**FIGURA 41:** Análisis mediante el uso del diagrama del ojo

**Fuente:** Software Optisystem

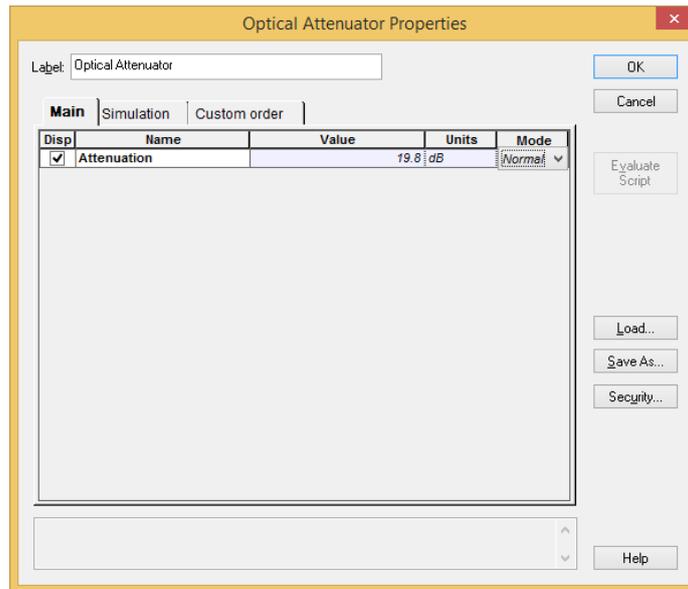
Este es el análisis de la fibra óptica OM4 con el mejor de los casos utilizando una atenuación en recepción de 4 dB.

#### 4.5 COMPARACIÓN TÉCNICA DE MEDIO DE TRANSMISIÓN A UTILIZAR COMO BACK BONE

Los medios de transmisión de Fibra Óptica son superiores a los de cobre por obvias razones, especialmente en cuanto se refiere a interferencias y efectos eléctricos – magnéticos, esto conlleva a preguntarse ¿cuál es el mejor medio de transmisión que pueda usarse en una red LAN si al parecer en pequeñas distancias ambos parecen tener la misma eficiencia?

Puesto que no existe un simulador que mida el rendimiento para enlaces de cobre, basado en las simulaciones antes mencionadas en el capítulo 4.4 se puede comparar ambos medios de transmisión, si se diera a los dos las mismas capacidades de transmisión y recepción, pero entonces la variable que no es común para los dos es la atenuación, puesto que los medios de transmisión basados en cobre son más susceptibles a atenuaciones y pérdida de potencia de señal.

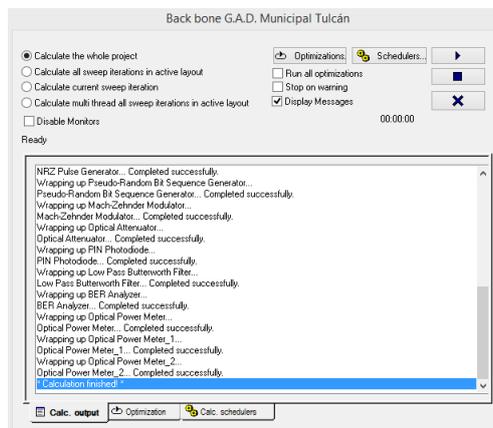
Entonces lo que se va a realizar es la simulación con una atenuación básica en un enlace común de UTP 6A para una transmisión a 100 Mhz. Para lo cual se debe cambiar el valor del atenuador óptico poniéndolo en 19.8 dB.



**FIGURA 42:** Atenuador óptico

**Fuente:** Software Optisystem

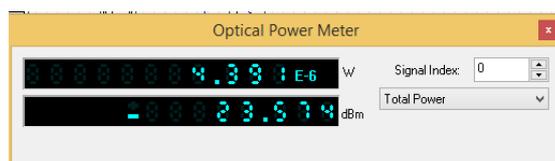
Luego de esto se debe realizar el cálculo de la transmisión dando click en calculate y se espera a que la simulación se realice.



**FIGURA 43:** Realización de Cálculo

**Fuente:** Software Optisystem

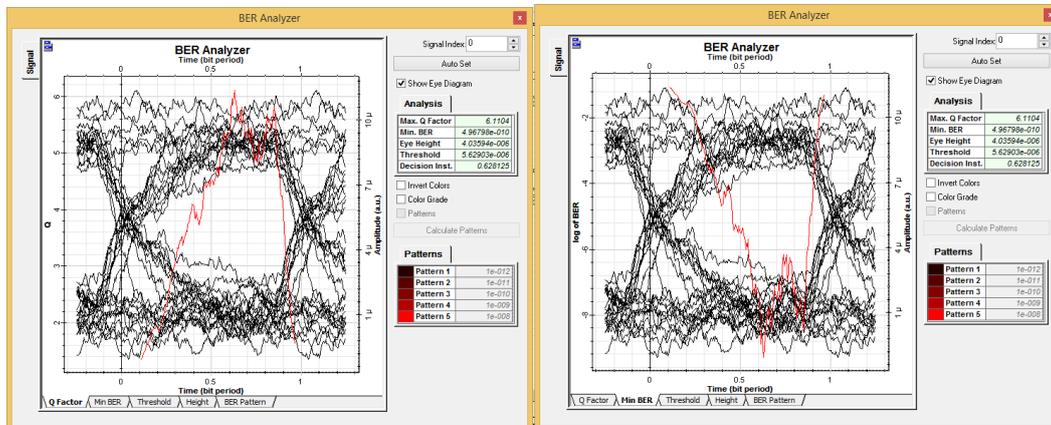
Con estos valores se puede observar que la señal se ha debilitado como se muestra en el medidor de potencia.



**FIGURA 44:** Medición de la potencia de señal

**Fuente:** Software Optisystem

También es posible revisar el analizador BER, en el cual se nota una señal distorsionada, ruidosa y cuya calidad de señal se ve solapada con las ondas transmitidas, y hay una cantidad considerable de bits errados.



**FIGURA 45:** Análisis del diagrama del ojo

**Fuente:** Software Optisystem

Este caso con un medio de transmisión UTP de categoría 6A, es similar al peor de los casos de transmisión con Fibra Óptica OM4. Por lo tanto, es mejor utilizar como medio de transmisión para este backbone del G.A.D. Municipal de Tulcán la Fibra óptica, por sus prestaciones y por su calidad al momento de transmitir bits.

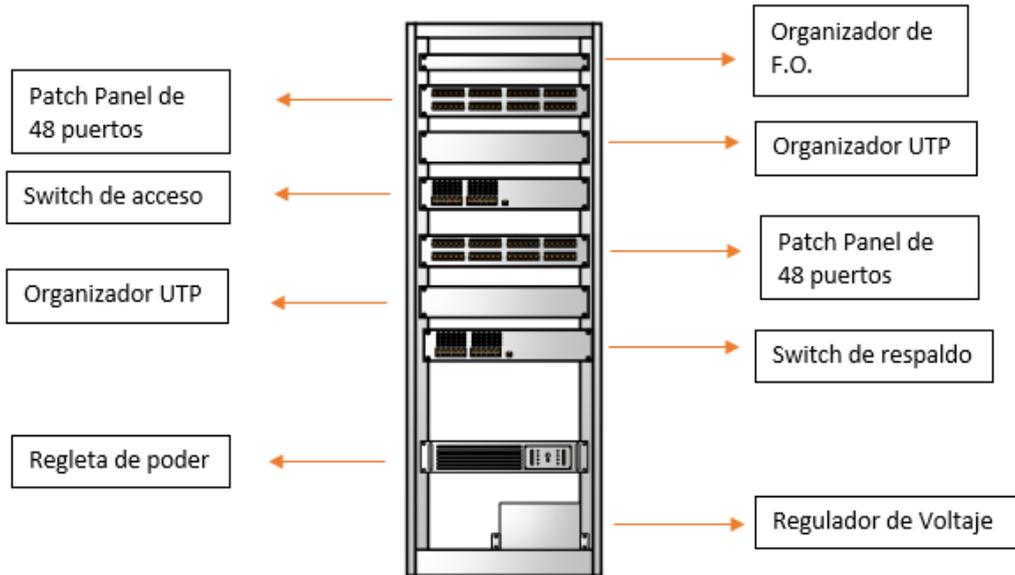
## 4.6 APLICACIÓN DE NORMAS PARA GENERACIÓN DE DISEÑO

### 4.6.1 ESTRUCTURA DEL RACK

En base a las normas DIN 41494 y NORMA ANSI SIC se establece el uso de gabinetes o armarios con Racks de 42 y 24 unidades por 19" de ancho en donde se encontrarán los equipos de red, y el cableado necesario para la distribución de los servicios.

En cada piso de pondrán los racks de acuerdo al número de switches requeridos y la forma en que se distribuirán será la siguiente:

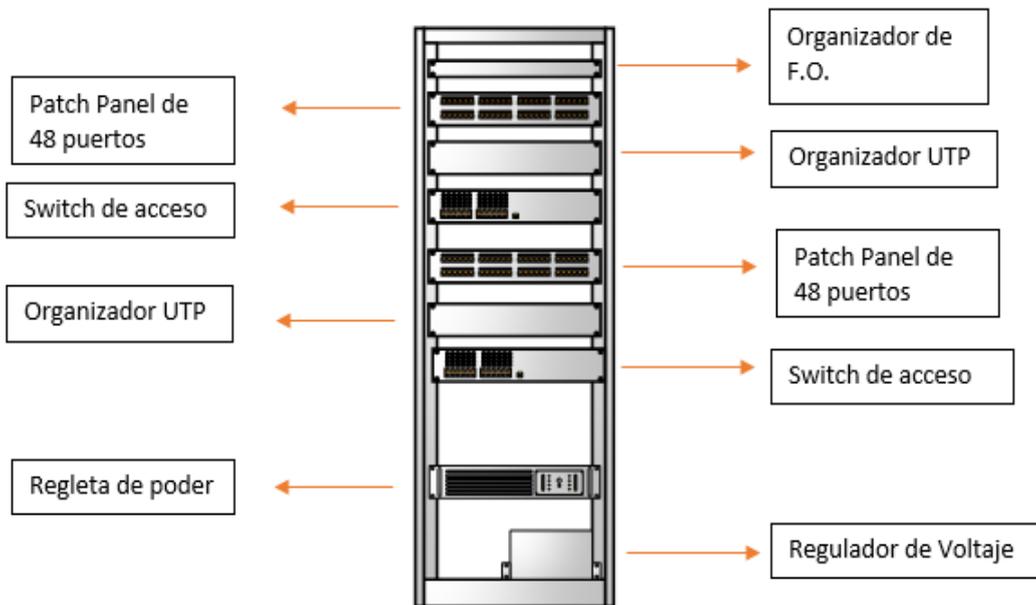
**Rack De Planta Baja.-** Este rack posee un switch de acceso y un switch de respaldo tal y como recomienda cisco para casos de crecimiento de usuarios futuros, posee un organizador de F.O., dos organizadores de cable UTP, dos Patch Panels de 48 puertos, y una regleta de poder para montaje en rack y un regulador de voltaje.



**FIGURA 46:** Distribución de equipos en Rack de Planta Baja

**Fuente:** Diseño realizado en Microsoft Visio

**Rack De Primera Planta.-** Debido a su número de usuarios este rack posee dos switch de acceso, un organizador de F.O., dos organizadores de cable UTP, dos Patch Panels de 48 puertos, y una regleta de poder para montaje en rack y un regulador de voltaje.

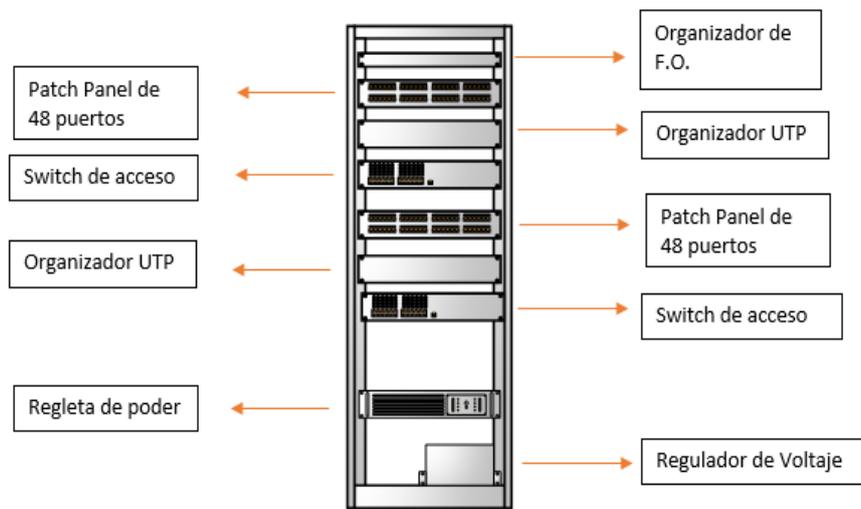


**FIGURA 47:** Distribución de equipos en Rack de Primera Planta

**Fuente:** Diseño realizado en Microsoft Visio

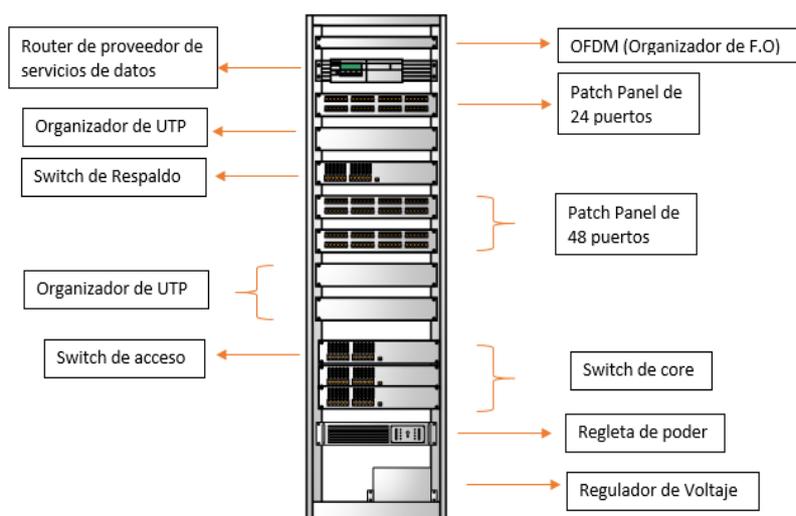
**Rack De Segunda Planta.-** Al igual que el rack de primera planta este rack posee dos switch de acceso, un organizador de F.O.,

Dos organizadores de cable UTP, dos Patch Panels de 48 puertos, y una regleta de poder para montaje en rack y un regulador de voltaje.



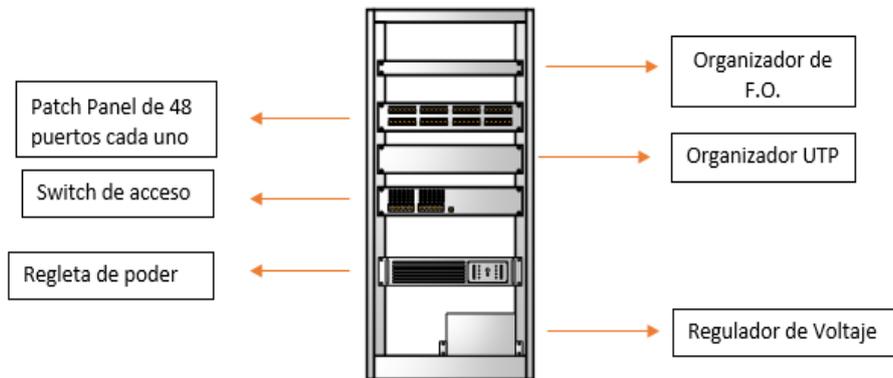
**FIGURA 48:** Distribución de equipos en Rack de Segunda Planta  
**Fuente:** Diseño realizado en Microsoft Visio

**Rack De Tercera Planta.-** En este Rack se encontrará el Swich de Núcleo, además se encuentra el Router del proveedor de servicios. Desde el proveedor llega el servicio a través de F.O. Multimodo, por tal razón se tiene un organizador de F.O., también se tiene un switch de respaldo en caso de crecimiento Futuro o en caso de crecimiento de servidores o la necesidad de aumentar capacidad o para aplicaciones de servicios requeridos, además de esto se tendrá a disposición tres Patch Panels, tres organizadores UTP, una regleta de poder de montaje en Rack y un regulador de voltaje.



**FIGURA 49:** Distribución de equipos en Rack de Tercera Planta  
**Fuente:** Diseño realizado en Microsoft Visio

**Rack De Cuarta Planta.-** Debido a la poca cantidad de usuarios que se localizan en esta planta el Rack contiene un solo switch de acceso, un Patch Panel, un distribuidor de F.O. y uno de cable UTP.

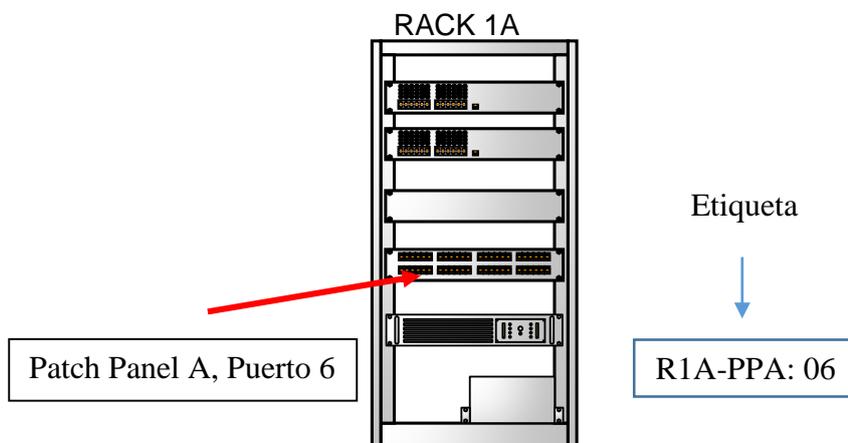


**FIGURA 50:** Distribución de equipos en Rack de Cuarta Planta

**Fuente:** Diseño realizado en Microsoft Visio

#### 4.6.2 ETIQUETAMIENTO DE RACK, PUERTOS Y CABLES

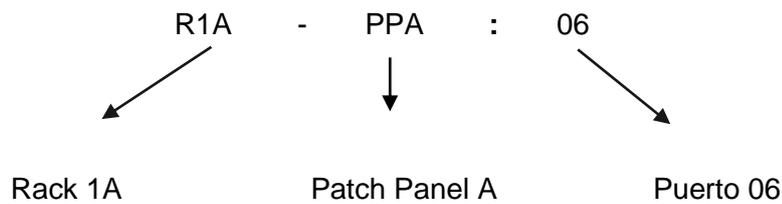
De acuerdo a la norma ANSI EIA TIA 606 B se recomienda en entornos empresariales o institucionales etiquetar el cableado de acuerdo a la estructura de rack, siguiendo la base de esta norma se puede etiquetar el cableado estructurado horizontal mediante código alfanumérico de dos o hasta tres dígitos por equipo, pero se indicará que es un puerto cuando el símbolo que antecede al último código es ":" (dos puntos), por ejemplo si el punto de red pertenece al rack de la primera planta y el nombre recomendado es rack 1A, y se hace referencia al puerto 6 del Patch Panel nombrado A, se debe etiquetar los cables de la siguiente manera:



**FIGURA 51:** Etiquetamiento en RACK

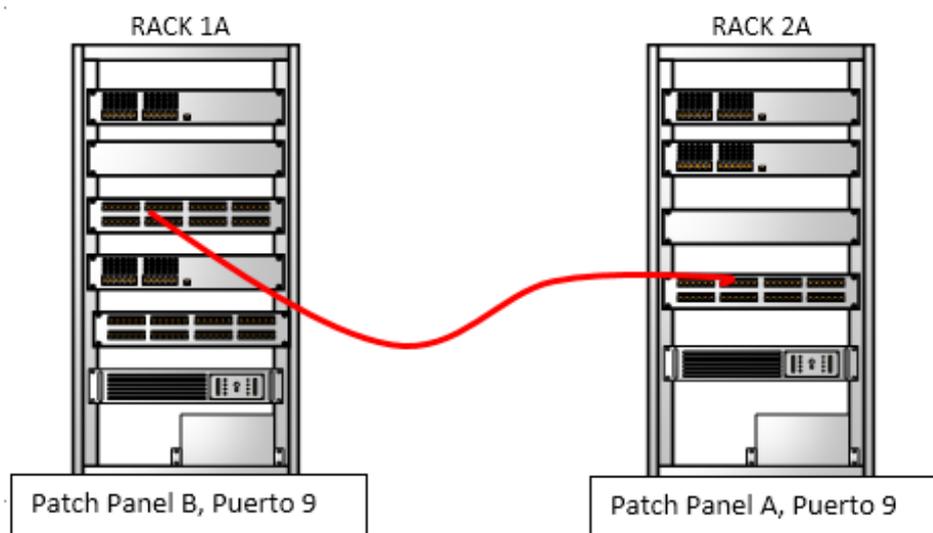
**Fuente:** Diseño realizado en Microsoft Visio

El etiquetamiento en los dos extremos será el siguiente R1A-PPA: 06 de donde:



El primer conjunto alfanumérico representa la ubicación del Rack y el nombre otorgado a éste, por ejemplo el rack de primer piso es llamado A, por lo cual se lo denomina R1A. El guion “-”, indica que se tiene un equipo asociado al rack, en este caso ese equipo es un Patch Panel el cual ha sido nombrado A por esta razón el código del Patch Panel será PPA. Los dos puntos “:” indican que el código que lo precede es un puerto y este es el número mismo del puerto en este caso el sexto puerto por lo cual se lo codifica con el número 06.

En el caso de tener dos Racks interconectados o conexiones de distintos dispositivos de conexión en un mismo Rack se realiza el mismo modelo de etiquetamiento anterior pero se utiliza un (/) slash, que indica que son dos porciones de dispositivos de conexión unidos por cableado común. El siguiente es el ejemplo de la conexión de dos Racks de pisos distintos conectados. (Castillo, 2009)



**FIGURA 52:** Etiquetamiento en la interconexión de dispositivos.

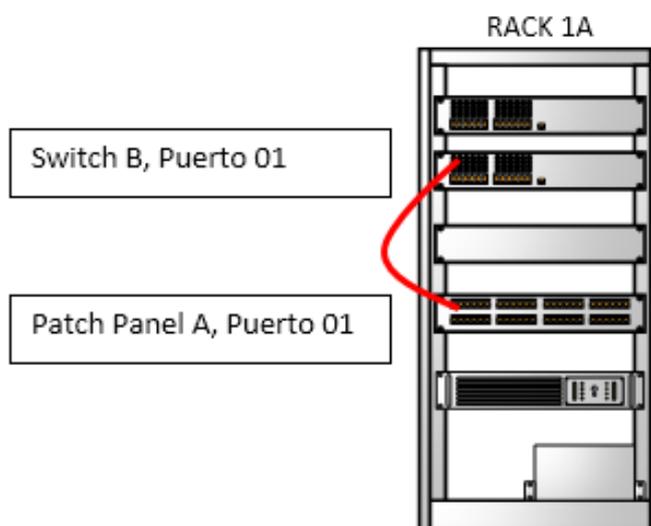
**Fuente:** Diseño realizado en Microsoft Visio

En estos Racks se muestra un cable en el rack 1A conectado en el puerto 09 de su Patch Panel B, y a su extremo se une el cable al rack 2A en el puerto 09 de su Patch Panel A. Para cada cable en su rack respectivo el etiquetamiento es el siguiente:

Rack 1 → R1A-PPB: 09

Rack 2 → R2A-PPA: 09

Pero en el caso de interconexión, la nomenclatura es: R1A-PPB: 09 / R2A-PPA: 09 y podemos determinar la ubicación y el dispositivo en el que se encuentra el cable. Esta misma nomenclatura se puede utilizar en cables conectados entre dos dispositivos del mismo Rack o se puede utilizar la forma resumida como se muestra en el siguiente ejemplo:



**FIGURA 53:** Etiquetamiento de Interconexión de dos dispositivos en un mismo Rack

**Fuente:** Diseño realizado en Microsoft Visio

En este ejemplo se puede observar un switch llamado SWB y el Patch Panel A conectados por un cable, en este caso se puede utilizar la forma completa de etiquetado R1A-SWB: 01/R1A-PPB: 01 o se puede usar la forma resumida SWB: 01/PPB: 01, esto indica que el puerto 01 del switch SWB se conecta con el puerto 01 del Patch Panel 01.

Los faceplate y los cables de usuario final se pueden etiquetar con forma resumida puesto que los faceplate se conectan directamente al puerto de un dispositivo encargado de dar servicios de cableado horizontal en un mismo piso, un ejemplo de esto es un faceplate o un cable conectado al puerto 5 de un Patch Panel llamado A dentro del Rack de un piso. La forma de etiquetado será la siguiente:



**FIGURA 54:** Etiquetado de Faceplate

**Fuente:** <http://www.cableorganizer.com/panduit/netkey-flush-mount-communication-faceplates.html>

#### 4.6.3 CÁLCULO DE ROLLOS DE CABLES CATEGORIA 6A

Este cálculo se hace en base a la distancia promedio de la ubicación de los enlaces hacia el cuarto de telecomunicaciones y el número de usuarios por piso. (Gomez, 2012)

Se debe utilizar la siguiente fórmula:

**Ecuación 10:** Cálculo de número de rollos de cable UTP a utilizar.

$$D = 305 / \text{Distancia Promedio}$$

*Aproximar por debajo*

$$\text{Número Rollos} = \text{Número de salidas} / D$$

**Fuente:** Gomez, J. A. (2012). *Redes Locales*. Madri: Editex.

Utilizando la ecuación 10 se determina que para cada piso el número de rollos a utilizar es:

##### **Planta baja**

$$D = 305 / \text{Distancia Promedio}$$

$$D = \frac{305}{20,7}$$

$$D = 14$$

$$\text{Número de rollos} = 35 / 14 = 2,5$$

$$\text{Número de rollos} = 3$$

### Primera Planta

$$D = 305 / \text{Distancia Promedio}$$

$$D = \frac{305}{25,38}$$

$$D = 12$$

$$\text{Número de rollos} = 56/12 = 4,6$$

$$\text{Número de rollos} = 5$$

### Segunda Planta

$$D = 305 / \text{Distancia Promedio}$$

$$D = \frac{305}{28,53}$$

$$D = 10$$

$$\text{Número de rollos} = 54/10 = 5,4$$

$$\text{Número de rollos} = 6$$

### Tercera Planta

$$D = 305 / \text{Distancia Promedio}$$

$$D = \frac{305}{32,10}$$

$$D = 9$$

$$\text{Número de rollos} = 79/9 = 8,78$$

$$\text{Número de rollos} = 9$$

### Cuarta Planta

$$D = 305 / \text{Distancia Promedio}$$

$$D = \frac{305}{15,20}$$

$$D = 20$$

$$\text{Número de rollos} = 21/20 = 4,6$$

$$\text{Número de rollos} = 1$$

**TABLA 21:** Resumen Número de Rollos

<b>Planta</b>	<b>Número de Rollos</b>
Planta baja	3
Primera planta	5
Segunda Planta	6
Tercera Planta	9
Cuarta Planta	1
<b>Total</b>	<b>24</b>

#### 4.6.4 MATERIALES Y EQUIPAMIENTO A UTILIZARSE POR PLANTA

**TABLA 22:** Material y equipamiento utilizado en la planta baja

<b>PLANTA BAJA</b>	
Rack	1
switch de acceso	1
rollos de cable cat 6A	3
Conector faceplate	35
JACK RJ45	105
Metros de canaleta 3" x 5"	350
Metros de escalerillas	5
Metros Tubo PVC	12
faceplate dobles	15
faceplate simples	10
Cameras ip	3
Ap	1
Metros F.O. OM4	80
Patch Panels Modulares	2

**TABLA 23:** Material y equipamiento utilizado en la primera planta

PRIMERA PLANTA	
Rack	1
switch de acceso	2
rollos de cable cat 6A	5
Conector faceplate	56
JACK RJ45	168
Metros de canaleta 3" x 5"	560
Metros de escalerillas	5
Tubo PVC	12
faceplate dobles	20
faceplate simples	16
Camaras ip	1
Ap	1
Metros F.O. OM4	60
Patch Panels Modulares	2

**TABLA 24:** Material y equipamiento utilizado en la segunda planta

SEGUNDA PLANTA	
Rack	1
switch de acceso	2
rollos de cable CAT 6A	6
Conector faceplate	54
JACK RJ45	162
Metros de canaleta 3" x 5"	200
Metros de escalerillas	340
Tubo PVC	12
faceplate dobles	20
faceplate simples	17
Camaras ip	2
Ap	1
Metros F.O. OM4	30
Patch Panels Modulares	2

**TABLA 25:** Material y equipamiento utilizado en la tercera planta

TERCERA PLANTA	
Rack	1
Switch (Core)	2
rollos de cable CAT 6A	9
Conector Faceplate	79
JACK RJ45	237
Metros de canaleta 3" x 5"	300
metros de escalerillas	490
Tubo PVC	12
faceplate dobles	25
faceplate simples	29
Camaras ip	2
Ap	1
Metros F.O. OM4	5
Patch Panels Modulares	2

**TABLA 26:** Material y equipamiento utilizado en la cuarta planta

CUARTA PLANTA	
Rack	1
switch	1
rollos de cable 6A	1
Conector faceplate	21
JACK RJ45	63
Metros de canaleta 3" x 5"	210
metros de escalerillas	5
Tubo PVC	12
faceplate dobles	4
faceplate simples	17
Camaras ip	0
Ap	1
Metros F.O. OM4	40
Patch Panels Modulares	1

#### 4.7 DISEÑO DE PLANOS ARQUITECTÓNICOS

Los planos arquitectónicos se encuentran en el anexo D de este proyecto de titulación.

## CAPITULO V

### 5 ESTUDIO FINANCIERO

#### 5.1 COTIZACIÓN DE MATERIALES Y MANO DE OBRA

Todas las cotizaciones se encuentran en el ANEXO E de este documento.

#### 5.2 COSTOS DE MATERIALES A UTILIZAR EN LA RED EN BASE A LAS COTIZACIONES

##### Costo de materiales

Se ha elaborado la tabla de materiales a utilizar basados en los mejores precios y los mejores materiales a utilizar en el nuevo diseño de la red, no se han colocado los costos de los hosts, puesto que los host se van implementando cada año de acuerdo al crecimiento de la red, pero en sí no tiene afectación en la forma en la que ya se concibió este diseño de red, como ya se realizó la proyección de usuarios, la distribución de la red de datos no cambiará al menos en los siguientes 10 años.

Tampoco se incluyeron valores de costos de sistema de puesta a tierra, puesto que la red actual posee un sistema muy robusto de puesta a tierra al que se interconectarán los equipos de red, y los racks.

**TABLA 27:** Materiales a utilizar en la realización de la nueva red

DETALLE	COST. UNIDAD	CANT	TOTAL
Rollo de cable UTP cat 6A marca nexxt	340,15	24	8163,60
Rack 42 u tipo gabinete	1230,23	4	4920,92
Rack 21 unidades	329	1	329,00
Patch Panel Modular marca nexxt cat. 6A	155	9	1395,00
Conector rj45 x 100 cat 6A	14,23	10	142,30
faceplate cat 6A	1,99	200	398,00
Jack para faceplate	1,37	300	411,00
Patch cord F.O. Multimodo OM4 full dúplex 5 m	25,67	1	25,67
Patch cord F.O. Multimodo OM4 full dúplex 30 m	67,80	1	67,80
Patch cord F.O. Multimodo OM4 full dúplex 40 m	85,30	1	85,30

Patch cord F.O. Multimodo OM4 full dúplex 60 m	108,65	1	108,65
Patch cord F.O. Multimodo OM4 full dúplex 80 m	135,67	1	135,67
Switch Modelo WSC-fpdl Catalyst Serie 2960- x 48puertos	2980,07	6	17880,42
Cisco Sfp Glc-lh-sm Gigabit 1000 Base-lx Lc Modulo De Fibra	450,17	12	5402,04
Cisco WS-C4506-E Catalyst 4500 E 6 Slot Chassis	5678,69	1	5678,69
Canaleta de piso 60x13mm x 2m	9,89	200	1978,00
Canaletas plásticas 20x12mm x 50unid	125,10	20	2502,00
Canaletas plásticas de 5 x 3" (100x50mm) x 3m	9,80	550	5390,00
Etiquetadora electrónica brady BMP21 con cinta etiquetadora	230,14	2	460,28
Analizador de cable UTP Fluke DTX-1800	12700,45	1	12700,45
Ponchadora de impacto para cable utp marca nexxt	40	8	320,00
Ponchadora cable UTP	10,46	8	83,68
Tester de cableado	8,99	4	35,96
Access Point Wireless N Cisco Smb Wap551 Wifi Gigabit 2.4/5g	415,2	5	2076,00
Camáras IP inalámbricas eRobot D1201-A / B	140	7	980,00
		<b>subtotal</b>	63069,97
		<b>Iva%</b>	8600,45
		<b>TOTAL</b>	71670,43

**Fuente:** Anexo E cotizaciones realizadas

### Costos de Mano de Obra

El costo de mano de obra se basa en el valor económico de los técnicos que se necesitan para montar la red. Este costo es un monto pre visorio, puesto que de poner en marcha el montaje de la red, se utilizará este diseño, y se puede realizar la red utilizando mano de obra perteneciente a la Jefatura de Sistemas del G.A.D. Municipal de Tulcán.

**TABLA 28:** Costo total de mano de obra utilizada

Costo de Mano de Obra				
Personal	Número de Personas	Mensual	Número de meses	Total
Ingeniero en redes	1	3000	6	18000
Tecnólogo electrónico	1	1150	6	6900
Técnicos encargados de cableado	5	354	6	10620
			Total	35520

### 5.3 ANÁLISIS ECONÓMICO

Este análisis se realiza considerando los factores de costos operativos, de inversión y de ahorro en el transcurso de vida útil del sistema de cableado estructurado, en este caso proyectado por los siguientes 10 años, aunque este período de duración puede ser mayor al previsto.

#### Ahorro operativo

En base a datos proporcionados por la jefatura de sistemas el tiempo óptimo de utilización de la red en ocupación de tareas en beneficio de la institución es de dos horas, es decir que sin contar las horas ociosas (horas en que se utiliza internet en beneficio personal y no de la empresa), y las horas en que los funcionarios no utilizan acceso a internet, el tiempo de uso óptimo para tareas municipales es de 2 horas diarias. Por lo tanto en este diseño se contempla el ahorro al aumentar la confiabilidad de la red.

Este diseño de la red de datos de cableado estructurado propone un aprovechamiento y disponibilidad del 99% con lo cual se tiene la siguiente tabla de ahorro de tiempo en base a la remuneración mensual de cada usuario de red de acuerdo al cargo que desempeña.

El ahorro operativo se calcula en base al tiempo que está operativa la red en forma eficiente multiplicada por el número de horas que trabaja cada funcionario y el pago mensual que recibe por su tiempo de trabajo.

En base al reporte del proveedor de servicios que se encuentra en el anexo F de este trabajo de grado la red del G.A.D. Municipal de Tulcán es de 42 M con una disponibilidad

del 99,9% pero en base al análisis realizado no se ocupa la totalidad de la capacidad por lo que en este proyecto de trabajo de grado se propone una utilización del 99,9% debido al crecimiento de plazas de trabajo, las aplicaciones Web crecientes y el posterior manejo de equipos más robustos y una distribución correcta de la red de datos.

El análisis dice que se ocupan 34,62M como máximo en la red actual, por lo cual se entiende que apenas se utiliza el 82,43. Por lo tanto en comparación al 99,9% de eficiencia de la red que se utilizará en un futuro se tiene un crecimiento de 0,211937401 en el porcentaje de utilización de la red calculada mediante el procedimiento de:

**Ecuación 11:** Crecimiento de Porcentaje en utilización

$$\frac{\text{Porcentaje final} - \text{Porcentaje inicial}}{\text{Porcentaje Inicial}}$$

$$= (99,9 - 82,43)/82,43$$

$$=0,211937401$$

**Fuente:** Guzmán, C. G. (2004). Introducción a la Ingeniería Económica. Bogotá: Facultad de Ingeniería.

**TABLA 29:** Ahorro con el nuevo sistema de cableado estructurado

	R.M.U.	Valor Hora	Valor Internet diario	Consumo de VCID * #	Ahorro diario	
alcalde	1	4.500,00	25,57	51,14	51,14	10,84
Directores	11	2.200,00	12,50	25,00	275,00	58,28
Jefes	29	1.500,00	8,52	17,05	494,32	104,76
Coordinadores	23	1.086,00	6,17	12,34	283,84	60,16
Profesionales de área	22	1.086,00	6,17	12,34	271,50	57,54

<hr/>						
Técnicos						
Administrativos	32	775,00	4,40	8,81	281,82	59,73
Asistentes						
Técnicos	19	725,00	4,12	8,24	156,53	33,18
Asistentes						
Administrativos	55	622,00	3,53	7,07	388,75	82,39
otros	6					466,88
					mensual	10.271,28
					anual	123.255,37
<hr/>						

**Fuente:** Ing. Jairo Robles jefe de Talento humano G.A.D. Municipal de Tulcán período 2013

### Eficiencia del sistema

La eficiencia del sistema muestra el crecimiento del ahorro del sistema en el transcurso del tiempo. Para esto se realiza el crecimiento en porcentaje de al menos un 10% anual para obtener el valor futuro de ahorro (John D & John D, 2000).

#### Ecuación 12: Cálculo del Valor Futuro

$$VF = M(1 + i)^n$$

Nota: en esta fórmula se menciona VF que es el valor futuro, M es el monto inicial, i es el interés y n es la cantidad de años considerados de duración del proyecto o sistema.

Fuente: John D, F., & John D, S. (2000). *Fundamentos de Administración Financiera*. Pearson Education.

**TABLA 30:** Eficiencia en ahorro del sistema de cableado estructurado

AÑO	EFICIENCIA TÉCNICA DEL SISTEMA

---

1	123.255,37
2	126.367,88
3	129.558,99
4	132.830,68
5	136.184,99
6	139.624,01
7	143.149,87
8	146.764,76
9	150.470,94
10	154.270,72

---

### Costos anuales de la nueva red

Se deben tomar en cuenta los costos que implican la red ya en su utilización, es decir el mantenimiento y todos los gastos que se puedan realizar cuando la red ya esté implementada.

**TABLA 31:** Costos anuales de la nueva red periodo 1 a 5

---

No	DESCRIPCIÓN	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
1	Mantenimiento anual	5.000,00	5.126,26	5.255,71	5.388,43	5.524,51

---

2	Talento Humano	22.475,00	23.042,55	23.624,43	24.221,01	24.832,65
	Corrección de fallas					
3	eventuales	11.711,13	12.006,87	12.310,07	12.620,93	12.939,64
4	Materiales	2.000,00	2.050,51	2.102,29	2.155,37	2.209,80
<b>TOTAL</b>		<b>41.186,13</b>	<b>42.226,18</b>	<b>43.292,50</b>	<b>44.385,75</b>	<b>45.506,60</b>

**TABLA 32:** Costos anuales de la nueva red período 5 a 10

AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
5.664,01	5.807,04	5.953,69	6.104,03	6.258,17
25.459,74	26.102,66	26.761,82	27.437,62	28.130,49
13.266,40	13.601,41	13.944,88	14.297,02	14.658,06
2.265,61	2.322,82	2.381,47	2.441,61	2.503,27
<b>46.655,76</b>	<b>47.833,93</b>	<b>49.041,86</b>	<b>50.280,29</b>	<b>51.549,99</b>

### Tasas de inversión y reinversión

La tasa de inversión de descuento es el impuesto anual que se descuenta debido a la devaluación de los sistemas aplicados a obras municipales. La tasa de reinversión es la tasa de 6% propuesta por el Banco del estado ante financiamiento de obras. (Escobar, 1997)

**TABLA 33:** Tasa de inversión y reinversión

TASA DE INVERSIÓN DE DESCUENTO	20%	IMPUESTO POR MEJORAS EN MUNICIPIOS
TASA DE REINVERSIÓN	6%	TASA DE REINVERSIÓN DEL BANCO DEL ESTADO

**Fuente:** Ing. Jairo Robles jefe de Talento humano G.A.D. Municipal de Tulcán período 2013

### Eficiencia Total Neta

La eficiencia total del sistema resulta de la diferencia entre la eficiencia técnica y los costos del sistema implementado.

#### Ecuación 13: Cálculo de Eficiencia Neta

$$Eficiencia\ Neta = Eficiencia\ Anual\ del\ sistema - Costo\ anual\ del\ sistema$$

**Fuente:** Guzmán, C. G. (2004). Introducción a la Ingeniería Económica. Bogotá: Facultad de Ingeniería.

**TABLA 34:** Eficiencia neta del sistema período 1 a 5

DESCRIPCIÓN	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
EFICIENCIA TÉCNICA DEL SISTEMA	123.255,37	126.367,88	129.558,99	132.830,68	136.184,99
COSTOS DEL SISTEMA	41.186,13	42.226,18	43.292,50	44.385,75	45.506,60
TOTAL EFICIENCIA NETA	82.069,24	84.141,70	86.266,49	88.444,94	90.678,40

**TABLA 35:** Eficiencia neta del sistema período 6 a 10

AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
139.624,01	143.149,87	146.764,76	150.470,94	154.270,72
46.655,76	47.833,93	49.041,86	50.280,29	51.549,99
92.968,25	95.315,94	97.722,91	100.190,66	102.720,72

### Eficiencia neta actualizada

La eficiencia neta actualizada muestra la disminución del valor económico de la eficiencia por año debido a la devaluación del sistema. Esto se realiza en base a la tasa de inversión de descuento y de reinversión. Se toma en cuenta la inversión inicial que son todos los costos de mano de obra y los costos de los materiales necesarios para la implementación de la nueva red de datos.

#### Ecuación 14: Cálculo de eficiencia neta actualizada

$$Eficiencia\ Neta\ actualizada = \frac{Eficiencia\ Neta}{(1 + i)^n} - Inversión$$

Fuente: John D, F., & John D, S. (2000). Fundamentos de Administración Financiera. Pearson Education.

**TABLA 36:** Eficiencia neta actualizada

AÑO	EFICIENCIA NETA	EFICIENCIA NETA ACTUALIZADA
INVERSIÓN		
TOTAL		-107190,43
1	82.069,24	68.391,04
2	84.141,70	58.431,74
3	86.266,49	49.922,74
4	88.444,94	42.652,84
5	90.678,40	36.441,61

AÑO	EFICIENCIA NETA	
	EFICIENCIA NETA	ACTUALIZADA
6	92.968,25	31.134,88
7	95.315,94	26.600,93
8	97.722,91	22.727,22
9	100.190,66	19.417,62
10	102.720,72	16.589,97
		372.310,59

**Fuente:** Datos de tasas porcentuales facilitadas por Ing. Jairo Robles jefe de Talento humano G.A.D. Municipal de Tulcán período 2013

### VAN, TIR, ROI

El VAN muestra le valor económico ahorrado en función del tiempo transcurrido, y del cual se reducen los valores económicos por concepto de mantenimiento.

El TIR muestra el porcentaje de retorno de la inversión realizada en base al tiempo y los costos generados. Se utilizan como datos la eficiencia neta actualizada, la inversión, la tasa de inversión de descuento y la tasa de reinversión. (Guzmán, 2004)

El ROI es el valor operativo en función del ahorro, los valores por encima del 30% en proyectos de empresas que no tienen fines de lucro son comunes y demuestran su eficiencia ante sistemas actuales.

#### **Ecuación 15:** Cálculo de Valor Actual Neto

$$VAN = Eficiencia Neta actualizada - Inversión$$

**Fuente:** John D, F., & John D, S. (2000). Fundamentos de Administración Financiera. Pearson Education.

#### **Ecuación 16:** Cálculo del TIR

$$TIR = -I_0 + \sum_1^n \frac{Ef Neta actualizada}{(1 + i)^n}$$

Nota:  $I_0$  es la inversión inicial,  $n$  es el número de períodos en años e  $i$  es el interés

Fuente: John D, F., & John D, S. (2000). Fundamentos de Administración Financiera. Pearson Education.

#### Ecuación 17: Cálculo del ROI

$$ROI = \frac{\text{Eficiencia neta} - \text{Costos del sistema}}{\text{Costos del sistema}}$$

**Fuente:** John D, F., & John D, S. (2000). Fundamentos de Administración Financiera. Pearson Education.

VAN	265.120,16
TIR	17,26%
ROI	99,26%

#### 5.4 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA

La eficiencia de la red se basa en las categorías de profesionales y los sueldos mensuales que ellos perciben en la actualidad, esto implica un alto ahorro en dinero cuando se habla de una red más eficiente puesto a que las tareas que se realizan en internet van a ser más eficientes y se presentará menor incidencia de fallos, se prevé una prestación de 99,9% de la red.

La eficiencia neta muestra la ganancia en recursos, pero como en este caso no se tienen beneficios lucrativos, se obtiene un beneficio en ahorro a través de los años, sin embargo, la eficiencia neta actualizada muestra la devaluación del sistema hasta el décimo año de utilización, año de duración o vida útil del sistema de cableado estructurado.

El VAN muestra un ahorro económico de 265.120,16 en el transcurso de 10 años, lo que significa que el sistema es eficiente y si es viable realizar el proyecto con proyección de 10 años.

El TIR muestra un retorno de inversión del 17,26% que es más alto que en algunos proyectos lucrativos pero eso muestra el beneficio social del sistema de cableado, contabilizado en porcentaje de ahorro.

El ROI tiene un valor de 94,35%, al parecer es un valor alto pero en realidad muestra la viabilidad del proyecto, los proyectos no lucrativos siempre están sobre el 30% pero esto significa cuán viable es realizar el proyecto por sobre el sistema actual. Este valor nos indica que es viable realizar el proyecto puesto que la inversión es superada por el ahorro y muestra el beneficio operativo de la red en 99,26% superior al sistema actual.

## CAPÍTULO VI

### 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 CONCLUSIONES

Se logró modelar el sistema de cableado estructurado bajo normas internacionales de equipamiento y distribución de la red de datos para el G.A.D. Municipal de Tulcán.

El G.A.D. Municipal de Tulcán tiene una estructura arquitectónica en la cual no se concibió la distribución de la red de datos, por lo cual se recopiló toda información de estándares, y manuales técnicos y se aplicó las normas en la infraestructura actual del G.A.D. Municipal de Tulcán de tal forma que se dimensionan las normas internacionales a los requerimientos del edificio, este documento permitirá establecer las bases para la petición de presupuestos y sobre todo para subirlas al sistema de compras públicas para que el proyecto se ponga en marcha.

Se describió la arquitectura actual del edificio del G.A.D. Municipal de Tulcán y se verificó todo el sistema de cableado estructurado, realizando mediciones, visitas y recopilación de información importante de la red. Se realizó el análisis del cableado con el uso de Fluke DTX-1800 y se encontraron fallas durante este proceso, mayormente fallas en el mapeo debido a daños en los cables, en el punchado o en el mal estado de ellos, razón por la cual se hizo un informe de los fallos encontrados y se ha logrado corregir los fallos más críticos, reemplazando cableado en mal estado.

En el diseño se determinó que crecimiento de la red no se puede dejar determinado con el 10% de crecimiento sugerido para redes comerciales de edificios nuevos, puesto que la red del G.A.D. Municipal de Tulcán no es nueva y además los municipios no crecen en forma equilibrada para lo cual se ha utilizado la fórmula de ecuaciones diferenciales para crecimiento poblacional, ya que es una técnica más precisa, por otra parte se ha demostrado en base a este diseño que es mejor tener un backbone de fibra óptica que uno de cable UTP debido a las prestaciones y la robustez ante el creciente tráfico de la red, además se utiliza fibra óptica multimodo

OM4 ya que es un medio de transmisión optimizado y el ISP también usa este tipo de medio de transmisión para brindar su servicio a la red Municipal; en la estructura de la red se utilizará un switch de core cisco de catalyst 4506 debido a sus prestaciones y su robustez, especialmente se utilizará este dispositivo para conectar los servidores a la red, además se puede aprovechar el sistema de redundancia propio de este equipo, también y de acuerdo al cálculo de equipos activos se debe colocar dos equipos de respaldo en la red, la propuesta es colocarlos en la planta baja y en la tercera planta ya que en estos pisos de crecer la red en gran manera, serían los primeros en copar el número total de los puertos utilizables.

Se realizó la cotización de equipos y materiales para la realización de la red, y se tomó en cuenta el crecimiento futuro de usuarios de red y el ahorro en base a los salarios percibidos por funcionarios del G.A.D. Municipal de Tulcán. En base al diseño económico se ha logrado determinar que si es factible realizar el proyecto, el ROI nos indica que hay un buen desempeño técnico-económico y la rentabilidad económica se muestra con el cálculo del VAN, se ha gestionado hasta el momento la compra de algunos materiales como canaletas de varias dimensiones, rollos de cable de categoría 6A, etiquetadoras electrónicas, para mejorar la red hasta que se logre hacer el cambio total en el diseño, provisionalmente se ha etiquetado manualmente los puntos que antes eran desconocidos en la mayor parte de la red, permitiendo una mejor administración en el sistema de cableado estructurado.

## **6.2 RECOMENDACIONES**

Se recomienda utilizar este documento para ejecutar la puesta en marcha de una red robusta, funcional y organizada, siempre verificando en lo posible que se pueda cumplir con las normas más actuales de cableado estructurado y con los equipos adecuados como especifica este diseño.

Ya que la infraestructura de red es antigua y no se concibieron las normas de cableado estructurado, en cuanto a los espacios para la distribución se propone instalar cielo falso en todos los pisos del G.A.D. Municipal y en todas las dependencias, esto mejorará la estética y el despliegue no solo de redes de datos si no cualquier tipo de red cableada.

Aunque actualmente se maneja una central telefónica y sistemas de seguridad independientes de la red de datos, es necesario tener una red robusta que fusione todos los servicios, tal y como se propone en este diseño, para lo cual se puede utilizar VLANs en la configuración de los switch y servidores que permitan la gestión del ancho de banda y calidad de servicio por id de VLAN, de tal forma que se garanticen los servicios.

Es necesario en caso de no existir o que no sean destinados los recursos económicos para el desarrollo de esta propuesta de red, realizar la corrección de fallas de red y reemplazo de equipos y cableado por etapas, de tal forma que anualmente o mensualmente se pueda ir mejorando la red de datos.

### 6.3 BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, N. O. (2013). *Redes de Comunicaciones Industriales*. Madrid: UNED.
- Andalucía, J. d. (2005). *Ayudante Técnico de Informática de la Junta de Andalucía*. Andalucía: MAD.
- ANSI. (2009). *Balanced Twisted-Pair ANSI/EIA/TIA 568 C.2*. Arlington.
- ANSI/EIA/TIA . (2002). *Commercial Building Grounding (Earthing) and Bonding Requirements ANSI/EIA/TIA 607A*. Arlington.
- ANSI/EIA/TIA. (2000). *Optical Fiber Cabling Components TIA/EIA-568-B.3*. Arlington.
- ANSI/EIA/TIA. (2011). *Building Automation Systems Cabling Standart ANSI/TIA-862-A*. Arlington.
- ANSI/EIA/TIA. (2011). *Generic Telecommunications Bounding and Grounding (Earthing) for Customer Premises TIA 607\_B*. Arlington.
- ANSI/TIA. (2011). *Optical Fiber Cabling Components*. Arlington.
- ANSI/TIA. (2012). *Administration Standart for Telecommunicactions Infraestructure*. Arlington.
- ANSI/TIA. (2012). *Telecommunications Pathways and Spaces*. Arlington.
- Cadenas, X., Diego, Z., & Sergi, D. (2011). *Guía de sistemas de cableado estructurado*. Barcelona: Ediciones Experiencia.
- Calvopiña, P. &. (2014). *Rediseño de la red de voz, datos y video e implementación de un prototipo del sistema diseñado para el Colegio Nacional Experimental Juan Pío Montúfar*. Quito: EPN.
- Castaño, R., & López, J. (2013). *Redes Locales* . Madrid: Macmillan Iberia, S.A.
- Castillo, J. C. (2009). *Instalaciones de Telecomunicaciones*. Madrid: Editex S.A.
- Çetinkaya, E. K. (2014). *A comparative analysis of geometric graph models for modelling backbone networks*. EEUU: Optical switching & Networking.
- Chincheró, V. A. (2011). *Cálculo De La Capacidad De Conmutación De Los Equipos Activos Para Una Red Lan Corporativa* . Quito: ESPE.
- DIN, N. (1994). *Normas DIN Deutsches Institut für Normung*. Balzola.

Ehrhardt, A. F. (2010). *Characterisation of the PMD distribution along optical fibres and improvement of the backbone fibre infrastructure*. EEUU: POTDR. Journal of Networks.

ENOM. (15 de Enero de 2015). *datacottage.com*. Obtenido de <http://www.datacottage.com/nch/testing.htm#.VVlqGpO6dQo>

Escobar, B. (1997). *La evaluación económica de los sistemas de Información*. Sevilla: Varona.

FLUKENETWORKS. (4 de Marzo de 2013). *flukenetworks.com*. Obtenido de [http://download.flukenetworks.com/Download/Asset/DTXCableAnalyze\\_9821891\\_SPA\\_A\\_W.PDF](http://download.flukenetworks.com/Download/Asset/DTXCableAnalyze_9821891_SPA_A_W.PDF)

Gallego, J. C. (2015). *Instalación y Mantenimiento de Redes para Transmisión de Datos*. España: Editex S.A.

García Marín, F. (2012). *Mantenimiento de infraestructuras de redes locales de datos (MF0600\_2)*. Barcelona: IC Editorial.

Gil, P., Pomares, J., & Candelas, F. (2010). *Redes y Transmisión de Datos*. Alicante: Universidad de Alicante.

Gomez, J. A. (2012). *Redes Locales*. Madrid: Editex.

Guzmán, C. G. (2004). *Introducción a la Ingeniería Económica*. Bogotá: Facultad de Ingeniería.

Herrera, E. (2003). *Tecnologías y Redes de Transmisión de Datos*. Mexico DF: Grupo Noriega Editores. Obtenido de <http://serbal.pntic.mec.es/srug0007/archivos/radiocomunicaciones/5%20MEDIOS%20E%20TRANSMISION/APUNTES%20MEDIOS%20DE%20TRANSMISI%D3N.pdf>

Hillar, G. C. (2009). *Redes: diseño, actualización y reparación*. Argentina: Editorial Hispano Americana HASA.

John D, F., & John D, S. (2000). *Fundamentos de Administración Financiera*. Pearson Education.

Joskowicz, J. (2013). *Cableado Estructurado*. Montevideo.

Meeks, G. (22 de 10 de 2015). *Cabling Standarts*. 2009: School Planning & Management. Obtenido de Cabling Guidelines? No, Cabling Standards: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=36309412&lang=es&site=ehost-live>

Navarro, L. R. (2014). *Diseño de sistemas en redes de área local*. Mexico : Fichas de Informática.

Oliva Alonso, N. C. (2006). *Sistemas de cableado estructurado*. España : Alfaomega Grupo Editor.

RETEX. (27 de Enero de 2003). [www.retex.es](http://www.retex.es). Obtenido de [http://www.retex.es/Downloads/TECH\\_ENCLOSURES\\_EP\\_2009.pdf](http://www.retex.es/Downloads/TECH_ENCLOSURES_EP_2009.pdf)

Rincón C, C. A. (2006). *Efecto de la distancia del medio de transmisión en el rendimiento de redes Ethernet*. Barcelona: Revistas Científicas y Humanísticas.

Robledo Sosa, C. (2002). *Redes de computadoras*. México: Instituto Politécnico Nacional.

Salazar, G., & Coronel, F. (2014). *Diseño y Simulación de una Red de Acceso para brindar Servicios Triple Play con Tecnología FTTX en el centro de la ciudad de Ambato*. Quito.

Santos, M. (2014). *Diseño de Redes Telemáticas*. Madrid: RA-MA.

SOLUTIONS, NETWORK. (5 de Julio de 2012). [siemon.com](http://blog.siemon.com). Obtenido de <http://blog.siemon.com/standards/category/tia/tia-569-b-pathways-and-spaces>

SOLUTIONSNETWORK. (5 de Julio de 2012). [siemon.com](http://www.siemon.com). Obtenido de [https://www.siemon.com/la/white\\_papers/07-10-09-demystifying.asp](https://www.siemon.com/la/white_papers/07-10-09-demystifying.asp)

Urueña León, E. E. (2007). *Cableado* . Buenos Aires: El Cid Editor - Ingeniería.

Wayne, T. (2003). *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*. Phoenix: Prentice Hall.

Zill, D. G. (2009). *Ecuaciones diferenciales con aplicaciones de modelado*. Mexico D.F.: Cengage Learning.

## 6.4 GLOSARIO

**BACKBONE.-** Es el canal central por donde se transmiten los datos, su función es soportar todo el tráfico de la red. Generalmente se realiza con medios de transmisión potentes como por ejemplo enlaces de fibra óptica, pero también se utilizan enlaces de cable UTP categoría 6 o 6A.

**ANSI/EIA/TIA.-** Son las siglas de tres organizaciones ANSI (Instituto Nacional Americano de Estándares), EIA (Alianza de Industrias Electrónicas), y TIA (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones), son las organizaciones encargadas de estandarizar herramientas, productos, y servicios de telecomunicaciones.

**OM4.-** Es una fibra óptica multimodo que trabaja con mayor capacidad de datos y a mayores distancias, se asemeja a la capacidad de las fibras monomodo en entornos LAN pero se caracterizan por su costo económico.

**RACK.-** Es una estructura metálica que sirve para organizar equipos activos de comunicación, cables, equipos de conexión e interconexión.

**PUERTO UPLINK.-** Uplink se determina uplink o enlace de subida a un puerto con mayor capacidad que el resto de puertos, este puerto está destinado a la conexión entre equipos, o para conexión con el backbone.

**RANURA SPF.-** Esta ranura se encuentra en la mayoría de equipos de red actuales y permite incrementar módulos de conexión, es decir que se puede incrementar en el dispositivo un puerto más de conexión dependiendo del número de ranuras y la capacidad de conmutación y transmisión que se pueda soportar.

**LAN.-** Red de área local, es una red que alcanza un máximo, es la conexión de equipos que conforman una red de datos en una misma área geográfica.

**TOPOLOGÍA FÍSICA.-** Es la forma en la que se organizan los equipos terminales y equipos activos dentro de una red, las topologías conocidas son en malla, anillo, estrella, bus, estrella extendida, y redes híbridas.

**UTP.-** Cable de par trenzado sin blindaje por sus siglas en inglés UTP, es un cable de conductores de cobre de cuatro pares de hilos organizados por colores, entorchados entre pares en forma helicoidal para disminuir interferencias, su función es ser canal de comunicación entre equipos.

**PATCH PANEL.-** Panel de conexiones, es un panel de múltiples puertos que facilita la interconexión de cables, además de evitar el desgaste en los puertos de los equipos principales debido a la conexión y desconexión física.

**MUTOA.-** Son tomas de telecomunicaciones multiusuario, se ubican en lugares fijos y tiene capacidad de hasta 12 usuarios para oficinas fijas.

**ICS.-** Primera normativa internacional creada por IBM y denominada Sistema de cableado estructurado IBM.

**CEN.-** Sistema Europeo de normalización sin fines de lucro.

**CENELEC.-** Comité Europeo de Normalización Electrotécnica, responsable de la estandarización en el ámbito eléctrico.

**SCE.-** Siglas que definen un sistema de cableado estructurado.

**IEEE.-** Organización orientada al desarrollo tecnológico, por sus siglas Instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos.

**DIAFONÍA (ACR).-** Es un fenómeno denominado también “Crosstalk”, y se debe a la interferencia electromagnética de cada par de transmisión sobre los pares cercanos

**NEXT.-** La pérdida por paradiafonía entre pares (NEXT) calcula el nivel de acoplamiento de señal indeseada entre pares adyacentes en el extremo cercano de transmisión.

**PSNEXT.-** Suma de señales generadas por paradiafonía.

**IL.-** La pérdida de inserción mide la cantidad de energía que se pierde cuando las señales eléctricas circulan por el cable. Con esta medida cuantificamos la resistencia que opone el medio físico del enlace ante las transmisiones eléctricas.

**FEXT.-** El crosstalk se define como la potencia de una señal que causa interferencia, si esta señal de crosstalk que tiene lugar en el extremo opuesto del hilo de cobre al que se introdujo la señal original

**PSACR.-** relaciona la señal con el ruido en un medio de transmisión, además la medida del ACR depende del ancho de banda utilizable.

**ACRF (ELFEXT).**- se cuantifica cuando se resta la pérdida de inserción de la pérdida de diafonía.

**PSACRF (PSELFEXT).**- se determina con la medición del poder de la suma de la energía de diafonía y está dominado por el acoplamiento entre pares en proximidad y relativamente no afecta los pares en grupos de cables.

**FOTP.**- Procedimientos para pruebas realizadas en cables de fibra óptica.

**TCL.**- pérdida de conexión transversal y es una de las dos mediciones de equilibrio de un medio de transmisión

**ELTCTL.**- pérdida de conexión transversal y es una de las dos mediciones de equilibrio de un medio de transmisión provocadas por medios de mayor longitud

**TBB.**- Es un conductor de cable de cobre de 6AWG que une en forma centralizada todo el sistema de puesta a tierra, une los TGB con el TMGB.

**TGB.**- es el punto para puesta a tierra del cuarto de telecomunicaciones en un espacio específico, cada espacio de telecomunicaciones en todo el edificio debe tener una TGB.

**TMGB.**- Es el punto donde se unen todos los TGB y está cerca del sistema de puesta a tierra del edificio al cuál se conecta directamente.

**RAGB.**- Conductor, barra metálica ubicada en el rack en donde se conectan los equipos activos y pasivos del gabinete.

**TBBIBC.**- Conductor que une los equipos al RAGB.

**HVAC.**- Sistema de Ventilación y aire acondicionado, su función es mantener a temperatura estable el cuarto de equipos o comunicaciones.

**VAN.**- procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión

**TIR.**- interés en el que el VAN se hace cero. Si el TIR es alto, el proyecto rentable, que supone un retorno de la inversión.

**ROI.**- es la herramienta económica que compara el beneficio o la utilidad obtenida en relación a la inversión realizada.

**DHCP.-** En cuanto a servidores se refiere este es el que permite obtener direcciones ip en forma dinámica, es decir que se asigna automáticamente una ip única a cada equipo activo de la red.

**DNS.-** Este servidor es utilizado para traducir a nomenclatura una dirección ip pre configurada para ser traducida cuando se requiera acceso a un medio o dispositivo.

**PBX.-** Es una central telefónica en donde se conmutan las comunicaciones de voz. Es la sigla de Private Branch Exchange. Una PBX se encarga de establecer conexiones entre terminales de una misma empresa, o de hacer que se cursen llamadas al exterior.

**SSH.-** Conexión segura que permite accesos remotos entre equipos activos de la red, mediante uso de claves encriptadas y comunicación ip.

## 6.5 ANEXOS

### ANEXO A: TABLA DE ENLACES MEDIDOS CON ANALIZADOR DE CABLES FLUKE NETWORK DTX-1800

Nombre de enlace	Categoría	PASA	Tipo de Falla
1A.PPA:04	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
1A.PPA:05	5e	NO	NEXT
1A.PPA:06	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
1A.PPA:11	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
1A.PPA:13	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
1A.SWA:05/1A.PPA:02	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
1A.SWA:10/1A.PPA:04	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
1A.SWA:17/1A.PPA:13	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
1A.SWA:13	5e	SI	NINGUNA
1A.SWA:14	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
1A.SWA:15	5e	SI	NINGUNA
1A.SWA:24	5e	SI	NINGUNA
1A.SWA:01/1A.PPA:09	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
1A.SWA:02/1A.PPA:07	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
1A.SWA:03/1A.PPA:06	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
1A.SWA:04/1A.PPA:08	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
1A.SWA:06/1A.PPA:11	5e	SI	NINGUNA
1A.SWA:07/1A.PPA:14	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
1A.SWA:08/1A.PPA:10	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
1A.SWA:11/1A.PPA:16	5e	SI	NINGUNA
1A.SWA:06	5e	SI	NINGUNA
1A.SWA:07	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
1A.SWA:08	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
1B.PPA:03	5e	SI	NINGUNA

---

1B.PPA:07	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
1B.PPA:09	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
1B.PPA:10	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
1B.PPA:22	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
1B.SWA.11/1B.PPA:22	5e	SI	NINGUNA
1B.SWA:05	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
1B.PPA:09	5e	NO	NEXT
1B.SWA:03/1B.PPA:19	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
1B.SWA:05/1B.PPA:08	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
1B.SWA:08/1B.PPA:10	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
1B.SWA:10/1B.PPB:09	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
1B.SWA:12/1B.PPA:07	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
1B.SWA:14/1B.PPA:04	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
1B.SWA:15/1B.PPA:23	5e	NO	NEXT, ACRF, PSNEXT, PS-ACRF
1B.SWA:16/1B.PPA:03	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
1B.SWB:04	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
1B.SWB:05	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
1B.SWB:06	5e	SI	NINGUNA
1B.SWB:07	5e	NO	PERDIDA DE RETORNO
1B.SWB:11	5e	SI	NINGUNA
1B.SWC:02	5e	SI	NINGUNA
1B.SWC:05	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
1B.SWC:08	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
1B.SWC:10	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
2A.PPA:01	5e	SI	NINGUNA
2A.PPA:02	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
2A.PPA:04	5e	SI	NINGUNA
2A.PPA:07	5e	NO	PERDIDA DE RETORNO

---

---

2A.PPA:09	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
2A.PPA:12	5e	SI	NINGUNA
2A.PPA:22	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
2A.PPA:01/2A.SWA:03	5e	SI	NINGUNA
2A.PPA:02/2A.SWB:22	5e	SI	NINGUNA
2A.PPA:03/2A.SWA:04	5e	SI	NINGUNA
2A.PPA:04/2A.SWA:06	5e	NO	ACRF, PS-ACRF, PERDIDA DE RETORNO
2A.PPA:06/2A.SWA:07	5e	NO	NEXT, ACRF, PS-ACRF, PERDIDA DE RETORNO
2A.PPA:07/2A.SWA:10	5e	SI	NINGUNA
2A.PPA:08/2A.SWA:13	5e	SI	NINGUNA
2A.PPA:09/2A.SWA:08	5e	SI	NINGUNA
2A.PPA:11/2A.SWA:14	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
2A.PPA:12/2A.SWA:05	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
2A.PPA:14/2A.SWA:12	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
2A.PPA:16/2A.SWA:16	5e	NO	NEXT, PSNEXT, ACRF, PS-ACRF, PERDIDA DE RETORNO
2A.PPA:17/2A.SWA:15	5e	SI	NINGUNA
2A.PPA:18/2A.SWA:18	5e	SI	NINGUNA
2A.PPA:19/2A.SWA:19	5e	SI	NINGUNA
2A.PPA:20/2A.SWA:20	5e	SI	NINGUNA
2A.PPA:21/2A.SWA:21	5e	SI	NINGUNA
2A.PPA:22/2A.SWA:23	5e	SI	NINGUNA
2A.PPA:23/2A.SWA:22	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
2A.PPA:24/2A.SWA:27	5e	SI	NINGUNA
2A.SWA:02	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
2A.SWA:09	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
2A.SWA:28	5e	SI	NINGUNA

---

---

2A.SWB:10	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
2A.SWB:14	5e	SI	NINGUNA
2A.SWB:15	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
2A.SWB:16	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
2A.SWB:21	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
2A.SWB:03	5e	SI	NINGUNA
2A.SWB:04	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
2A.SWB:05	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
2A.SWB:06	5e	NO	PERDIDA DE RETORNO
2A.SWB:07	5e	NO	NEXT, PSNEXT, PERDIDA DE RETORNO
2A.SWB:08	5e	NO	PERDIDA DE RETORNO
2A.SWB:09	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
2A.SWB:11	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
2A.SWB:12	5e	NO	ACRF, PS-ACRF, PERDIDA DE RETORNO
2A.SWB:13	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
2A.SWB:17	5e	SI	NINGUNA
2A.SWB:18	5e	SI	NINGUNA
4A.PPA:05	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
4A.PPA:08	5e	SI	NINGUNA
4A.PPA:10	5e	SI	NINGUNA
4A.PPA:12	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
4A.PPB:24	5e	SI	NINGUNA
4A.SWA:47	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
4A.SWA:01/4A.PPA:05	5e	SI	NINGUNA
4A.SWA.11/4A.PPA:02	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
4A.SWA.19/4A.PPA:10	5e	SI	NINGUNA
4A.SWA.35/4A.PPA:01	5e	SI	NINGUNA

---

---

4A.SWB.24	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
4A.SWB:05	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
4A.SWB:12	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
4A.SWB.06/4A.PPA:09	5e	SI	NINGUNA
4A.SWB.07/4A.PPA:13	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
4A.SWB.08/4A.PPA:14	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
4A.SWB.09/4A.PPA:17	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
4A.SWB.11/4A.PPA:11	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
4A.SWB.14/4A.PPA:16	5e	SI	NINGUNA
4A.SWB.15/4A.PPA:07	5e	SI	NINGUNA
4A.SWB.16/4A.PPA:08	5e	SI	NINGUNA
4A.SWB.17/4A.PPA:04	5e	SI	NINGUNA
4A.SWB.19/4A.PPA:15	5e	SI	NINGUNA
4A.SWB.20/4A.PPA:06	5e	SI	NINGUNA
4A.SWC:15	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
4A.SWC:03	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
4A.SWC:04	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
4A.SWC:11	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
4A.SWC:13	5e	SI	NINGUNA
4A.SWC:21	5e	SI	NINGUNA
4A.SWC:14/4A.PPA:12	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
4A.SWD:02	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
4A.SWD:03	5e	SI	NINGUNA
4A.SWD:04	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
4A.SWD:05	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
4A.SWD:06	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
4A.SWD:07	5e	SI	NINGUNA
4A.SWE:01	5e	NO	MAPA DE CABLEADO

---

---

4A.SWE:02	5e	NO	NEXT, PSNEXT, ACRF, PS-ACRF, PERDIDA DE RETORNO
4A.SWE:03	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
4A.SWE:05	5e	SI	NINGUNA
4A.SWE:07	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
5A.SWA:02	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
5A.SWA:03	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
5A.SWA:04	5e	SI	NINGUNA
5A.SWA:07	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
5A.SWA:11	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
ENLACE COMISARIA	5e	NO	PERDIDA DE RETORNO
ENLACE 1	5e	NO	NEXT, PSNEXT, ACRF, PS-ACRF, PERDIDA DE RETORNO
ENLACE 2	5e	NO	NEXT, PSNEXT, ACRF, PS-ACRF, PERDIDA DE RETORNO
ENLACE 3	5e	NO	NEXT, PSNEXT, ACRF, PS-ACRF, PERDIDA DE RETORNO
ENLACE 4	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
ENLACE 5	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
ENLACE 6	5e	SI	NINGUNA
ENLACE 7	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
ENLACE 8	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
ENLACE 9	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
ENLACE 10	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
ENLACE 11	5e	SI	NINGUNA
ENLACE 12	5e	NO	PERDIDA DE RETORNO
TESORERIA 1	5e	SI	NINGUNA
TESORERIA 3	5e	SI	NINGUNA
TESORERIA 4	5e	SI	NINGUNA

---

---

3A.PPA:01	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
3A.PPA:04	5e	NO	NEXT, PSNEXT, ACRF, PS-ACRF, PERDIDA DE RETORNO
3A.PPA:05	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
3A.PPA:08	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
3A.PPA:10	5e	NO	NEXT, PSNEXT, ACRF, PS-ACRF, PERDIDA DE RETORNO
3A.PPA:12	5e	NO	NEXT, PSNEXT, ACRF, PS-ACRF, PERDIDA DE RETORNO
3A.PPA:13	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
3A.PPA:16	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
3A.PPA:22	5e	SI	NINGUNA
3A.PPA:23	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
3A.PPA:01/3A.SWA:01	5e	SI	NINGUNA
3A.PPA:02/3A.SWA:02	5e	SI	NINGUNA
3A.PPA:03/3A.SWA:03	5e	SI	NINGUNA
3A.PPA:04/3A.SWA:04	5e	SI	NINGUNA
3A.PPA:05/3A.SWA:05	5e	SI	NINGUNA
3A.PPA:06/3A.SWA:06	5e	SI	NINGUNA
3A.PPA:07/3A.SWA:07	5e	SI	NINGUNA
3A.PPA:08/3A.SWA:08	5e	SI	NINGUNA
3A.PPA:09/3A.SWA:09	5e	SI	NINGUNA
3A.PPA:10/3A.SWA:10	5e	SI	NINGUNA
3A.PPA:11/3A.SWA:11	5e	SI	NINGUNA
3A.PPA:12/3A.SWA:12	5e	SI	NINGUNA
3A.PPA:13/3A.SWA:13	5e	SI	NINGUNA
3A.PPA:14/3A.SWA:14	5e	NO	NEXT, PERDIDA DE RETORNO
3A.PPA:15/3A.SWA:15	5e	SI	NINGUNA
3A.PPA:16/3A.SWA:16	5e	SI	NINGUNA

---

---

3A.PPA:17/3A.SWA:17	5e	SI	NINGUNA
3A.PPA:18/3A.SWA:18	5e	SI	NINGUNA
3A.PPA:19/3A.SWA:19	5e	SI	NINGUNA
3A.PPA:20/3A.SWA:20	5e	SI	NINGUNA
3A.PPA:21/3A.SWA:21	5e	SI	NINGUNA
3A.PPA:22/3A.SWA:22	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
3A.PPA:23/3A.SWA:23	5e	NO	PERDIDA DE RETORNO
3A.PPA:24/3A.SWA:28	5e	SI	NINGUNA
3A.PPB:01	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
3A.PPB:17	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
3A.PPB:23/3A.SWB:23	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
3A.PPB:02	5e	NO	NEXT, PSNEXT, ACRF, PS- ACRF, PERDIDA DE RETORNO
3A.PPB:03	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
3A.PPB:04	5e	SI	NINGUNA
3A.PPB:05	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
3A.PPB:06	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
3A.PPB:07	5e	SI	NINGUNA
3A.PPB:08	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
3A.PPB:09	5e	SI	NINGUNA
3A.PPB:10	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
3A.PPB:18	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
3A.PPB:20	5e	NO	NEXT, PSNEXT, PERDIDA DE RETORNO
3A.PPB:21	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
3A.PPB:01/3A.SWB:01	5e	SI	NINGUNA
3A.PPB:02/3A.SWB:02	5e	SI	NINGUNA
3A.PPB:03/3A.SWB:03	5e	SI	NINGUNA
3A.PPB:04/3A.SWB:04	5e	NO	PERDIDA DE RETORNO

---

---

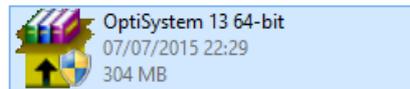
3A.PPB:05/3A.SWB:05	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
3A.PPB:06/3A.SWB:06	5e	SI	NINGUNA
3A.PPB:07/3A.SWB:07	5e	SI	NINGUNA
3A.PPB:08/3A.SWB:08	5e	SI	NINGUNA
3A.PPB:09/3A.SWB:09	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
3A.PPB:10/3A.SWB:10	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
3A.PPB:13/3A.SWB:13	5e	SI	NINGUNA
3A.PPB:14/3A.SWB:15	5e	SI	NINGUNA
3A.PPB:15/3A.SWB:11	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
3A.PPB:17/3A.SWB:17	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
3A.PPB:18/3A.SWB:18	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
3A.PPB:19/3A.SWB:19	5e	SI	NINGUNA
3A.PPB:20/3A.SWB:20	5e	SI	NINGUNA
3A.PPB:24/3A.SWB:24	5e	SI	NINGUNA
3A.PPB:27/3A.SWB:22	5e	SI	NINGUNA
3A.SWB:12	5e	NO	MAPA DE CABLEADO
3A.SWB:14	5e	NO	NEXT, PSNEXT, PERDIDA DE RETORNO
3A.SWB:16	5e	SI	NINGUNA

---

Nota: Esta tabla muestra la nomenclatura de los enlaces permanentes y patch cords de interconexión, además del tipo de fallas que presentan.

## ANEXO B: INSTALACIÓN DE SOFTWARE OPTISYSTEM

Paso 1: Descomprimir el programa



Paso 2: Ejecutar como administrador

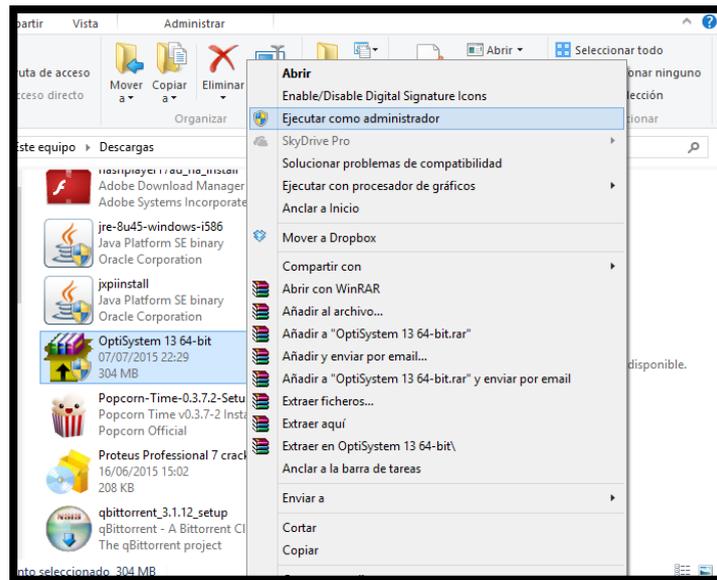


FIGURA 55: Ejecución del programa en modo administrador

Paso 3: Dar click en siguiente en la primera ventana de instalación.



FIGURA 56: Primera ventana de instalación

Paso 4: Aceptar el contrato digital de uso de licencia del software.

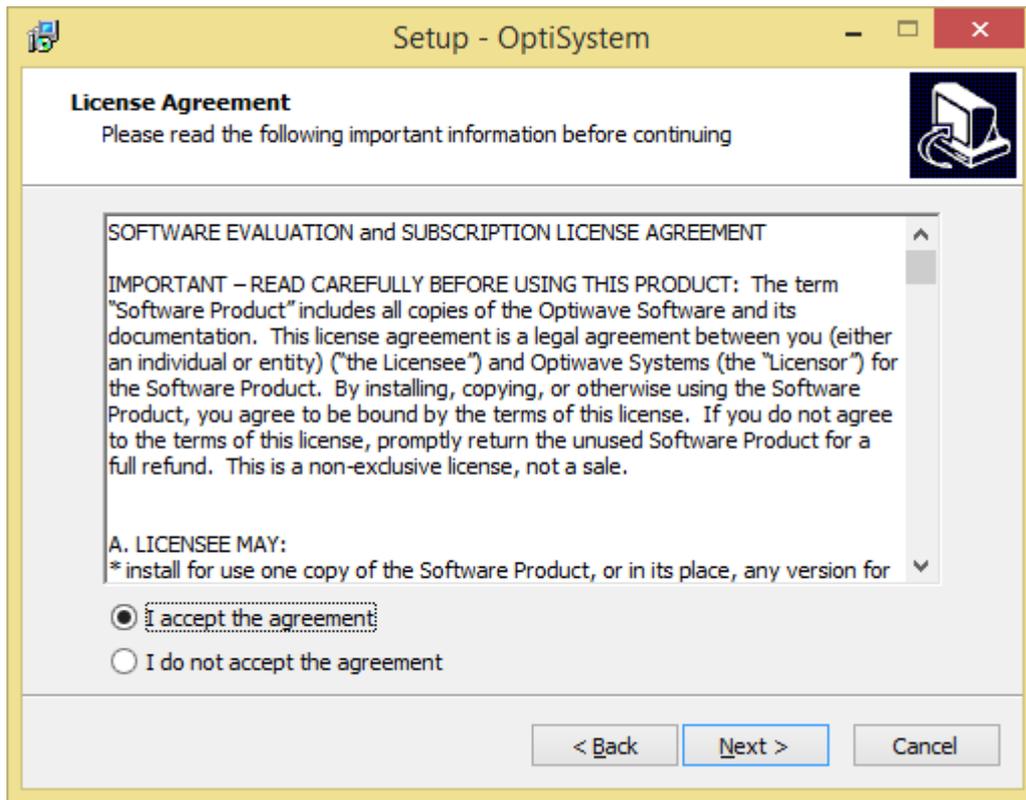


FIGURA 57: Acuerdo de licencia

Paso 5: Se debe escoger la carpeta de instalación del programa

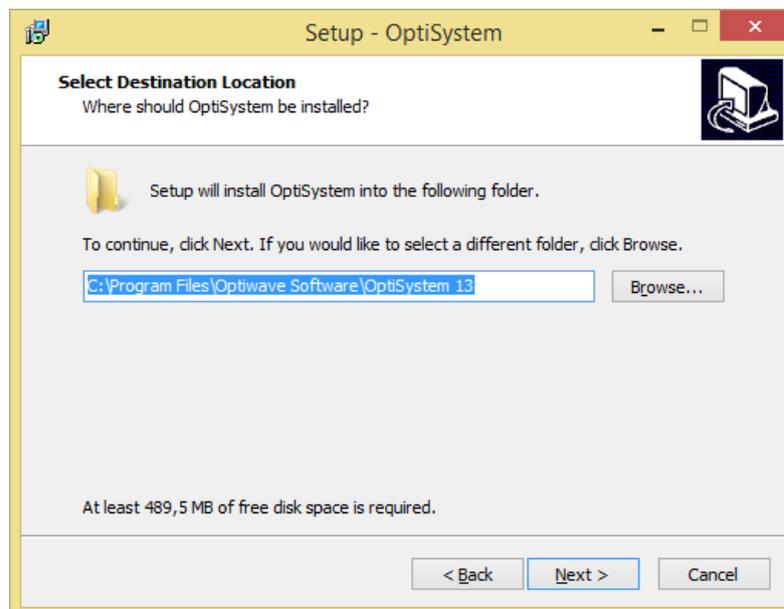


FIGURA 58: Directorio en donde se guardará el programa

Paso 6: Aceptación de directorio destino de instalación

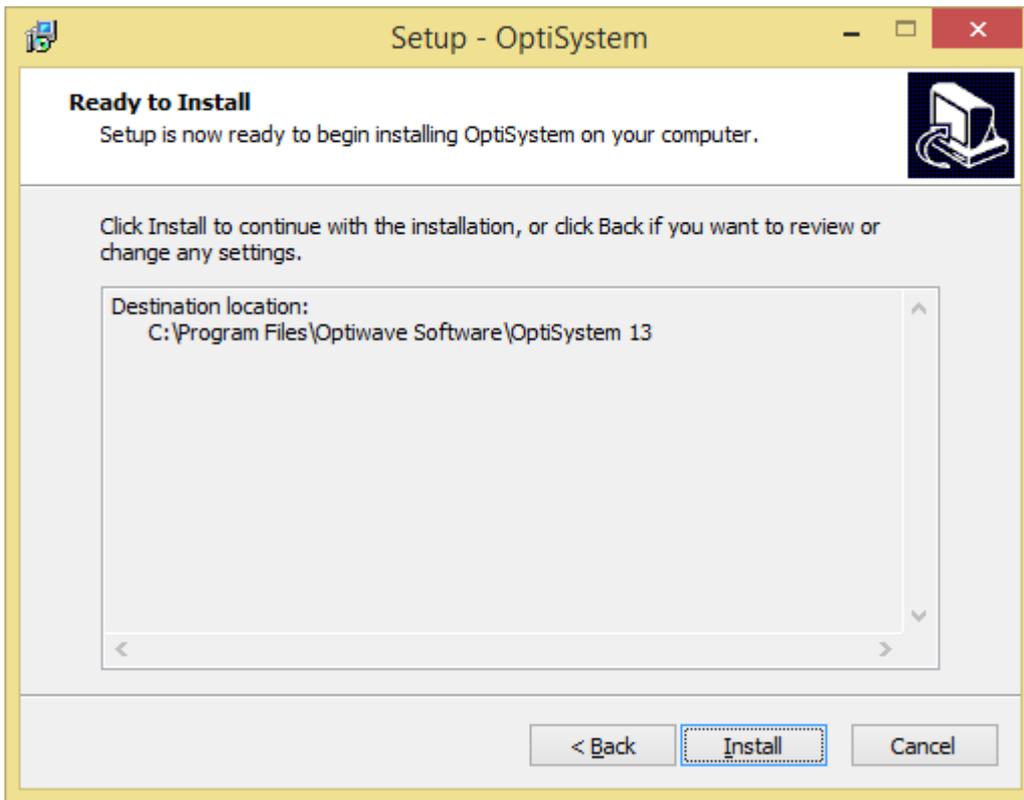


FIGURA 59: Confirmación de fichero de instalación

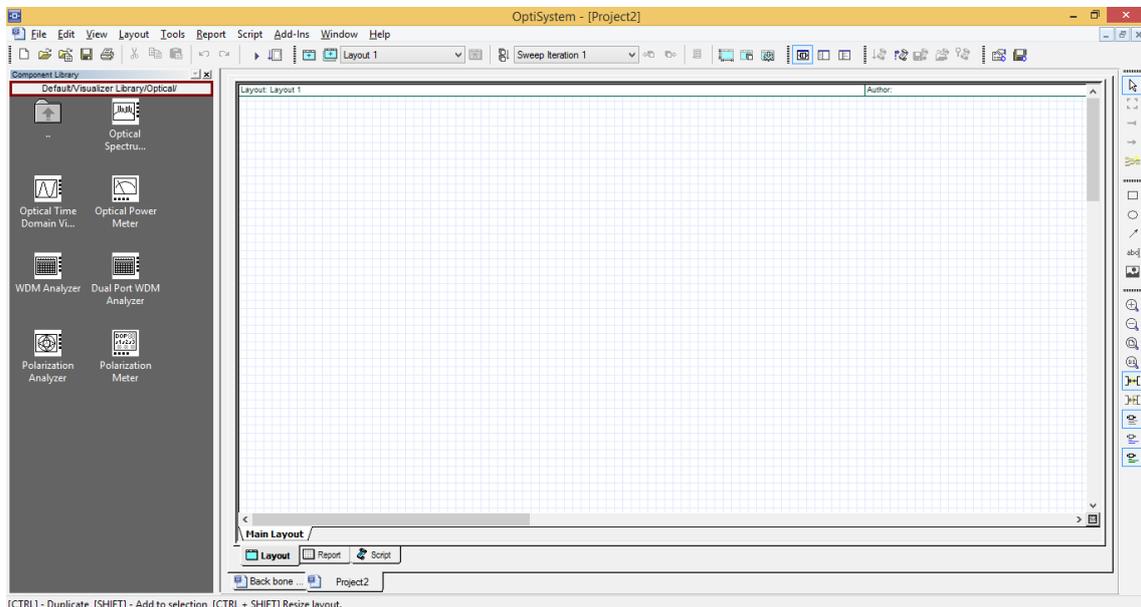
Paso 7: Finalización de la instalación.



FIGURA 60: Finalización de la Instalación

## ANEXO C: MANEJO DE OPTISYSTEM

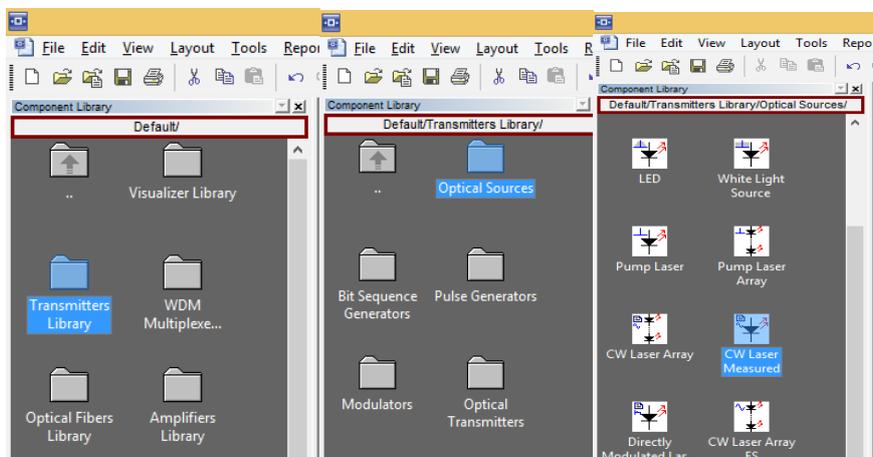
Para realizar una simulación de un sistema de backbone de Fibra óptica en Optisystem, lo primero que se debe hacer es crear un nuevo proyecto, para tener un espacio de trabajo en blanco.



**FIGURA 61:** Área de trabajo en un proyecto de optisystem

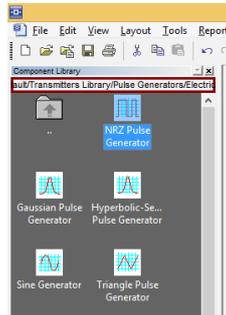
En la parte izquierda del área de trabajo tenemos librerías de sistemas de F.O. para lo cual se debe saber que componentes debe tener el sistema de transmisión y que tipo de fibra vamos a utilizar.

Cuando sabemos que componentes vamos a utilizar comenzamos con la realización del sistema, entonces lo que se debe hacer es dar click en la librería de transmisores y posteriormente elegir fuentes ópticas y dentro de estas CW Láser que es la fuente más comúnmente utilizada en este software.



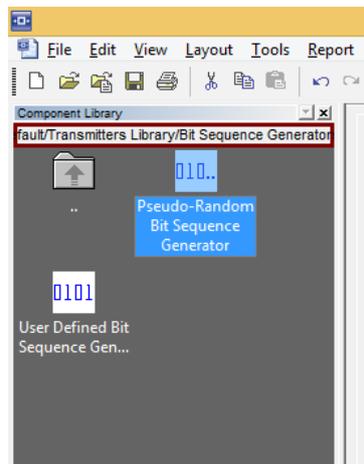
**FIGURA 62:** Librerías de transmisores, y fuentes ópticas

En la librería de transmisores, dentro de la carpeta Pulse Generators podemos escoger el generador de pulso NRZ que es el segundo elemento necesario.



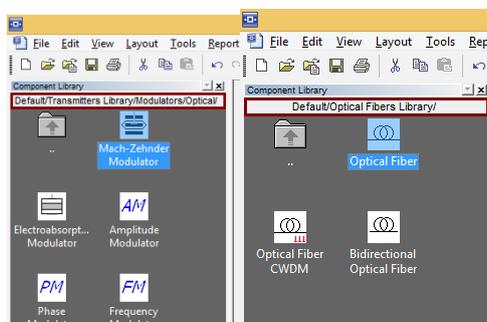
**FIGURA 63:** Librería de generadores de pulso

Posteriormente escogemos dentro en la carpeta de secuencia de bits Pseudo-Random Bit Sequence.



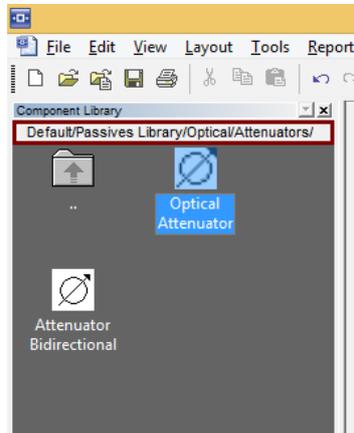
**FIGURA 64:** Librería de Generador de Bits de secuencia

De la misma manera buscamos un modulador de señal en este caso Match Zehnder Modulator, que se encuentra en la carpeta de moduladores. Y dentro de la carpeta de Fibras ópticas, escogemos la fibra óptica por defecto



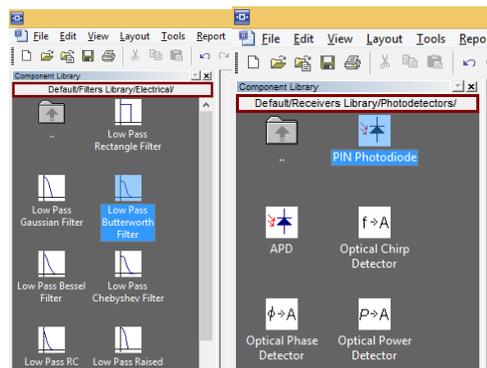
**FIGURA 65:** Librería de fibra óptica y Moduladores

Todo sistema de fibra óptica tiene un atenuador, es decir algún equipo al que se conecta, equipos intermedios de conexión, conectores, o incluso defectos que hacen que la fibra se atenúe, el atenuador óptico se encuentra en la carpeta atenuadores en el directorio de elementos pasivos.



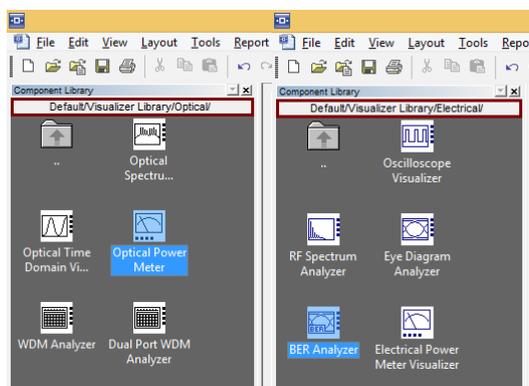
**FIGURA 66:** Librería de atenuadores

En la parte de recepción se debe utilizar un fotodetector, en este caso un fotodiodo PIN y un Filtro pasabajo para poder analizar la señal.



**FIGURA 67:** Librería de fotodetector y Filtros

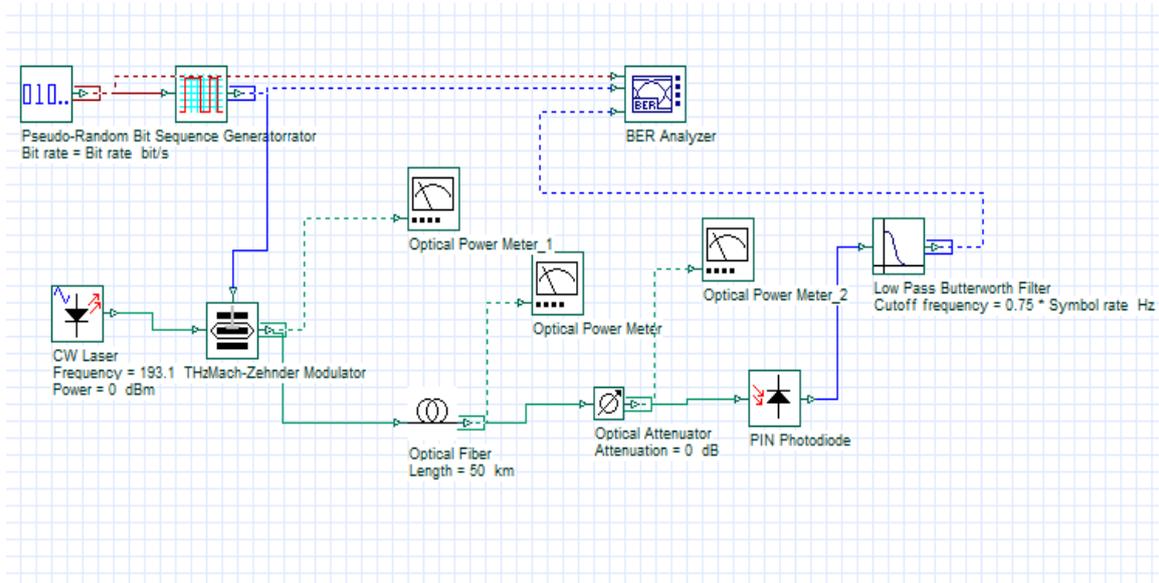
Para analizar y medir las señales se utilizan medidores ópticos y analizadores BER, ambos se encuentran en la carpeta de visualizadores.



**FIGURA 68:** Analizadores y medidores de señal

## EJEMPLO DE SIMULACIÓN CON PARÁMETROS DE FALLA

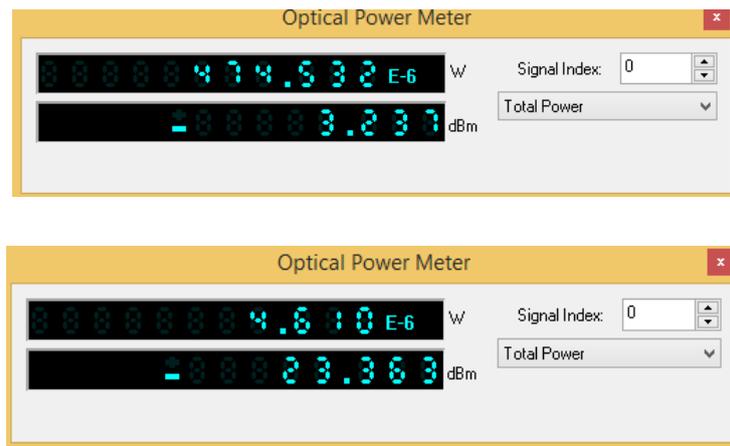
Luego de tener todos los componentes, es necesario que armemos todo el sistema completo para poder analizar el desempeño de la fibra óptica.



**FIGURA 69:** Montaje de sistema óptico

Al realizar este cambio en el atenuador obtenemos los siguientes resultados:

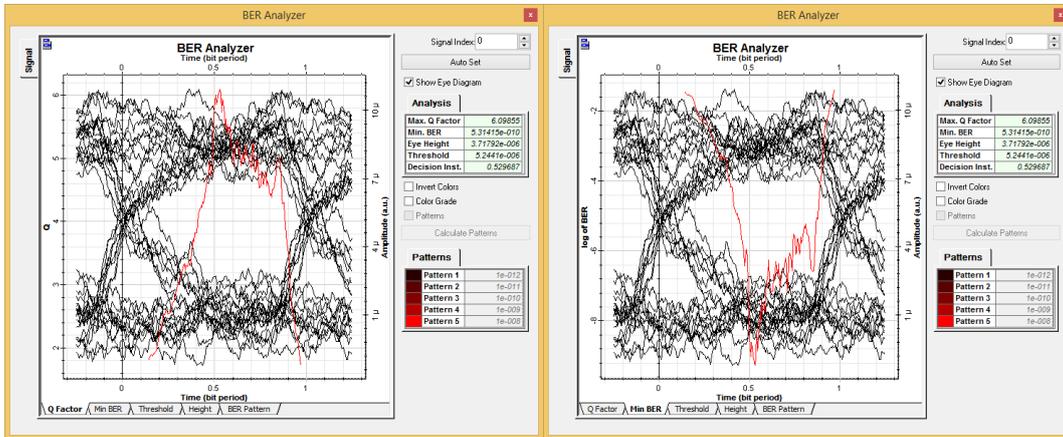
Lo primero que se nota tomando las mediciones de poder de la señal es que la señal se ha debilitado en gran manera, de tal modo que significará que la información va a ser poco legible.



**FIGURA 70:** Medición de la potencia de señal

**Fuente:** Software Optisystem

Tomando luego los datos arrojados en el analizador VER podemos ver que la calidad de la señal se ve interrumpida por la longitud de onda que se propaga, además miramos que se ha formado una señal distorsionada, y ruidosa, por lo cual la perdida de bits ahora será considerable.



**FIGURA 71:** Análisis de la señal mediante el uso del diagrama del ojo

**Fuente:** Software Optisystem

Lo recomendable en este caso es utilizar receptores ópticos de 1G, 10G o de mayor capacidad, de tal forma que la atenuación por recepción sea mínima.

## ANEXO D: PLANOS ARQUITECTÓNICOS

**ANEXO E: COTIZACIONES**



Ruc: 040112177001  
 Dirección: Fco. de Goya y Salvador Dalí  
 Teléfono: 0986864797  
 Correo: armandoh1@yahoo.com

**PROFORMA**

DETALLE	COST. UNIDAD	CANT	TOTAL
Rollo de cable UTP cat 6A marca nexxt	340,15	24	8163,60
Rack 42 u tipo gabinete	1230,23	4	4920,92
Rack 21 unidades	329	1	329,00
Patch Panel Modular marca nexxt cat. 6A	155	9	1395,00
Conector rj45 x 100 cat 6A	14,23	10	142,30
Face plate cat 6A	1,99	200	398,00
Jack para face plate	1,37	300	411,00
Patch cord F.O. Multimodo OM4 full dúplex 5 m	25,67	1	25,67
Patch cord F.O. Multimodo OM4 full dúplex 30 m	67,80	1	67,80
Patch cord F.O. Multimodo OM4 full dúplex 40 m	85,30	1	85,30
Patch cord F.O. Multimodo OM4 full dúplex 60 m	108,65	1	108,65
Patch cord F.O. Multimodo OM4 full dúplex 80 m	135,67	1	135,67
Switch Modelo WSC-fpdI Catalyst Serie 2960-x 48puertos	2980,07	6	17880,42
Cisco Sfp Gic-lh-sm Gigabit 1000 Base-lx Lc Modulo De Fibra	450,17	12	5402,04
Cisco WS-C4506-E Catalyst 4500 E 6 Slot Chassis	5678,69	1	5678,69
Canaleta de piso 60x13mm x 2m	9,89	200	1978,00
Canaletas plásticas 20x12mm x 50unid	125,10	20	2502,00
Canaletas plásticas de 5 x 3" (100x50mm) x 3m	9,80	120	1176,00
Etiquetadora electrónica brady BMP21 con cinta etiquetadora	230,14	2	460,28
Analizador de cable UTP Fluke DTX-1800	12700,45	1	12700,45
Ponchadora de impacto para cable utp marca nexxt	40	8	320,00

*Handwritten signature*



Ruc: 040112177001  
 Dirección: Fco. de Goya y Salvador Dalí  
 Teléfono: 0986864797  
 Correo: armandoh1@yahoo.com

Ponchadora cable UTP	10,46	8	83,68
Tester de cableado	8,99	4	35,96
Access Point Wireless N Cisco Smb Wap551 Wifi Gigabit 2.4/5g	415,2	5	2076,00
Camáras IP inalámbricas eRobot D1201-A / B	140	7	980,00
		<b>subtotal</b>	59361,66
		<b>Iva%</b>	8094,77
		<b>TOTAL</b>	67456,43

**ARMANDO HERRERA**  
 INGENIERO ELECTRICO  
 RUC: 040112177001  
 CEL: 0990804797

ING. ARMANDO HERRERA  
 PROPIETARIO

PRECIOS DE MATERIALES Y EQUIPAMIENTO VÁLIDO SOLO HASTA EL 29 DE ABRIL DEL 2016 O HASTA AGOTAR STOCK.

COMPRA MEDIANTE PEDIDO.

PARA CONCURSOS EN SISTEMAS DE COMPRAS PÚBLICAS Y CONTRATACIÓN PÚBLICA ADJUNTO COPIA DE MI RUC.



REGISTRO ÚNICO DE CONTRIBUYENTES  
PERSONAS NATURALES



NÚMERO RUC: 0401121777001  
APELLIDOS Y NOMBRES: HERRERA CHUGA ARMANDO DE JESUS

ESTABLECIMIENTOS REGISTRADOS

Nº. ESTABLECIMIENTO: 001 Estado: ABIERTO - MATRIZ FEC. INICIO ACT.: 12/05/2008  
NOMBRE COMERCIAL: FEC. CIERRE: FEC. REINICIO:

ACTIVIDAD ECONÓMICA:

ACTIVIDADES DE INGENIERIA ELECTRICA  
VENTA AL POR MAYOR DE MATERIAL ELECTRICO  
VENTA AL POR MENOR DE MAQUINARIA Y APARATOS ELECTRICOS  
VENTA AL POR MAYOR DE MAQUINARIA Y EQUIPO DE OFICINA, INCLUSO PARTES Y PIEZAS: COMPUTADORAS

DIRECCIÓN ESTABLECIMIENTO:

Provincia: IMBABURA Canton: IBARRA Parroquia: IBARRA Ciudadela: EMELNORTE Barrio: EMELNORTE Calle: CALLE FRANCISCO DE GOYA Numero: 3-36  
Interseccion: CALLE SALVADOR DALI Referehcia: EDIFICIO 2 PISOS COLOR MELON Piso: 2 Oficina: 201 Telefono De Referencia: 062985126 Celular: 0986864797  
Email: amandojh1@yahoo.com

**ANEXO F: ANÁLISIS DEL ENLACE PROPORCIONADO POR EL PROVEEDOR DE INTERNET (CNT)**

AXIS

Aplicaciones Gestión Comercial

**Cliente**

Datos de la Persona

GOBIERNO MUNICIPAL TULCAN (JUR)	1281616	200114669
RUC - 0460000210001	Ult. TRX:	
HUA-HUACA	Ult. Proc:	
26-01-2016	Ult. Noved:	29-01-2016

GEN  ENTIDAD DE GOBIERNO  
 COM

Inf. Básica | Datos Generales | Contratos | Direcciones | Novedades | Identificaciones | Relaciones | Trámites

**Información Básica**

Contrato <input type="checkbox"/>			Cuenta <input type="checkbox"/>		
<b>Código:</b>	1281616	<b>Anipagador:</b> 62986387	<b>DSL</b>	XDSL - 200114669	<a href="#">más</a>
<b>Desde:</b>	04-08-2009	<b>Hasta:</b>	<b>Beneficiario:</b>	GOBIERNO MUNICIPAL TULCAN RUC - 0460000210001	
<b>Localidad:</b>	TULCAN		<b>Plan:</b>	6F078-6F CORPORATIVO PLUS 21 - 42 MBPS	
<b>Forma Pago:</b>	CONTRA FACTURA		<b>Clase:</b>	SDSL LÍNEA DIGITAL SIMÉTRICA	
<b>Tipo:</b>	PER-PERMANENTES		<b>Desde:</b>	08-08-2014	<b>Hasta:</b>
<b>Clase:</b>	DSL-XDSL		<b>Grupo Tarifario:</b>	-	
<b>Estado:</b>	ACTIVO		<b>Oficina:</b>	-	
<b>Dist.:</b>		<b>Saldo:</b> 94280.09	<b>Estado:</b>	ACTIVO	
<b>Ejecutivo:</b>	CABEZAS GUERRERO EVELYN CRISTINA		<b>Número de Servicio:</b>	511002	
<b>Envío documentos a:</b>			<b>SPLITER:</b>	62986387	
			<b>Contraseña:</b>	D>~--ÜDÚtVà>ip	

Consulta petición asignación (ropa)

Petición Mas datos Complemento Troncales Servicios supl

**Petición**

Provincia 4 CARCHI Localidad 8 TULCAN Petición 181481

Nombre GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE TULCAN

Dirección 10 DE AGOSTO 1 Y OLMEDO

Zona -1 Sector -1 Manzana -1 Lado -- Predio -1 Mejora -1

Tipo 16 TRASLADO LP Estado 6 ATENDIDO

Causa no asign -1 No instalación -1

Categoría 53 SDSL C. GOLD Subcategoría 32 6F SDSL C. GOLD 30

Orden 95764 Petic. principal No. extens

Vlr. material 0 Número 511005 Nro. garante 62986387

Piloto -1 Nro. anterior

Provincia 4 CARCHI Localidad 8 TULCAN

Barrio 153 TULCAN Instalador -1

Tipo aparato -1 Serie del equipo

Tipo susc 4 LP - PAR AISLADO Id. suscriptor 0460000210001

Usuario 0460000210001 Lecturas 0 0

Servicio 98 SERVICIO LP

**Tipo de atención**

Normal  Acelerada  Aplazada  Cobrar trámite de atención

**De:** RG1 Moran Nora

**Enviado el:** sábado, 20 de febrero de 2016 16:47

**Para:** RG1 López Oscar

**Asunto:** AYUDA

Ing. Por favor ayúdeme con la información que le pedí hoy en la mañana.

Porcentaje de eficiencia que tiene red.

El máximo porcentaje de servicios que tiene el municipio de Tulcán.

Cuánto cuesta tener el máximo de eficiencia 99% de eficiencia, en este caso creo ing que es una pregunta como rara ya que esa debe ser la meta nuestra verdad dar el máximo de eficiencia.

Gracias

**NORA LEIDY MORAN LIMA**

ASISTENTE DE ATENCION AL CLIENTE

Tel.: (593-2) 3731 700 Ext.: 12023

Cel.: (593-9) 982227610

Calle Olmedo y Junín

[nora.moran@cnt.gob.ec](mailto:nora.moran@cnt.gob.ec)

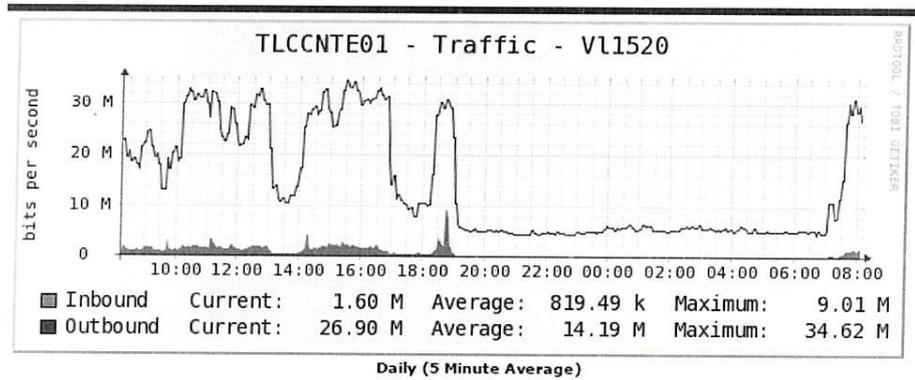


## RG1 Moran Nora

**De:** TEC Soportecntcorp  
**Enviado el:** viernes, 26 de febrero de 2016 8:14  
**Para:** RG1 Moran Nora; COM Maurad Vanessa  
**CC:** RG1 López Oscar; RG1 Herrera Alex; COM CNT CORPORATIVO; TEC Soportecntcorp; COM Salazar José; COM Bueno Jorge; COM Nunez Maritza  
**Asunto:** RE: INC000001450770 // Medicion de Eficiencia del cliente Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán 511002

Estimados,

Se envía monitoreo solicitado



Saludos Cordiales,



**Maritza A. Núñez S.**  
ANALISTA DE SOPORTE CORPORATIVO N1  
GERENCIA NACIONAL DE NEGOCIOS  
CLIENTES CORPORATIVOS Y  
GUBERNAMENTALES  
Av Eloy Alfaro, Ed. Plaza Doral  
Telf: + (593) 1800268267 / 1800114477  
[www.cnt.gob.ec](http://www.cnt.gob.ec)  
[soporte.cntcorp@cnt.gob.ec](mailto:soporte.cntcorp@cnt.gob.ec)  
Quito- Ecuador

**ALL YOU NEED IS ECUADOR**  
TRAVEL

**De:** RG1 Moran Nora  
**Enviado el:** jueves, 25 de febrero de 2016 9:16  
**Para:** TEC Soportecntcorp; COM Maurad Vanessa  
**CC:** RG1 López Oscar; RG1 Herrera Alex; COM CNT CORPORATIVO; COM Nunez Maritza; COM Salazar José; COM Bueno Jorge



CORPORACION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CNT EP

Dir. Matriz: VEINTIMILLA E4-66 Y AV. AMAZONAS

Contribuyente Especial Nro. 1398  
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD SI

R.U.C.: 1768152560001

F A C T U R A  
No. 001-777-025520194

NÚMERO DE AUTORIZACIÓN  
0602201616210917681525600014064491135

FECHA Y HORA DE 2016-02-06T16:21:09-05:00  
AUTORIZACIÓN

AMBIENTE: PRODUCCION

EMISION: NORMAL

CLAVE DE ACCESO



0302201601176815256000120017770255201940302201613

Razón Social/Nombres y Apellidos:

GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO  
MUNICIPAL DE TULCAN

RUC/Ci: 046000210001

Fecha Emisión: 03/02/2016

Guía Remisión

Cod. Principal	Cod. Auxiliar	Cant.	Descripcion	Unidad	Tarifa	Detalle Adicional	Precio Unitario	Descuento	Precio Total
17	0	1	INTERNAL AUTOMATICA	3m39s	0.236		0.86	0.00	0.86
17	0	1	INTERNAL AUTOMATICA	6m6s	0.190		1.16	0.00	1.16
6	0	1	LLAMADA NAC AUTOMATICA ONNET	43m0s	0.020		0.86	0.86	0.00
28	0	1	LLAMADA A MOVISTAR AUTO	31m39s	0.145		4.59	0.00	4.59
58	0	1	LLAMADA CNT MOV AUTOMATICA	50m45s	0.040		2.03	0.00	2.03
29	0	1	LLAMADA A PORTA AUTO	119m10s	0.145		17.28	0.00	17.28
380	0	1	LLAMADA NAC AUTOMATICA OFFNET	3m10s	0.041		0.13	0.00	0.13
225	0	1	INTERNET LINEAS DEDICADA XDSL	n/a	0.000		2505.00	0.00	2505.00
1	0	1	PENSION BASICA	n/a	0.000		6.20	0.00	6.20
2	0	1	CONSUMO LOCAL	152m0s	0.010		1.52	0.64	0.88
SUBTOTAL 12%									2538.13
SUBTOTAL 0%									0.00
SUBTOTAL No sujeto de IVA									0.00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS									2538.13
DESCUENTO									1.50
ICE									0.00
IVA 12%									304.58
PROPINA									0.00
VALOR TOTAL									2842.71

INFORMACION ADICIONAL

TOTAL A PAGAR	2842.71
TOTAL FACTURA	2842.71
Mensaje	PARA ATENCION DE RECLAMOS NO RESUELTOS POR LA OPERADORA
	LLAME GRATIS A LA SUPERTEL: 1800-567-567
PeriodoConsumo	ENERO 2016
FechaMaximaPago	04 - MARZO - 2016
Numero	62986387
RucFirmante	1710246040

SUBTOTAL 12%	2538.13
SUBTOTAL 0%	0.00
SUBTOTAL No sujeto de IVA	0.00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	2538.13
DESCUENTO	1.50
ICE	0.00
IVA 12%	304.58
PROPINA	0.00
VALOR TOTAL	2842.71

INFORMACION IMPORTANTE : al RUC 046000210001 se encuentran asociado(s) 66 número(s) telefónico(s). Evite el corte del servicio con la cancelación del valor de esta factura hasta la fecha de vencimiento; y posterior la suspensión total de los servicios a los 61 días de emitida la primera factura impaga; a más del ejercicio de la acción coactiva, contemplado en la Ley Orgánica de Empresas Públicas, para la recuperación de los valores adeudados a CNT E.P.

En caso de existir algún valor impago este se sumará o transferirá a otro u otros servicios que tenga a su nombre.

Todos los rubros de tv por suscripción gravan impuestos de ley ICE 15% e IVA 12%, con excepción de Garantía Extendida.

En esta factura se reflejan los valores correspondientes a ajustes de facturación de sus servicios de Internet y/o TV.

Se aplica el valor prorrateado de los días consumidos y los descuentos correspondientes.

En el caso de TV se prorratean 17 días y para internet 20 días de consumo, este valor es adicional a su factura corriente.

## ANEXO G: PLANIFICACIÓN DE EJECUCIÓN



### PLANIFICACIÓN DE EJECUCIÓN DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO DEL G.A.D. MUNICIPAL DE TULCÁN

## CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	164
2. OBJETIVOS .....	164
3. ALCANCE.....	164
4. REQUISITOS .....	165
5. DURACIÓN .....	165
6. RESPONSABILIDADES.....	165
7. RECURSOS DESTINADOS AL DESARROLLO DEL PROYECTO .....	165
8. ETAPAS DEL PROCEDIMIENTO.....	166
8.1. PRIMER PROCEDIMIENTO .....	167
8.2. SEGUNDO PROCEDIMIENTO.....	169
8.3. TERCER PROCEDIMIENTO .....	172
9. COSTO TOTAL DE EJECUCIÓN Y RECURSOS DESTINADOS A LA EJECUCIÓN.....	175
9.1. COSTO PROYECTADO EN DISEÑO .....	175
9.2. PRESUPUESTO NECESARIO PARA EJECUCIÓN POR ETAPAS .....	175
9.3. COSTOS DE PLANIFICACIÓN DE EJECUCIÓN.....	176

## **1. INTRODUCCIÓN**

El siguiente plan de ejecución establece una guía para el desarrollo de la red de datos del G.A.D. Municipal de Tulcán, basados en el diseño propuesto en el trabajo de grado del señor Dennis Alexander Reina López de tema “Diseño del Sistema de Cableado Estructurado del G.A.D. Municipal de Tulcán”.

La jefatura encargada del desarrollo de este proyecto propuesto es la jefatura de sistemas del G.A.D. Municipal de Tulcán, dependientes de las decisiones tomadas por la alcaldía y los recursos que se dispongan por parte de la Dirección Financiera.

## **2. OBJETIVOS**

El presente plan tiene los siguientes objetivos:

Servir de instructivo para poder ejecutar las diferentes áreas del proyecto.

Simplificar el desarrollo del sistema de cableado estructurado mencionando etapas de desarrollo del sistema de cableado estructurado del G.A.D. Municipal de Tulcán.

Establecer las dependencias responsables del desarrollo.

## **3. ALCANCE**

Se realizará en el edificio del G.A.D Municipal de Tulcán, cuyo desarrollo se enfoca en la infraestructura interna de cableado de la red de datos.

Se desarrolla un proceso en el cual se incluyen las etapas de desarrollo especialmente de adquisición y de instalación con tiempos de ejecución establecidos, sin embargo el desarrollo depende del presupuesto que se reciba para este desarrollo y de las decisiones que tome la alcaldía y la dirección financiera del G.A.D. luego de establecida la necesidad a través de la jefatura de Sistemas del G.A.D. Municipal de Tulcán.

Los Beneficiarios de este proyecto son todos quienes hacen uso diario de la red de datos del G.A.D. Municipal de Tulcán además la ciudadanía en general quienes requieren de un servicio prestado a través de la red de datos. Por otra parte también se beneficia a aquellos cuyos servicios se consultan vía internet accediendo a páginas del G.A.D.

#### **4. REQUISITOS**

Proyecto de titulación de Diseño del sistema de cableado estructurado del G.A.D. Municipal de Tulcán proporcionado por el señor Dennis Reina, quien ha basado el diseño en la información de la problemática actual de la red de datos.

Plan de actividades de la Jefatura de Sistemas del G.A.D. Municipal de Tulcán, y presupuesto asignado por el departamento financiero.

#### **5. DURACIÓN**

La duración total del proyecto así como cada una de las etapas de ejecución son tiempos estimados, el tiempo para inicio de la obra depende netamente de la dirección financiera puesto que es esta dirección quien otorga presupuesto para la compra de equipamiento, herramientas y para pago de los recursos humanos a utilizarse.

#### **6. RESPONSABILIDADES**

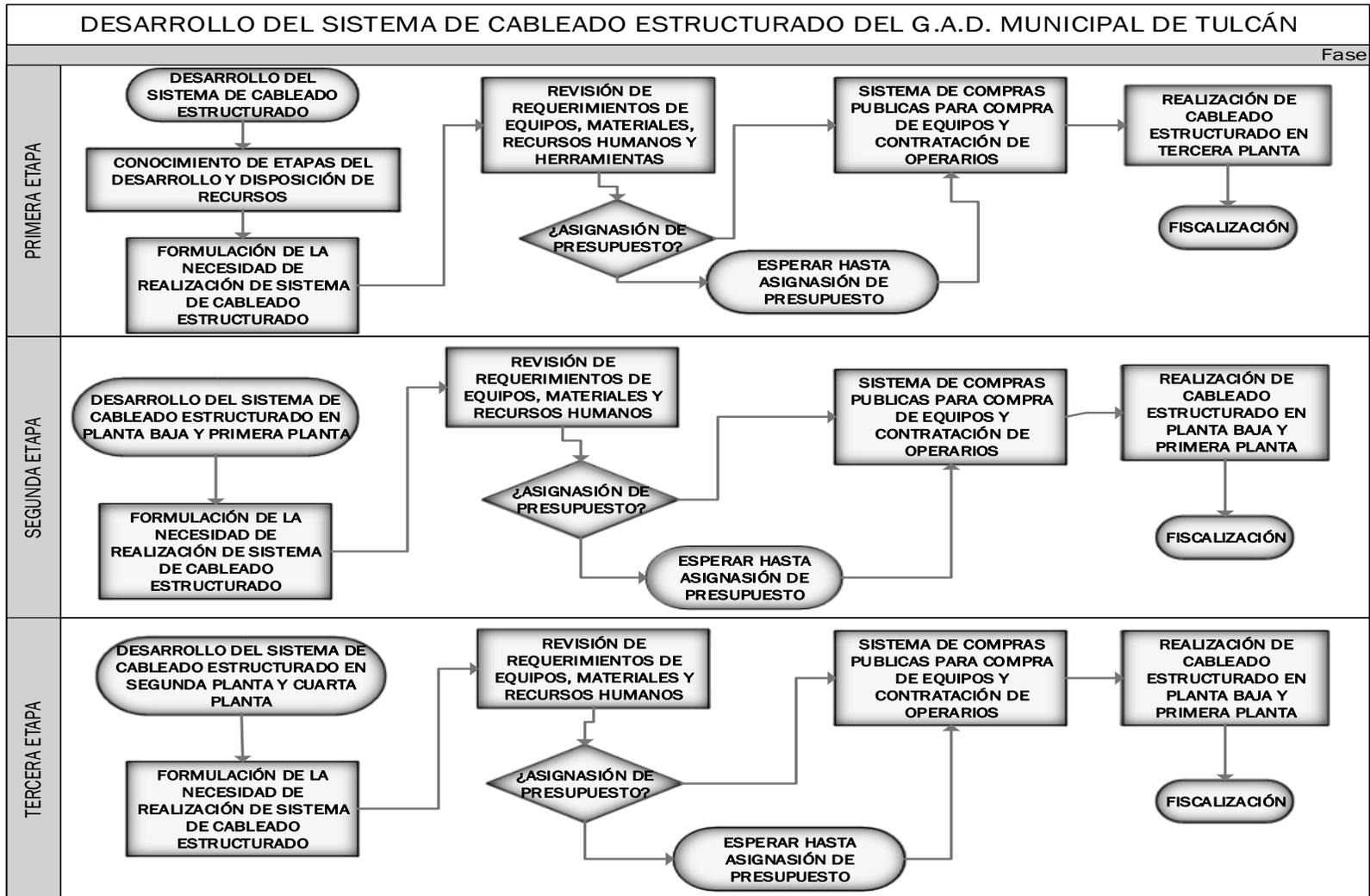
Los departamentos responsables de la realización de este proyecto son: la Jefatura de Sistemas, Dirección Financiera, Contabilidad, Presupuesto, Compras Públicas, Bienes y Activos, Fiscalización y el departamento de Recursos Humanos.

La persona responsable del diseño es el señor Dennis Reina con el proyecto de titulación de diseño del sistema de cableado estructurado del G.A.D. Municipal de Tulcán.

#### **7. RECURSOS DESTINADOS AL DESARROLLO DEL PROYECTO**

Los recursos destinados anualmente por la dirección financiera del G.A.D. Municipal de Tulcán se mencionan al final de este anexo del proyecto de titulación de tema: "DISEÑO DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO DEL G.A.D. MUNICIPAL DE TULCÁN" de autoría del estudiante Dennis Alexander Reina López.

## 8. ETAPAS DEL PROCEDIMIENTO



## **8.1. PRIMER PROCEDIMIENTO**

### **Finalidad**

Realizar el desarrollo del proyecto de cableado estructurado comenzando por conocer el diseño propuesto para la mejora de la red actual, desarrollo a realizarse en la tercera planta del G.A.D. Municipal de Tulcán, lugar en el que se encuentra el cuarto de equipos y desde donde se repliega toda la red de datos.

### **Requisitos**

Documento de diseño del sistema de cableado estructurado del G.A.D. Municipal de Tulcán.

Petición de compra de equipamiento, materiales y contratación de mano de obra capacitada, necesidad creada a través de la Jefatura de sistemas del G.A.D. Municipal de Tulcán.

### **Etapas del procedimiento**

- Generación de necesidad de desarrollo del proyecto de sistema de cableado estructurado realizado por la Jefatura del G.A.D. Municipal de Tulcán
- Revisión de esta etapa propuesta para el diseño por la jefatura de sistemas y el departamento Financiero.
- Destinación de recursos del departamento financiero a través de los departamentos de contabilidad y financiero.
- Compra de equipamiento, materiales, herramientas y contratación de mano de obra capacitada a través del departamento de compras públicas
- Recepción y entrega de equipamiento, materiales y herramientas por parte del departamento de Bienes y Activos del G.A.D. Municipal de Tulcán.
- Realización de sistema de cableado estructurado, administración, distribución de cableado horizontal y backbone, administración, identificación y configuración de equipos activos, interconexión y verificación de conectividad.
- Luego de la realización del sistema de cableado estructurado se procederá a la fiscalización de esta etapa y se utilizará analizador de cableado Fluke DTX, para conocer el estado de los enlaces de la red.

## Manejo de recursos Costo Materiales y Mano de Obra (Requisito - Herramientas)

TERCERA PLANTA			
Materiales	cantidad	costo uni	total
Rack	1	4920,92	4920,92
Switch (Core)	1	5678,69	5678,69
rollos de cable CAT 6A	9	340,15	3061,35
Conector faceplate	79	1,37	108,23
JACK RJ45 x 100	3	14,23	42,69
Metros de canaleta 3" x 5" x 3m	120	9,8	1176
metros de escalerillas	490	5	2450
Tubo PVC	12	2,25	27
faceplate dobles	25	1,99	49,75
faceplate simples	29	1,99	57,71
Camaras ip	2	140	280
Ap	1	415,2	415,2
Metros F.O. OM4	5	25,67	128,35
Patch Panels Modulares	2	155	310
<b>COSTO TOTAL</b>			
<b>HERRAMIENTAS</b>			<b>18705,89</b>

### Costo total de procedimiento

CT= C. Herramientas etapa + C. Mano de obra etapa

CT= 18705,89 + 11840 = 30545,89

### Duración del procedimiento

El tiempo estimado de realización de este procedimiento es de 2 meses para contratación y 2 meses de ejecución de cableado y montaje de equipamiento.

## **8.2. SEGUNDO PROCEDIMIENTO**

### **Finalidad**

Realizar el desarrollo del proyecto de cableado estructurado usando el diseño propuesto para la mejora de la red actual, desarrollo a realizarse en la planta baja y primera planta del G.A.D. Municipal de Tulcán, desde los cuartos de telecomunicaciones desde donde se repliega toda la red de datos en manera horizontal por el piso al cual corresponda este cuarto.

### **Requisitos**

Documento de diseño del sistema de cableado estructurado del G.A.D. Municipal de Tulcán.

Petición de compra de equipamiento, materiales y contratación de mano de obra capacitada, necesidad creada a través de la Jefatura de sistemas del G.A.D. Municipal de Tulcán.

### **Etapas del procedimiento**

- Generación de necesidad de desarrollo del proyecto de sistema de cableado estructurado realizado por la Jefatura del G.A.D. Municipal de Tulcán
- Revisión de esta etapa propuesta para el diseño por la jefatura de sistemas y el departamento Financiero.
- Destinación de recursos del departamento financiero a través de los departamentos de contabilidad y financiero.
- Compra de equipamiento, materiales, herramientas y contratación de mano de obra a través del departamento de compras públicas
- Recepción y entrega de equipamiento, materiales y herramientas por parte del departamento de Bienes y Activos del G.A.D. Municipal de Tulcán.
- Realización de sistema de cableado estructurado, administración, distribución de cableado horizontal y backbone, administración, identificación y configuración de equipos activos, interconexión y verificación de conectividad.
- Luego de la realización del sistema de cableado estructurado se procederá a la fiscalización de esta etapa y se utilizará analizador de cableado Fluke DTX, para conocer el estado de los enlaces de la red.

## Manejo de recursos Costo Materiales y Mano de Obra (Requisito - Herramientas)

PLANTA BAJA			
equipos y herramientas	cant	costo unit	costo total
Rack	1	4920,92	4920,92
switch de acceso	2	2980,07	5960,14
rollos de cable cat 6A	3	340,15	1020,45
Conector faceplate	35	1,37	47,95
JACK RJ45	1	14,23	14,23
Metros de canaleta 3" x 5"	100	9,8	980
Metros de escalerillas	5	5	25
Metros Tubo PVC	12	2,25	27
faceplate dobles	15	1,99	29,85
faceplate simples	10	1,99	19,9
Camaras ip	3	140	420
Ap	1	415,2	415,2
Metros F.O. OM4 x 80m	1	135,67	135,67
Patch Panels Modulares	2	155	310
<b>Total</b>			<b>14326,31</b>

PRIMERA PLANTA			
equipos y herramientas	cant	costo unit	costo total
Rack	1	4920,92	4920,92
switch de acceso	1	2980,07	2980,07
rollos de cable cat 6A	5	340,15	1700,75
Conector faceplate	56	1,37	76,72
JACK RJ45	2	14,23	28,46
Metros de canaleta 3" x 5" x 3m	120	9,8	1176
Metros de escalerillas	5	5	25
Tubo PVC	12	2,25	27
faceplate dobles	20	1,99	39,8
faceplate simples	16	1,99	31,84
Camaras ip	1	140	140
Ap	1	415,2	415,2
Metros F.O. OM4 x 60m	1	108,65	108,65
Patch Panels Modulares	2	155	310
<b>Total</b>			<b>11980,41</b>

**C. Herramientas y Materiales Etapa =** Total costo herramientas planta baja + Total costo herramienta primera planta

**C. Herramientas y Materiales =** 26306,72

**Costo total de procedimiento**

**CT=** C. Herramientas etapa + C. Mano de obra etapa

**CT=** 26306,72 + 11840 = 38146,72

### **Duración del procedimiento**

El tiempo estimado de realización de este procedimiento es de 2 meses para contratación y 2 meses de ejecución de cableado y montaje de equipamiento.

### **8.3. TERCER PROCEDIMIENTO**

#### **Finalidad**

Concretar el desarrollo del proyecto de cableado estructurado usando el diseño propuesto para la mejora de la red actual, desarrollo a realizarse en la segunda planta y cuarta planta del G.A.D. Municipal de Tulcán, desde los cuartos de telecomunicaciones desde donde se repliega toda la red de datos en manera horizontal por el piso al cual corresponda este cuarto.

#### **Requisitos**

Documento de diseño del sistema de cableado estructurado del G.A.D. Municipal de Tulcán.

Petición de compra de equipamiento, materiales y contratación de mano de obra capacitada, necesidad creada a través de la Jefatura de sistemas del G.A.D. Municipal de Tulcán.

#### **Etapas del procedimiento**

- Generación de necesidad de desarrollo del proyecto de sistema de cableado estructurado realizado por la Jefatura del G.A.D. Municipal de Tulcán
- Utilización de mano de obra de técnicos de la jefatura de sistemas del G.A.D. para la aplicación de normas de cableado estructurado, configuración y manejo de equipos activos y pasivos de la red de datos, mano de obra aprobada por el departamento de recursos humanos.
- Revisión de esta etapa propuesta para el diseño por la jefatura de sistemas y el departamento Financiero.
- Destinación de recursos del departamento financiero a través de los departamentos de contabilidad y financiero.

- Compra de equipamiento, materiales, herramientas y contratación de mano de obra a través del departamento de compras públicas
- Recepción y entrega de equipamiento, materiales y herramientas por parte del departamento de Bienes y Activos del G.A.D. Municipal de Tulcán.
- Realización de sistema de cableado estructurado, administración, distribución de cableado horizontal y backbone, administración, identificación y configuración de equipos activos, interconexión y verificación de conectividad.
- Luego de la realización del sistema de cableado estructurado se procederá a la fiscalización de esta etapa y se utilizará analizador de cableado Fluke DTX, para conocer el estado de los enlaces de la red.

### Manejo de recursos Costo Materiales y Mano de Obra (Requisito - Herramientas)

SEGUNDA PLANTA			
equipos y herramientas	cant	costo unit	costo total
Rack	1	4920,92	4920,92
switch de acceso	2	2980,07	5960,14
rollos de cable CAT 6A	6	340,15	2040,9
Conector faceplate	54	1,37	73,98
JACK RJ45	2	14,23	28,46
Metros de canaleta 3" x 5" x 3m	40	9,8	392
Metros de escalerillas	340	5	1700
Tubo PVC	12	2,25	27
faceplate dobles	20	1,99	39,8
faceplate simples	17	1,99	33,83
Camaras ip	2	140	280
Ap	1	415,2	415,2
Metros F.O. OM4 x 30m	1	67,8	67,8
Patch Panels Modulares	2	155	310
<b>Total</b>			<b>16290,03</b>

CUARTA PLANTA				
Materiales	cantidad	costo		total
		uni		
Rack	1	329		329
Switch	1	2980,07		2980,07
rollos de cable 6A	1	340,15		340,15
Conector faceplate	21	1,37		28,77
JACK RJ45	1	14,23		14,23
Metros de canaleta 3" x 5"x 3m	70	9,8		686
metros de escalerillas	5	5		25
Tubo PVC	12	2,25		27
faceplate dobles	4	1,99		7,96
faceplate simples	17	1,99		33,83
Camaras ip	0	140		0
Ap	1	415,2		415,2
Metros F.O. OM4 x 40m	1	85,3		85,3
Patch Panels Modulares	1	155		155
<b>Total</b>				<b>5127,51</b>

**C. Herramientas y Materiales Etapa =** Total costo herramientas segunda planta +  
Total costo herramienta cuarta planta

**C. Herramientas y Materiales =** 21417,54

**Costo total de procedimiento**

**CT=** C. Herramientas etapa + C. Mano de obra etapa

**CT=** 21417,54 + 11840 = 33257,54

**Duración del procedimiento**

El tiempo estimado de realización de este procedimiento es de 2 meses para contratación y 2 meses de ejecución de cableado y montaje de equipamiento.

## 9. COSTO TOTAL DE EJECUCIÓN Y RECURSOS DESTINADOS A LA EJECUCIÓN

### 9.1. COSTO PROYECTADO EN DISEÑO

De acuerdo al diseño del sistema de cableado estructurado del G.A.D. Municipal de Tulcán la inversión total es de **107190,43** que incluye mano de obra, materiales y equipos a emplearse como se muestra a continuación:

Costo de Mano de Obra				
Personal	Número de		Número	Total
	Personas	Mensual	de meses	
Ingeniero en redes	1	3000	6	18000
Tecnólogo electrónico	1	1150	6	6900
Técnicos encargados de cableado	5	354	6	10620
			<b>Total</b>	<b>35520</b>

Costo Materiales y equipamiento = **71670,43**

Inversión Total de diseño **107190,43**

### 9.2. PRESUPUESTO NECESARIO PARA EJECUCIÓN POR ETAPAS

La inversión se dividirá en tres etapas que dura el proyecto, de acuerdo a la jefatura de presupuesto del departamento financiero, el presupuesto anual asignado es de 75000 que incluye materiales herramientas y recursos humanos, por lo cual no se puede disponer de todo el dinero pero si se puede acceder a un presupuesto anual de hasta 45000 dólares, por esta razón se ha dividido el proyecto en tres etapas de tres años y cuya inversión actual y futura se muestran en la siguiente tabla:

	Inversión	
año1	30545,89	30545,89
año2	40435,53	38146,726
año3	43256,15	38497,8195
	<b>Total</b>	<b>Total</b>
	<b>Inversión actual</b>	<b>Inversión Futura</b>
	114237,57	107190,436

### **9.3. COSTOS DE PLANIFICACIÓN DE EJECUCIÓN**

**COSTO TOTAL**= costo total primer procedimiento + costo total segundo procedimiento  
+ costo total tercer procedimiento

**COSTO TOTAL** = 30545,89 + 38146,72 + 33257,54

**COSTO TOTAL** = 101950,15

**IMPREVISTOS=5240,28**

En base al diseño se tiene un presupuesto de 107190,436 dólares americanos, pero el costo total de la planificación de ejecución es de 101950,15 por lo cual el presupuesto restante es de 5240,28 que se utilizará para gastos imprevistos presupuestado en la tercera etapa.

En mi calidad de JEFE DE PRESUPUESTO DEL GAD MUNICIPAL DE TULCÁN

Me permito en:

## CERTIFICAR

Que para el período fiscal 2016, con partidas 11.51.01.05 Remuneraciones Unificadas - 11.53.08.13 Repuestos y Accesorios - 11.53.08.07 Materiales de Impresión asignada a la Jefatura de Sistemas se destinará el monto de USD 75.000 ; mismo que está predestinado para los diferentes rubros que dicha Jefatura presupuestó.

El portador de éste documento podrá hacer uso del mismo exclusivamente para asuntos académicos y de investigación científica.

Dado en la ciudad de Tulcán a los siete días del mes de marzo de 2016

ATENTAMENTE

¡Sí podemos TULCÁN,

Avancemos...!

  
Ing. Alex Vasquez Cuarán  
JEFE DE PRESUPUESTO DEL GAD MUNICIPAL DE TULCÁN



Tel: (06) 2980-400  
(06) 2984-777  
Fax: (06) 2980-487

Visítanos o  
escribenos en:

municipio tulcan  
www.gmtulcan.gob.ec

facebook  
municipio.tulcan@gmail.com  
mtul@gmtulcan.gob.ec

@tulcanmunicipio

municipio de tulcan

municipio de tulcan

## ANEXO H: CERTIFICADO DE REVISIÓN DE ANÁLISIS ECONÓMICO Y CRECIMIENTO POBLACIONAL



EN CALIDAD DE DIRECTOR DE GESTIÓN ADMINISTRATIVA DE LA EPMAPA-T

ME PERMITO

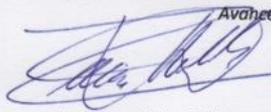
**CERTIFICAR**

Que al, SR. DENNIS ALEXANDER REINA LÓPEZ con cédula de ciudadanía No. 0401708565, se le revisó el ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO, además del CÁLCULO DE CRECIMIENTO POBLACIONAL del trabajo de grado de tema: DISEÑO DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO DEL GAD MUNICIPAL DE TULCÁN, siguiendo las sugerencias y recomendaciones direccionadas por mi persona.

Se faculta a la interesada hacer uso del presente documento como estime conveniente

Dado en la ciudad de Tulcán a los diez días del mes de febrero de 2016.

Atentamente,  
*¡Sí podemos TULCÁN,  
Avanzemos...!*



Ing. Com. Jairo Robles  
**DIRECTOR DE GESTIÓN ADMINISTRATIVA DE LA EPMAPA-T**

**EPMAPA-T**  
DIRECTOR DE GESTIÓN ADMINISTRATIVA



Dirección: Juan Ramón Arellano y Bolívar, sector Terminal Terrestre  
E-mail: [epmapatulcan@hotmail.com](mailto:epmapatulcan@hotmail.com) TULCÁN - ECUADOR  
Dirección Web: [www.epmapatulcan.ec](http://www.epmapatulcan.ec)  
Teléfono: (06)2-960-077