



**DISEÑO DE RED E INTERCONEXIÓN ENTRE LA SEDE
PRINCIPAL "UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA" Y LA SEDE
DEL DEPARTAMENTO DE MÚSICA "MAURICIO
CRISTANCHO"**

JAIME ENRIQUE ROMERO

GUSTAVO ADOLFO SUÁREZ ROJAS

**Trabajo de Investigación Dirigida
al Programa de Tecnologías en Sistemas
Diplomado en Diseño e Implementación de Redes LAN y WAN
Como requisito parcial para optar al título de
TECNÓLOGO EN SISTEMAS**

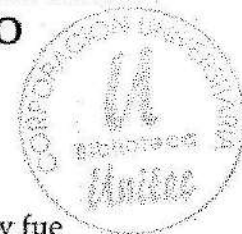
EDGAR FRANCISCO GAITÁN MARTÍNEZ

PROFESOR

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA UNITEC
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**BOGOTÁ, D.C.
30 de julio de 2008**

**DISEÑO DE RED E INTERCONEXIÓN ENTRE LA SEDE
PRINCIPAL "UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA" Y LA SEDE
DEL DEPARTAMENTO DE MÚSICA "MAURICIO
CRISTANCHO"**



Todo el trabajo descrito en este documento es de la auditoría de los firmantes y fue realizado bajo la dirección del profesor designado, excepto donde se han hecho referencias al trabajo de otros.

Jaime Enrique Romero Velásquez

Gustavo Adolfo Suárez Rojas

Certificado de aprobación: Julio 30 de 2008

Los abajo firmantes certificamos haber leído este Trabajo de Investigación Dirigida y que, en nuestra opinión, es totalmente adecuada, en calidad y nivel de profundidad, para optar el título de tecnólogo.

Ing. Edgar Francisco Gaitán Martínez
Docente del Diplomado

Ing. John Pablo Cruz
Coordinador del Área de Redes y Telecomunicaciones



A nuestros padres, quienes son una verdadera
e inagotable fuente de inspiración
porque con su apoyo incondicional
pudimos ampliar nuestros
conocimientos y estar más cerca de
nuestras metas profesionales y aquellas
personas que siempre confiaron
de nuestras capacidades .

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quisiéramos agradecer a nuestro profesor, Edgar Francisco Gaitán Martínez, por su incondicional guía a través de todo este proceso; con su energía, conocimiento, paciencia y apoyo el desarrollo de nuestra investigación no habría tenido éxito.

Asimismo lo más importante: agradecer profundamente a nuestras familias por su eterno apoyo, comprensión y amor.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| CAPITULO 1 | 2 |
| 1.1. INTRODUCCIÓN | 2 |
| 1.2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN | 3 |
| 1.2.1. <i>Misión Sede Principal "Universidad Sergio Arboleda"</i> | 3 |
| 1.2.2. <i>Visión Sede Principal "Universidad Sergio Arboleda"</i> | 3 |
| 1.2.3. <i>Misión del Departamento de Música "Mauricio Cristancho"</i> | 4 |
| 1.2.4. <i>Visión del Departamento de Música "Mauricio Cristancho"</i> | 4 |
| 1.2.5. <i>Marco Competitivo del Departamento de Música "Mauricio Cristancho"</i> ... | 5 |
| 1.3. OBJETIVO PRINCIPAL | 5 |
| 1.3.1. <i>Objetivos Específicos</i> | 5 |
| CAPITULO 2 | 6 |
| 2.1. INFRAESTRUCTURA Y ESTADO ACTUAL SEDE PRINCIPAL "UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA" | 6 |
| 2.1.1. <i>Ubicación del MDF e IDF actuales</i> | 7 |
| 2.1.2. <i>Diagrama lógico actual de la sede principal "Universidad Sergio Arboleda"</i> | 8 |
| 2.2. INFRAESTRUCTURA Y ESTADO ACTUAL DEL DEPARTAMENTO DE MÚSICA "MAURICIO CRISTANCHO" | 9 |
| 2.2.1. <i>Ubicación del MDF y IDF actuales</i> | 9 |
| 2.2.2. <i>Diagrama lógico actual de la sede de música "Mauricio Cristancho"</i> | 10 |
| 2.2.3. <i>Inventario de dispositivos de networking</i> | 11 |
| 2.2.4. <i>Inventario de equipos de computo</i> | 11 |
| 2.2.5. <i>Plano actual de la red primer piso del departamento de música "Mauricio Cristancho"</i> | 12 |
| 2.2.6. <i>Plano actual de la red segundo piso del Departamento de Música "Mauricio Cristancho"</i> | 12 |
| 2.3. ANÁLISIS DEL TRÁFICO | 13 |
| 2.3.1. <i>Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)</i> :..... | 13 |
| 2.3.2. <i>HyperText Transfer Protocol (HTTP)</i> :..... | 14 |
| 2.3.3. <i>Domain Name System (DNS)</i> :..... | 14 |
| CAPITULO 3 | 15 |
| 3.1. MARCO TEÓRICO | 15 |
| 3.1.1. <i>Tecnología LAN</i> | 15 |
| 3.1.2. <i>Componentes básicos de la red</i> | 16 |
| 3.1.2.1. <i>Cliente-Servidor</i> | 16 |
| 3.1.2.2. <i>NIC o Tarjeta de red</i> | 17 |
| 3.1.2.3. <i>Velocidad de conexión</i> | 17 |
| 3.1.2.4. <i>Tipo de conexión</i> | 17 |
| 3.1.2.5. <i>Concentradores y Routers</i> | 17 |
| 3.1.2.6. <i>Cableado: par trenzado y el cableado coaxial</i> | 18 |
| 3.1.2.7. <i>Estándares de cables UTP/STP</i> | 19 |

| | |
|---|-----------|
| 3.1.2.8. Estándar ANSI/TIA/EIA-569..... | 20 |
| 3.1.2.9 Estándar ANSI/EIA/TIA-606..... | 21 |
| 3.1.3. <i>Elementos principales de un cableado estructurado</i> | 22 |
| 3.1.3.1. Cableado horizontal..... | 22 |
| 3.1.3.2. La norma EIA/TIA 568-A..... | 22 |
| 3.1.3.3. El cableado horizontal consiste de dos elementos básicos:..... | 22 |
| 3.1.3.4. Topología..... | 23 |
| 3.1.3.5. Distancias..... | 24 |
| 3.1.3.6. Medios reconocidos..... | 24 |
| 3.1.3.7. Elección del medio..... | 24 |
| 3.1.3.8. Conector RJ-45..... | 25 |
| 3.1.3.9. Códigos de conexión para las tomas de información o jacks RJ 45..... | 26 |
| 3.1.4. <i>Cableado Eléctrico</i> | 26 |
| 3.1.4.1. Sistema de puesta a tierra y puenteado..... | 27 |
| 3.1.5. <i>Atenuación</i> | 27 |
| 3.1.6. <i>Capacitancia</i> | 27 |
| 3.1.7. <i>Impedancia y distorsión por retardo</i> | 28 |
| 3.2. TECNOLOGÍA WAN | 29 |
| 3.2.1. ADSL..... | 29 |
| 3.2.2. X.25..... | 29 |
| 3.2.3. RDSI..... | 29 |
| 3.2.4. FRAME RELAY..... | 29 |
| 3.2.5. ATM..... | 30 |
| CAPITULO 4..... | 31 |
| 4.1 DISEÑO DE LA INTERCONECTIVIDAD WAN | 31 |
| 4.1.1. WAN..... | 31 |
| 4.1.2. <i>Interconexión con el Departamento de Música:</i> | 31 |
| 4.1.3. <i>Esquema del flujo de datos:</i> | 32 |
| 4.2. DIRECCIONAMIENTO IP | 32 |
| 4.2.1. <i>Requisitos</i> | 32 |
| 4.2.2. <i>Configuración de enrutamiento con clase - Subnetting</i> | 33 |
| 4.2.3. <i>Diagrama Lógico entre la sede Principal "Universidad Sergio Arboleda" y el Departamento de Música "Mauricio Cristancho"</i> | 33 |
| 4.2.4. <i>Configuración de Frame Relay</i> | 33 |
| 4.3. DISEÑO DEL CABLEADO ESTRUCTURADO PARA EL DEPARTAMENTO DE MÚSICA "MAURICIO CRISTANCHO" | 34 |
| 4.3.1. <i>Cableado Estructurado para el Primer Piso</i> | 34 |
| 4.3.2. <i>Cableado Estructurado para el Segundo Piso</i> | 34 |
| CAPITULO 5..... | 35 |
| 5.1. DISPOSITIVOS DE NETWORKING | 35 |
| 5.1.1. <i>Router</i> | 35 |
| 5.1.2. <i>Switch</i> | 35 |

| | |
|---|----|
| 5.2. DISTRIBUCIÓN DEL CABLEADO, SISTEMAS ELÉCTRICO, CANALETAS, RACKS Y OTROS | 36 |
| 5.2.1. <i>Cableado</i> | 36 |
| 5.2.2. <i>Canaletas y tomas corrientes</i> | 36 |
| 5.2.3. <i>Sistemas de Tierra Principal</i> | 36 |
| 5.2.4. <i>Racks MDF y IDF</i> | 37 |
| 5.3. ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD | 37 |
| 5.3.1. <i>Cotización de los Materiales Requeridos para el Cableado Estructurado</i> | 37 |
| 5.3.2. <i>Cotización de los enlaces requeridos</i> | 38 |
| 5.3.2.1. <i>Frame Relay</i> | 38 |
| 5.3.2.2. <i>Internet Banda Ancha RSDI</i> | 38 |
| BIBLIOGRAFÍA | 39 |
| TABLA DE CONTENIDO | 40 |

CAPITULO 1

¡Error! Marcador no definido.

1.1. Introducción

El propósito de este proyecto de grado está orientado a ofrecer una solución de interconexión WAN entre la sede principal "Universidad Sergio Arboleda" y la sede del Departamento de Música "Mauricio Cristancho" y el rediseño de la infraestructura LAN para el Departamento de Música.

Después de identificar los problemas en cuanto a la conectividad, se darán soluciones a estos, mediante la investigación de cada uno de ellos, se definirán las mejores alternativas tanto de costo como de beneficio para la Universidad basándonos en los estándares y normas actuales LAN y WAN para el desarrollo de este proyecto de grado.

Luego de concluir este estudio detallado de los requerimientos de comunicación, se pueden identificar las principales necesidades de interconexión WAN entre la sede principal "Universidad Sergio Arboleda" y la sede del Departamento de Música "Mauricio Cristancho" y el rediseño de la red LAN del Departamento de Música, teniendo en cuenta los planes de crecimiento y escalabilidad de los servicios que cuenta la Universidad.

Bajo el enfoque enunciado y gracias a los avances tecnológicos actuales, hoy por hoy La Universidad Sergio Arboleda ha orientado todos sus esfuerzos y recursos a la sistematización de sus datos, de tal forma que ellos constituyan el soporte indispensable e inseparable en la toma de decisiones. Para lograr este objetivo, nada mejor que implementar una excelente red de datos LAN y WAN, que permita la fácil y fluida circulación de información por todos y cada uno de los departamentos que conforman la universidad, por todos y cada uno de los eslabones que constituyen la pirámide jerárquica de la administración, eso sí, con apego a las diferentes normas establecidas por las organizaciones como ISO, ITU-T, IETF, EIA, etc., y a la mejor visión futurista que en el momento sea posible.



1.2. Descripción de la Institución

La **Universidad Sergio Arboleda** es una institución de educación superior de carácter privado, sin ánimo de lucro, orientada a formar profesionales en los distintos campos de la cultura, con proyección hacia la comunidad nacional e internacional.

Desde de su fundación, la Universidad ha estado siempre en el desarrollo práctico de nuevas tecnologías informáticas y redes de información, esto influyó mucho en la forma de manejar los sistemas de información soportes vitales de las pequeñas, medianas y grandes empresas, delineando así un futuro particularmente importante en el campo de las redes y de la informática en general. Si anteriormente se utilizaban básicamente para compartir los recursos de las computadoras conectadas; hoy las redes son medios de comunicación internacional a través de los cuales se intercambian grandes volúmenes de datos, a velocidades de tráfico a niveles casi inimaginables.

1.2.1. Misión Sede Principal "Universidad Sergio Arboleda"

La Universidad Sergio Arboleda, está comprometida con la formación integral de profesionales idóneos para la ciencia, la investigación y la cultura, estructurados de acuerdo con los principios de la filosofía cristiana y humanística, formados con espíritu ético y cívico, creativo y crítico; además capaces de liderar el desarrollo económico, social y cultural, tanto nacional como internacional.

1.2.2. Visión Sede Principal "Universidad Sergio Arboleda"

La Universidad Sergio Arboleda es una institución de educación superior, de carácter privado, que busca la formación personal y profesional en las diversas modalidades del saber, mediante la actividad académica y cultural, el fomento de la investigación y la proyección hacia la comunidad nacional e internacional con sentido social y excelencia académica.

En la actualidad la Universidad adquirió este nuevo **Departamento de Música "Mauricio Cristancho"**, creado en 1972 y dirigido desde 1974 por el maestro **Mauricio Cristancho Hernández**, ha sido un importante motor de innovadoras propuestas pedagógicas, que han influido enormemente en el desarrollo del medio musical colombiano.

Fundado como una entidad privada de amplios ideales musicales, ha tenido como una constante, el mejoramiento de la enseñanza musical en nuestro país. Convicciones sobre la calidad de la música como fin primordial, antes que apoyarse en innecesarias fronteras entre géneros musicales, han sido su filosofía, a la par de mantener una actualización permanente en las metodologías de enseñanza. Esto ha llevado a adaptar al talento del estudiante latino y especialmente colombiano todas las técnicas sugeridas en estas metodologías en lugar de aplicarlas indiscriminadamente al joven nacional.

Es una escuela dinámica, de libre pensamiento y de una orientación firme, pero adaptable a las necesidades del medio y a las exigencias de la competencia universal musical. Han sido muchas las escuelas a nivel privado y oficial que se han inspirado en el trabajo de

nuestra escuela para abrir nuevos espacios de estudio, para iniciar programas de educación musical o para reformar y modernizar los vigentes.

La pequeña escuela que se inició hace 32 años como homenaje al compositor Maestro Francisco Cristancho Camargo, padre del actual director, se ha convertido en una entidad pujante de excelente resultado académico y de importantes logros entre sus egresados que, hoy por hoy, hacen parte valiosa del medio musical colombiano e internacional.

El Centro de Orientación Musical Cristancho se integró a la Universidad Sergio Arboleda en el primer semestre de 2008 para la formación del Departamento de Música "Mauricio Cristancho", adjunto a la Escuela de Filosofía y Humanidades.

A lo largo de su historia, "La Cristancho" ha sido un importante motor de innovadoras propuestas pedagógicas, que han influido enormemente en el desarrollo del medio musical colombiano.

1.2.3. Misión del Departamento de Música "Mauricio Cristancho"

Desarrollar altos niveles educativos que proyecten a la institución como una de las mejores propuestas en formación musical.

Desarrollar programas eficientes con base en un esfuerzo permanente de reflexión, revisión y planeamiento garantizando a nuestros estudiantes alta calidad en su formación artística.

1.2.4. Visión del Departamento de Música "Mauricio Cristancho"

Bajo los principios de la filosofía cristiana y humanística y en coherencia con la misión institucional nuestra misión es:

Contribuir al logro de una sociedad mejor - justa, fraterna, democrática y productiva - mediante nuestro trabajo de promoción y educación musical, tarea en la cual nos corresponde encauzar las capacidades de nuestros estudiantes hacia las más nobles expresiones del espíritu y hacia la comunicación de los más dignos sentimientos humanos.

Nuestro trabajo educativo es una búsqueda permanente de superación personal e institucional que favorezca, en todos los miembros de nuestra comunidad, el desarrollo humano integral.

1.2.5. Marco Competitivo del Departamento de Música "Mauricio Crisanchó"

Competencias del Ser:

- Demostrar principios y valores éticos en la vida personal como profesional.
- Conocer, desarrollar y apropiarse una identidad colombiana.
- Desarrollar la capacidad de disciplinarse frente a la práctica musical en general.

Competencias referidas al Saber:

- Comprender la música a través de la lectura, audición y análisis.
- Conocer de las culturas propia y universal para distinguirlas y contextualizarlas.
- Analizar y comprender diversas propuestas musicales.

Competencias referidas al saber hacer:

- Interpretar, analizar y crear música.
- Investigar con el propósito de profundizar en su conocimiento y auto-educarse.
- Dirigir prácticas musicales grupales.
- Gestionar y desarrollar proyectos culturales, artísticos y musicales.
- Usar recursos tecnológicos.

Competencias del Saber comunicar:

- Comunicar, como artista, tanto a través de la ejecución instrumental como de conceptos.
- Transmitir, como docente, conocimiento musical (licenciatura).

1.3. Objetivo Principal

Diseñar e implementar la red LAN y su respectivo enlace al entorno WAN.

1.3.1. Objetivos Específicos

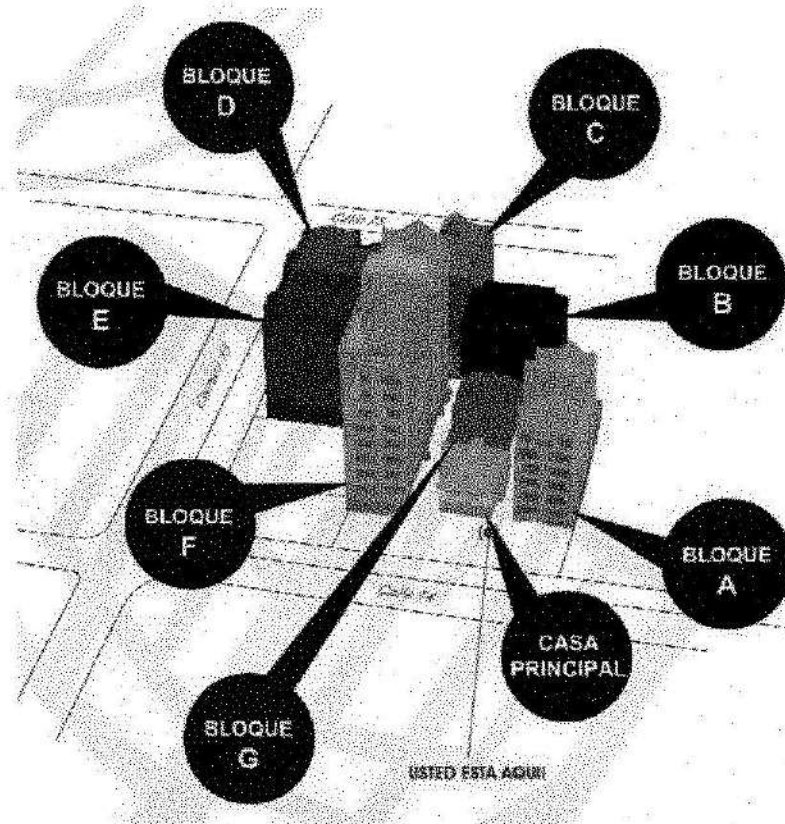
- ✓ Analizar de los requerimientos tecnológicos para la implementación y el diseño de la LAN y enlace WAN.
- ✓ Diseñar e implementar la infraestructura de comunicaciones de la LAN y enlace WAN
- ✓ Definir las mejores alternativas tanto de costo como de beneficio para la LAN y enlace WAN
- ✓ Determinar el buen funcionamiento de los diferentes sistemas información que actualmente se están utilizando.

CAPITULO 2

2.1. Infraestructura y Estado Actual Sede Principal "Universidad Sergio Arboleda"

Actualmente la sede principal "Universidad Sergio Arboleda", se encuentra ubicada en la dirección Calle 74 No. 14-14. A una cuadra de Transmilenio, estación Calle 76.

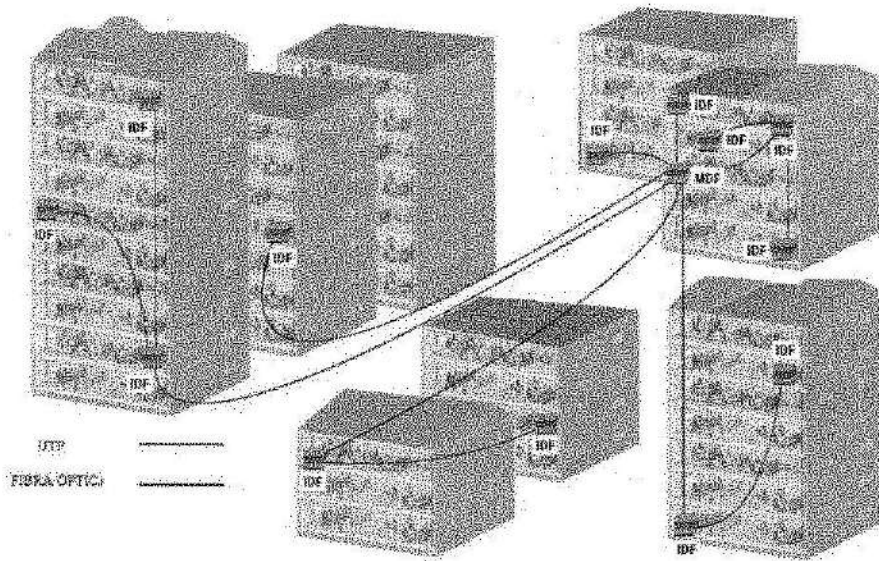
La sede principal está distribuida por 7 edificios y 1 casa principal, todas estas edificaciones están conectadas por el cableado vertical en fibra óptica multimodo, que llega a un backbone principal, ubicado en el centro de computo torre B en el tercer piso, oficina 302, además en este piso se encuentra la granja de servidores, el sistema de cableado de comunicaciones MDF, las bases de datos, los sistemas de seguridad (Firewalls, proxys, etc.).



La topología de red de la sede principal es tipo estrella, El cableado horizontal está compuesto por cable UTP Cat. 5e y Cat. 6, los IDF se encuentran ubicados en: Torre A - 2 IDF, Torre B - 4 IDF, Torre C - 1 IDF, Torre E - 1 IDF, Torre F - 3 IDF, Torre G - 1 IDF y Casa Principal - 1 IDF.



2.1.1. Ubicación del MDF e IDF actuales



La sede principal posee varias Vlan's debido a su tamaño y complejidad se crearon para aumentar la seguridad y agrupar los diferentes usuarios de forma lógica, estas Vlan's estas conformadas de la siguiente manera:

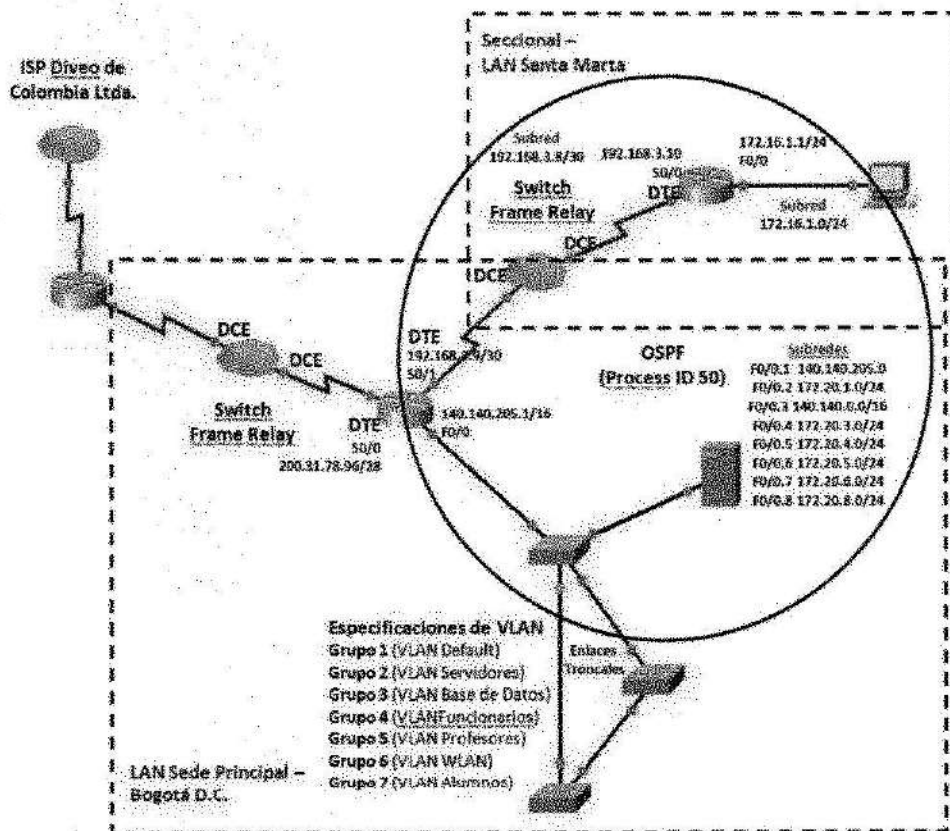
| Direccion de Red | Direccion de Broadcast | Mascara de Subred | Host Utilizables | Nombre de la Red |
|------------------|------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|
| 172.20.1.0 | 172.20.1.255 | 255.255.255.0 | 172.20.1.1 - 172.20.1.254 | Vlan Default |
| 140.140.0.0 | 140.140.255.255 | 255.255.0.0 | 140.140.0.1 - 140.140.255.254 | Vlan Servidores |
| 172.20.3.0 | 172.20.3.255 | 255.255.255.0 | 172.20.3.1 - 172.20.3.254 | Vlan Base de Datos |
| 172.20.4.0 | 172.20.3.255 | 255.255.255.0 | 172.20.4.1 - 172.20.4.254 | Vlan Funcionarios |
| 172.20.5.0 | 172.20.5.255 | 255.255.255.0 | 172.20.5.1 - 172.20.5.254 | Vlan Profesores |
| 172.20.6.0 | 172.20.6.255 | 255.255.255.0 | 172.20.6.1 - 172.20.6.254 | Vlan Wlan |
| 172.20.8.0 | 172.20.8.255 | 255.255.255.0 | 172.20.8.1 - 172.20.8.254 | Vlan Alumnos |

Todo este diseño de red está administrado por un servidor DHCP que afecta a todas las VLAN's, como resultado de esto se logra eficiencia, escalabilidad, adaptabilidad y fácil manejo en el flujo de información.

La conectividad que se encuentra actualmente a Internet está configurada mediante un enlace frame relay, el proveedor de servicios de Internet es Diveo Ltda., el proceso de enrutamiento que estamos utilizando es el protocolo estado de enlace OSPF "Primero la ruta libre más corta", el identificador del proceso OSPF es 50, todos los router están en una sola área de 0, las direcciones loopback están asignadas por cada router y se utilizan con el ID del router OSPF.

Con este mismo proveedor se contrato un enlace frame relay, circuito No. 6143, este enlace esta operativo desde agosto 31 del 2004, para la interconexión de la sede de Santa Marta, este enlace tiene un ancho de banda de 512 Kbps, el router Cisco 7513 del proveedor se conecta a un router Cisco 2690 ubicado en la sede principal, el costo de este enlace es de \$31'585.200.00 por un año de servicio, los router de la sede principal y de la seccional de Santa Marta están siendo administrados en la sede principal de la universidad.

2.1.2. Diagrama lógico actual de la sede principal "Universidad Sergio Arboleda"



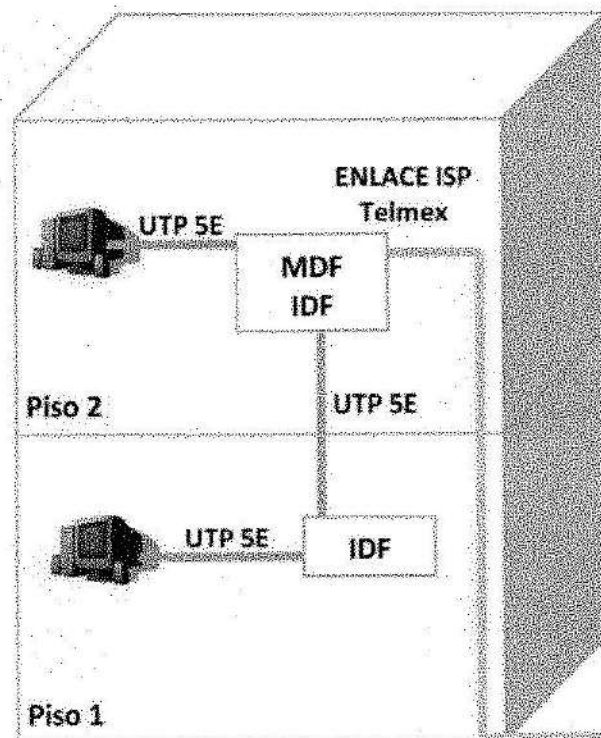
2.2. Infraestructura y Estado Actual del Departamento de Música "Mauricio Cristancho"

Actualmente el Departamento Música "Mauricio Cristancho" se encuentra ubicada en la dirección Diagonal 83 No. 27-58, barrio Polo Club. A una cuadra de Transmilenio, estación Polo Club.

Cuenta con un área de 407 metros cuadrados construidos, distribuidos en 2 pisos y está conformado de la siguiente manera: 11 aulas, 4 áreas administrativa, 1 área académica, 1 sala de conciertos modular con capacidad para 170 personas, 1 biblioteca con cerca de 3.500 títulos, proyectores de acetatos y de diapositivas, 1 fonoteca, 1 videoteca, 1 laboratorio de informática musical con recursos tecnológicos para músicos y cafetería.

La topología de red del Departamento de Música es tipo estrella, El cableado horizontal y vertical está compuesto por cable UTP Cat. 5e, el MDF y IDF se encuentran ubicados en: Piso 1 - 1 MDF y 1 IDF, Piso 2 - 1 IDF.

2.2.1. Ubicación del MDF y IDF actuales

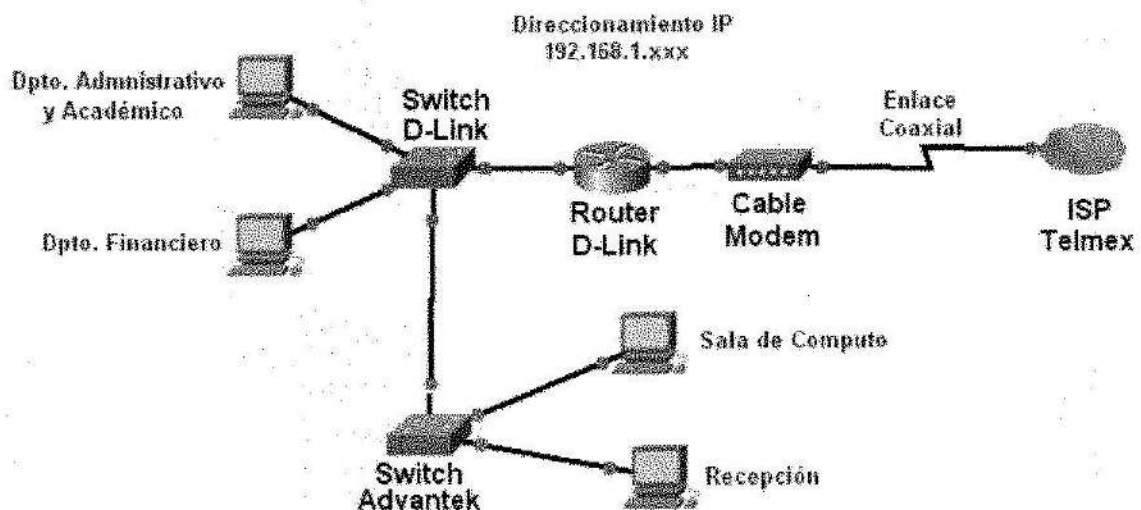


Se disponen de una conectividad a Internet mediante a un router D-LINK Mod. DI-604 conectado a un cable modem Motorola del proveedor de servicios (Telmex) y la conectividad de la LAN está conformada por dos switches "D-LINK Mod. DES-1016D y ADVANTEK" ambos son de 16 Ptos de base 10/100 Mbps, el esquema lógico está conformado por el direccionamiento IP interno 192.168.1.xxx con una máscara CIDR 24 y la puerta de enlace predeterminada de 192.168.1.1.

La conectividad que se encuentra actualmente entre la universidad y este departamento, se realiza mediante el servicio de internet banda ancha, contratado por el ISP Telmex de Colombia, con un ancho de banda de 512 Kbps, este servicio no cumple con los requerimientos para la interconexión entre las sedes, debido que la sede principal maneja sistemas de información, correo electrónico administrado por Microsoft Exchange, servicios de intranet, entre otros, para esto se contratara un enlace RDSI o Frame Relay desde la sede principal "Universidad Sergio Arboleda" hasta la sede de música "Mauricio Cristancho".

Todo esto va encaminado a suplir los beneficios del diseño de la red en funcionalidad, escalabilidad, adaptabilidad y fácil administración del tráfico, flujo de información y dispositivos de red.

2.2.2. Diagrama lógico actual de la sede de música "Mauricio Cristancho"





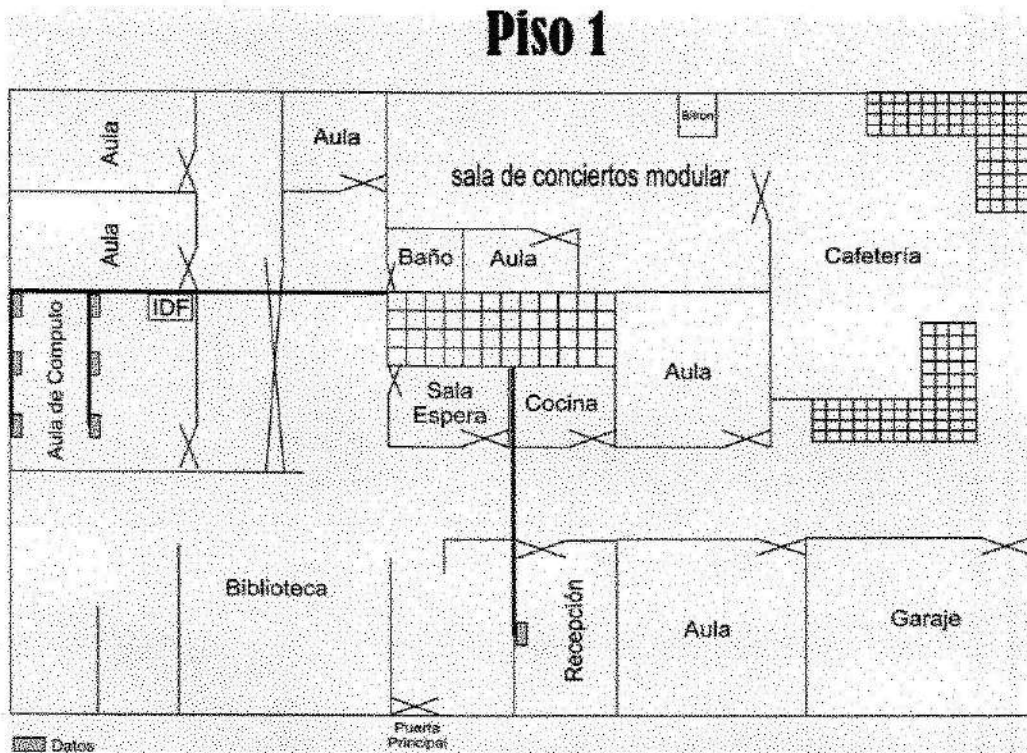
2.2.3. Inventario de dispositivos de networking

| MARCA | MODELO | SERIAL | OBSERVACIONES | ENLACES |
|----------|-----------|-------------------|-------------------------------|--|
| MOTOROLA | | 06V040M0X4D9 | CABLE MODEM | 1 ENLACE UTP Y 1 ENLACE COAXIAL ISP "TELMEX" |
| D-LINK | DI-604 | REBC007417673 | ROUTER 4 PUERTOS 1 WAN | 1 PUERTO LAN HABILITADO UTP Y 1 ENLACE WAN UTP |
| D-LINK | DES-1016D | F304161000984 | SWITCH 16 PUERTOS BASE 10/100 | 9 PUERTOS HABILITADOS UTP CON 2 ENLACES UTP |
| ADVANTEK | | ANS016P39C3000788 | SWITCH 16 PUERTOS BASE 10/100 | 8 PUERTOS HABILITADOS UTP CON 1 ENLACES UTP |

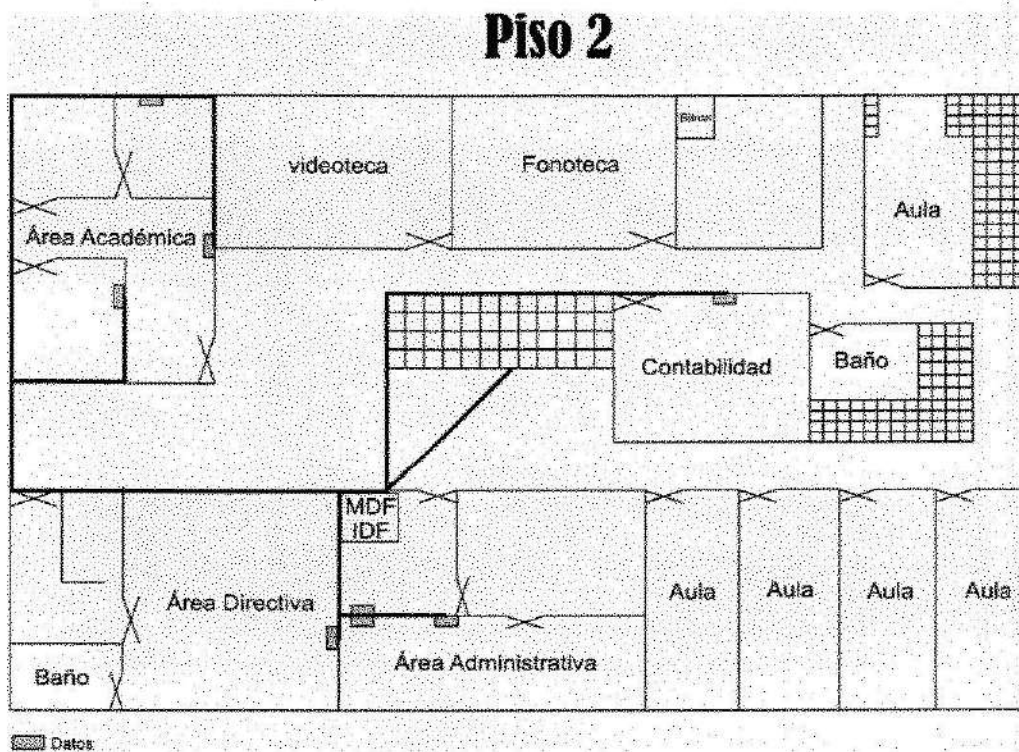
2.2.4. Inventario de equipos de computo

| No. | Dependencia | Marca | Modelo |
|-----|--------------------------|--------|----------------|
| 1 | Director | Dell | Dimension 5150 |
| 2 | Secretaria Académica | Dell | Optiplex 170 |
| 3 | Biblioteca | Clon | Clon |
| 4 | Recepción | Clon | Clon |
| 5 | Asistente Director | Compaq | Pesario |
| 6 | Coord. Administrativo | Compaq | Presario 5000 |
| 7 | Asistente Administrativa | Compaq | Presario |
| 8 | Coord. Académica | HP | D220 mt |
| 9 | Salas PC # 1 | Compaq | Presario |
| 10 | Salas PC # 2 | Compaq | Presario |
| 11 | Contabilidad | Clon | Clon |

2.2.5. Plano actual de la red primer piso del departamento de música "Mauricio Cristancho"

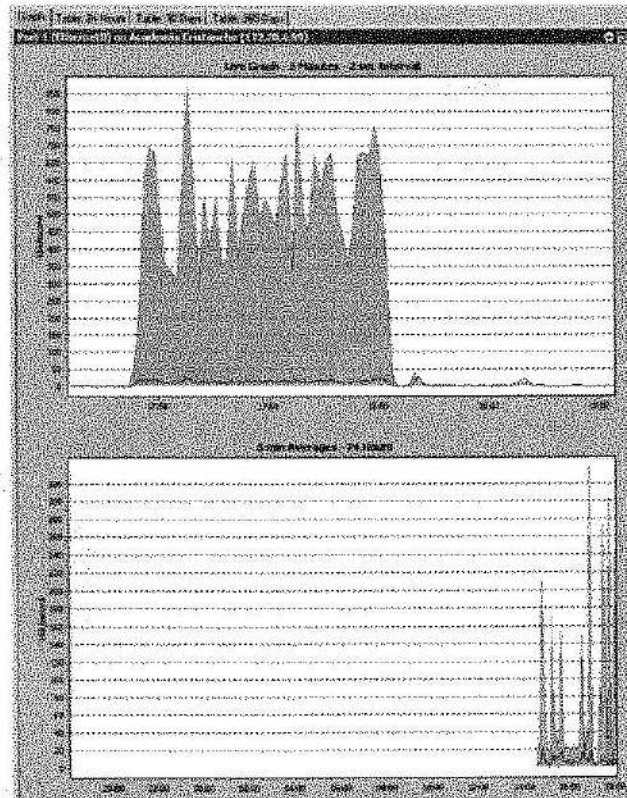


2.2.6. Plano actual de la red segundo piso del Departamento de Música "Mauricio Cristancho"



2.3. Análisis del Tráfico

A continuación se relaciona los resultados y graficas obtenidas en el departamento de música "Mauricio Cristancho", esta medición fue realizada por técnicos del proveedor de servicios de Internet y soluciones WAN Diveo de Colombia, posible proveedor del enlaces WAN.



Los patrones del tráfico obtenido corresponden a:

2.3.1. Simple Mail Transfer Protocol (SMTP):

Protocolo simple de transferencia de correo. Este protocolo de red basado en texto utilizado para el intercambio de mensajes de correo electrónico entre computadoras o distintos dispositivos (PDA's, teléfonos móviles, etc.). Está definido en el RFC 2821 y es un estándar oficial de Internet.

SMTP se basa en el modelo cliente-servidor, donde un cliente envía un mensaje a uno o varios receptores.

2.3.2. HyperText Transfer Protocol (HTTP):

El protocolo de transferencia de hipertexto. Este protocolo usado en cada transacción de la Web (WWW). HTTP fue desarrollado por el consorcio W3C y la IETF, colaboración que culminó en 1999 con la publicación de una serie de RFC, siendo el más importante de ellos el RFC 2616, que especifica la versión 1.1.

HTTP define la sintaxis y la semántica que utilizan los elementos software de la arquitectura web (clientes, servidores, proxies) para comunicarse. Es un protocolo orientado a transacciones y sigue el esquema petición-respuesta entre un cliente y un servidor. Al cliente que efectúa la petición (un navegador o un spider) se lo conoce como "user agent" (agente del usuario). A la información transmitida se la llama recurso y se la identifica mediante un URL. Los recursos pueden ser archivos, el resultado de la ejecución de un programa, una consulta a una base de datos, la traducción automática de un documento, etc.

2.3.3. Domain Name System (DNS):

Es una base de datos distribuida y jerárquica que almacena información asociada a nombres de dominio en redes como Internet. Aunque como base de datos el DNS es capaz de asociar diferentes tipos de información a cada nombre, los usos más comunes son la asignación de nombres de dominio a direcciones IP y la localización de los servidores de correo electrónico de cada dominio.

Como resultado de estos cálculos de tráfico se concluye que el enlace WAN requerido, aproximadamente debe tener un ancho de banda de 256 Kbps, lo que se utilizara como base para contratar este servicio.

CAPITULO 3

3.1. Marco Teórico

3.1.1. Tecnología LAN

¿Qué es una red? Una red es un sistema de ordenadores y otros dispositivos conectados por cables entre sí. La red más simple posible la forman dos ordenadores conectados mediante un cable. A partir de aquí su complejidad puede aumentar hasta conectar miles de ordenadores en todo el mundo. El ejemplo más conocido de este último caso es Internet. Las redes, en general, consisten en «compartir recursos», y uno de sus objetivos es hacer que todos los programas, datos y equipos estén disponibles para cualquiera de la red que así lo solicite.

Una red conectada en un área limitada se conoce como Red de área local (LAN). Una LAN está contenida a menudo en una sola ubicación. En una LAN, los recursos o computadoras intercambian información entre sí, permitiendo compartirla. Lo compartido puede ser la información contenida en el disco, una impresora o un módem.

En nuestro caso lo que nos interesa es una Red de área local (LAN). Hay varias tecnologías LAN, siendo Ethernet y FastEthernet las más comunes. Una red puede estar basada en una o más de estas tecnologías. Las redes Ethernet y Fast Ethernet funcionan de un modo similar, y la diferencia principal entre las mismas es la velocidad a la que transfieren la información. Ethernet opera a 10 Megabits por segundo (o Mbps) y Fast Ethernet opera a 100 Mbps.

La red LAN que se diseñara e implementara se utilizara la tecnología FastEthernet.

Las ventajas al implementar este tipo de tecnología de comunicaciones en nuestra LAN encontraremos:

- *Aumento en la productividad:* Cuando el Departamento de Música "Mauricio Cristancho" este conectada, también lo están los usuarios que trabajan este departamento, las ideas se comparten con mayor rapidez, al momento de tomar decisiones se dispone de la información necesaria economizando tiempo lo que se traduce en ahorro de recurso monetario, generando avances sin que tener que reunirse tan a menudo y compartiendo datos en forma adecuada sin intercambiar.
- *Costos de Comunicación:* Las comunicaciones basadas en red son alternativas eficaces y eficientes en costos frente al teléfono, fax, etc., que permiten lograr ahorros considerables en las comunicaciones a larga distancia.
- *Acceso a los recursos de la red:* El Trabajo en red implica movilidad, acceder a los archivos, datos, aplicaciones desde cualquier lugar de la red. Con acceso remoto, el

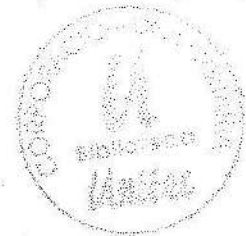
administrador de la red puede trabajar a distancia facilitando el mantenimiento y reparación de equipos a nivel de Software desde la sede principal ó donde se encuentre ubicado el Departamento de Sistemas y hacia cualquier sede, evitando costos de desplazamiento o inversiones adicionales en soluciones externas.

- *Costos de Equipos:* Principalmente las impresoras, servidores, etc., dando así, un aprovechamiento 100% de los recursos tecnológicos, beneficiando a un mayor número de funcionarios sin invertir en equipos adicionales para trabajo en entorno independiente.
- *Centralizar información:* La centralización presenta una excelente oportunidad para la administración de la información, de las aplicaciones y de las reglas del negocio en forma ágil y segura, permitiendo que cualquier cambio en alguno de los tres elementos esté disponible en forma inmediata para cada uno de los usuarios que lo requiera. Esta funcionalidad demanda que el acceso a la misma esté con alta disponibilidad.
- *Copia de seguridad de los datos:* Las copias de seguridad son más simples, ya que los datos están centralizados.
- *Correo electrónico y difusión de mensajes:* El correo electrónico permite que los usuarios se comuniquen más fácilmente entre sí. A cada usuario se le puede asignar un buzón de correo en el servidor. Los otros usuarios dejan sus mensajes en el buzón y el usuario los lee cuando los ve en la red.
- *Seguridad:* La seguridad de los datos puede conseguirse por medio de servidores que posean métodos de control, tanto de software como de hardware. Las terminales delgadas impiden que los usuarios puedan extraer copias de datos para llevárselos fuera del edificio.
- *Conectividad Mundial:* Se puede acceder a los vastos recursos de Internet y de la Web mundial.

3.1.2. Componentes básicos de la red

3.1.2.1. Cliente-Servidor

Este es un modelo de proceso en el que las tareas se reparten entre programas que se ejecutan en el servidor y otros en la estación de trabajo del usuario. En una red cualquier equipo puede ser el servidor o el cliente. El cliente es la entidad que solicita la realización de una tarea, el servidor es quien la realiza en nombre del cliente. Este es el caso de aplicaciones de acceso a bases de datos, en las cuales las estaciones ejecutan las tareas del interfaz de usuario (pantallas de entrada de datos o consultas, listados, etc.) y el servidor realiza las actualizaciones y recuperaciones de datos en la base.



3.1.2.2. NIC o Tarjeta de red

Todos los equipos necesitan tarjetas de interfaz de red (NIC) para poder utilizarse en operaciones en red. Algunas se venden con la tarjeta NIC incorporada. Las marcas más conocidas, y las de más garantía, son 3Com, Intel o SMC. Se debe considerar lo siguiente antes de adquirir una NIC:

La velocidad de su concentrador, conmutador, o servidor de impresora: Ethernet (10 Mbps) o Fast Ethernet (100 Mbps).

El tipo de conexión que necesita: RJ-45 para par trenzado o BNC para cable coaxial. El tipo de conector NIC disponible dentro del PC: ISA o PCI. Lo más común es que necesitemos un conector RJ-45 y formato PCI.

3.1.2.3. Velocidad de conexión

Debe utilizarse una NIC de Ethernet con un concentrador o conmutador Ethernet, y debe utilizarse una NIC de Fast Ethernet con un concentrador o conmutador Fast Ethernet. Si se conecta una PC a un dispositivo dual speed que admite ambos valores, 10 y 100 Mbps, se puede utilizar una NIC de 10 Mbps o una NIC de 100 Mbps. Un puerto en un dispositivo dual speed ajusta su velocidad automáticamente para que coincida con la velocidad más alta admitida por ambos extremos de la conexión. Por ejemplo, si la NIC soporta solamente 10 Mbps, el puerto del concentrador dual speed que está conectado a dicha NIC pasará a ser un puerto de 10 Mbps. Si la NIC soporta 100 Mbps, la velocidad del puerto del concentrador será de 100 Mbps. De un modo semejante, si tenemos una NIC 10/100, podremos conectarla al concentrador Ethernet de 10Mbps o al concentrador Fast Ethernet de 100 Mbps. La NIC 10/100 ajustará su velocidad para que coincida con la velocidad más alta soportada por ambos extremos de la conexión para nuestro proyecto.

3.1.2.4. Tipo de conexión

Si se instala una red que utiliza cables de par trenzado, se necesita una NIC con un conector RJ-45.

3.1.2.5. Concentradores y Routers

Los concentradores (Hubs y Switches) se utilizan para conectar PC, impresoras y otros dispositivos.

El término «concentrador» se utiliza a veces para referirse a una pieza de equipo de red que conecta PC entre sí, aunque realmente hace las veces de repetidor. Se llama así porque pasa o repite toda la información que recibe a todos sus puertos. Los concentradores se pueden utilizar para ampliar una red.

Los concentradores están indicados para redes pequeñas, aunque es posible que las redes con alta carga de tráfico necesiten equipos de red adicionales, como puede ser un conmutador, que reduciría el tráfico innecesario.

Cuando se añaden concentradores a la red, hay una serie de normas que deben conocerse acerca del número de concentradores que se pueden conectar a la vez. Para atenerse a las normas de Ethernet y Fast Ethernet y evitar un malfuncionamiento de la red, la distancia entre una PC y un concentrador o conmutador no deberá exceder nunca 100 m.

Cuando se conecten dos dispositivos Fast Ethernet, se recomienda que la longitud máxima de cable utilizada para conectarlos sea de 5 m. De este modo, los equipos se pueden conectar a dichos dispositivos con un cable de 100 m, sin exceder la longitud total máxima de cable de Fast Ethernet entre dos PC de 205 m.

El Router nos permite conectar a los ordenadores de nuestra red con Internet, permite conectar redes de área local y redes de área extensa. Es un ordenador que solo realiza una función, permitir a los ordenadores conectarse a Internet. Existen un modelos de Routers RDSI así como ADSL con funciones de concentrador incorporadas, algo que a nosotros no nos interesa y que solucionamos con los Hubs o bien mediante Switches, y sí son interesantes aquellos que poseen puertos analógicos (lo que permite conectar un fax o un teléfono analógico).

3.1.2.6. Cableado: par trenzado y el cableado coaxial

Los cables de par trenzado y los coaxiales son tipos de cable diferentes, que se pueden utilizar para conectar el equipo cuando se crea una red. El cable de par trenzado es más fácil de utilizar y con el que nos vamos a encontrar.

El cableado coaxial se utilizó antes del cableado de par trenzado en las redes Ethernet. El cable coaxial no se puede utilizar en las redes Fast Ethernet.

Una red coaxial se crea por medio de la unión de secciones de cable coaxial con piezas T o piezas Y, para formar un segmento largo. Los dos extremos del segmento que quedan libres se terminan utilizando piezas finales. Los PC están conectados a las piezas T o Y para que, de este modo, la información de red, enviada a lo largo del segmento, llegue a todos los dispositivos.

El segmento coaxial completo debe permanecer intacto para que funcione la red. Por ello, si una sección del cable se daña o desconecta, la red se interrumpe y no se puede utilizar. También, el segmento se interrumpe al efectuar cambios en la red, como por ejemplo si se añade un ordenador. La red queda inutilizable mientras tienen lugar estos cambios, durante un período conocido como «tiempo de indisponibilidad de la red».

El cableado de par trenzado está reemplazando al cableado coaxial. Se utiliza más comúnmente porque es más fácil de utilizar y más flexible que el cable coaxial. Como resultado de esto, la mayoría del equipo de red de Ethernet de hoy en día, tiene puertos para cables de par trenzado. Una red pequeña de par trenzado se crea normalmente mediante la conexión de un conmutador o concentrador directamente a PC, utilizando cables de par trenzado. El concentrador o conmutador distribuye la información de la red a los equipos.

El cable de par trenzado tiene conectores fáciles de utilizar, que se insertan simplemente en los puertos de los dispositivos y del equipo de red.

Si uno de los cables de par trenzado se daña o se desconecta, solamente quedará interrumpida esa conexión específica, y el resto de la red continúa funcionando normalmente. Efectuar cambios en la red, tales como añadir PC, es fácil, y se puede hacer sin que afecte a otros dispositivos en la red.

Para las redes Ethernet se pueden utilizar cables de categoría 3 o 5. No obstante, si utiliza el cable de la Categoría 5e, podrá aumentar su red de Ethernet a Fast Ethernet en el futuro (ya que el cable de la Categoría 3 no se puede utilizar para las redes de Fast Ethernet).

| Tecnologías Ethernet | | | | |
|----------------------|--------------------------|-----------------------------------|------------------|--|
| Tecnología | Velocidad de transmisión | Tipo de cable | Distancia máxima | Topología |
| 100BaseTX | 100Mbps | Par Trenzado (categoría 5UTP) | 100 m | Estrella. Half Duplex(hub) y Full Duplex(switch) |
| 100BaseFX | 100Mbps | Fibra óptica | 2000 m | No permite el uso de hubs |
| 1000BaseT | 1000Mbps | 4 pares trenzado (categoría 5UTP) | 100 m | Estrella. Full Duplex (switch) |
| 1000BaseSX | 1000Mbps | Fibra óptica (multimodo) | 550 m | Estrella. Full Duplex (switch) |
| 1000BaseLX | 1000Mbps | Fibra óptica (monomodo) | 5000 m | Estrella. Full Duplex (switch) |

Dependiendo del tipo de estándar utilizado, el tipo de cable pertenecerá a una categoría diferente con unas características determinadas que siguen la siguiente tabla:

3.1.2.7. Estándares de cables UTP/STP

Cat 1: actualmente no reconocido por TIA/EIA. Fue usado para comunicaciones telefónicas POTS, ISDN y cableado de timbrado.

Cat 2: actualmente no reconocido por TIA/EIA. Fue frecuentemente usado para redes token ring (4 Mbit/s).

Cat 3: actualmente definido en TIA/EIA-568-B. Fue (y sigue siendo) usado para redes ethernet (10 Mbit/s). Diseñado para transmisión a frecuencias de hasta 16 MHz.

Cat 4: actualmente no reconocido por TIA/EIA. Frecuentemente usado en redes token ring (16 Mbit/s). Diseñado para transmisión a frecuencias de hasta 20 MHz.

Cat 5: actualmente no reconocido por TIA/EIA. Frecuentemente usado en redes ethernet, fast Ethernet (100 Mbit/s) y gigabit ethernet (1000 Mbit/s). Diseñado para transmisión a frecuencias de hasta 100 MHz.

Cat 5e: actualmente definido en TIA/EIA-568-B. Frecuentemente usado en redes fast Ethernet (100 Mbit/s) y gigabit ethernet (1000 Mbit/s). Diseñado para transmisión a frecuencias de hasta 100 MHz.

Cat 6: actualmente definido en TIA/EIA-568-B. Usado en redes gigabit Ethernet (1000 Mbit/s). Diseñado para transmisión a frecuencias de hasta 250 MHz.

Cat 6a: actualmente definido en TIA/EIA-568-B. Usado en un futuro en redes 10 gigabit Ethernet (10000 Mbit/s). Diseñado para transmisión a frecuencias de hasta 500 MHz.

Cat 7: actualmente no reconocido por TIA/EIA. Usado en un futuro en redes 10 gigabit Ethernet (10000 Mbit/s). Diseñado para transmisión a frecuencias de hasta 600 MHz.

Nos centraremos en el conector FastEthernet Cat 5e 10/100Base-TX, que es el más ampliamente utilizado

3.1.2.8. Estándar ANSI/TIA/EIA-569

Para los ductos, pasos y espacios necesarios para la instalación de sistemas estandarizados de telecomunicaciones

Este estándar reconoce tres conceptos fundamentales relacionados con telecomunicaciones y edificios:

- Los edificios son dinámicos. Durante la existencia de un edificio, las remodelaciones son más la regla que la excepción.
- Este estándar reconoce, de manera positiva, que el cambio ocurre.
- Los sistemas de telecomunicaciones y de medios son dinámicos. Durante la existencia de un edificio, los equipos de telecomunicaciones cambian dramáticamente. Este estándar reconoce este hecho siendo tan independiente como sea posible de proveedores de equipo.
- Telecomunicaciones es más que datos y voz. Telecomunicaciones también incorpora otros sistemas tales como control ambiental, seguridad, audio, televisión, alarmas y sonido. De hecho, telecomunicaciones incorpora todos los sistemas de bajo voltaje que transportan información en los edificios.



Este estándar reconoce un precepto de fundamental importancia: De manera que un edificio quede exitosamente diseñado, construido y equipado para telecomunicaciones, es imperativo que el diseño de las telecomunicaciones se incorpore durante la fase preliminar de diseño arquitectónico.

Esta norma se refiere al diseño específico sobre la dirección y construcción, los detalles del diseño para el camino y espacios para el cableado de telecomunicaciones y equipos dentro de edificios comerciales.

Notas:

1. EF= Es el espacio que provee un punto de presencia y la terminación del cableado en el edificio de la parte exterior. El EF puede también distribuir cableado horizontal para el área de trabajo como se muestra una función como un TC.
2. TC= El TC puede alojar también equipos de telecomunicaciones y puede funcionar como un cuarto de equipo ER.
3. WA= El WA es el espacio donde ocupan recíprocamente equipos de telecomunicaciones.

3.1.2.9 Estándar ANSI/EIA/TIA-606

Regula y sugiere los métodos para la administración de los sistemas de telecomunicaciones. **¡Error! Marcador no definido.**

El propósito de este estándar es proporcionar un esquema de administración uniforme que sea independiente de las aplicaciones que se le den al sistema de cableado, las cuales pueden cambiar varias veces durante la existencia de un edificio. Este estándar establece guías para dueños, usuarios finales, consultores, contratistas, diseñadores, instaladores y administradores de la infraestructura de telecomunicaciones y sistemas relacionados.

Para proveer un esquema de información sobre la administración del camino para el cableado de telecomunicación, espacios y medios independientes. Marcando con un código de color y grabando en estos los datos para la administración de los cables de telecomunicaciones para su debida identificación. La siguiente tabla muestra el código de color en los cables.

| | |
|----------|---|
| NARANJA | Terminación central de oficina |
| VERDE | Conexión de red / circuito auxiliar |
| PURPURA | Conexión mayor / equipo de dato |
| BLANCO | Terminación de cable MC a IC |
| GRIS | Terminación de cable IC a MC |
| AZUL | Terminación de cable horizontal |
| CAFÉ | Terminación del cable del campus |
| AMARILLO | Mantenimiento auxiliar, alarmas y seguridad |
| ROJO | Sistema de teléfono |

3.1.3. Elementos principales de un cableado estructurado

3.1.3.1. Cableado horizontal

Se emplea el término horizontal pues esta parte del sistema de cableado corre de manera horizontal entre los pisos y techos de un edificio.

3.1.3.2. La norma EIA/TIA 568-A

Define el cableado horizontal de la siguiente forma:

"El sistema de cableado horizontal es la porción del sistema de cableado de telecomunicaciones que se extiende del área de trabajo al cuarto de telecomunicaciones. El cableado horizontal incluye los cables horizontales, las tomas/conectores de telecomunicaciones en el área de trabajo, la terminación mecánica y las interconexiones horizontales localizadas en el cuarto de telecomunicaciones."

3.1.3.3. El cableado horizontal consiste de dos elementos básicos:

Cable Horizontal y Hardware de Conexión. (También llamado "cableado horizontal")
Proporcionan los medios para transportar señales de telecomunicaciones entre el área de trabajo y el cuarto de telecomunicaciones. Estos componentes son los "contenidos" de las rutas y espacios horizontales.

Rutas y Espacios Horizontales. (También llamado "sistemas de distribución horizontal")
Las rutas y espacios horizontales son utilizados para distribuir y soportar cable horizontal y conectar hardware entre la salida del área de trabajo y el cuarto de telecomunicaciones. Estas rutas y espacios son los "contenedores" del cableado Horizontal.

1. Si existiera cielo raso suspendido se recomienda la utilización de canaletas para transportar los cables horizontales.

2. Una tubería de ¾ in por cada dos cables UTP
3. Una tubería de 1in por cada cable de dos fibras ópticas
4. Los radios mínimos de curvatura deben ser bien implementados

El cableado horizontal incluye:

- Las salidas (cajas/placas/conectores) de telecomunicaciones en el área de trabajo. En ingles: Work Area Outlets (WAO).
- Cables y conectores de transición instalados entre las salidas del área de trabajo y el cuarto de telecomunicaciones.
- Paneles de empate (patch) y cables de empate utilizados para configurar las conexiones de cableado horizontal en el cuarto de telecomunicaciones.

Se deben hacer ciertas consideraciones a la hora de seleccionar el cableado horizontal:

- Contiene la mayor cantidad de cables individuales en el edificio.
- No es muy accesible; el tiempo, esfuerzo y habilidades requeridas para hacerle cambios son muy grandes.
- Debe acomodar varias aplicaciones de usuario; para minimizar los cambios requeridos cuando las necesidades evolucionan.

Es necesario evitar colocar los cables de cobre muy cerca de fuentes potenciales de emisiones electromagnéticas (EMI).

3.1.3.4. Topología

La norma EIA/TIA 568-A hace las siguientes recomendaciones en cuanto a la topología del cableado horizontal:

- El cableado horizontal debe seguir una topología estrella.
- Cada toma/conector de telecomunicaciones del área de trabajo debe conectarse a una interconexión en el cuarto de telecomunicaciones.
- El cableado horizontal en una oficina debe terminar en un cuarto de telecomunicaciones ubicado en el mismo piso que el área de trabajo servida.
- Los componentes eléctricos específicos de la aplicación (como dispositivos acopladores de impedancia) no se instalarán como parte del cableado horizontal; cuando se necesiten, estos componentes se deben poner fuera de la toma/conector de telecomunicaciones.
- El cableado horizontal no debe contener más de un punto de transición entre cable horizontal y cable plano.
- No se permiten empalmes de ningún tipo en el cableado horizontal

3.1.3.5. Distancias

Sin importar el medio físico, la distancia horizontal máxima no debe exceder 90 m. La distancia se mide desde la terminación mecánica del medio en la interconexión horizontal en el cuarto de telecomunicaciones hasta la toma/conector de telecomunicaciones en el área de trabajo.

Además se recomiendan las siguientes distancias:

- Se separan 10 m para los cables del área de trabajo y los cables del cuarto de telecomunicaciones (cordones de parcheo, jumpers y cables de equipo).
- Los cables de interconexión y los cordones de parcheo que conectan el cableado horizontal con los equipos o los cables del vertebral en las instalaciones de interconexión no deben tener más de 6 m de longitud.
- En el área de trabajo, se recomienda una distancia máxima de 3 m desde el equipo hasta la toma/conector de telecomunicaciones.

3.1.3.6. Medios reconocidos

Se reconocen tres tipos de cables para el sistema de cableado horizontal:

- ◆ Cables de par trenzado sin blindar (UTP) de 100 ohm y cuatro pares
- ◆ Cables de par trenzado blindados (STP) de 150 ohm y dos pares
- ◆ Cables de fibra óptica multimodo de 62.5/125 um y dos fibras

El cable coaxial de 50 ohm aún está reconocido como un cable que se puede encontrar en instalaciones existentes; no se recomienda para las nuevas instalaciones de cableado y se espera que sea eliminado en la próxima revisión de esta norma. Se pueden emplear cables híbrido formados de más de uno de los cables anteriormente reconocidos dentro de un mismo recubrimiento, siempre que cumplan con las especificaciones.

3.1.3.7. Elección del medio

Se deben proveer un mínimo de dos tomas/conectores de telecomunicaciones para cada área de trabajo individual. Una se debe asociar con un servicio de voz y la otra con un servicio de datos.

Las dos tomas/conectores de telecomunicaciones se deben configurar de la siguiente forma:

1. Una toma/conector de telecomunicaciones debe estar soportada por un cable UTP de 100 ohm y cuatro pares de categoría 3 o superior.
2. La segunda toma/conector de telecomunicaciones debe estar soportada por uno de los siguientes medios como mínimo:
 - Cable UTP de 100 ohm y cuatro pares (se recomienda categoría 5)
 - Cable STP-A de 150 ohm y dos pares
 - Cable de fibra óptica multimodo de 62.5/125 um y dos fibras.

3.1.3.8. Conector RJ-45

Este conector es el que ha brindado un gran empuje a estas redes, pues es muy sencillo conectarlo a las tarjetas NIC y a los switch, además es seguro gracias a un mecanismo de enganche que posee, mismo que lo firmemente ajustado a otros dispositivos, no como en el cable coaxial donde permanentemente se presentan fallas en la conexión.

La figura muestra el conector RJ-45, con 8 contactos para los 8 hilos del cable UTP, tanto de perfil como una vista superior e inferior. En este punto cabe indicar que el orden de los colores está estandarizado.

Un aspecto general a toda instalación de este tipo de cableado es que todos los elementos deben corresponder a la categoría 5, ya que esto asegura de que todos los elementos del cableado pueden soportar las mismas velocidades de transmisión, resistencia eléctrica, etc. El conector en este caso no es la excepción.

Este tipo de conector es el recomendado para la instalación del cableado estructurado, aquí se muestra como conectar el cable en el conector.



El conector RJ-45 sujeta al cable par trenzado de manera que impide que este se suelte. Para ensamblar el conector primero se colocan en orden los trenzados de los cables, haciendo una hilera horizontal de cables. Se inserta la hilera de cables dentro del conector hasta realizar buen contacto con las terminales del conector.

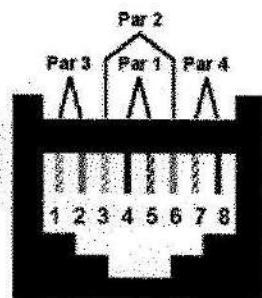
Posteriormente se presiona el seguro del conector fijando firmemente los cables. Obteniéndose así el cable con sus respectivos conectores.

3.1.3.9. Códigos de conexión para las tomas de información o jacks RJ 45

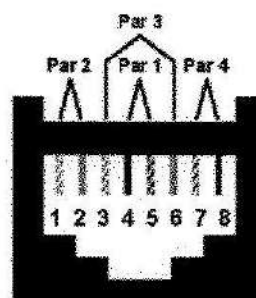
La norma EIA/TIA 568 especifica dos configuraciones de conexión para el cable UTP de 4 pares los códigos de conexión 568 A y 568 B las diferencias básicas entre uno y otro radican en que en el 568 A el par #2 del cable (naranja) termina en los contactos 3 y 6 y el par #3 del cable (verde) en los contactos 1 y 2 mientras que el 568 B solo intercambia estos dos pares. El par #1 y #4 no varían de una configuración a otra.

Asignación pin/par

568A



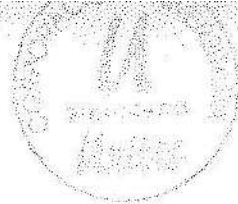
568B (opcional)



3.1.4. Cableado Eléctrico

Debe haber tomacorrientes suficientes para alimentar los dispositivos a instalarse en los andenes. El estándar establece que debe haber un mínimo de dos tomacorrientes dobles de 110V C.A. dedicados de tres hilos. Deben ser circuitos separados de 15 a 20 amperios. Estos dos tomacorrientes podrían estar dispuestos a 1.8 metros de distancia uno de otro. Considerar alimentación eléctrica de emergencia con activación automática. En muchos casos es deseable instalar un panel de control eléctrico dedicado al cuarto de telecomunicaciones.

La alimentación específica de los dispositivos electrónicos se podrá hacer con UPS y regletas montadas en los andenes. Separado de estos tomas deben haber tomacorrientes dobles para herramientas, equipo de prueba etc. Estos tomacorrientes deben estar a 15 cms. del nivel del piso y dispuestos en intervalos de 1.8 metros alrededor del perímetro de las paredes.



El cuarto de telecomunicaciones debe contar con una barra de puesta a tierra que a su vez debe estar conectada mediante un cable de mínimo 6 AWG con aislamiento verde al sistema de puesta a tierra de telecomunicaciones según las especificaciones de ANSI/TIA/EIA-607.

3.1.4.1. Sistema de puesta a tierra y puenteado

El sistema de puesta a tierra y puenteo establecido en estándar ANSI/TIA/EIA-607 es un componente importante de cualquier sistema de cableado estructurado moderno. El gabinete deberá disponer de una toma de tierra, conectada a la tierra general de la instalación eléctrica, para efectuar las conexiones de todo equipamiento. El conducto de tierra no siempre se halla indicado en planos y puede ser único para ramales o circuitos que pasen por las mismas cajas de pase, conductos ó bandejas.

Los cables de tierra de seguridad serán puestos a tierra en el subsuelo. Se instalará una puesta de tierra para uso exclusivo de la red eléctrica. Se deberá instalar una jabalina de cobre, tipo Coperweld para obtener una puesta a tierra menor a 0.5 ohm. Todas las salidas eléctricas para computadoras deben ser polarizadas y llevadas a una tierra común, todos los equipos de comunicaciones y computadoras deben de estar conectados a fuentes de poder interrumpibles (UPS) para evitar pérdidas de información, todos los componentes metálicos tanto de la estructura como del mismo cableado deben ser debidamente llevados a tierra para evitar descargas por acumulación de estática.

3.1.5. Atenuación

Las señales de transmisión a través de largas distancias están sujetas a distorsión que es una pérdida de fuerza o amplitud de la señal. La atenuación es la razón principal de que el largo de las redes tenga varias restricciones. Si la señal se hace muy débil, el equipo receptor no interceptará bien o no reconocerá esta información.

Esto causa errores, bajo desempeño al tener que transmitir la señal. Se usan repetidores o amplificadores para extender las distancias de la red más allá de las limitaciones del cable. La atenuación se mide con aparatos que inyectan una señal de prueba en un extremo del cable y la miden en el otro extremo.

3.1.6. Capacitancia

La capacitancia puede distorsionar la señal en el cable, entre más largo sea el cable, y más delgado el espesor del aislante, mayor es la capacitancia, lo que resulta en distorsión. La capacitancia es la unidad de medida de la energía almacenada en un cable. Los probadores de cable pueden medir la capacitancia de este par para determinar si el cable ha sido

rosado o estirado. La capacitancia del cable par trenzado en las redes está entre 17 y 20 pF.

3.1.7. Impedancia y distorsión por retardo

Las líneas de transmisión tendrán en alguna porción ruido de fondo, generado por fuentes externas, el transmisor o las líneas adyacentes. Este ruido se combina con la señal transmitida. La distorsión resultante puede ser menor, pero la atenuación puede provocar que la señal digital descienda al nivel de la señal de ruido. El nivel de la señal digital es mayor que el nivel de la señal de ruido, pero se acerca al nivel de la señal de ruido a medida que se acerca al receptor.

Una señal formada de varias frecuencias es propensa a la distorsión por retardo causada por la impedancia, la cual es la resistencia al cambio de las diferentes frecuencias. Esta puede provocar que los diferentes componentes de frecuencia que contienen las señales lleguen fuera de tiempo al receptor. Si la frecuencia se incrementa, el efecto empeora y el receptor estará imposibilitado de interpretar las señales correctamente. Este problema puede resolverse disminuyendo el largo del cable. Nótese que la medición de la impedancia nos sirve para detectar roturas del cable o falta de conexiones. El cable debe tener una impedancia de 100 ohm en la frecuencia usada para transmitir datos.

Es importante mantener un nivel de señal sobre el nivel de ruido. La mayor fuente de ruido en un cable par trenzado con varios alambres es la interferencia. La interferencia es una ruptura de los cables adyacentes y no es un problema típico de los cables.

El ruido ambiental en los circuitos digitales es provocado por las lamparas flourecentes, motores, hornos de microondas y equipos de oficina como computadoras, fax, teléfonos y copiadoras. Para medir la interferencia se inyecta una señal de valor conocido en un extremo y se mide la interferencia en los cables vecinos.

3.2. Tecnología WAN

Una Red de área extensa (WAN) es un grupo de dispositivos, o varias LAN, conectados en una área geográficamente mayor, a menudo por medio de líneas telefónicas u otro formato de cableado como puede ser una línea de alta velocidad, fibra o enlace vía satélite. Una de los mayores ejemplos de WAN es la propia Internet.

3.2.1. ADSL

Es una línea digital de alta velocidad apoyada en un par simétrico de cobre que lleva una línea telefónica convencional, siempre y cuando no alcance los 5.5 km medidos desde la central telefónica, ofrece tasas de transferencia en forma alta, infraestructura telefónica basada en cables de cobre, tiene un alto ancho de banda. Esta tecnología de acceso a Internet transmite gran cantidad de datos lo que implica una mayor velocidad, mediante la utilización de una banda de frecuencias más alta que la de conversaciones telefónicas, para su instalación se necesita un filtro "splitter" que se encarga de separar la señal telefónica convencional de la usada para ADSL.

3.2.2. X.25

Define la conexión entre una terminal y una red de conmutación de paquetes, esta tecnología se implemento en respuesta al elevado costo de las líneas alquiladas, en esta tecnología las líneas son compartidas, los abonados disponen de una dirección de red, los circuitos virtuales pueden ser establecidos a través de la red mediante paquetes de solicitud de llamadas a la dirección de destino. Una sola conexión puede tener activos múltiples, sin embargo esta conexión suele ser de baja capacidad y presenta retardos típicos de las redes compartidas.

3.2.3. RDSI

Red digital de servicios integrados procede de la red digital (RDI), facilita las conexiones digitales de extremo a extremo para proporcionar gran cantidad de servicios entre los que se incluyen voz y otros, los usuarios acceden en un conjunto de interfaces normalizadas, utilizan un par de hilos de cobre del bucle telefónico entre la central y la terminación de red.

3.2.4. FRAME RELAY

Ofrece comunicación por medio de tramas de tecnología de conmutación de paquetes, transmite varios tamaños y tramas para la transmisión de grandes cantidades de datos. Es un servicio de transmisión de voz y datos a alta velocidad permite la interconexión de redes separadas geográficamente y a nivel local a un menor costo.

Es eficiente a nivel de ancho de banda debido a múltiples circuitos virtuales que comparten un puerto de una sola línea, es un protocolo confiable, es ideal para conexiones medianas de alta velocidad.

Proporciona conexiones entre usuarios de red pública de igual forma que lo realizaría una red privada. Pueden ser conexiones de tipo permanente o conmutadas, pueden reemplazar líneas privadas por un solo enlace de red, pueden manejar gran tráfico de voz y datos.

Entre las ventajas esta las conexiones virtuales múltiples que pueden compartir la misma línea de acceso. Reducción de necesidades de hardware y el procesamiento simplificado ofrece más rendimiento por el costo.

3.2.5. ATM

Modo de transferencia asíncrona, es una tecnología de telecomunicación desarrollada para la demanda de transmisión de servicios y aplicaciones ya sean de cable o radioeléctricos, la información es transmitida en forma de cortos paquetes de longitud constante y pueden ser enrutados mediante canales virtuales y trayectos virtuales, las estructuras de datos de 53 bytes están compuestas por dos campos:

Header: identifican canales, información para la detección de errores y en momentos corrección de errores, consta de 5 bytes.

Payload: cuenta con 48 bytes principalmente con datos de usuario y protocolos AAL que también son vistos como datos del usuario.

CAPITULO 4

4.1 Diseño de la Interconectividad WAN

4.1.1. WAN

Para integrar el proceso de interconexión propuesto por la directiva de la universidad y el manejo eficaz y confiable de la información, se plantea un enlace desde la sede principal "Universidad Sergio Arboleda" y el Departamento de Música "Mauricio Cristancho", este enlace debe cumplir los requerimientos de escalabilidad, flexibilidad y que cumpla la seguridad requerida por la universidad, ofreciéndole la oportunidad a los funcionarios, profesores y estudiantes a utilizar los recursos que se encuentran operando en la sede principal.

La sede principal ha orientado todos sus esfuerzos y recursos a la sistematización de sus datos, de tal forma que ellos constituyan el soporte indispensable e inseparable en la toma de decisiones. Para lograr este objetivo, nada mejor que implementar enlace de datos con las diferentes seccionales, departamentos, etc., para lograr una comunicación directa y efectiva, que permita la fácil y fluida circulación de información por todos y cada uno de los departamentos que conforman la universidad, por todos y cada uno de los eslabones que constituyen la pirámide jerárquica de la administración.

La propuesta de intercomunicación entre la Sede Principal y el Departamento de Música, nos permite un contacto 100% entre directivas y funcionarios en la transmisión de información inherente a los procesos que actualmente tiene están implementados en la Sede Principal.

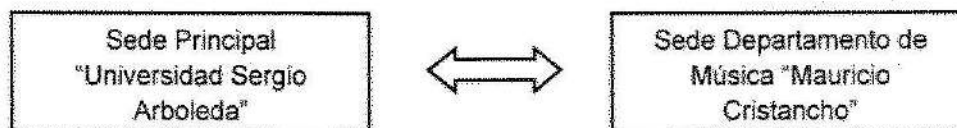
Estos procesos están relacionados con:

- Actualización en línea de la base de datos de estudiantes.
- Dar apoyo a toma de decisiones
- Optimizar la operación de los sistemas de información
- Ofrecer servicios de valor agregado por Internet a la comunidad académica
- Optimizar procesos al interior y exterior de la universidad
- Control de procesos establecidos en cada sede a través de la sede principal.

4.1.2. Interconexión con el Departamento de Música:

De acuerdo con el estudio realizado con el plan estratégico de expansión de la sede principal se tiene previsto la interconexión con el departamento de música, para el mes de octubre del presente año.

4.1.3. Esquema del flujo de datos:



La información se enviara desde el Departamento de Música hasta la Sede Principal donde se encontrará la granja de servidores adecuados para la centralización de información, es aquí donde se encuentra las diferentes base de datos utilizadas por los diferentes sistemas de información y aplicaciones que actualmente se utiliza en la sede principal, al igual que la parametrización y control del servicio frame - relay e Internet suministrados por el proveedor.

4.2. Direccionamiento IP

4.2.1. Requisitos

En el Departamento de Música "Mauricio Cristancho" se identificaran las redes existentes para elaborar el diagrama lógico y se implementaran en la LAN, de la siguiente manera:

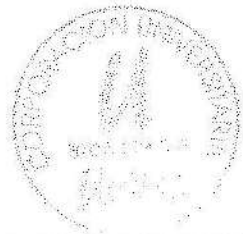
| # de la red | Nombre de la red | Descripción |
|-------------|-------------------------------------|--|
| 1 | Grupo de Administración y Directiva | En este grupo se encuentra: Dpto. Financiero, Dpto. Académico y Dpto. Administrativo de la Escuela de Música |
| 2 | Grupo de Docentes y Estudiantes | En este grupo se encuentra: Docentes y estudiantes de la Escuela de Música |

A continuación se relacionaran los requisitos de host para cada subred proyectándonos para 3 años:

- 20 empleados en el Grupo de Administración y Directiva
- 30 docentes y empleados

Los requisitos del direccionamiento se basa en los cálculos de requisitos de host, la dirección red privada apropiada para nuestras necesidades es: 192.168.1.0/25 que tiene capacidad de 126 host en cada subred.

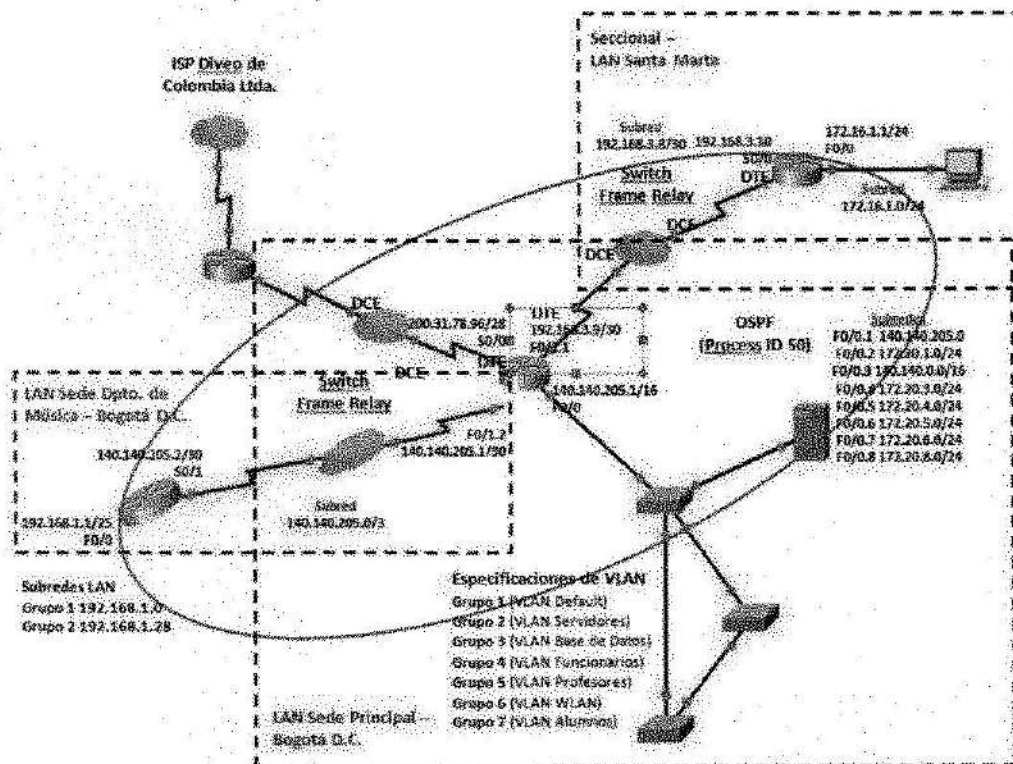
Para este direccionamiento IP no utilizaremos la técnica de Máscaras de red de longitud variable VLSM



4.2.2. Configuración de enrutamiento con clase - Subnetting

| No. Red | Dirección de Red | Dirección de Broadcast | No. de host disponibles | Direcciones disponibles | Mascara de Subred | Nombre de la Red |
|---------|------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------|
| 1 | 192.168.1.0 | 192.168.1.127 | 126 | 192.168.1.1 a 192.168.1.126 | 255.255.255.128 | Administrativa |
| 2 | 192.168.1.128 | 192.168.1.255 | 126 | 192.168.1.129 a 192.168.254 | 255.255.255.128 | Docentes y Profesores |

4.2.3. Diagrama Lógico entre la sede Principal "Universidad Sergio Arboleda" y el Departamento de Música "Mauricio Cristancho"



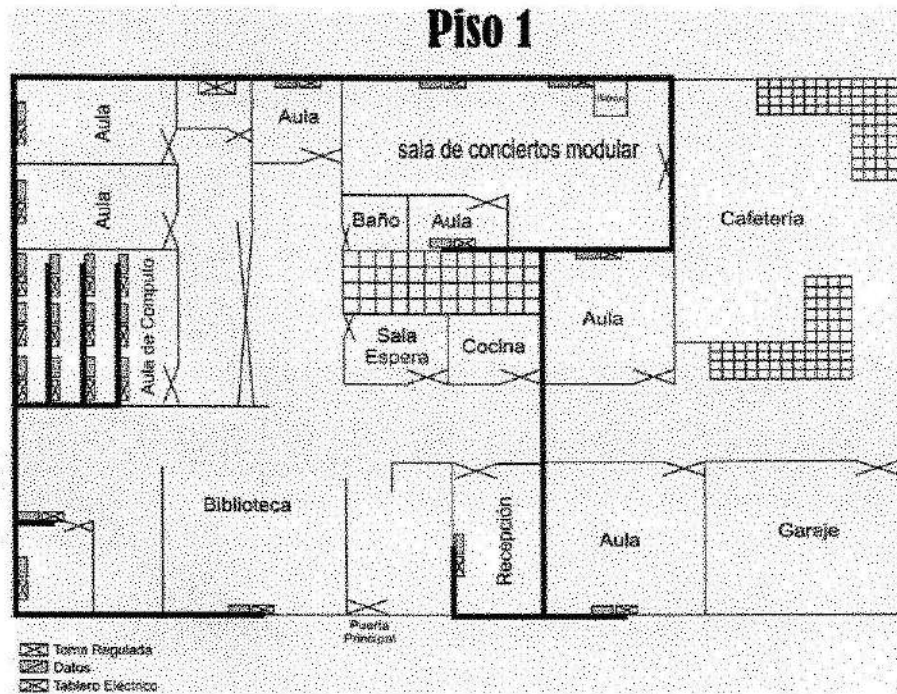
4.2.4 Configuración de Frame Relay

De acuerdo con el esquema de direccionamiento y con los datos suministrados por el proveedor de servicios, las siguientes son las especificaciones para la configuración del enlace de radio de Frame-Relay punto a punto sobre las interfaces fastethernet de los routers

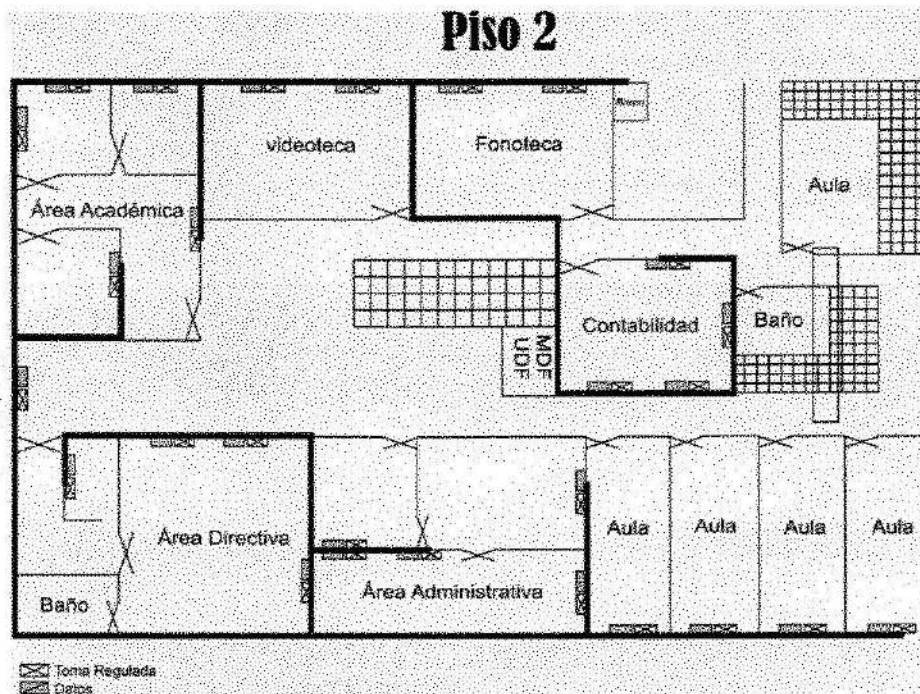
| ROUTER | INTERFAZ | ROUTER REMOTO |
|-------------------------|----------|-------------------------------|
| Sede Principal - Bogotá | F0/1.1 | Seccional - Santa Marta |
| Sede principal - Bogotá | F0/1.2 | Sede Dpto. de Música - Bogotá |

4.3. Diseño del Cableado Estructurado para el Departamento de Música "Mauricio Cristancho"

4.3.1. Cableado Estructurado para el Primer Piso



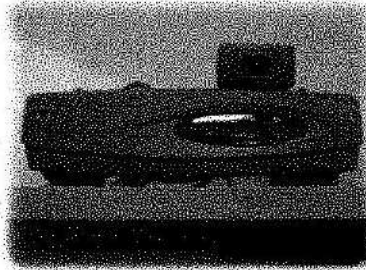
4.3.2. Cableado Estructurado para el Segundo Piso



CAPITULO 5

5.1. Dispositivos de Networking

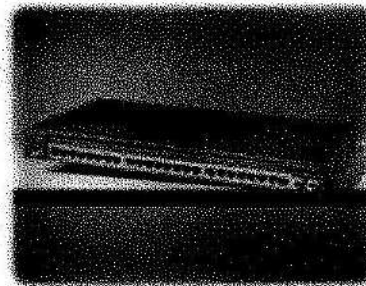
5.1.1 Router



El Cisco 1700 Series Modular Router ofrece acceso rápido, fiable y seguro a Internet y acceso a la red a través de varios de alta velocidad con tecnologías de acceso WAN. Ofrece una completa suite de seguridad integrada IP VPN, cortafuegos de estado de protección y detección de intrusos.

Ideal para la empresa sucursales y las pequeñas y medianas empresas, su diseño modular proporciona la flexibilidad necesaria para cumplir con exigentes y cambiantes requerimientos del negocio, el modelo utilizado es 1760 con un costo de \$ 700.000.00

5.1.2. Switch



El Cisco Catalyst ® 2950-24 es miembro de la Cisco Catalyst 2950 Series switches, y es un independiente, determinada configuración, gestionado 10/100, este switch proporciona la conectividad para el usuario pequeñas y medianas redes. La velocidad de switch de escritorio viene con Standard Image (SI) y funciones de software ofrece Cisco IOS ® para la funcionalidad de base de datos, vídeo y servicios de voz en el borde de la red.

Utilizaremos dos (2) switches con un costo de \$ 850.000.00

5.2. Distribución del Cableado, Sistemas Eléctrico, Canaletas, Racks Y Otros

5.2.1 Cableado

El cableado que se utilizara siguiendo el estándar TIA/EIA-568-A sobre especificaciones para una LAN-ETHERNET, el cable utilizado es UTP 5e para los tendidos del cableado horizontal y vertical estará conectado a un punto central que estará en el primer piso, conformando una topología en estrella

El cable UTP 5e deberá estar conformado de 4 pares (8 hilos) de conductores sólidos de cobre calibre 24 AWG. El cable debe permitir la transmisión de datos a altas velocidades (100Mbps, 155 Mbps, 1000 Mbps) y presentar un ancho de banda aprobada de 250 MHz, deberá soportar los siguientes estándares: LAN 100 BASE TX, ATM, Gigabit Ethernet, multimedia: audio, digital AES/EBU control RS422, video analógico, y digital NTSC/PAL y CATV Broadband, certificado para sistemas de banda ancha.

El cable UTP debe tener un revestimiento aislante externo de PVC retardante al fuego, marcado con unidad de medida para fácil estimación de longitudes, la cubierta exterior deberá contener además: Nombre o Marca de fabricante, Categoría del cable, cumplimiento de normas EIA/TIA e ISO/IEC11801.

5.2.2 Canaletas y tomas corrientes

La canaleta utilizada es la de tipo doble cavidad, marca LEGRAND, las cuales permiten aislar los cableados de datos de los cableados de potencia AC, o cualquier otro sistema que se implemente en un futuro. Estas canaletas tienen una dimensión de canaleta metálica de 8x4 gris nopal.

Esta canaleta se halla adosada a la pared superpuesta apenas sobre el zócalo o guarda escobas.

Cada nodo cuenta con 2 tomacorrientes de potencia, todas tipo tripolo y debidamente aterrizadas. Estas son "LEVINTON", los tomacorrientes anaranjadas en su totalidad se hallan conectados a líneas de alambre AWG-12, con una Potencia de 120 Voltios AC marca "LEVINTON" y tomas Jack RJ-45 categoría 6 azules y rojas marca "LEVINTON", con troqueles para canaleta 8x4 (dos tomas eléctricas y una lógica).

Además se instalara un tablero eléctrico de doce (12) circuitos marca LUMITEX.

5.2.3 Sistemas de Tierra Principal

Este sistema compuesto por dos varilla de 2,44 mts barraje primario que recorre los dos pisos, se halla compuesto por un cable calibre 00 (Doble cero) sin revestimiento, en cada piso se desprenden de las ramificaciones respectivas que luego alimentarán todos y cada uno de los tomacorrientes tipo tripolo, así como la alimentación de cada uno de los equipos y los respectivos blindajes de los mismos.

El sistema de protección o supresión de picos, es inherente a este sistema de tierra, con el fin de lograr una óptima seguridad eléctrica para los equipos electrónicos, eléctricos y naturalmente para los seres humanos.

5.2.4 Racks MDF y IDF

En el primer y segundo piso va a estar instalados dos rack abierto en aluminio color negro de 2.10 mts. de alto para fijar al piso

En el primero piso se instalará 1 patch panel de veinticuatro (24) puertos categoría 5e marca "LEVINTON", en el segundo piso se instalará Patch panel de veinticuatro (24) puertos categoría 5e marca "LEVINTON".

5.3. Estudio de Prefactibilidad

5.3.1 Cotización de los Materiales Requeridos para el Cableado Estructurado

| Artículo y/o Servicio | Unidad | Cantidad | Vr Unitario | Vr Total |
|--|--------|----------|-------------|-----------|
| Punto para datos y/o voz (red de comunicaciones) en cableado categoría 5e | punto | 45 | 60,000 | 2,700,000 |
| Punto eléctrico para red normal en alambre no. 12 tres colores (azul-blanco-verde) | punto | 25 | 44,250 | 1,106,250 |
| Tomas jack rj-45 categoría 6 azules y rojas marca leviton | unidad | 45 | 11,200 | 504,000 |
| Face plate de dos y cuatro ventanas | unidad | 22 | 5,320 | 117,040 |
| Tomas eléctricas tierra aislada anaranjadas marca leviton | unidad | 22 | 12,300 | 270,600 |
| Rack abierto en aluminio color negro de 2.10 mts de alto para fijar al piso | unidad | 1 | 410,350 | 410,350 |
| Organizadores verticales de 2,10 mts | unidad | 3 | 160,340 | 481,020 |
| Organizadores horizontales de 4x6 | unidad | 4 | 43,200 | 172,800 |
| Patch panel de veinticuatro (24) puertos categoría 5e marca leviton | unidad | 2 | 325,000 | 650,000 |
| Patch cord de 1.50 mts categoría 5e | unidad | 50 | 9,550 | 477,500 |
| Patch cord de 2,10 mts categoría 5e | unidad | 22 | 10,000 | 220,000 |
| Acometida eléctrica cuatro(4) cable no. 8 | ml | 15 | 19,560 | 293,400 |
| Tablero eléctrico de doce (12) circuitos marca lumitex | unidad | 1 | 395,000 | 395,000 |
| Canaleta metálica de 8x4 gris nopal | ml | 90 | 21,500 | 1,935,000 |
| Troqueles para canaleta 8x4 (dos tomas eléctricas y una lógica) | unidad | 22 | 4,250 | 93,500 |

| Artículo y/o Servicio | Unidad | Cantidad | Vr Unitario | Vr Total |
|--|--------|----------|-------------|-------------------|
| Hacer sistemas de puesta a tierra para los computadores | gb | 1 | 810,000 | 810,000 |
| Marquillas acrílicas para la identificación de tomas (eléctricos, voz, datos, etc.,) | unidad | 92 | 1,700 | 156,400 |
| Planos (eléctricos y de voz y datos) | gb | 1 | 270,000 | 270,000 |
| Certificación de cableado utp | punto | 50 | 5,200 | 260,000 |
| TOTAL | | | | 11,322,860 |

5.3.2. Cotización de los enlaces requeridos

5.3.2.1. Frame Relay

| | | |
|-----------|-----------------|--------------------------------|
| 128 Kbps | \$9.000.000.oo | Tarifa anual Diveo de Colombia |
| 256Kbps | \$15.000.000.oo | Tarifa anual Diveo de Colombia |
| 1024 Kbps | \$32.000.000.oo | Tarifa anual Diveo de Colombia |

5.3.2.2. Internet Banda Ancha RSDI

| | | |
|--------|-----------|-----------------------------------|
| 1000 K | \$80.000 | Tarifa Mensual Telmex de Colombia |
| 1200K | \$100.000 | Tarifa Mensual Telmex de Colombia |
| 2000K | \$250.000 | Tarifa Mensual Telmex de Colombia |

Bibliografía

- Academia de Networking de Cysco Systems. CCNA 1 y 2 Guía del segundo año. 3ª edición. Madrid: Pearson Educacion, 2003
- Academia de Networking de Cysco Systems. CCNA 3 y 4. Guía del segundo año. 3ª edición. Madrid: Pearson Educacion, 2004
- Enciclopedia Wikipedia. Enlaces Wan, protocolos de enrutamiento. Disponible en la dirección: <http://es.wikipedia.org>
- Manual para la elaboración y presentación de trabajos escritos y académicos, Corporación Universitaria Unitec, Bogotá 2006.
- Diveo de Colombia Ltda. cotizaciones enlaces frame relay en la dirección: www.diveo.net