



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL ECUADOR

SEDE AMBATO

**DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN, POSTGRADOS Y
AUTOEVALUACIÓN**

TEMA:

**“REDISEÑO DE LA RED CON CALIDAD DE SERVICIOS
PARA DATOS Y TECNOLOGIA DE VOZ SOBRE IP EN EL
ILUSTRE MUNICIPIO DE AMBATO”**

**Tesis de Grado Previo a la Obtención del Título de Magister En
Gerencia Informática con Mención en Redes y Desarrollo de
Software**

AUTOR:

ING. XAVIER FRANCISCO LÓPEZ ANDRADE

ASESOR:

ING. MSC. DIEGO AVILA

AMBATO – ECUADOR

AGOSTO 2008

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
SEDE AMBATO**

**DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN, POSTGRADOS Y
AUTOEVALUACIÓN**

HOJA DE APROBACIÓN

TEMA:

REDISEÑO DE LA RED CON CALIDAD DE SERVICIOS PARA
DATOS Y TECNOLOGIA DE VOZ SOBRE IP EN EL ILUSTRE
MUNICIPIO DE AMBATO

AUTOR:

ING. XAVIER FRANCISCO LÓPEZ ANDRADE

Ing. Msc. Diego Ávila
DIRECTOR DE TESIS

f. _____

Ing. Msc. Galo López
CALIFICADOR

f. _____

Ing. Msc. Patricio Medina
CALIFICADOR

f. _____

Ing. Telmo Viteri
DIRECTOR DEL D.I.P.A.

f. _____

Dr. Pablo Poveda Mora
SECRETARIO GENERAL PUCESA

f. _____

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo, Xavier Francisco López Andrade, portador de la cédula de ciudadanía No. 180170192-9 declaro que los resultados obtenidos en la investigación que presento como informe final, previo a la obtención del título de Magister En Gerencia Informática con Mención en Redes y Desarrollo de Software son absolutamente originales, auténticos y personales.

En tal virtud, declaro que el contenido, las conclusiones y los efectos legales y académicos que se desprenden del trabajo propuesto de investigación y luego de la redacción de este documento son y serán de mi sola y exclusiva responsabilidad legal y académica.

Xavier Francisco López Andrade
C.I. 180170192-9

AGRADECIMIENTO

A mi director de tesis, por haberme enseñado el mundo de las redes.

A mi familia y en especial mi hermano Andrés por su respaldo y colaboración.

A los directivos, profesores y personal de la Universidad Católica del Ecuador, especialmente del Departamento de Investigación, Postgrados y Evaluación por su guía y consejo.

A los funcionarios de la Ilustre Municipalidad de Ambato, en especial a los funcionarios del Departamento de Informática, por la información, ayuda y colaboración en la ejecución de esta tesis

A mis amigos: Roberto, David, Úrsula, Alberto, Cecilia y Marcelo por darme empuje para llevar a término esta tesis.

¡Gracias a Todos!

DEDICATORIA

A mi familia

RESUMEN

La Ilustre Municipalidad de Ambato tiene instalada una red de voz y datos que permite la comunicación de las estaciones de trabajo (computadores, impresoras, etc.). La red está actualmente diseñada como una red plana por lo que tiene problemas de congestión de tráfico de la red debido principalmente a un direccionamiento mal planificado de las direcciones IP y un aumento significativo de estaciones de trabajo en los últimos 5 años. Se requiere un análisis de reorganización el cual nos ofrecerá nuevas funciones tales como subredes, seguridad, calidad de servicios, tecnología de voz sobre IP, etc. La metodología usada para esta tesis es la del diseño de Redes de Arriba hacia Abajo la cual diseña las redes empezando por las capas superiores del modelo de referencia OSI y se mueve hacia las capas inferiores hasta llegar al nivel físico. El resultado de este trabajo es un rediseño de la red basada en redes virtuales (vlans), con nuevos direccionamientos para los dispositivos de red, con la posibilidad de incrementar una red de voz basada en tecnología IP y una significativa reducción de la congestión de tráfico. Todo este rediseño no necesitó muchos cambios en la red física, pero se recomienda cambiar los equipos de comunicación del nivel de acceso y distribución porque ya han sobrepasado su vida útil.

ABSTRACT

The Illustrious Municipality of Ambato has installed a voice and data network that enables communication between workstations (computers, printers, etc.). The network is currently designed as a flat network. Consequently, it is facing network traffic congestion problems mainly due to a poorly planned IP addresses schema and a significant increase in workstations for the past 5 years. It requires a reorganization analysis which will provide several new functions such as subnets, safety, quality of services, voice over IP technology, etc. The methodology used for this thesis is the “top-to-bottom” network design which plans networks starting with the upper layers of the OSI reference model and moves toward the lower layers until it reaches the physical level. The result of this work is a redesign of the network based on virtual local networks (VLANs), new IP addresses for the network devices, with the possibility of increasing the data network with a voice-based IP technology network and a significant reduction in traffic congestion. All this redesign did not need many changes at the physical network level, but it is recommended to change the access and distribution level of communication equipment because they have already exceeded their service duration.

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I.....	1
<u>1 PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....</u>	<u>1</u>
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Definición del Problema.....	2
1.2.1 Planteamiento del problema.....	2
1.3 Delimitación.....	5
1.4 Hipótesis.....	5
1.5 Variables e Indicadores.....	5
1.5.1 Variables.....	6
1.5.2 Indicadores.....	6
1.6 Objetivos.....	6
1.6.1 Objetivo General.....	6
1.6.2 Objetivos Específicos.....	7
1.7 Metodología.....	7
1.7.1 Métodos de Investigación.....	7
1.8 Justificación.....	10
CAPÍTULO II.....	12
<u>2 MARCO TEÓRICO.....</u>	<u>12</u>
2.1 Modelo OSI.....	12
2.2 Tecnologías de Red.....	14
2.2.1 Redes de Área Local (LAN).....	14

2.2.2 Redes de Área Metropolitana (MAN).....	15
2.2.3 Redes Privadas Virtuales (VPN).....	17
2.2.4 VLAN Red Virtual de Área Local.....	18
2.2.5 Diseño Jerárquico de la Red.....	21
2.3 Topologías de Red.....	22
2.4 Medios de Transmisión.....	24
2.4.1 Cable de Cobre o Par Trenzado.....	25
2.4.2 Cable Coaxial.....	27
2.4.3 Cable de Fibra Óptica.....	28
2.4.4 Conector RJ45.....	32
2.4.5 Conector IDC.....	33
2.4.6 Conectores de Fibra Óptica.....	33
2.5 Cableado Estructurado.....	35
2.5.1 Hub (Concentrador).....	35
2.5.2 Switch (Conmutador).....	36
2.5.3 Armarios de Distribución.....	38
2.5.4 Cableado Horizontal.....	41
2.5.5 Cableado Vertical.....	43
2.5.6 Patch Panels.....	44
2.5.7 Componentes del Cableado Estructurado.....	45
2.6 Estándares.....	45
2.6.1 Estándares Internacionales que son utilizados en diseño e implementación de redes.....	46
2.6.2 Cable de Categoría 5e.....	47
2.7 Calidad de servicios.....	49
2.7.1 Definición, Parámetros y Ventajas.....	49

2.7.2 Procedimientos de Calidad de Servicio.....	53
2.7.3 Modelos de Calidad de Servicio	61
2.7.4 Herramientas para Calidad de Servicios.....	63
2.7.5 Voz sobre IP (VoIP) y Telefonía IP.....	64
2.7.6 Requerimientos de Calidad de Servicio para Datos, Voz y Video.....	70
CAPITULO III.....	72
3 MODELO ACTUAL Y PROPUESTO DE LA RED.....	72
3.1 Diseño actual de la Red.....	72
3.1.1 Antecedentes e Historia.....	72
3.1.2 Cableado Estructurado.....	73
3.1.3 Antenas de Comunicación de la Red Metropolitana de la Ilustre Municipalidad de Ambato.....	87
3.1.4 Servidores.....	92
3.1.5 Estaciones de Trabajo.....	96
3.1.6 Direcciones de las Redes Local y Metropolitana.....	124
3.1.7 Análisis de Tráfico de la Red.....	125
3.2 Diseño propuesto de la red.....	132
3.2.1 Consideraciones previas.....	132
3.2.2 Modelo Físico Propuesto.....	135
3.2.3 Modelo Lógico Propuesto.....	146
CAPITULO IV.....	171
4 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	171
4.1 Comprobación de la Hipótesis.....	171
4.2 Conclusiones	174
4.3 Recomendaciones.....	176

BIBLIOGRAFIA.....	177
GLOSARIO.....	180
ANEXO 1 ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL DE LA ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE AMBATO.....	190
ANEXO 2 ESTADÍSTICAS DE LA RED.....	191
ANEXO 3 FOTOGRAFÍAS DE LOS ARMARIOS DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPALES E INTERMEDIOS DEL EDIFICIO PRINCIPAL DE LA ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE AMBATO	199

TABLA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1-1 ESTRUCTURA EN ESTRELLA DE LA ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE AMBATO	4
GRÁFICO 1-2 CICLO DE VIDA DE LA RED.....	9
GRÁFICO 2-3 MODELO OSI	13
GRÁFICO 2-4 EJEMPLO DE RED DE ÁREA LOCAL	15
GRÁFICO 2-5 EJEMPLO DE RED DE ÁREA METROPOLITANA.....	16
GRÁFICO 2-6 RED PRIVADA VIRTUAL (MODELO DE CISCO).....	17
GRÁFICO 2-7 DISEÑO JERÁRQUICO DE LA RED.....	22
GRÁFICO 2-8 TOPOLOGÍAS DE LA RED.....	23
GRÁFICO 2-9 ESTRUCTURA DEL CABLE STP.....	26
GRÁFICO 2-10 ESTRUCTURA DEL CABLE UTP.....	26
GRÁFICO 2-11 ESTRUCTURA DEL CABLE COAXIAL.....	28
GRÁFICO 2-12 ESTRUCTURA DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA.....	30
GRÁFICO 2-13 CLASES DE CABLE DE FIBRA ÓPTICA.....	31
GRÁFICO 2-14 REFLEXIÓN DEL RAYO DE LUZ DENTRO DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA.....	32
GRÁFICO 2-15 CONECTOR RJ45.....	33
GRÁFICO 2-16 CONECTOR RJ45.....	33
GRÁFICO 2-17 CONECTORES DE FIBRA ÓPTICA.....	34
GRÁFICO 2-18 SWITCH.....	37

GRÁFICO 2-19 EJEMPLO DE LOCALIZACIÓN DE ARMARIOS DE DISTRIBUCIÓN.....	41
GRÁFICO 2-20 EJEMPLO DE CONEXIÓN DE LOS ARMARIOS DE DISTRIBUCIÓN.....	41
GRÁFICO 2-21 CABLEADO HORIZONTAL.....	43
GRÁFICO 2-22 EJEMPLO DE PATCH PANEL.....	45
GRÁFICO 2-23 COMPONENTES DEL CABLEADO ESTRUCTURADO.....	45
GRÁFICO 2-24 TERMINACIONES DE UN CABLE DIRECTO Y CRUZADO CATEGORÍA 5E CON ESTÁNDAR EIA/TIA 568B.....	48
GRÁFICO 2-25 CÓDIGOS DE COLOR PARA UN CONECTOR RJ45 CON ESTÁNDARES EIA/TIA 568A Y 568B.....	49
GRÁFICO 2-26 COMPARTICIÓN DE ENLACE EN CBQ.....	55
GRÁFICO 2-27 EJEMPLO DE COLAS BASADAS EN CLASES.....	56
GRÁFICO 2-28 EJEMPLO DE COLAS EQUITATIVAS PONDERADAS	57
GRÁFICO 2-29 EJEMPLO DE DESCARTE ALEATORIO ANTICIPADO....	61
GRÁFICO 2-30 DIGITALIZACIÓN DE LA VOZ.....	66
GRÁFICO 2-31 EMPAQUETADO Y TRANSPORTE DE VOZ EN UNA RED IP.....	68
GRÁFICO 3-32 CABLEADO ESTRUCTURADO CANALETAS PRINCIPALES.....	77
GRÁFICO 3-33 CABLEADO ESTRUCTURADO EJEMPLO DE PLACAS, CONEXIONES DE RED, ELÉCTRICAS Y TELEFÓNICAS.....	78
GRÁFICO 3-34 ESTRUCTURA DEL BACKBONE DEL EDIFICIO PRINCIPAL DEL I. MUNICIPIO DE AMBATO.....	79
GRÁFICO 3-35 ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL – DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA.....	82
GRÁFICO 3-36 ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN INTERMEDIO – DEPARTAMENTO DE TESORERÍA.....	83

GRÁFICO 3-37 ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN INTERMEDIO – DEPARTAMENTO DE CONTABILIDAD.....	85
GRÁFICO 3-38 ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN INTERMEDIO – DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS.....	86
GRÁFICO 3-39 PANTALLA PRINCIPAL DE LA ANTENA DEL PUNTO CENTRAL DE MACASTO.....	90
GRÁFICO 3-40 MENÚ PRINCIPAL DE LA ANTENA DEL HOSPITAL MUNICIPAL.....	90
GRÁFICO 3-41 RED METROPOLITANA DE LA ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE AMBATO.....	91
GRÁFICO 3-42 DISTRIBUCIÓN DE COMPUTADORAS PLANTA BAJA EDIFICIO PRINCIPAL.....	105
GRÁFICO 3-43 DISTRIBUCIÓN DE COMPUTADORAS PRIMER PISO EDIFICIO PRINCIPAL.....	106
GRÁFICO 3-44 DISTRIBUCIÓN DE COMPUTADORAS SEGUNDO PISO EDIFICIO PRINCIPAL.....	107
GRÁFICO 3-45 DISTRIBUCIÓN DE COMPUTADORAS TERCER PISO EDIFICIO PRINCIPAL.....	108
GRÁFICO 3-46 DISTRIBUCIÓN DE COMPUTADORAS EDIFICIO DE BODEGA Y TALLERES DE OBRAS PÚBLICAS.....	110
GRÁFICO 3-47 DISTRIBUCIÓN DE COMPUTADORAS EDIFICIO DEL CAMAL.....	111
GRÁFICO 3-48 DISTRIBUCIÓN DE COMPUTADORAS PLANTA BAJA EDIFICIO COMISARÍAS.....	114
GRÁFICO 3-49 DISTRIBUCIÓN DE COMPUTADORAS SEGUNDO PISO EDIFICIO COMISARÍAS.....	114
GRÁFICO 3-50 DISTRIBUCIÓN DE COMPUTADORAS TERCER PISO EDIFICIO COMISARÍAS.....	115

GRÁFICO 3-51 DISTRIBUCIÓN DE COMPUTADORAS CUARTO PISO EDIFICIO COMISARÍAS.....	116
GRÁFICO 3-52 DISTRIBUCIÓN DE COMPUTADORAS EDIFICIO MERCADO MAYORISTA.....	117
GRÁFICO 3-53 DISTRIBUCIÓN DE COMPUTADORAS DIRECCIÓN DE CULTURA Y OFICINA DEL 101 EN EL EDIFICIO DE LA PRIMERA IMPRENTA.....	119
GRÁFICO 3-54 DISTRIBUCIÓN DE COMPUTADORAS DIRECCIÓN DE DESARROLLO SOCIAL EDIFICIO DE LA PRIMERA IMPRENTA.....	120
GRÁFICO 3-55 DISTRIBUCIÓN DE COMPUTADORAS TALLERES DE HIGIENE.....	120
GRÁFICO 3-56 DISTRIBUCIÓN DE COMPUTADORAS EDIFICIO DE LA UNIDAD DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE.....	122
GRÁFICO 3-57 PROGRAMA WIRESHARK PANTALLA PRINCIPAL.....	125
GRÁFICO 3-58 TRÁFICO DE LA RED DEL 9 AL 14 DE MAYO DE 2008...128	
GRÁFICO 3-59 SUBPROTOCOLOS DEL PROTOCOLO ARP DEL 9 AL 14 DE MAYO DE 2008.....	129
GRÁFICO 3-60 TRÁFICO DE LA RED DEL 19 AL 21 DE MAYO DE 2008.130	
GRÁFICO 3-61 SUBPROTOCOLOS DEL PROTOCOLO ARP DEL 19 AL 21 DE MAYO DE 2008.....	131
GRÁFICO 3-62 MODELO PROPUESTO DE EQUIPOS EN LA RED METROPOLITANA DE LA ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE AMBATO ..	145
GRÁFICO 3-63 MODELO PROPUESTO DE ESTRELLA EXTENDIDA CON VLANS DE VOZ Y DATOS.....	156
GRÁFICO 3-64 MODELO PROPUESTO PARA RED DE VOZ.....	157
GRÁFICO 4-65 ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL DE LA ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE AMBATO.....	190
GRÁFICO 4-66 TRÁFICO DE RED VIERNES 9 DE MAYO DE 2008.....	191

GRÁFICO 4-67 TRÁFICO DE RED SÁBADO 10 DE MAYO DE 2008.....	192
GRÁFICO 4-68 TRÁFICO DE RED LUNES 12 DE MAYO DE 2008.....	193
GRÁFICO 4-69 TRÁFICO DE RED MARTES 13 DE MAYO DE 2008.....	194
GRÁFICO 4-70 TRÁFICO DE RED MIÉRCOLES 14 DE MAYO DE 2008..	195
GRÁFICO 4-71 TRÁFICO DE RED LUNES 19 DE MAYO DE 2008.....	196
GRÁFICO 4-72 TRÁFICO DE RED MARTES 20 DE MAYO DE 2008.....	197
GRÁFICO 4-73 TRÁFICO DE RED MIÉRCOLES 21 DE MAYO DE 2008..	198
GRÁFICO 4-74 FOTO DEL ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN INTERMEDIO TESORERÍA PLANTA BAJA.....	199
GRÁFICO 4-75 FOTO DEL ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN INTERMEDIO OBRAS PÚBLICAS TERCER PISO.....	199
GRÁFICO 4-76 FOTO DEL ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN INTERMEDIO CONTABILIDAD SEGUNDO PISO.....	200
GRÁFICO 4-77 ARMARIO PRINCIPAL DE DISTRIBUCIÓN INFORMÁTICA PRIMER PISO.....	201
GRÁFICO 4-78 ARMARIO PRINCIPAL PARTE SUPERIOR.....	202
GRÁFICO 4-79 ARMARIO PRINCIPAL PARTE INFERIOR.....	202

TABLAS

TABLA 1-1 DIRECCIONES DE RED UTILIZADAS EN LA ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE AMBATO.....	3
TABLA 2-2 RELACIÓN DE CABLE Y DISTANCIA PARA INSTALACIÓN DEL CABLEADO VERTICAL.....	44
TABLA 2-3 CODECS DE COMPRESIÓN PARA TRANSMISIÓN DE VOZ SOBRE IP.....	69
TABLA 3-4 SERVIDOR DE BASE DE DATOS.....	92
TABLA 3-5 SERVIDOR DE CORREO ELECTRÓNICO.....	92
TABLA 3-6 SERVIDOR DE ANTIVIRUS.....	93
TABLA 3-7 SERVIDOR DE MAPAS.....	93
TABLA 3-8 SERVIDOR DE DOMINIO PRINCIPAL.....	94
TABLA 3-9 SERVIDOR DE APLICACIONES FINANCIERAS.....	94
TABLA 3-10 SERVIDOR DE FIREWALL E INTERNET.....	95
TABLA 3-11 SERVIDOR DE RESPALDO DE LA UNIDAD DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE.....	96
TABLA 3-12 INVENTARIO DE ESTACIONES DE TRABAJO EN LA ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE AMBATO.....	97
TABLA 3-13 ESTACIONES DE TRABAJO DEL EDIFICIO PRINCIPAL DE LA ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE AMBATO.....	100
TABLA 3-14 IMPRESORAS EN RED DE LA ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE AMBATO	103
TABLA 3-15 EQUIPOS DEL EDIFICIO BODEGA MUNICIPAL.....	109
TABLA 3-16 EQUIPOS DE LOS TALLERES DE OBRAS PÚBLICAS.....	109
TABLA 3-17 EQUIPOS DEL EDIFICIO DEL CAMAL MUNICIPAL.....	110

TABLA 3-18 EQUIPOS DEL EDIFICIO DE LAS COMISARIÁS.....	112
TABLA 3-19 IMPRESORAS EN RED EN EL EDIFICIO DE COMISARIÁS	113
TABLA 3-20 EQUIPOS DEL EDIFICIO DEL MERCADO MAYORISTA... 	116
TABLA 3-21 EQUIPOS DEL EDIFICIO DE LA PRIMERA IMPRENTA....	118
TABLA 3-22 IMPRESORAS EN RED EN EL EDIFICIO DE LA PRIMERA IMPRENTA.....	119
TABLA 3-23 EQUIPOS DE LOS TALLERES DE HIGIENE.....	120
TABLA 3-24 EQUIPOS DEL EDIFICIO DE LA UNIDAD DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE.....	121
TABLA 3-25 IMPRESORAS EN RED EN EL EDIFICIO DE LA UNIDAD DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE.....	121
TABLA 3-26 COMPUTADORES FUERA DE LA RED DE LA ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE AMBATO	123
TABLA 3-27 DIRECCIONES IP EN LA RED METROPOLITANA DE LA ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE AMBATO	124
TABLA 3-28 TRÁFICO DE LA RED DEL 9 AL 14 DE MAYO DE 2008.....	127
TABLA 3-29 SUBPROTOCOLOS DEL PROTOCOLO ARP DEL 9 AL 14 DE MAYO DE 2008.....	128
TABLA 3-30 TRÁFICO DE LA RED DEL 19 AL 21 DE MAYO DE 2008.....	129
TABLA 3-31 SUBPROTOCOLOS DEL PROTOCOLO ARP DEL 19 AL 21 DE MAYO DE 2008.....	130
TABLA 3-32 IPS ASIGNADAS POR EDIFICIO DE LA ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE AMBATO	133
TABLA 3-33 DISPOSITIVOS DE RED INSTALADOS (RESUMEN GENERAL).....	134
TABLA 3-34 CARACTERÍSTICAS DE LOS RADIOS PROPUESTOS PARA CONEXIÓN.....	139

TABLA 3-35 NÚMERO DE DISPOSITIVOS PARA CÁLCULO DE MÁSCARA DE RED.....	147
TABLA 3-36 RANGO DE DIRECCIONES PARA LA RED METROPOLITANA.....	149
TABLA 3-37 MODELO PROPUESTO DE REDES PRIVADAS VIRTUALES	152
TABLA 3-38 PROPUESTA DE DIRECCIONES IP ESTÁTICAS Y DINÁMICAS PARA LA VLAN DE INFORMÁTICA	155
TABLA 3-39 PROPUESTA DE DIRECCIONES IP ESTÁTICAS Y DINÁMICAS PARA LA VLAN TELEFONÍA.....	155
TABLA 3-40 TABLA DE COSTOS DE HARDWARE.....	158
TABLA 3-41 TABLA DE COSTOS DE SOFTWARE.....	159
TABLA 3-42 TABLA DE COSTOS DE MANO DE OBRA.....	159
TABLA 3-43 TABLA RESUMEN DE COSTOS.....	160
TABLA 4-44 FÓRMULA PARA EL CÁLCULO DE PORCENTAJES DE DIFUSIÓN.....	172
TABLA 4-45 CUADRO DE DEMOSTRACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	172

CAPÍTULO I

1 PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes

La Ilustre Municipalidad de Ambato es una institución autónoma cuya misión es contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad del Cantón Ambato, mediante la prestación eficiente de servicios municipales, actuando como institución planificadora, reguladora y facilitadora del desarrollo integral, con el valioso aporte de sus recursos humanos e involucrando a los actores sociales en la gestión municipal.

Su visión consiste en ser el mejor gobierno local del país; ejemplo de equidad, honestidad, trabajo y eficiencia; líder del desarrollo integral de la comunidad ambateña; pionero en la institucionalización de valores; y generador de condiciones para elevar la competitividad¹.

El Ilustre Concejo Cantonal de Ambato y la Alcaldía aprobaron la estructura orgánica de la Ilustre Municipalidad de Ambato (Ver Anexo 1 Organigrama Estructural de la Ilustre Municipalidad de Ambato) mediante ordenanza municipal de Noviembre del

¹ Misión y Visión de la I. Municipalidad de Ambato

2006 en donde constan las siguientes direcciones:

Administración	Avalúos y Catastros
Asesoría Jurídica	Desarrollo Social
Auditoría Interna	Educación y Cultura
Coordinación de Alcaldía	Financiero
Informática	Higiene, Salud y Medio Ambiente
Planificación Estratégica	Obras Públicas
Recursos Humanos	Planificación
Secretaría General	Servicios Públicos

1.2 Definición del Problema

1.2.1 Planteamiento del problema

La Ilustre Municipalidad de Ambato requiere un análisis de reorganización de la red de voz y datos con calidad de servicios y tecnología de voz sobre IP.

Debido a estas razones, las dificultades que se presentan son: la congestión de datos debido a un direccionamiento mal planificado, de las direcciones IP y los puntos de conexión, en la red de datos; y la falta de comunicación de voz entre los edificios a través de la Red de Área Metropolitana (MAN) (Ver Gráfico 3-41 Red Metropolitana de la Ilustre Municipalidad de Ambato).

Las causas de esta congestión se encuentran en:

- Un diseño de red de clase B que origina una gran emisión de paquetes de mensajes de difusión causando que la red se vuelva lenta y reduzca el ancho de banda para aplicaciones críticas.
- La falta de equipos de telefonía (VoIP) que permitan una comunicación eficaz entre el edificio central y las unidades descentralizadas a través de la red interna de voz y datos.
- La falta del uso de estándares y normas generales en el diseño de la Red de Área Metropolitana (MAN)
- Ausencia de protocolos y servicios de calidad que distribuyan de manera eficiente el tráfico de datos

Básicamente la Red tiene una topología en estrella basada en los siguientes parámetros (Ver Gráfico 3-41 Red Metropolitana de la Ilustre Municipalidad de Ambato):

- | | |
|-----------------------|-------------|
| • Dirección de la Red | 10.10.0.0 |
| • Máscara | 255.255.0.0 |
| • Hosts disponibles | 65.534 |

Tabla 1-1 Direcciones de Red utilizadas en la Ilustre Municipalidad de Ambato

Edificio	Dirección de Red		
Edificio Principal	10.10.0.0	-	10.10.1.255
Camal	10.10.1.0	-	10.10.1.30
Bodega	10.10.2.0	-	10.10.2.255
Mercado Mayorista	10.10.2.0	-	10.10.2.255
Hospital Municipal	10.10.4.0	-	10.10.4.255
Comisarías Municipales	10.10.5.0	-	10.10.5.255
Cultura y Acción Social (Primera Imprenta)	10.10.6.0	-	10.10.6.255
Macasto (Punto Central de Comunicación)	10.10.7.1	-	10.10.7.3
Unidad Municipal de Tránsito	10.10.8.0	-	10.10.8.255

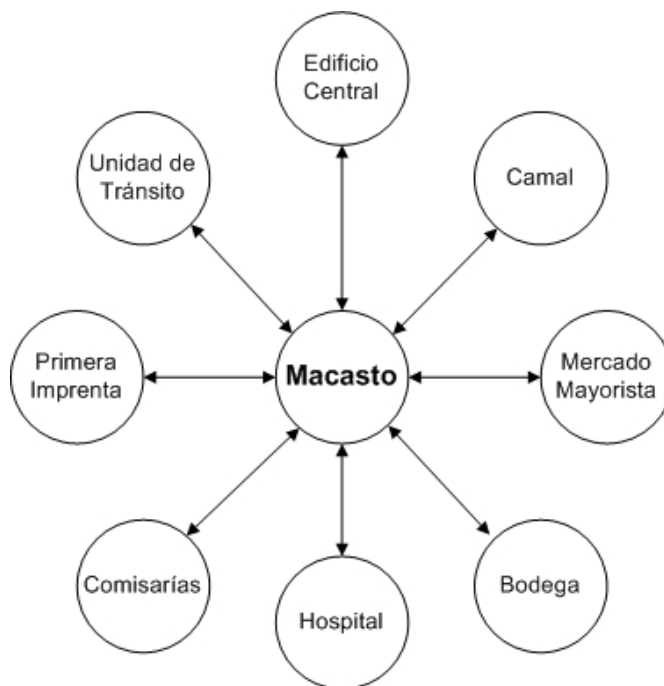


Gráfico 1-1 Estructura en Estrella de la Ilustre Municipalidad de Ambato

Esta distribución ocasiona que se alarguen los tiempos de respuesta de los servicios que se ofrece por la red, tales como comunicaciones con los servidores, transferencia de información entre estaciones, lentitud en el acceso a sistemas de información geográfica. Además se pagan costos muy altos de telefonía fija por la comunicación

entre los edificios de la Municipalidad debido a que la central no permite la ampliación de extensiones a otras dependencias fuera del Edificio Principal por cualquier medio de comunicación.

1.3 Delimitación

Este proyecto se limitará a la red MAN de la Ilustre Municipalidad de Ambato en donde se tomarán en cuenta los siguientes aspectos:

- Diseño de la Red MAN,
- Análisis de la transmisión de datos a través de la red privada,
- Remodelación de la Red MAN para comunicación de voz y datos.

1.4 Hipótesis

Al implementar este proyecto, la comunicación de voz y datos será efectiva entre los edificios de la Ilustre Municipalidad de Ambato con tiempos de respuesta más rápidos y mensajes de difusión controlados y reducidos al mínimo necesario. Con base en este análisis, el Ilustre Municipio de Ambato mejorará el tráfico de red en un 30%.

1.5 Variables e Indicadores

1.5.1 Variables

- Equipos y recursos conectados a la red
- Segmentos de Red
- Equipos de comunicación de la red
- Aplicaciones y servicios en la red

1.5.2 Indicadores

- Ancho de Banda disponible entre Edificios
- Tiempo de respuesta de las aplicaciones
- Tiempo de respuesta de navegación en Internet

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

Rediseñar la red con calidad de servicios para datos y voz sobre IP en el Ilustre Municipio de Ambato.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Elaborar la propuesta final de los diagramas físicos y lógicos de la Red para reorganizar los dispositivos por bloques de departamentos y secciones afines
- Establecer las políticas y protocolos de la red que permitan ofrecer un método seguro y eficiente de comunicaciones para voz y datos entre las dependencias de la Municipalidad.
- Mejorar los servicios y tráfico de datos y voz en la red que permitan establecer la base para la implementación de nuevas tecnologías

1.7 Metodología

1.7.1 Métodos de Investigación

Para el desarrollo de esta tesis se utilizará la metodología “Diseño de Redes de Arriba hacia Abajo” que se describe a continuación:

El diseño de Redes de Arriba hacia Abajo es una metodología para diseñar redes que empieza en las capas superiores del modelo de referencia OSI y se mueve hacia las capas inferiores. Se enfoca en aplicaciones, sesiones y transporte de datos antes de la selección de routeadores, switches y medios que operan en las capas inferiores

Esta metodología incluye exploración divisional y estructuras de grupo para encontrar a los usuarios a quienes la Red proveerá servicios y de los cuales se obtendrá valiosa

información para un diseño exitoso. Esta metodología reconoce que el diseño físico y el modelo lógico podrían cambiar según más información se vaya obteniendo.

El proceso de Diseño de una Red Estructurada a través de esta metodología proviene del éxito de un análisis estructural de sistemas y de programación. El principal objetivo de este análisis estructurado es la representación más exacta de las necesidades de los usuarios y que esto sea manejable a través de módulos que pueden ser fácilmente manejados.

Con proyectos de diseño de redes grandes la modularidad es esencial. El diseño debe ser dividido funcionalmente para hacer este proyecto más manejable y se recomienda que este se adapte a un modelo jerárquico de tres capas: Núcleo, Distribución y Acceso, estas capas se enfocarán en los requerimientos, aplicaciones y una estructura lógica antes de la estructura física.

Esta metodología además usa un Ciclo de Vida de la Red (*Gráfico 2*) que se basa en:

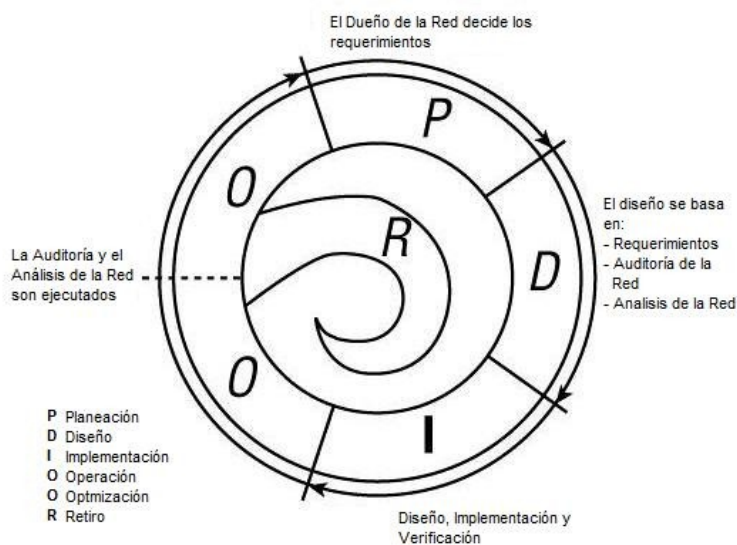


Gráfico 1-2 Ciclo de Vida de la Red

- Planeación
- Diseño
- Implementación
- Operación
- Optimización

Planeación: Los requerimientos de la red son identificados en ésta fase, se incluye un análisis de las áreas en donde la red será instalada y una identificación de los usuarios que requieran los servicios de red.

Diseño: En ésta fase, los diseñadores de la red logran completar el diseño físico y lógico de acuerdo con los requerimientos recogidos en la fase de planeación

Implementación: Después de que el diseño haya sido aprobado, la implementación empieza. La red es construida de acuerdo con las especificaciones del diseño. La implementación también sirve para verificar el diseño.

Operación: Esta es la prueba final de la efectividad del diseño, la red es

monitoreada durante esta fase para comprobar si hay problemas de rendimiento o cualquier falla que se pueden subsanar en la siguiente fase.

Optimización: Esta basada en el manejo de redes proactivas, las cuales identifican y resuelven problemas antes de que surjan alteraciones en la red. En esta fase se puede regresar a un rediseño de la red si existen disfunciones reiteradas o el rendimiento de la red se degrada más allá del límite tolerable.

Retiro: Cuando la red, o parte de la red, se vuelve obsoleta, puede ser sacada fuera de producción. Esta fase no está dentro del ciclo de vida pero esta considerada.

El ciclo de vida garantiza que el diseño de la red debe ser cumplido de una manera estructurada, modular, planificada; y con mejoras y rediseños aplicados con base en las observaciones planteadas por los usuarios.

1.8 Justificación

La Municipalidad de Ambato está creciendo en aplicaciones basadas en servidores remotos y aplicaciones de tres capas. Este crecimiento implica que el uso de la red crezca y esta es la causal de fallas o demoras en la recepción y transmisión de datos en la misma.

Cuando fue instalada la red de voz y datos no se elaboró un estudio detallado del cableado estructurado con la distribución de los equipos y futuro crecimiento de la misma. Esto impide que nuevas tecnologías puedan ser instaladas en la Municipalidad que sirvan para dar un servicio más efectivo a los usuarios internos y contribuyentes de la ciudad de Ambato.

Además de los puntos anteriormente expuestos, la administración municipal, se encuentra abocada al un plan de descentralización de todos sus servicios en distintos sectores de la ciudad, lo que necesariamente implica las comunicaciones deberán sean ágiles, seguras, eficientes y adaptables para los futuros requerimientos tecnológicos e informáticos.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Modelo OSI

En 1984, la Organización Internacional de Estandarización (ISO) desarrolló un modelo llamado OSI (Open Systems Interconnection, Interconexión de sistemas abiertos), el cual es usado para describir el uso de datos entre la conexión física de la red y la aplicación del usuario final. Este modelo es el mejor conocido y utilizado para describir los entornos de red.

Se compone de 7 capas detalladas a continuación:



Gráfico 2-3 Modelo OSI

Si se dividen las funciones de la red en estas capas se obtienen las siguientes ventajas:

- Divide la comunicación de red en partes más pequeñas y sencillas.
- Normaliza los componentes de red para permitir el desarrollo y el soporte de los productos de diferentes fabricantes.
- Permite a los distintos tipos de hardware y software de red comunicarse entre sí.
- Impide que los cambios en una capa puedan afectar las demás capas, para que se puedan desarrollar con más rapidez.
- Divide la comunicación de red en partes más pequeñas para simplificar el

aprendizaje.

2.2 Tecnologías de Red

2.2.1 Redes de Área Local (LAN)

Son redes de propiedad privada que se encuentran en un sólo edificio o campus de pocos kilómetros de longitud. Se utilizan ampliamente para conectar computadores personales, estaciones de trabajo impresoras y otros equipos de red, los cuales compartirán recursos e información. En este tipo de redes se deberán considerar tres aspectos: tamaño, tecnología de transmisión y topologías.

Sus ventajas son:

- Posibilidad de compartir equipos periféricos tales como impresoras, módems, fax, etc.
- Posibilidad de compartir información a través de bases de datos centralizadas en servidores
- Reduce y elimina la duplicidad de trabajos
- Permite mejorar la seguridad y control de la información

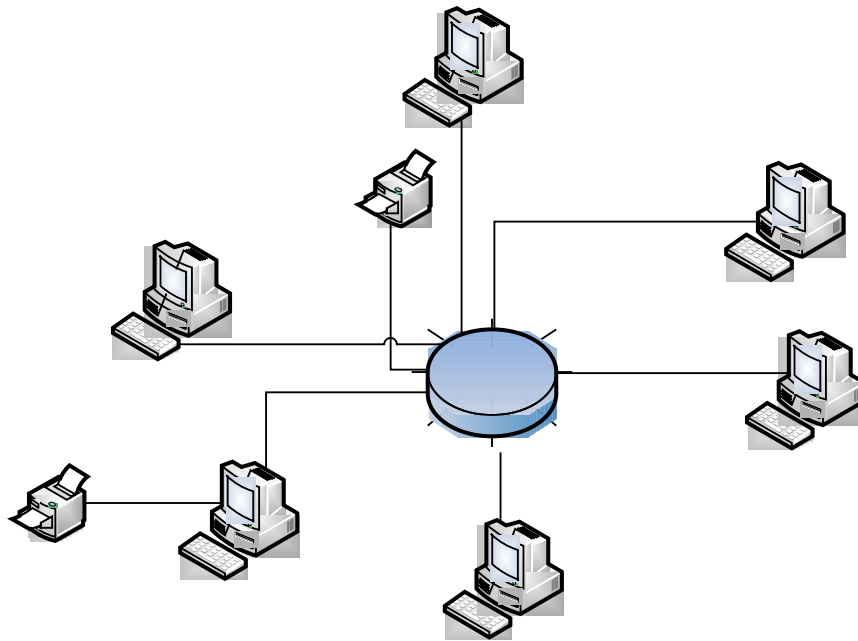


Gráfico 2-4 Ejemplo de Red de Área Local

2.2.2 Redes de Área Metropolitana (MAN)

Son las redes que se encuentran localizadas en edificios diferentes distribuidos en distancias no superiores al ámbito urbano, una MAN generalmente consta de una o más LAN dentro de un área geográfica común. Se utilizan para enlazar servicios urbanos tales como el control de tráfico y semáforos, servicios públicos como son: Internet inalámbrico, pagos municipales o televisión por cable o servicios privados entre los cuales están los servicios bancarios o comerciales.

Normalmente, se utiliza un proveedor de servicios para conectar dos o más sitios LAN, utilizando líneas privadas de comunicación o servicios ópticos. También se puede crear una MAN usando tecnologías de puente inalámbrico, enviando haces de luz a través de áreas públicas o mediante antenas de comunicación usando canales de

comunicación privados.

Sus ventajas son:

- Permite la comunicación entre edificios
- Posibilidad de compartir información a través de bases de datos centralizadas en servidores
- Reduce y elimina la duplicidad de trabajos
- Permite mejorar la seguridad y control de la información

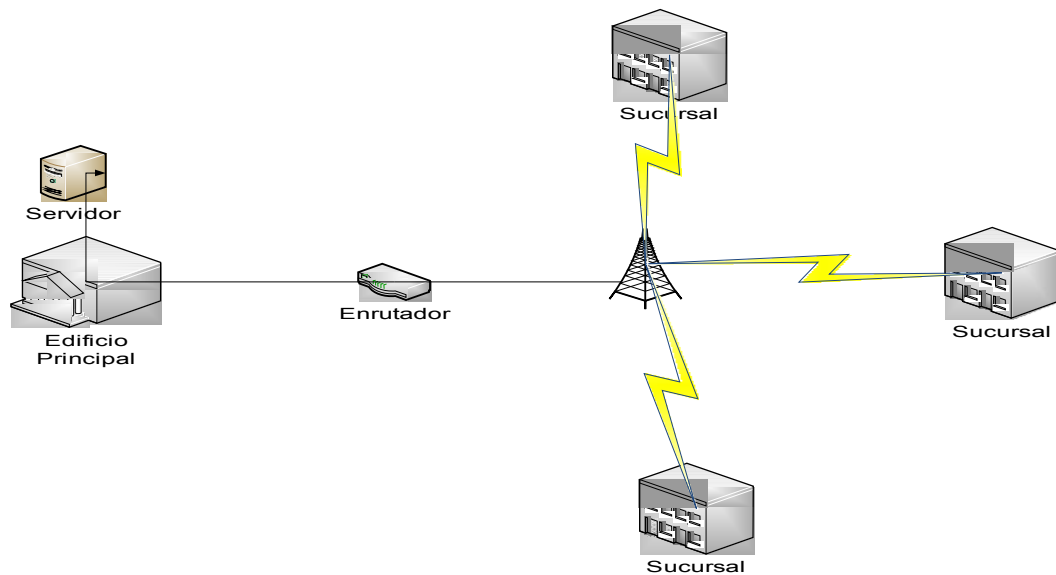


Gráfico 2-5 Ejemplo de Red de Área Metropolitana

2.2.3 Redes Privadas Virtuales (VPN)

Una VPN es una red privada que se construye dentro de una infraestructura de red pública, como la Internet global. Con una VPN, un empleado a distancia puede acceder a la red de la sede de la empresa a través de Internet, formando un túnel seguro entre el PC del empleado y un router VPN en la sede.

La VPN es un servicio que ofrece conectividad segura y confiable en una infraestructura de red pública compartida, como la Internet. Las VPN conservan las mismas políticas de seguridad y administración que una red privada. Son la forma más económica de establecer una conexión punto-a-punto entre usuarios remotos y la red de un cliente de la empresa.

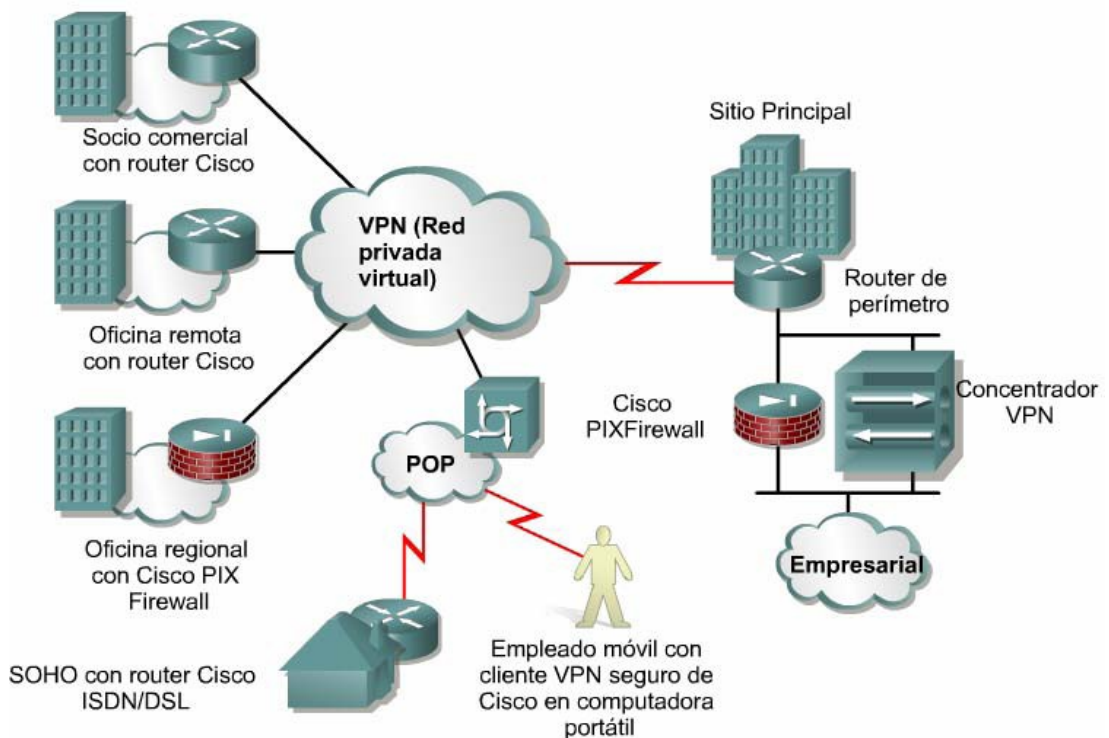


Gráfico 2-6 Red Privada Virtual (Modelo de Cisco)

Los tres principales tipos de VPN son:

- **VPN de acceso:** Las VPN de acceso brindan acceso remoto a un trabajador móvil y una oficina pequeña/oficina hogareña (SOHO), a la sede de la red interna o externa, mediante una infraestructura compartida. Las VPN de acceso usan tecnologías analógicas, de acceso telefónico, RDSI, línea de suscripción digital (DSL), IP móvil y de cable para brindar conexiones seguras a usuarios móviles, empleados a distancia y sucursales.
- **Redes internas VPN:** Las redes internas VPN conectan a las oficinas regionales y remotas a la sede de la red interna mediante una infraestructura compartida, utilizando conexiones dedicadas. Las redes internas VPN difieren de las redes externas VPN, ya que sólo permiten el acceso a empleados de la empresa.
- **Redes externas VPN:** Las redes externas VPN conectan a socios comerciales a la sede de la red mediante una infraestructura compartida, utilizando conexiones dedicadas. Las redes externas VPN difieren de las redes internas VPN, ya que permiten el acceso a usuarios que no pertenecen a la empresa.

2.2.4 VLAN Red Virtual de Área Local

Una VLAN (acrónimo de Virtual LAN, ‘red de área local virtual’) es un método de crear redes lógicamente independientes dentro de una misma red física. Varias VLANs pueden coexistir en un único conmutador físico o en una única red física. Son útiles para reducir el tamaño de la red, dominio de difusión y ayudan en la

administración de la red separando segmentos lógicos de una red de área local (como departamentos de una empresa) que no deberían intercambiar datos usando la red local (aunque podrían hacerlo a través de un enrutador o un switch capa 3). Las VLAN están definidas por los estándares IEEE 802.1D, 802.1p, 802.1Q y 802.10

Una 'VLAN' consiste en una red de computadores que se comportan como si estuviesen conectados al mismo conmutador, aunque pueden estar en realidad conectados físicamente a diferentes segmentos de una red de área local. Los administradores de red configuran las VLANs mediante software en lugar de hardware, lo que las hace extremadamente flexibles. Una de las mayores ventajas de las VLANs surge cuando se traslada físicamente algún ordenador a otra ubicación ya que puede permanecer en la misma VLAN sin necesidad de cambiar la configuración IP de la máquina.

La VLAN permite definir una nueva red por encima de la red física y, por lo tanto, ofrece las siguientes ventajas:

- Mayor flexibilidad en la administración y en los cambios de la red, ya que la arquitectura puede cambiarse usando los parámetros de los conmutadores;
- Aumento de la seguridad, ya que la información se encapsula en un nivel adicional y posiblemente se analiza;
- Disminución en la transmisión de tráfico en la red.

Las VLAN que están correctamente diseñadas y configuradas son herramientas potentes para los administradores de red. Las VLAN simplifican las tareas cuando es necesario hacer agregados, mudanzas y modificaciones en una red. Las VLAN mejoran la seguridad de la red y ayudan a controlar los broadcasts de Capa 3. Sin embargo, cuando se las configura de manera incorrecta, las VLAN pueden hacer que una red funcione de manera deficiente o que no funcione en absoluto. La configuración e implementación correctas de las VLAN son fundamentales para el proceso de diseño de red.

Se han definido diversos tipos de VLAN, según criterios de conmutación y el nivel en el que se lleve a cabo:

- **La VLAN de nivel 1** (también denominada VLAN basada en puerto) define una red virtual según los puertos de conexión del conmutador;
- **La VLAN de nivel 2** (también denominada VLAN basada en la dirección MAC) define una red virtual según las direcciones MAC de las estaciones. Este tipo de VLAN es más flexible que la VLAN basada en puerto, ya que la red es independiente de la ubicación de la estación;
- **La VLAN de nivel 3** se clasifican en 2 tipos:
 - La VLAN basada en la dirección de red conecta subredes según la dirección IP de origen de los datagramas. Este tipo de solución brinda gran flexibilidad, en la medida en que la configuración de los conmutadores cambia

automáticamente cuando se mueve una estación. En contrapartida, puede haber una ligera disminución del rendimiento, ya que la información contenida en los paquetes debe analizarse detenidamente.

- La VLAN basada en protocolo permite crear una red virtual por tipo de protocolo (por ejemplo, TCP/IP, IPX, AppleTalk, etc.). Por lo tanto, se pueden agrupar todos los equipos que utilizan el mismo protocolo en la misma red.

2.2.5 Diseño Jerárquico de la Red

El diseño jerárquico de la red comprende tres capas²:

- **Capa de acceso** provee al usuario y a los grupos de trabajo el acceso a los recursos de la red
- **Capa de distribución** implementa las políticas de la organización y provee las conexiones entre grupos de trabajo y entre los grupos de trabajo y el núcleo.
- **Capa de Núcleo** provee el transporte de alta velocidad entre los dispositivos de la capa de distribución y los recursos del núcleo

² Campus Network Design Fundamentals. Teare Diane, Paquet Catherine.2006. Cisco Systems, Inc.

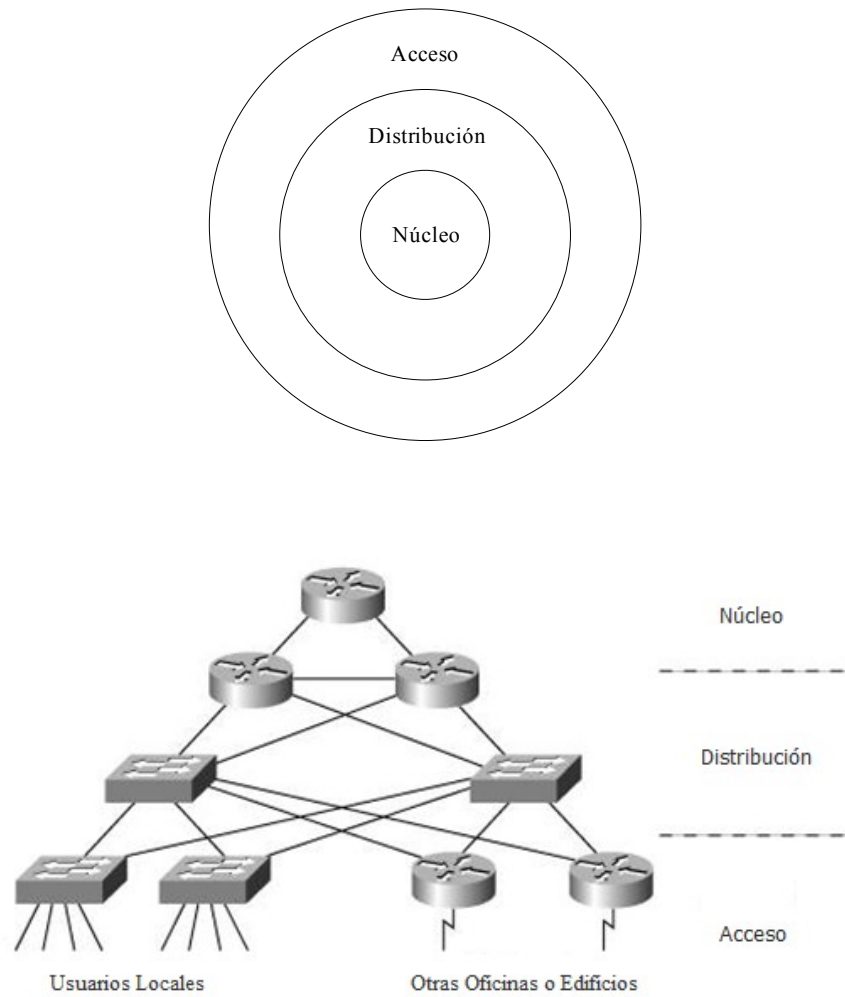


Gráfico 2-7 Diseño Jerárquico de la Red

2.3 Topologías de Red

La topología define la estructura de una red. Una parte de la definición topológica es la topología física, que es la disposición real de los cables o medios. La otra parte es la topología lógica, que define la forma en que los hosts acceden a los medios para enviar datos. Las topologías físicas más comúnmente usadas son las siguientes:

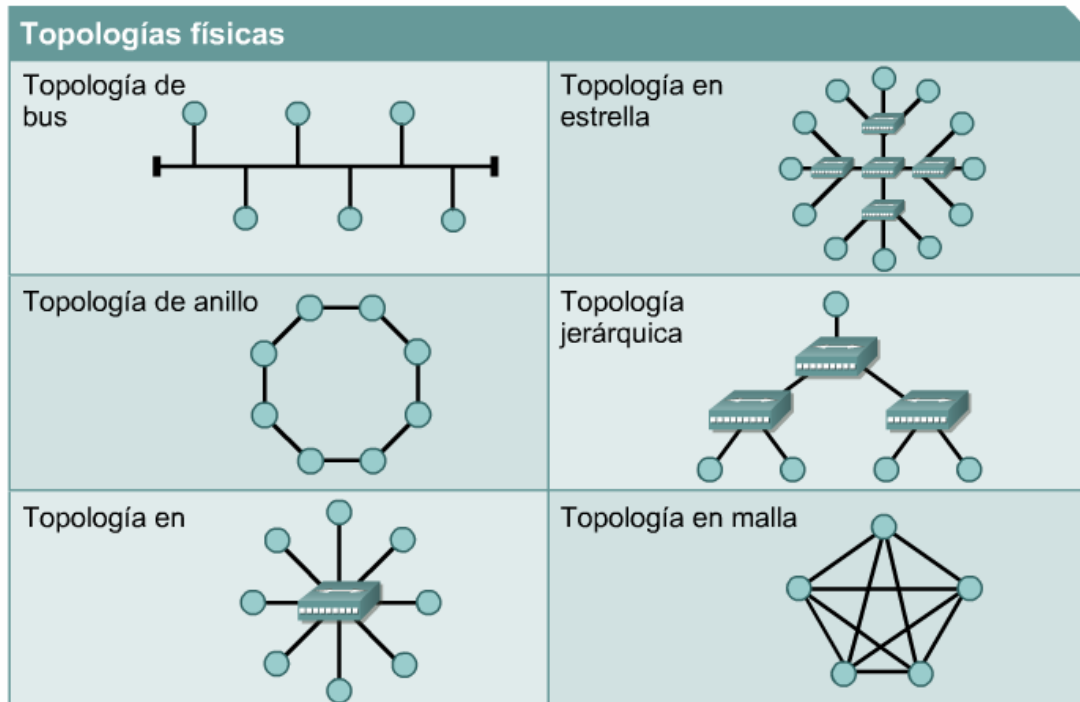


Gráfico 2-8 Topologías de la Red

La Topología de Bus usa un solo cable backbone que debe terminarse en ambos extremos. Todos los hosts se conectan directamente a este backbone.

La Topología de Anillo conecta un host con el siguiente y al último host con el primero. Esto crea un anillo físico de cable.

La Topología en Estrella conecta todos los cables con un punto central de concentración.

La Topología en Estrella Extendida conecta estrellas individuales entre sí mediante la conexión de hubs o switches. Esta topología puede extender el alcance y la cobertura de la red.

³ Cisco Systems Inc. Guía del Primer Año: CCNA 1 y 2

La Topología Jerárquica es similar a una estrella extendida, pero en lugar de conectar los hubs o switches entre sí, el sistema se conecta con un computador que controla el tráfico de la topología.

La Topología de Malla se implementa para proporcionar la mayor protección posible y así evitar una interrupción del servicio. El uso de una topología de malla en los sistemas de control en red de una planta nuclear sería un ejemplo excelente. Como se puede observar en el gráfico, cada host tiene sus propias conexiones con los demás hosts. Aunque la Internet cuenta con múltiples rutas hacia cualquier ubicación, no adopta la topología de malla completa.

2.4 Medios de Transmisión

Todas las redes emplean distintos medios de transmisión para conectar físicamente sus equipos. Estos pueden ser variados desde el cable de cobre hasta medios inalámbricos; la conveniencia de escoger esta forma de transmisión depende de varios factores:

- Distancia
- Costo de instalación
- Interferencias
- Hardware disponible

- Velocidad de transmisión
- Tipo de datos a transmitir
- Fiabilidad

Al momento de escoger también debemos pensar que la correcta selección del cableado es fundamental para que la red funcione de manera eficiente.

Entre los medios más conocidos para transmitir están:

2.4.1 Cable de Cobre o Par Trenzado

Es el más común y utilizado en las redes LAN instaladas actualmente y consiste en varios pares de alambres de cobre, de aproximadamente 1mm de ancho, trenzados estrechamente en forma helicoidal lo que evita las radiaciones. Existen dos tipos:

- **STP** cable apantallado (con blindaje) con una impedancia de 120-150 ohmios. Combina las técnicas de blindaje, cancelación y trenzado de cables. Cada par de hilos está envuelto en un papel metálico. Los dos pares de hilos están envueltos juntos en una trenza o papel metálico. brinda mayor protección ante toda clase de interferencias externas, pero es más caro y de instalación más difícil que el UTP.

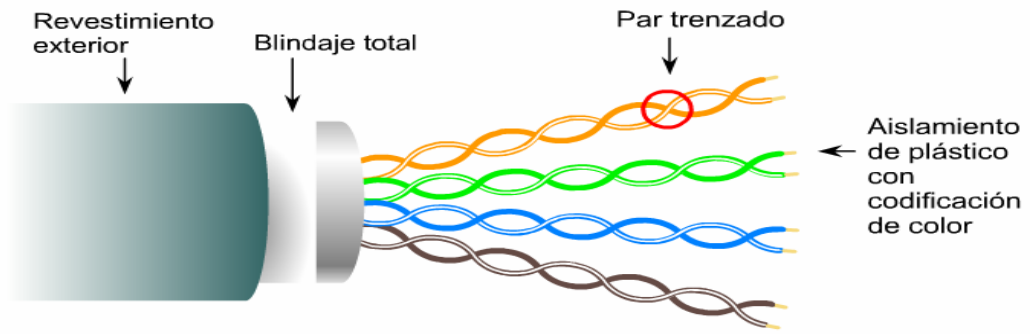


Gráfico 2-9 Estructura del cable STP

- **UTP** cable sin apantallar (sin blindaje) de 4 pares de hilos con una impedancia de 100 ohmios. Cada uno de los 8 hilos de cobre individuales del cable UTP está revestido de un material aislante para evitar la degradación de la señal. Este es el tipo de cable más usado en la industria, por su costo, flexibilidad y facilidad de instalación.

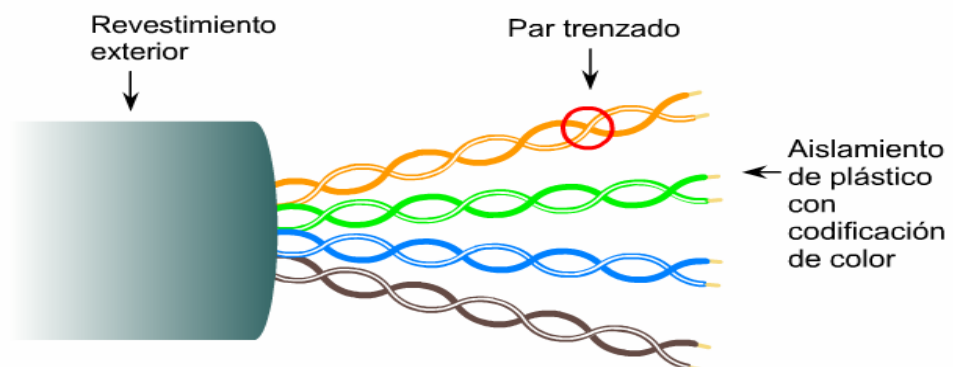


Gráfico 2-10 Estructura del cable UTP

Ambos tipos de cable pueden usar conectores RJ11(teléfonos) o RJ45(Red de Datos) en sus terminaciones

En función de sus características tenemos 4 categorías de cables:

- **Categoría 2:** Cable de 4 pares trenzados, transmisión máxima de 4 megabits por segundo;
- **Categoría 3:** Cable de 4 pares trenzados, transmisión máxima de 10 megabits por segundo;
- **Categoría 4:** Cable de 4 pares trenzados, transmisión máxima de 16 megabits por segundo está en desuso actualmente;
- **Categoría 5:** Cable de 4 pares trenzados, transmisión máxima de 100 megabits por segundo. Actualmente es el más utilizado sobre todo el de categoría 5e.

2.4.2 Cable Coaxial

El cable coaxial consiste de un conductor de cobre rodeado de una capa de aislante flexible. El conductor central también puede ser hecho de un cable de aluminio cubierto de estaño que permite que el cable sea fabricado de forma económica. Sobre este material aislante existe una malla de cobre tejida u hoja metálica que actúa como el segundo hilo del circuito y como un blindaje para el conductor interno. Esta segunda capa, o blindaje, también reduce la cantidad de interferencia electromagnética externa. Cubriendo la pantalla está la chaqueta del cable

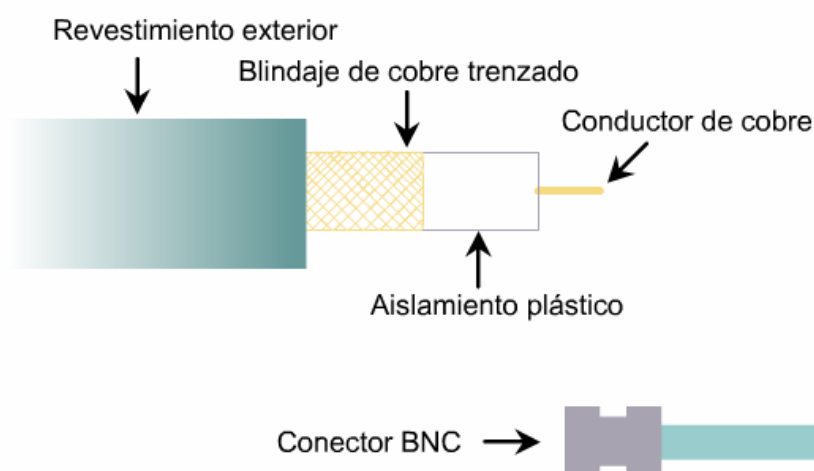


Gráfico 2-11 Estructura del Cable Coaxial

Para las LAN, el cable coaxial ofrece varias ventajas. Puede tenderse a mayores distancias que el cable de par trenzado blindado STP, y que el cable de par trenzado no blindado, UTP, sin necesidad de repetidores. Los repetidores regeneran las señales de la red de modo que puedan abarcar mayores distancias. El cable coaxial es más económico que el cable de fibra óptica y la tecnología es sumamente conocida. Se ha usado durante muchos años para todo tipo de comunicaciones de datos, incluida la televisión por cable. Pero últimamente ha dejado de ser utilizado por cuanto su instalación es difícil y el hardware requerido para soportar este cable ya no está siendo fabricado debido al cambio de tecnologías.

2.4.3 Cable de Fibra Óptica

Tecnología de cable que consiste un conducto generalmente de fibra de vidrio (polisilicio) que transmite impulsos luminosos normalmente emitidos por un láser o LED. Las fibras utilizadas en telecomunicación a largas distancias son siempre de

vidrio; las de plásticos sólo son usadas en redes locales.

En el interior de la fibra óptica, el haz de luz se refleja contra las paredes en ángulos muy abiertos, así que prácticamente avanza por su centro. Esto permite transmitir las señales casi sin pérdida por largas distancias. La fibra óptica ha reemplazado a los cables de cobre por su costo/beneficio.

Ventajas de la fibra óptica:

- Gran velocidad de transmisión de datos.
- No se ve afectada por ruido ni interferencias.
- Son más livianas que los cables metálicos.
- Carece de electricidad la línea (también es una desventaja).
- Mayor seguridad en la transmisión de datos.

Desventajas:

- Se usan transmisores y receptores más caros.
- Los empalmes entre fibras son difíciles.

- La fibra óptica convencional no puede transmitir potencias elevadas.
- No transmite electricidad (también es una ventaja), así que no puede alimentar dispositivos.

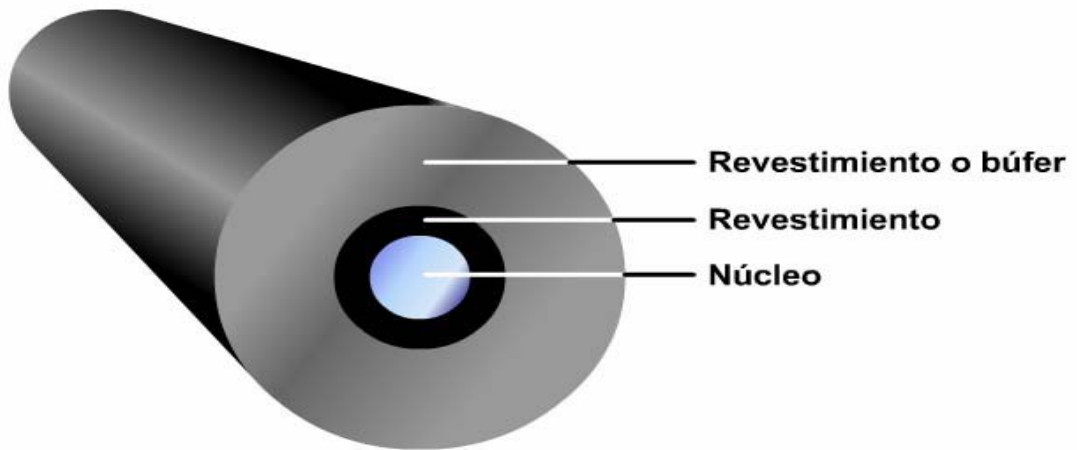


Gráfico 2-12 Estructura del Cable de Fibra Óptica

La fibra óptica puede ser de dos clases: multimodo y monomodo, sus características se pueden ver a continuación:

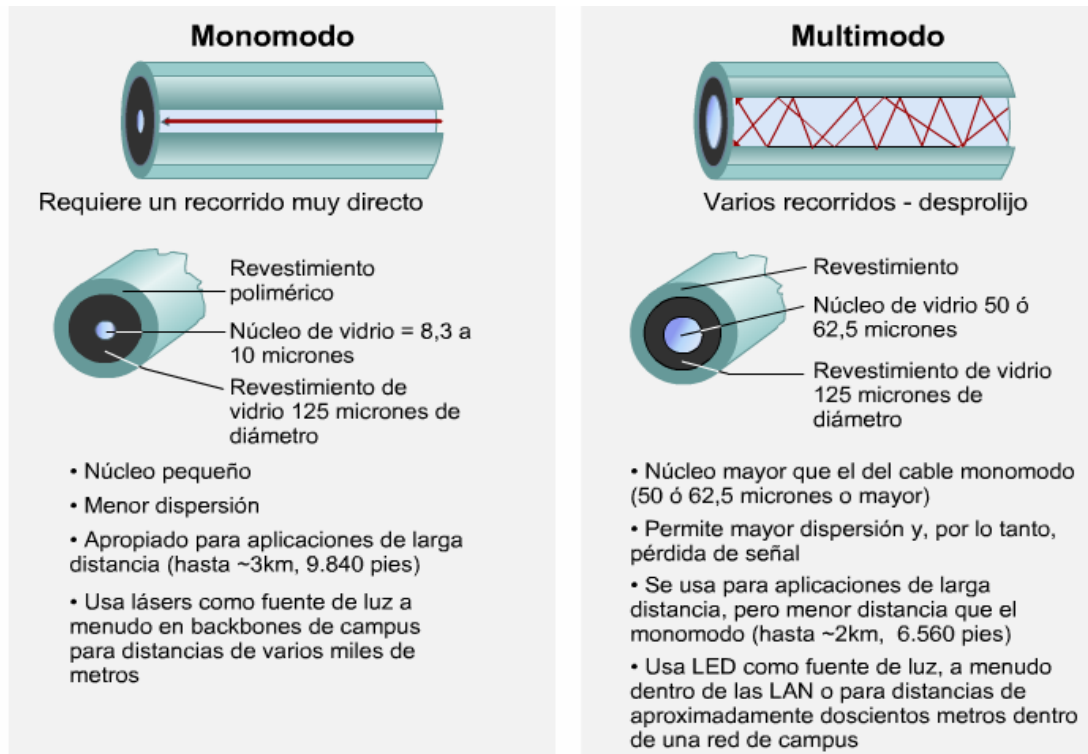


Gráfico 2-13 Clases de Cable de Fibra Óptica

El rayo de luz que se enciende y apaga para enviar datos (unos y ceros) dentro de una fibra óptica debe permanecer dentro de la fibra hasta que llegue al otro extremo. El rayo no debe refractarse en el material que envuelve el exterior de la fibra. La refracción produciría una pérdida de una parte de la energía de la luz del rayo. Es necesario lograr un diseño de fibra en el que la superficie externa de la fibra actúe como espejo para el rayo de luz que viaja a través de la fibra. Si un rayo de luz que trata de salir por el costado de la fibra se refleja hacia dentro de la fibra a un ángulo tal que lo envíe hacia el otro extremo de la misma, se formaría un buen "conducto" o "guía de ondas" para las ondas de luz.

⁴ Cisco Systems Inc. Guía del Primer Año: CCNA 1 y 2

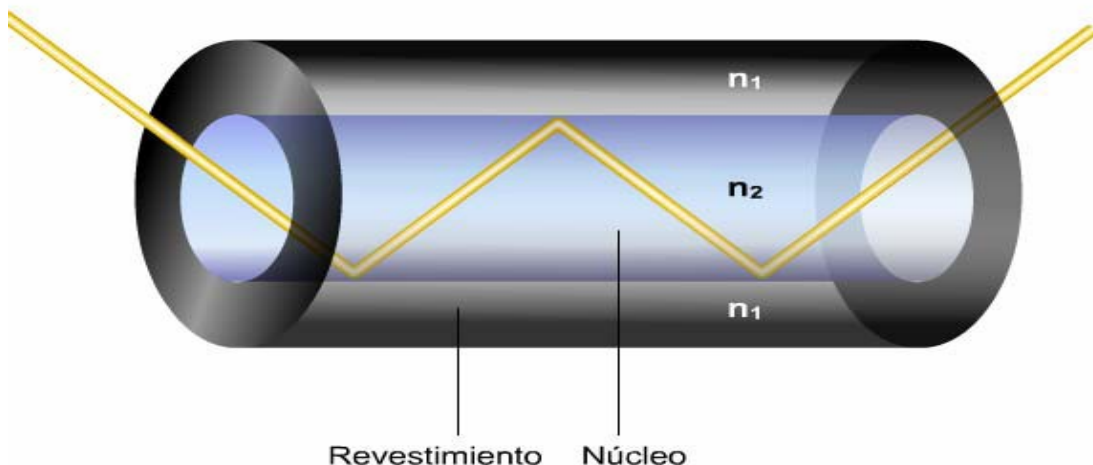


Gráfico 2-14 Reflexión del rayo de luz dentro del Cable de Fibra Óptica

2.4.4 Conector RJ45

Es una interfaz física comúnmente usada para conectar redes de cableado estructurado, (categorías 4, 5, 5e y 6). RJ es un acrónimo inglés de Registered Jack que a su vez es parte del Código Federal de Regulaciones de Estados Unidos. Posee ocho "pines" o conexiones eléctricas, que normalmente se usan como extremos de cables de par trenzado.

Es utilizada comúnmente con estándares como TIA/EIA-568-B, que define la disposición de los pines o wiring pinout.

Una aplicación común es su uso en cables de red Ethernet, donde suelen usarse 8 pines (4 pares). Otras aplicaciones incluyen terminaciones de teléfonos (4 pines o 2 pares) por ejemplo en Francia y Alemania, otros servicios de red como RDSI y T1 e incluso RS-232.

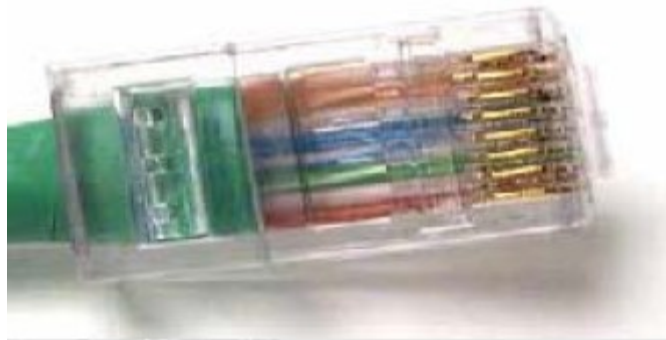


Gráfico 2-15 Conector RJ45

2.4.5 Conector IDC

Se trata de un dispositivo modular de conexión monolínea, hembra, apto para conectar plug RJ45, que permite su inserción en rosetas y frentes de patch panels especiales mediante un sistema de encastre. Permite la colocación de la cantidad exacta de conexiones necesarias



Gráfico 2-16 Conector RJ45

2.4.6 Conectores de Fibra Óptica

Los conectores más comunes usados en la fibra óptica para redes de área local son los conectores ST y SC.

El conector SC (Straight Connection) es un conector de inserción directa que suele utilizarse en conmutadores Ethernet de tipo Gigabit. El conector ST (Straight Tip) es un conector similar al SC, pero requiere un giro del conector para su inserción, de modo similar a los conectores coaxiales.

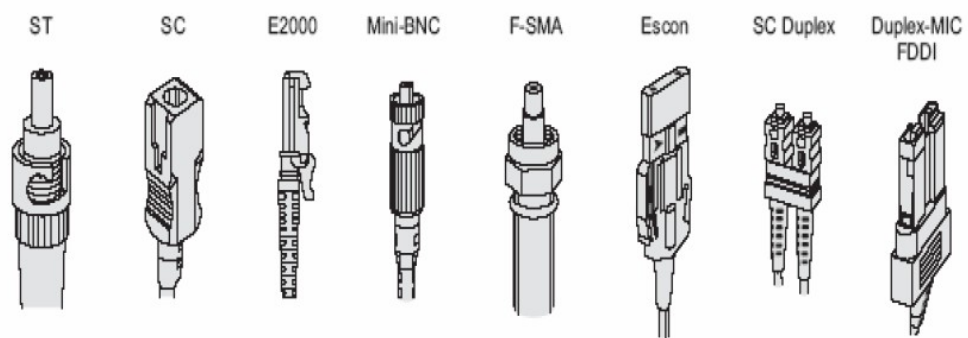


Gráfico 2-17 Conectores de Fibra Óptica

2.5 Cableado Estructurado

2.5.1 Hub (Concentrador)

Los hubs en realidad son repetidores multipuerto. En muchos casos, la diferencia entre los dos dispositivos radica en el número de puertos que cada uno posee. Mientras que un repetidor convencional tiene sólo dos puertos, un hub por lo general tiene de cuatro a veinticuatro puertos. Los hubs por lo general se utilizan en las redes Ethernet 10BASE-T o 100BASE-T, aunque hay otras arquitecturas de red que también los utilizan.

El uso de un hub hace que cambie la topología de la red desde un bus lineal, donde cada dispositivo se conecta de forma directa al cable, a una en estrella. En un hub, los datos que llegan a un puerto del hub se transmiten de forma eléctrica a todos los otros puertos conectados al mismo segmento de red, salvo a aquel puerto desde donde enviaron los datos.

Los hubs vienen en tres tipos básicos:

- **Pasivo:** Un hub pasivo sirve sólo como punto de conexión física. No manipula o visualiza el tráfico que lo cruza. No amplifica o limpia la señal. Un hub pasivo se utiliza sólo para compartir los medios físicos. En sí, un hub pasivo no requiere energía eléctrica.
- **Activo:** Se debe conectar un hub activo a un tomacorriente porque necesita

alimentación para amplificar la señal entrante antes de pasarla a los otros puertos.

- **Inteligente:** A los hubs inteligentes a veces se los denomina "smart hubs". Estos dispositivos básicamente funcionan como hubs activos, pero también incluyen un chip microprocesador y capacidades diagnósticas. Los hubs inteligentes son más costosos que los hubs activos, pero resultan muy útiles en el diagnóstico de fallas.

2.5.2 Switch (Conmutador)

Es un dispositivo electrónico de interconexión de redes de ordenadores que opera en la capa 2 (nivel de enlace de datos) del modelo OSI (Open Systems Interconnection).

Un Switch (conmutador) interconecta dos o más segmentos de red, funcionando de manera similar a los puentes (bridges), pasando datos de un segmento a otro, de acuerdo con la dirección MAC de destino de los datagramas en la red.

Los Switches o conmutadores se utilizan cuando se desea conectar múltiples redes, fusionándolas en una sola. Al igual que los puentes, dado que funcionan como un filtro en la red, mejoran el rendimiento y la seguridad de las LANs (Local Area Network- Red de Área Local).

Los switches Ethernet están llegando a ser soluciones para conectividad de uso difundido porque, al igual que los puentes, los switches mejoran el rendimiento de la red al mejorar la velocidad y el ancho de banda.

Las siguientes son las dos operaciones básicas que realizan los switches:

- **Conmutación de tramas de datos:** Los switches reciben tramas en una interfaz, seleccionan el puerto correcto por el cual enviar las tramas, y entonces envían la trama de acuerdo a la selección de ruta.
- **Mantenimiento de operaciones de switch:** Los switches elaboran y mantienen las tablas de envío. Los switches también elaboran y mantienen una topología sin bucles en toda la LAN.



Gráfico 2-18 Switch

Existen ahora switches de capa 3 los cuales son dispositivos de alta capacidad y ejecución para el ruteo de las redes. Los switches de capa 3 no se diferencian mucho de los routeadores. Un Switch de capa3 puede dar soporte a los mismos protocolos de ruteo que los routers de red. Ambos inspeccionan paquetes entrantes y hacen decisiones dinámicas de ruteo basados en las direcciones de fuente y destino que estos paquetes incluyen.

Los switches de capa 3 fueron concebidos como una tecnología para mejorar el rendimiento de los routers usados en LANs como Intranets corporativas⁵. La

⁵ Cisco Guía del Segundo año CCNA3 y 4

diferencia fundamental entre los switches de capa 3 y los routers es la tecnología usada para construir la unidad. El hardware dentro de un Switch de capa 3 reúne las capacidades de un Switch y un router, reemplazando parte de la lógica del software de router con hardware para decisiones más rápidas y mejor ejecución en ciertos casos. En todo caso switches de capa 3 cuestan menos que los routers tradicionales y están diseñados para uso de redes locales LANs o metropolitanas MANs

2.5.2.1 Switches en la Capa de Distribución

Los switches de la capa de distribución son los puntos de agregación de múltiples switches de la capa de acceso. El switch debe poder adecuarse al monto total del tráfico desde los dispositivos de la capa de acceso.

El switch de la capa de distribución debe tener un alto rendimiento, dado que es un punto en el cual se encuentra delimitado el dominio de broadcast. La capa de distribución combina el tráfico VLAN y es un punto focal para las decisiones de política sobre flujo de tráfico. Por estas razones, los switches que residen en la capa de distribución operan tanto en la Capa 2 como en la Capa 3 del modelo OSI. Los switches en esta capa se conocen como switches multicapa. Estos switches multicapa combinan las funciones de un router y de un switch en un dispositivo. Están diseñados para conmutar el tráfico a fin de obtener un rendimiento mayor que el de un router estándar.

2.5.3 Armarios de Distribución

Los Armarios de Distribución se definen como el espacio dedicado para la instalación

de los racks de comunicaciones, puede ser una habitación o en algunos casos un gabinete. Debe existir mínimo uno por piso o por cada 1000 mts².

Sus características son:

- Área exclusiva dentro de un edificio para el equipo de telecomunicaciones
- Su función principal es la terminación de cableado horizontal
- Puerta debe ser de 91 cms de Ancho por 2 mts de Alto y debe abrir hacia afuera
- Su temperatura ambiente debe estar entre los 18 – 24 grados centígrados
- Los cuartos de telecomunicaciones deben estar libre de amenazas de inundación.
- Regulador, UPS

Debe tener un rack que cumpla con:

- Gabinete necesario y recomendado para instalar el patch panel y los equipos activos.
- Puede ser abierto o cerrado
- Debe estar provisto de ventiladores y extractores de aire además de conexiones

adecuadas de energía regulada.

Cuando son redes de datos de gran tamaño por lo general se requieren de varios cuartos de telecomunicaciones, cuando se presenta este fenómeno uno de los armarios de distribución de cableado se escoge como MDF (Armario de Distribución Principal) y los demás se rotulan con el título de IDF's (Armarios de Distribución Intermedios).

Un ejemplo de un edificio con la distribución y localización de los armarios se detalla a continuación:

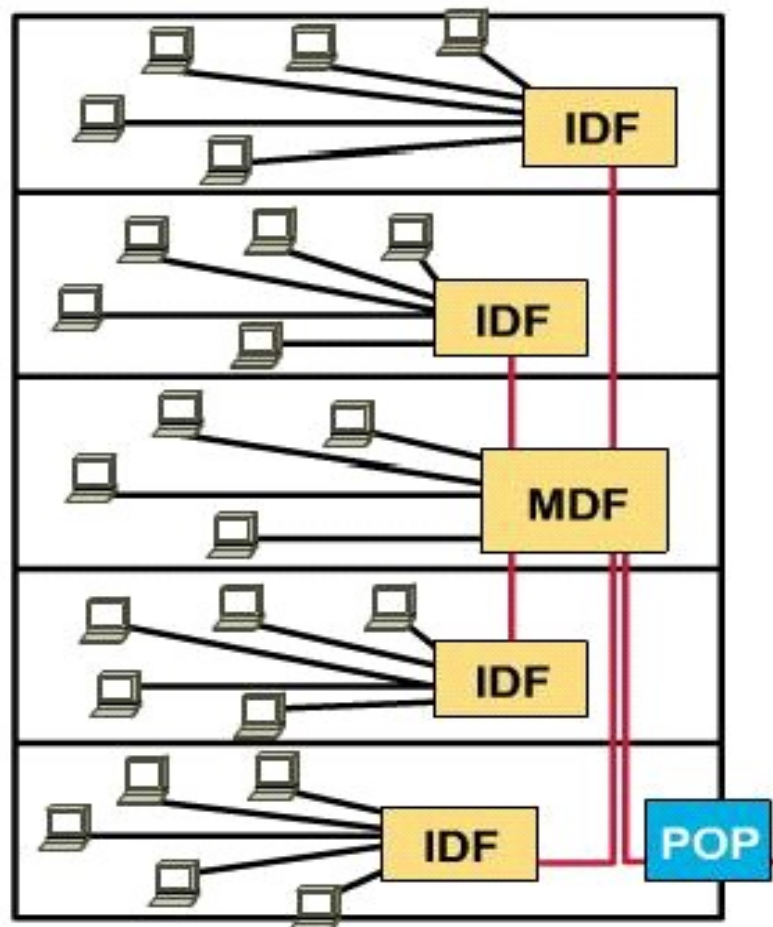


Gráfico 2-19 Ejemplo de localización de Armarios de Distribución

Se observa que hay un Armario de Distribución Principal (MDF) en el tercer piso conectado a cuatro Armarios de Distribución Intermedios (IDF) en cada piso y a un acceso externo POP (Ej. Internet o red WAN).

Hay que tener en cuenta que entre el Armario de Distribución Principal y los Armarios de Distribución Intermedios sólo se admite una conexión intermedia.

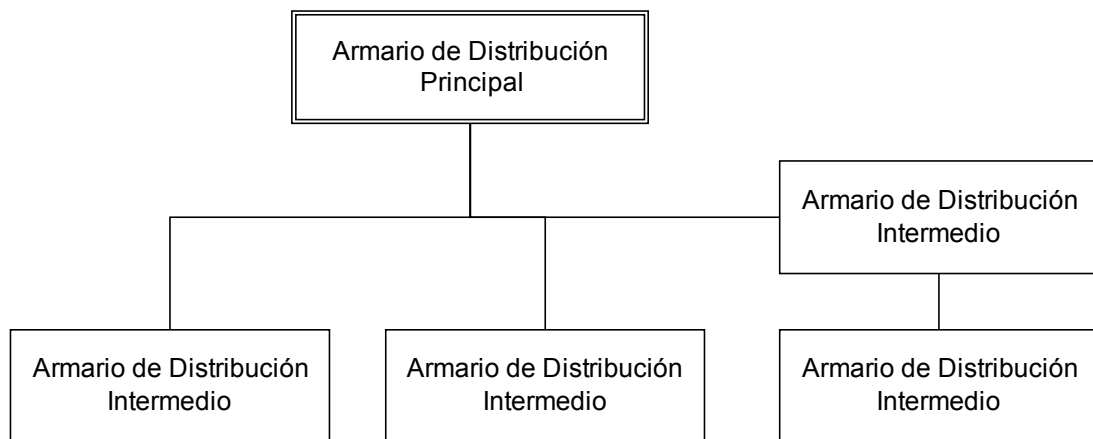


Gráfico 2-20 Ejemplo de Conexión de los Armarios de Distribución

2.5.4 Cableado Horizontal

El cableado horizontal incorpora el sistema de cableado que se extiende desde la salida de área de trabajo hasta el cuarto de telecomunicaciones o Armario de Distribución Intermedio.

El cableado horizontal consiste de dos elementos básicos:

- **Cable Horizontal y Hardware de Conexión.** Proporcionan los medios para

transportar señales de telecomunicaciones entre el área de trabajo y el Armario de Distribución Intermedio. Estos componentes son los "contenidos" de las rutas y espacios horizontales.

- **Rutas y Espacios Horizontales.** 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 Armario de Distribución Intermedio. Estas rutas y espacios son los "contenedores" del cableado horizontal.

El cableado horizontal incluye:

- Las salidas (cajas/placas/conectores) de telecomunicaciones en el área de trabajo.
- Cables y conectores de transición instalados entre las salidas del área de trabajo y el Armario de Distribución Intermedio.
- Paneles de empate (patch) y cables de empate utilizados para configurar las conexiones de cableado horizontal en el Armario de Distribución Intermedio.

El cableado horizontal típicamente:

- Contiene más cable que el cableado del backbone.
- Es mas accesible que el cableado del backbone.

El cableado horizontal se debe implementar en una topología de estrella. Cada salida de del área de trabajo de telecomunicaciones debe estar conectada directamente al Armario de Distribución Intermedio excepto cuando se requiera hacer transición a un cable UTC. No se permiten empates (múltiples apariciones del mismo par de cables en diversos puntos de distribución) en cableados de distribución horizontal.

La distancia horizontal máxima es de 90 metros independiente del cable utilizado. Esta es la distancia desde el área de trabajo de telecomunicaciones hasta el Armario de Distribución Intermedio. Al establecer la distancia máxima se hace la previsión de 10 metros adicionales para la distancia combinada de cables de empate (3 metros) y cables utilizados para conectar equipo en el área de trabajo de telecomunicaciones y el Armario de Distribución Intermedio.

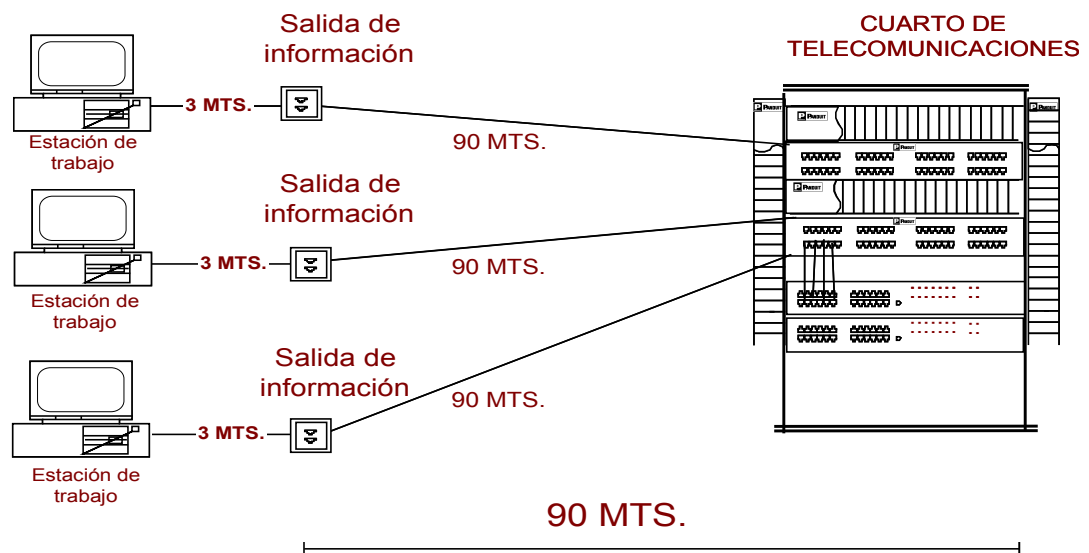


Gráfico 2-21 Cableado Horizontal

2.5.5 Cableado Vertical

Es el encargado de interconectar los armarios de distribución intermedios, el armario de distribución principal y la acometida principal hacia afuera (POP), esta puede ser Internet, conexión a otros edificios (red MAN) o a la red WAN. Se puede aceptar que el cableado sea con cable UTP o STP (menor costo) pero lo óptimo es con fibra óptica (monomodo o multimodo).

Se debe mantener la topología en estrella extendida y dependiendo del cable y la distancia, se puede utilizar la siguiente tabla para realizar la instalación del cableado:

Tabla 2-2 Relación de Cable y Distancia para Instalación del Cableado Vertical

Cable	Distancia
UTP (voz)	800 mts
Fibra Óptica Multimodo	2000mts
STP (voz)	700 mts
Fibra Óptica Monomodo	3000 mts
UTP (datos)	90 mts.

2.5.6 Patch Panels

Están formados por un soporte, usualmente metálico y de medidas compatibles con rack de 19", que sostiene placas de circuito impreso sobre la que se montan: de un lado los conectores RJ45 y del otro los conectores IDC para block tipo 110.

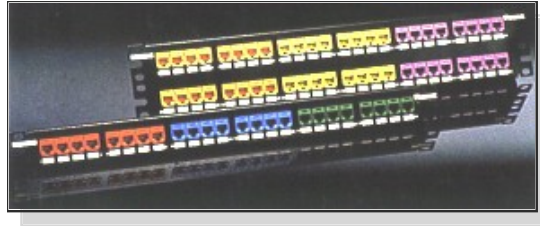


Gráfico 2-22 Ejemplo de Patch Panel

2.5.7 Componentes del Cableado Estructurado

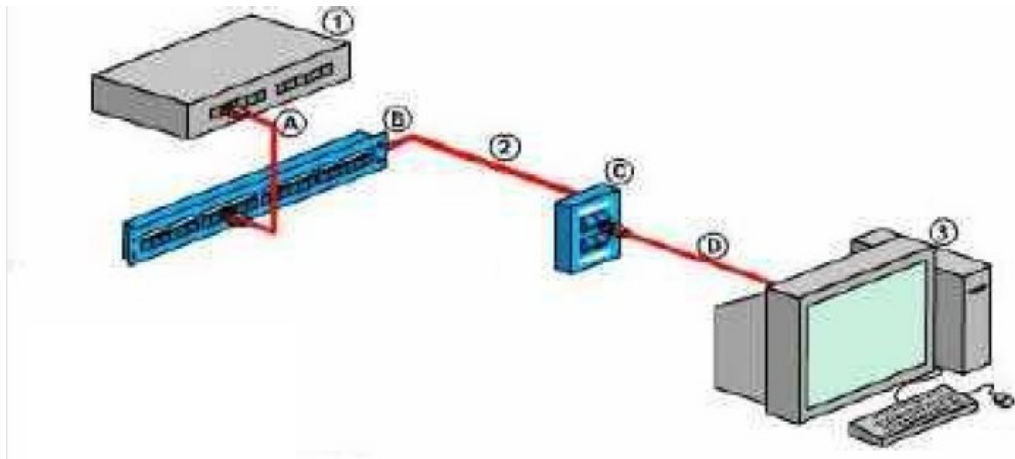


Gráfico 2-23 Componentes del Cableado Estructurado

- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| A. Cable de conexión 5e | 1. Equipo de red (Switch). |
| B. PatchPanel | 2. Cableado Horizontal |
| C. Toma de usuario | 3. Área de Trabajo |
| D. Cable de conexión 5e | |

2.6 Estándares

2.6.1 Estándares Internacionales que son utilizados en diseño e implementación de redes

ANSI/TIA/EIA-568-B

Define estándares que permitirán el diseño e implementación de sistemas de cableado estructurado para edificios comerciales y entre edificios en campus. El sustrato de los estándares define los tipos de cables, distancias, conectores, arquitecturas, terminaciones de cables y características de rendimiento, requisitos de instalación de cable y métodos de pruebas de los cables instalados.

- TIA/EIA 568-B1 Requerimientos generales
- TIA/EIA 568-B2 Componentes de cableado mediante par trenzado balanceado
- TIA/EIA 568-B3 Componentes de cableado, Fibra óptica

ANSI/TIA/EIA-569-A

Normas de Recorridos y Espacios de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales (Cómo enlutar el cableado) Se detallan los requerimientos para:

- Recorridos Horizontales.
- Armarios de Telecomunicaciones.

- Recorridos para
 - Backbones.
 - Sala de Equipos.
 - Estación de Trabajo.
 - Sala de Entrada de Servicios.

ANSI/TIA/EIA-606-A

Normas de Administración de Infraestructura de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales

ANSI/TIA/EIA-607

Requerimientos para instalaciones de sistemas de puesta a tierra de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales.

ANSI/TIA/EIA-758

Norma Cliente-Propietario de cableado de Planta Externa de Telecomunicaciones

2.6.2 Cable de Categoría 5e

Es una de las cinco clases de cableado UTP que se describen en el estándar TIA/EIA-568-B. El cableado de categoría 5 se usa para ejecutar CDDI y puede transmitir datos a velocidades de hasta 100 Mbps.

Está diseñado para señales de alta integridad. Estos cables pueden ser blindados o sin blindar. Este tipo de cables se utiliza a menudo en redes de ordenadores como Ethernet, y también se usa para llevar muchas otras señales como servicios básicos de telefonía, token ring, y ATM.

Para elaborar un cable de conexión de categoría 5e se deben tener en cuenta los estándares para los códigos de color que están vigentes. Estos son: EIA/TIA 568A (derecho) y EIA/TIA 568B (cruzado). Los códigos para un conector RJ45 según los estándares EIA/TIA 568A y 568B son como se muestran en los esquemas siguientes:

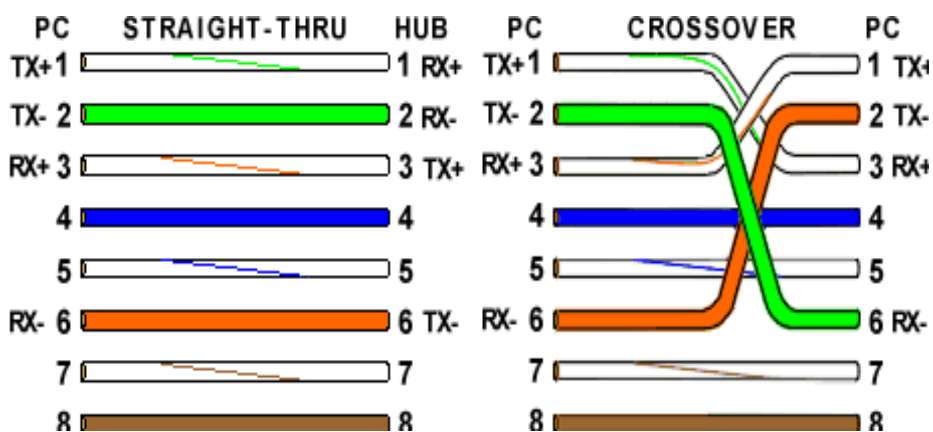


Gráfico 2-24 Terminaciones de un cable Directo y Cruzado Categoría 5e con estándar EIA/TIA 568B

Un cable directo (straight through) tiene idénticas terminaciones. Un cable cruzado (crossover) tiene terminaciones diferentes.

















Pin	Color T568A	Color T568B
1	 Blanco/Verde (W-G)	 Blanco/Naranja (W-O)
2	 Verde (G)	 Naranja (O)
3	 Blanco/Naranja (W-O)	 Blanco/Verde (W-G)
4	 Azul (BL)	 Azul (BL)
5	 Blanco/Azul (W-BL)	 Blanco/Azul (W-BL)
6	 Naranja (O)	 Verde (G)
7	 Blanco/Marrón (W-BR)	 Blanco/Marrón (W-BR)
8	 Marrón (BR)	 Marrón (BR)

Gráfico 2-25 Códigos de Color para un conector RJ45 con estándares EIA/TIA 568A y 568B

2.7 Calidad de servicios

2.7.1 Definición, Parámetros y Ventajas

La Calidad de Servicios puede ser definida como “la medición de la disponibilidad del servicio y calidad de transmisión de una red (o intraredes)”⁶. La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) describe este concepto como “el efecto global de la calidad de funcionamiento de un servicio que determina el grado de satisfacción de un usuario de dicho servicio”⁷

⁶ "Enterprise QoS Solution Reference Network Design Guide, Version 3.1," Junio 2005, <http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/solution/esm/qosrmd.pdf>.

⁷ http://www.jazztel.com/att_cliente/calidad_de_servicio.php?seccion_calidad=parametros

Se puede definir finalmente que la Calidad de Servicios es la capacidad que tiene un sistema de asegurar, con un grado de fiabilidad preestablecido, que se cumplan con los requisitos de tráfico en términos de perfil y de ancho de banda, para un flujo de información dado. En resumen significa que la Calidad de Servicios asegura un servicio de calidad al tráfico de la red y esto podría significar:

- Evitar situaciones de congestión en la Red mediante el dimensionamiento de los recursos en forma óptima y del nivel de disponibilidad
- Proporcionar mecanismos para el tráfico mediante la asignación de prioridades en función de las aplicaciones usadas por los clientes
- Realizar un encapsulado de los datos de las aplicaciones en los paquetes de transporte
- Atender las demandas de los usuarios con la mayor eficiencia posible

La actual red municipal está desprovista de estrategias de Calidad de Servicios; por lo tanto, el tráfico que circula por la misma, no cuenta con tratamiento diferencial: ofrece un “servicio de mejor esfuerzo” para enviar y recibir todos los paquetes de la misma manera. Por lo que descargar un video de Internet, enviar correo o tener un tráfico de voz es tratado de la misma manera en la red. Esto debe ser controlado para, que por ejemplo el tráfico de voz tome precedencia sobre las descargas de Internet y envío de correos electrónicos.

Una red convergente es el objetivo más importante de la Calidad de Servicios, y es la red en la cual los datos, voz y video coexisten sin causar inconvenientes en los parámetros de transmisión. Los parámetros de la transmisión son los mismos que afectan la Calidad del Servicio y estos son: ancho de banda, pérdida de paquetes, demora, fiabilidad y la fluctuación o inestabilidad (Jitter).

Ancho de Banda es la máxima velocidad de transferencia de datos entre los dos extremos de la red. Este límite está dado por la infraestructura física de los enlaces (es la cota superior) y los flujos procedentes de otros nodos origen-destino que comparten algunos de los enlaces de la ruta en cuestión.

La Pérdida de Paquetes en una red es causada por la congestión en el tráfico de la red, este efecto difiere por el tipo de aplicación que se usa. Por ejemplo en el caso de pérdida de múltiples paquetes de transmisión de voz causará que el mensaje sea ininteligible; o en el caso de un envío de un archivo, a través de un servicio de TCP tal como FTP, la pérdida de paquetes causarán que dichos paquetes sean retransmitidos, amplificando la congestión y consumiendo más ancho de banda debido a esta congestión.

La Demora o también llamada latencia, es el tiempo en que toman los paquetes en viajar a través de la red. La demora tiene dos componentes: fijos y variables; estos componentes se los describe como:

Demora fija es la demora predecible asociada con la preparación y encapsulación de los datos, transmisión de los mismos en el cable y el viaje hacia el receptor.

Demora variable es impredecible que resultan de un paquete esperando por otro tráfico que esta encolado en la interfaz que va a enviar. Si hay bastantes paquetes y estos son grandes entonces la demora se incrementará.

Fiabilidad se concibe como una propiedad del sistema de transmisión en su conjunto. En este caso se puede considerar como *la tasa media de error* en la red. Diversos factores pueden afectar a la fiabilidad: routers mal configurados o de bajas prestaciones que pueden alterar el orden de recepción de los paquetes en destino o provocar pérdidas de aquellos. Si se usa TCP puede corregir las deficiencias mediante retransmisiones incrementando los paquetes y por ende el factor de errores.

Si existiera una falta de fiabilidad en el protocolo de transporte UDP causaría una distorsión en las señales analógicas que se reproducen en el destino, puesto que no hay retransmisiones.

La falta de fiabilidad en una red de baja calidad puede determinar que esta no podría estar disponible en determinados momentos.

La Fluctuación (Jitter) es la variación en la demora experimentada por los paquetes en la red puede manifestarse a través de variaciones en la amplitud, intensidad de la señal, y otros elementos de estas transmisiones. Esto significa que los paquetes en el receptor tendrán una demora distinta de la que hubo en el emisor. Esto podría no notarse en transmisiones de archivos, pero en el caso de voz podría causar silencios donde no deberían existir.

Las ventajas de implementar la Calidad de Servicios en la Red tiene muchas ventajas

tales como:

- Controlar cuales recursos de red (ancho de banda, equipos, etc.) están siendo usados
- Asegurarse que los recursos sean usados eficientemente por las aplicaciones críticas del negocio y que se dé un buen servicio a las demás.
- Crear un fundamento sólido para una red convergente completamente integrada en el futuro.

Debemos indicar que estos factores no existen de manera aislada sino están fuertemente relacionados entre sí, pero son los más importantes y que en la mayoría de los casos son tomados en cuenta.

2.7.2 Procedimientos de Calidad de Servicio

Los procedimientos para ofrecer Calidad de Servicio son variados y actúan sobre los distintos niveles de la capa OSI (enlace, red, transporte, etc.) y depende de los problemas específicos que se quieran resolver. Todos ellos modifican la ingeniería de la red en su conjunto⁸.

Se pueden señalar los siguientes procedimientos:

- Colas Basadas En Clases

⁸ Alta velocidad y Calidad de Servicios en redes IP. García, Jesús

- Colas Equitativas Ponderadas
- Tasa De Acceso Entregada
- Descarte Aleatorio Anticipado

2.7.2.1 Colas Basadas en Clases

Class Band Queue (CBQ inglés) este procedimiento consiste en un mecanismo de colas basado en la clase de tráfico: el tráfico se clasifica en clases y, según la clase, el tráfico se asigna a una cola de salida.

Sus objetivos son:

- Asegurar que cada clase va a recibir el ancho de banda que le corresponde en los intervalos determinados de tiempo cuando hay congestión
- Si una clase no esta utilizando el ancho de banda, este se distribuye siguiendo una guía predeterminada

Esta disciplina agrega las conexiones en clases estableciendo una jerarquía. Cada clase tiene una prioridad y un determinado rendimiento.

CBQ determina el conjunto de colas a utilizar, la clase de tráfico que se almacena en cada una de ellas y la cantidad de tráfico de cada cola que se sirve en cada turno de

servicio. Cuenta con los siguientes mecanismos:

- **Clasificador.** Asigna los paquetes entrantes a las clases
- **Estimador.** Estima el ancho de banda necesario para cada clase
- **Planificador para compartir enlaces.** Marca los paquetes en base a una serie de reglas que definen como se comparte el enlace.
- **Planificador general.** Clase FIFO entre los paquetes del mismo nivel de prioridad.

El planificador para compartir el enlace define como se comparten los recursos (ancho de banda del enlace) entre los flujos de tráfico que se agruparán por tipo de tráfico, protocolo o cualquier otro procedimiento cuando existe congestión. Ejemplo:

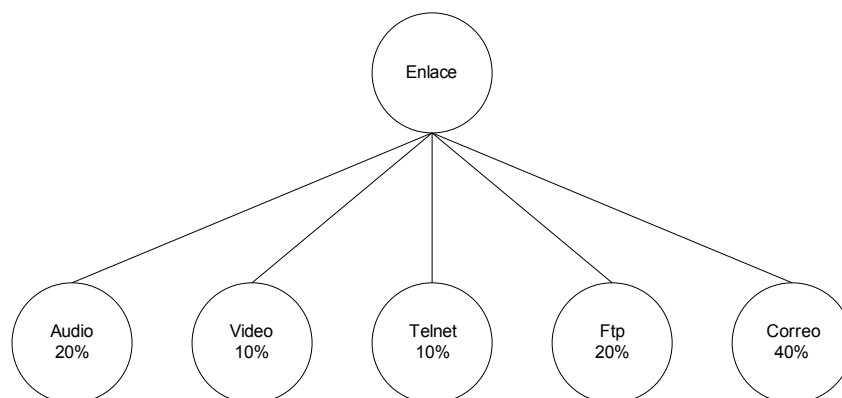


Gráfico 2-26 Compartición de Enlace en CBQ

Como se puede observar, esta clase tiene asignado un porcentaje de ancho de banda,

este puede ser asignado:

- Estático. Asignado por el administrador de la red
- Dinámico varía dependiendo de las condiciones actuales de la red según un algoritmo predeterminado

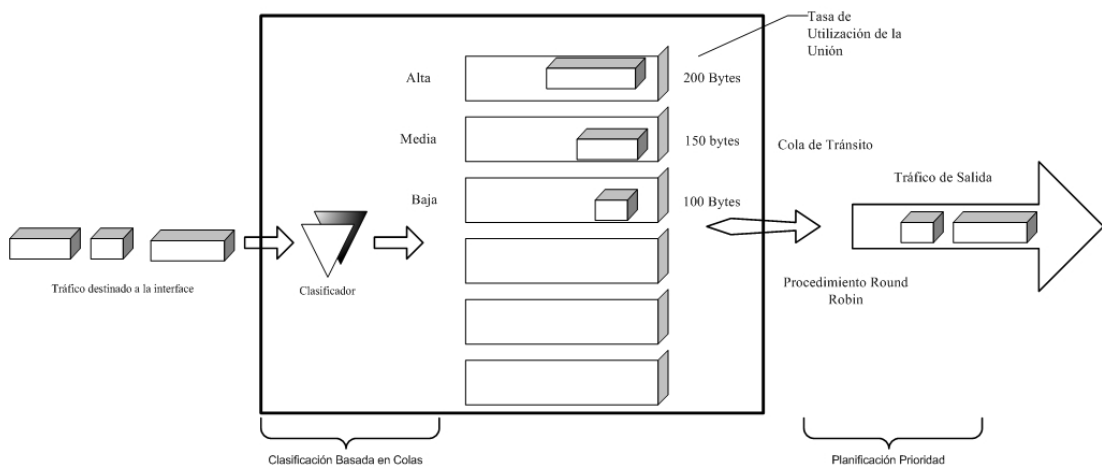


Gráfico 2-27 Ejemplo de Colas Basadas en Clases

2.7.2.2 Colas Equitativas Ponderadas

Weighted Fair Queuing (WFQ Inglés) Es un procedimiento de garantía de ancho de banda basado en una disciplina de colas de reparto equitativo de recursos.

- El tráfico de poco volumen o de mejor comportamiento recibe un trato preferencial para reducir su tiempo de respuesta
- El tráfico de gran volumen se reparte el ancho de banda restante de forma

proporcional

WFQ es un mecanismo en donde el flujo de tráfico mayor no interfiere con el flujo de tráfico menor, de esta forma, WFQ se asegura que no se produzca inanición por ancho de banda y que el tráfico consigue un servicio fiable.

WFQ esta basado en un mecanismo denominado “Encolado equitativo” o “Fair Queuing” por el cual un encaminador mantiene múltiples colas por cada enlace de salida y se sirven de forma cíclica, tomándose un paquete en cada turno de una cola no vacía. El mayor inconveniente es que los paquetes de corta duración son penalizados.

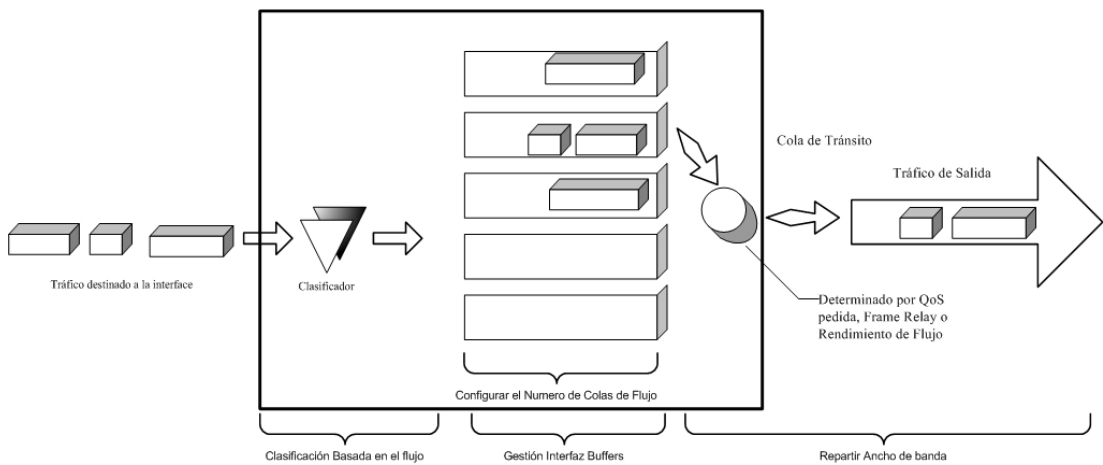


Gráfico 2-28 Ejemplo de Colas Equitativas Ponderadas

2.7.2.3 Tasa de Acceso Entregada

Committed Access Rate (CAR Inglés) esta basado en dos funcionalidades:

2.7.2.3.1 Clasificación de Paquetes

Permite distribuir el tráfico en diferentes niveles de prioridad o de “Clase de Servicio” y se lleva a cabo mediante diferentes políticas basadas en el tipo de acceso, la dirección IP del origen o destino, etc. Los paquetes se clasifican en función de su importancia o prioridad utilizando los bits de precedencia IP del campo “Tipo de Servicio” de la cabecera IP.

A cada clase le corresponde una determinada QoS, de modo que será necesario determinar para cada una de ellas la política de gestión de tráfico, la cual incluirá la gestión de congestión, la asignación de ancho de banda y los límites de retardo.

2.7.2.3.2 Limitación de paquetes

Función que limita la velocidad máxima de transferencia de tráfico transmitido o recibido por el interfaz de acceso a la red. Especifica la política de acción de tráfico a ejecutar según sea el tráfico conforme o exceda la tasa límite especificada. Al tráfico que entra dentro de los márgenes del servicio contratado se le deja pasar, mientras que el resto se descarta o se transmite con prioridad mas baja. Esta función se realiza en tres fases:

Equiparación de tráfico

Identificación del tráfico para limitar o fijar la tasa de transmisión y/o configurar la precedencia. Los criterios son:

- Todo el tráfico IP
- Precedencia IP
- Grupo de QoS
- Direcciones MAC

Medición de tráfico

En esta fase se determina si el tráfico es conforme o se excede la tasa de transmisión fijada en la fase anterior de *Equiparación de tráfico*. Para esto se basa en los parámetros de Profundidad del Cubo (token bucket size) y Tasa de testigos (Token bucket Rate).

Política de Acción

Una vez determinado si el tráfico es conforme o se excede la tasa de transmisión fijada se determina la acción. Si el tráfico es conforme se ejecuta la **acción de conformidad**, si se excede la tasa entonces se ejecuta la **acción de exceso**. Las acciones en cualquier caso son:

- **Transmitir** se transmite el paquete
- **Fijar la precedencia y transmitir** se establece los bits de precedencia y se

modifica la cabecera IP del paquete y se transmite

- **Descartar** se descarta el paquete
- **Continuar** se evalúa el límite siguiente en la lista de límites de las tasas de transmisión
- **Fijar la precedencia y continuar** se establece los bits de precedencia a un valor terminado y se evalúan los límites
- **Fijar el QoS y transmitir**
- **Fijar el Nivel de QoS y transmitir**

2.7.2.4 Descarte Aleatorio Anticipado

Random Early Detection (RED Inglés) Con este mecanismo se evita la congestión de la red sobre la base de controlar anticipadamente el tamaño de cola indicando a los sistemas finales cuando deben dejar de enviar paquetes.

Se establecen dos límites: límite normal y límite extendido. Cuando el tráfico excede el límite normal, RED empieza aleatoriamente a descartar paquetes e indica a la fuente del tráfico que disminuya y adapte su tasa de transmisión a la tasa que la red puede utilizar, retrasando así el tráfico hasta que todos los paquetes alcanzan su destino y se finaliza la congestión.

Si aun así, no se supera la congestión y el tráfico alcanza y excede el límite extendido, entonces se produce el descarte indiscriminado de paquetes.

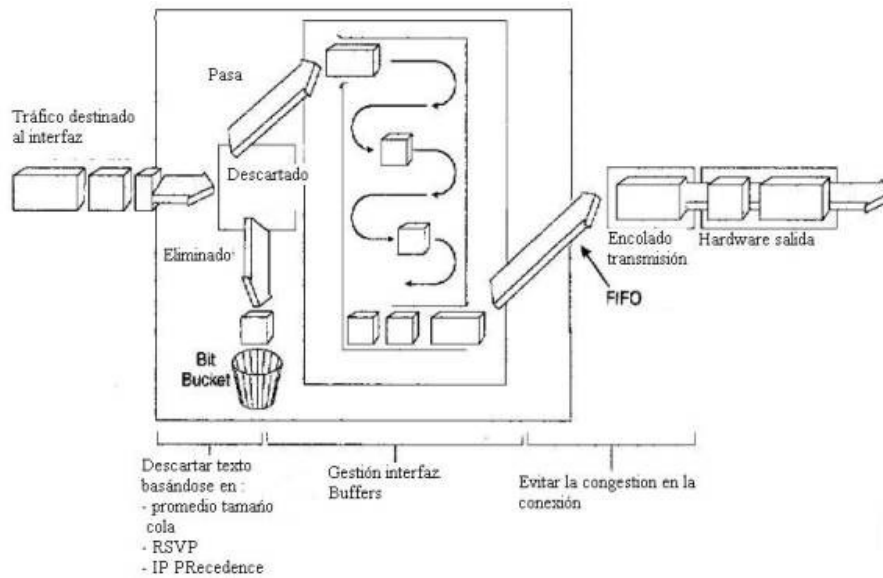


Gráfico 2-29 Ejemplo de Descarte Aleatorio Anticipado

2.7.3 Modelos de Calidad de Servicio

Dos modelos existen para las redes que tienen Calidad de Servicio de extremo-a-extremo en una red que no es conveniente para un servicio de *mejor esfuerzo*: IntServ y DiffServ

2.7.3.1 Modelo IntServ

IntServ usa un mecanismo explícito de señales desde aplicaciones hasta dispositivos de red. La aplicación requiere un nivel de servicio específico que incluye su ancho de banda y tiempo de demora. Después de que los dispositivos de red han confirmado

que ellos pueden cumplir con estos requerimientos, la aplicación asume que puede sólo enviar datos que requieren estos niveles de servicio.

Aplicaciones en un ambiente IntServ requieren el protocolo de reservación de recursos (RSVP Resource Reserve Protocol) para indicar sus requerimientos a los dispositivos de red. Los dispositivos, a su vez, mantienen el flujo de tráfico mediante la utilización de colas de priorización y políticas de tráfico. Los tipos de servicio que se ofrecen son:

- Tasa de Servicio Garantizada este servicio permite a las aplicaciones reservar anchos de banda para sus requerimientos, esto se da mediante Colas Equitativas Ponderadas (WFQ).
- Servicio de Carga Controlada que permite que las aplicaciones exijan retrasos bajos y alto rendimiento de velocidad, incluso en períodos de congestión. La red usa RSVP con RED Descarte Aleatorio Anticipado.

Pero como no todos los dispositivos de red poseen el protocolo RSVP, este modelo no es tan usado como el DiffServ

2.7.3.2 DiffServ

Una aplicación en un ambiente DiffServ explícitamente no envía señales a la red antes de enviar datos. A su vez, la red intenta asignar un nivel específico de servicio basado en indicador de Calidad de Servicio incluido en el encabezado IP de cada paquete. Los dispositivos de red, que se encuentran en las *fronteras* de la red, están

configurados para clasificar y marcar paquetes de acuerdo con el emisor, el destinatario o receptor y el tipo de tráfico. Con estos datos, los dispositivos entonces proveen de los recursos apropiados para la entrega. Por ejemplo los paquetes que contienen tráfico de voz son usualmente dados alta prioridad que la transferencia de datos debido a sus requerimientos especiales.

2.7.4 Herramientas para Calidad de Servicios

Cuando los paquetes, enviados por cualquier dispositivo, entran en la red son clasificados y marcados y esto es el fundamento de todas las herramientas de Calidad de Servicios, las cuales son:

- **Clasificación y Marcado** es el proceso en el cual los paquetes son analizados, clasificados en diferentes categorías, marcados con marcas o señales que otras herramientas pueden entender. Esto se hace en un punto llamado “Límite de Confianza”, estas marcas no pueden ser cambiadas en otros sitios de la red y el análisis del paquete no tendrá que ser repetido. La Clasificación se hace en cualquier capa del modelo OSI pero la marcación es exclusiva de las Capa 2 y 3
- **Políticas y Estructuración** Estas herramientas identifican tráfico que viola ciertas barreras de los acuerdos de nivel de servicio. Las herramientas de políticas desechan el exceso de tráfico o modifican el marcado de los paquetes. Las herramientas de estructuración almacenan el exceso de datos hasta que puedan ser enviadas, causando así una demora pero no un desecho de paquetes

- **Evitar la Congestión** Es una herramienta que monitorea las cargas de tráfico de la red por lo cual la congestión puede ser anticipada y evitada antes de que se vuelva problemática. Si no se usa esta herramienta y las colas de la interfaz se congestionan, los paquetes son desechados sin importar su contenido, así, si el paquete llega la fin de la cola este será desechado. Esta herramienta trabaja bien con tráfico TCP y realiza un análisis de paquetes que pueden ser desechados anticipadamente sin causar problemas.
- **Manejo de la Congestión** Esta herramienta maneja el origen de las colas, y controla la congestión cuando esta ocurre, por lo que si no hay congestión esta herramienta no se activa y los paquetes son enviados tan pronto como llegan. Existen dos procesos separados en este manejo: el encolado que separa el tráfico en colas o buffers, y la programación que decide cuando enviar en tráfico encolado.
- **Herramientas Específicas de Unión** Esta herramienta están disponibles en ambos extremos de una conexión Punto a Punto de una red WAN, para reducir el ancho de banda requerido o experimentar una demora en esa conexión. Esto puede incluir compresión de encabezados y fragmentación de conexiones.
- **Calidad de servicio Automática** es simplemente una manera automática de poner en práctica las mejores recomendaciones de configuraciones de Calidad de Servicios.

2.7.5 Voz sobre IP (VoIP) y Telefonía IP

Voz sobre IP es un término telefónico para definir un conjunto de instalaciones utilizadas para gestionar la entrega de voz de datos a través de la Red de Datos (Intranet o Internet). VoIP implica el envío de información de voz en forma digital en paquetes discretos en lugar del tradicional circuito de protocolos de la red telefónica pública conmutada (RTPC o PSTN Inglés). Una gran ventaja de la VoIP y la telefonía por Internet es que evita los costos cobrados por el servicio telefónico ordinario.⁹

La Voz Sobre IP proviene de un esfuerzo de un consorcio de grandes compañías proveedoras tales como Cisco, VocalTec, 3com y Netspeak, para promover el uso del protocolo H323, que se refiere al estándar de envío de voz y video sobre IP utilizando las redes de datos de Intranet o Internet. Además se usa el protocolo de tiempo real

RTP para ayudar a garantizar que los paquetes lleguen de una manera oportuna, El uso de las redes públicas debe estar garantizado por la Calidad de Servicios (Qos) de la red.

2.7.5.1 Transporte de Voz

En una red convergente en donde datos, video y voz pueden coexistir, transportar voz significa que la voz se vuelve una aplicaciones con transferencia de archivos en la red. Para esto se debe digitalizar las señales análogas de voz, empaclarlas en paquetes de datos IP y se los envía como cualquier otro paquete de datos.

⁹ <http://searchunifiedcommunications.techtarget.com>

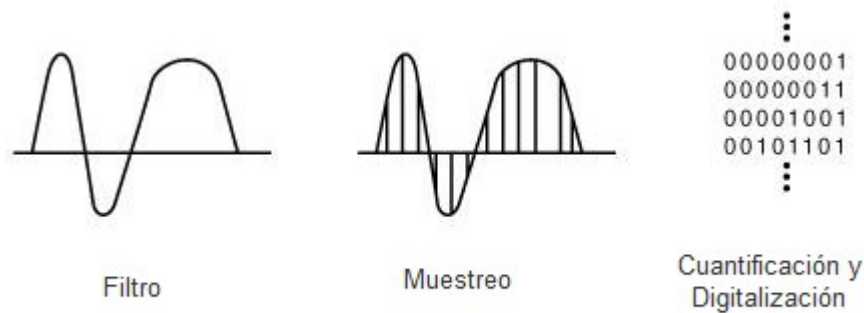


Gráfico 2-30 Digitalización de la Voz

Esta señal de voz es filtrada a continuación por un proceso de muestreo llamado modulación de amplitud de pulso (PAM), que utiliza la señal analógica original para cambiar la amplitud de una señal de pulso. La tasa a la que el muestreo se efectúa es determinada por el teorema de Nyquist, que establece que la tasa de muestreo debe ser de al menos el doble de la frecuencia más alta, por lo que será posible reconstruir la señal analógica a partir de la señal digital. Si se toman muy pocas muestras, no bastará la información para re-crear el audio original. Así, por la voz filtrada a 4000 Hz, el muestreo debe hacerse a 8000 Hz, o 8000 veces por segundo.

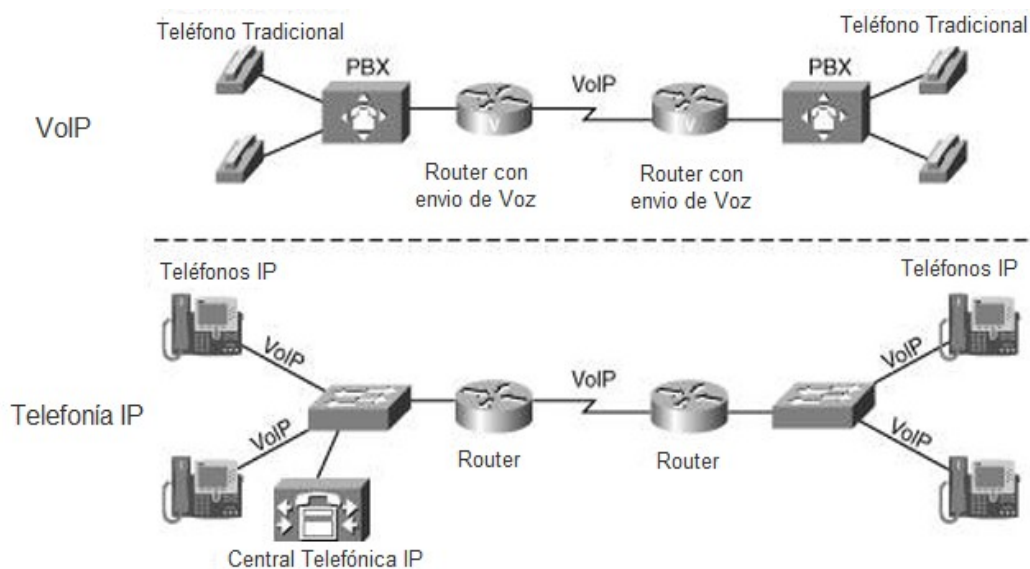
El uso de un código de modulación de pulso (PCM), cada una de estas muestras se cuantificadas, lo que significa que se le asigna un valor binario discreto y luego digitalizadas. Ocho bits se utilizan para cada muestra, lo que resulta en $2^8 = 256$ valores posibles.

Debido a que la señal analógica original se muestrea a 8000 veces por segundo y cada muestra es representada en 8 bits, la voz digitalizada mediante PCM será enviada a un ritmo de $8000 * 8 = 64000$ bits por segundo (bps), o 64 kilobits por segundo (kbps).

2.7.5.2 Empaquetado y Proceso de Llamadas

Estos procesos se los hace de dos maneras:

- Usando teléfonos tradicionales y una central telefónica PBX que digitaliza la voz, esta a su vez es conectada a routers con capacidad de envío de voz que empaquetan la voz. Esto resulta en que la voz es empacada dentro de paquetes IP o VoIP. Estos son llevados a través de la red de manera tradicional hasta otro router con capacidad de voz que desempaqueta la voz y la envía a una PBX con un teléfono tradicional.
- Usando teléfonos IP que empaquetan y digitalizan la voz, el proceso es previamente ejecutado por una central telefónica IP y el transporte se lo hace de la manera tradicional a través de la red hasta llegar a otros teléfonos IP que convierten los paquetes en voz analógica.



¹⁰ Cisco Systems Inc. Guía del Primer Año: CCNA 3 y 4

Gráfico 2-31 Empaquetado y Transporte de Voz en una red IP

Cuando se envía los paquetes de voz se utiliza el protocolo UDP que provee un servicio más eficiente con pocas demoras. Este protocolo junto con el protocolo RTP mencionado anteriormente garantizan que la voz llegará en el orden correcto y la demora estará dentro de los límites aceptables.

2.7.5.3 Componentes de VoIP

Cuando se implementa VoIP se debe tener teléfonos tradicionales, una Pbx, y un router con capacidad de voz, el cual se denomina Gateway de Voz el cual debe procesar la voz por hardware en vez de software. Se debe tener una red de datos robusta sin congestiones o fallas para que esta tecnología funcione.

Existen recomendaciones para esta infraestructura:

- Calidad de Servicios
- Topologías de Hubs centrales en las redes WAN con máximo 2 enlaces para garantizar el envío de la voz en términos aceptables.
- Redundancia
- Compresión de voz en el tráfico WAN para optimizar el ancho de banda.

2.7.5.4 Componentes de Telefonía IP

Los componentes para esta telefonía IP deben ser una infraestructura de red robusta, teléfonos IP, un dispositivo de procesamiento de llamadas, aplicaciones y un Gateway de voz hacia la red pública de telefonía conmutada.

Las recomendaciones para telefonía IP requieren las anteriormente mencionadas y:

- Los switches de acceso a la red deben definir dos redes virtuales (Vlans) separadas para datos y voz.
- Los switches de acceso deben proveer de la electricidad necesaria para que funcionen los dispositivos telefónicos
- Redundancia y recursos distribuidos deben ser instalados para que, en el caso de falla de la WAN, la red de voz este disponible.

2.7.5.5 Compresión de voz

Esta compresión reduce el tamaño de la carga de voz mientras mantiene la calidad a niveles aceptables. Como un resultado se ha obtenido un estándar de codificación/descodificación y compresión que se los conoce como Códecs que fueron desarrollados por la Unión Internacional de Telecomunicaciones . Todo estos códecs fueron calificados por una amplia mayoría de gente con lo que se obtuvo una calificación promedio (máximo 5):

Tabla 2-3 Codecs de Compresión para Transmisión de Voz sobre IP

Codec Standard	Ancho de banda (Kbps)	Calificación
G.711	64	4.1
G.723	6.3 / 5.3	3.9 / 3.65
G.726	16 / 24 / 32	3.85
G.728	16	3.61
G.729	8	3.92

En general el códec recomendado es el G.729 debido a su combinación de ancho de banda y calificación. Existen dos variaciones del G729: el G729a es una variante compleja con una calidad de voz un poco baja, G729b tiene mas características que la variante a con un nivel de calidad de voz aceptable.

2.7.6 Requerimientos de Calidad de Servicio para Datos, Voz y Video

Son tres requerimientos fundamentales que deben ser cumplidos:

- La demora de un solo sentido no debe exceder los 150 milisegundos
- La fluctuación no debe ser mayor de 30 milisegundos
- No mas del 1% de paquetes deben considerarse como perdidos

Debe notarse que cuando se trata de voz se requiere 150 bps para enviar los paquetes que no deben incluir los datos extras cargados en la capa 2 dependiendo de los protocolos usados.

CAPITULO III

3 MODELO ACTUAL Y PROPUESTO DE LA RED

3.1 Diseño actual de la Red

3.1.1 Antecedentes e Historia

En el año 2003 la Ilustre Municipalidad de Ambato consiguió a través de la organización ARD 3D, fondos de la USAID que fueron destinados a la modernización y reingeniería de la Municipalidad. Parte de estos fondos se los utilizó para instalar la red de cableado estructurado en el Edificio Principal de la Ilustre Municipalidad de Ambato, esta instalación fue realizada por las empresas Full Data y Martel. Los trabajos realizados fueron:

- Cableado Estructurado categoría 5E para datos
- Cableado Estructurado categoría 5E para voz
- Armarios de Distribución

- Estructura vertical de datos y voz (Backbone)
- Antenas de comunicación para 5 edificios y un sitio central de comunicaciones
- Switches de comunicaciones

Todo esto permitió conectar en red a todo los equipos con servidores de última generación y contar con sistemas centralizados para el manejo de información. El Sistema de Cableado Estructurado instalado en el Edificio Matriz del Ilustre Municipio de Ambato consta de 3 enlaces en cableado vertical o backbone y 361 salidas de telecomunicaciones. Todos los enlaces: de la planta baja, del segundo piso y tercer piso se conectan al Departamento de Sistemas ubicado en el primer piso por medio de Fibra Óptica multimodo de 6 hilos.

3.1.2 Cableado Estructurado

3.1.2.1 Cableado Horizontal

Todo el tendido de cableado para el Edificio Matriz del Ilustre Municipio de Ambato fue realizado con cable UTP categoría 5E marca Belden código 1583A , cuyas características generales son las siguientes:

- El cable UTP Categoría 5E está constituido por 8 conductores sólidos, calibre 24 AWG con aislamiento termoplástico. Los conductores están trenzados de dos en dos formando cuatro pares encapsulados en una chaqueta exterior de polietileno

color gris o azul.

- La impedancia característica del cable es de 100 ohmios \pm 15% en un rango de frecuencia de 1 MHz hasta la máxima frecuencia requerida en el diseño presentado como parte de las bases del presente proyecto.
- El diámetro externo es de aproximadamente 5 mm.
- Para las terminaciones se utilizó el estándar ANSI/TIA/EIA - T568 A

3.1.2.2 Cableado Vertical (Backbone)

El cableado vertical o Backbone tiene como función principal la interconexión entre los armarios de distribución primarios, intermedios e Infraestructura de Entrada de un sistema de cableado estructurado. El Backbone ascendente incluye el cable, las cross-conexiones principal e intermedia, los equipos de terminación mecánica y los cables de enlace patch cords o jumpers utilizados para realizar la conexión cruzada entre los Backbone o cableados centrales existentes.

Para el cableado vertical se utiliza fibra óptica, la cual tiene como ventajas indiscutibles:

- Alta velocidad al navegar por internet y para la transmisión de datos (hasta 500 Mhz de acuerdo a las distancias).

- Inmunidad al ruido, interferencia y humedad. Puede pasar el cable de fibra al lado de conductores que transporten grandes cantidades de energía.
- No pierde luz, por lo que la transmisión es segura y no puede ser perturbada.
- Carencia de señales eléctricas en la fibra, por lo que no pueden dar sacudidas ni otros peligros. Es conveniente por lo tanto para trabajar en ambientes proclives a las explosiones.
- Reducidas dimensiones y peso, capaz de llevar un gran número de señales
- Fácil de instalar.
- Gran Ancho de Banda.
- Compatibilidad con la tecnología digital.
- Mayor capacidad de transmisión.
- La fibra es una tecnología, probada, sencilla, estandarizada y de altísima confiabilidad.

La fibra óptica utilizada es del tipo multimodo de 6 hilos es apta para interiores, armada con diámetro 62/125 μm lo que facilita la administración de la red instalada y permite la transmisión de datos a una velocidad de 100 Mbps (en distancias de hasta

2 Km.). En cada uno de los enlaces se han conectado los hilos utilizando conectores ST, dejando un back up para aplicaciones futuras.

Para el enrutamiento del cableado vertical se utilizó tubería EMT y canaleta plástica decorativa con una curvatura mínima de radio no menor a 10 veces el radio de la fibra. Por este camino se llevó el cable de fibra óptica hacia los diferentes clósets de telecomunicaciones, protegiéndola y evitando que se dañe.

3.1.2.3 Cableado estructurado de Datos

El cableado estructurado para datos está compuesto de cable de categoría 5E que permite la comunicación de los equipos a la estructura vertical de datos ¹¹. Este cableado estructurado posee puntos de red en cada piso según se detalla a continuación:

- Planta Baja 65 puntos de red

- Primer Piso 67 puntos de red

- Segundo Piso 99 puntos de red

- Tercer Piso 30 puntos de red

- **Total 261 puntos de red para datos**

¹¹ Detallado en el Gráfico 3-34 Estructura del Backbone del Edificio Principal del I. Municipio de Ambato

Todos los puntos están conectados a los armarios de distribución principales e intermedios a través de switches y trancivers de fibra óptica.



Gráfico 3-32 Cableado Estructurado Canaletas Principales



Gráfico 3-33 Cableado Estructurado Ejemplo de Placas, Conexiones de Red, Eléctricas y Telefónicas

3.1.2.4 Cableado Estructurado de Voz

El cableado estructurado de datos está conectado a la central telefónica ubicada en el segundo piso mediante cable de categoría 5E. El detalle de los puntos de voz de cada piso esta detallado así:

- Planta Baja 16 puntos de voz
- Primer Piso 44 puntos de voz
- Segundo Piso 27 puntos de voz

- Tercer Piso 13 puntos de voz
- Total 100 puntos de voz para comunicaciones

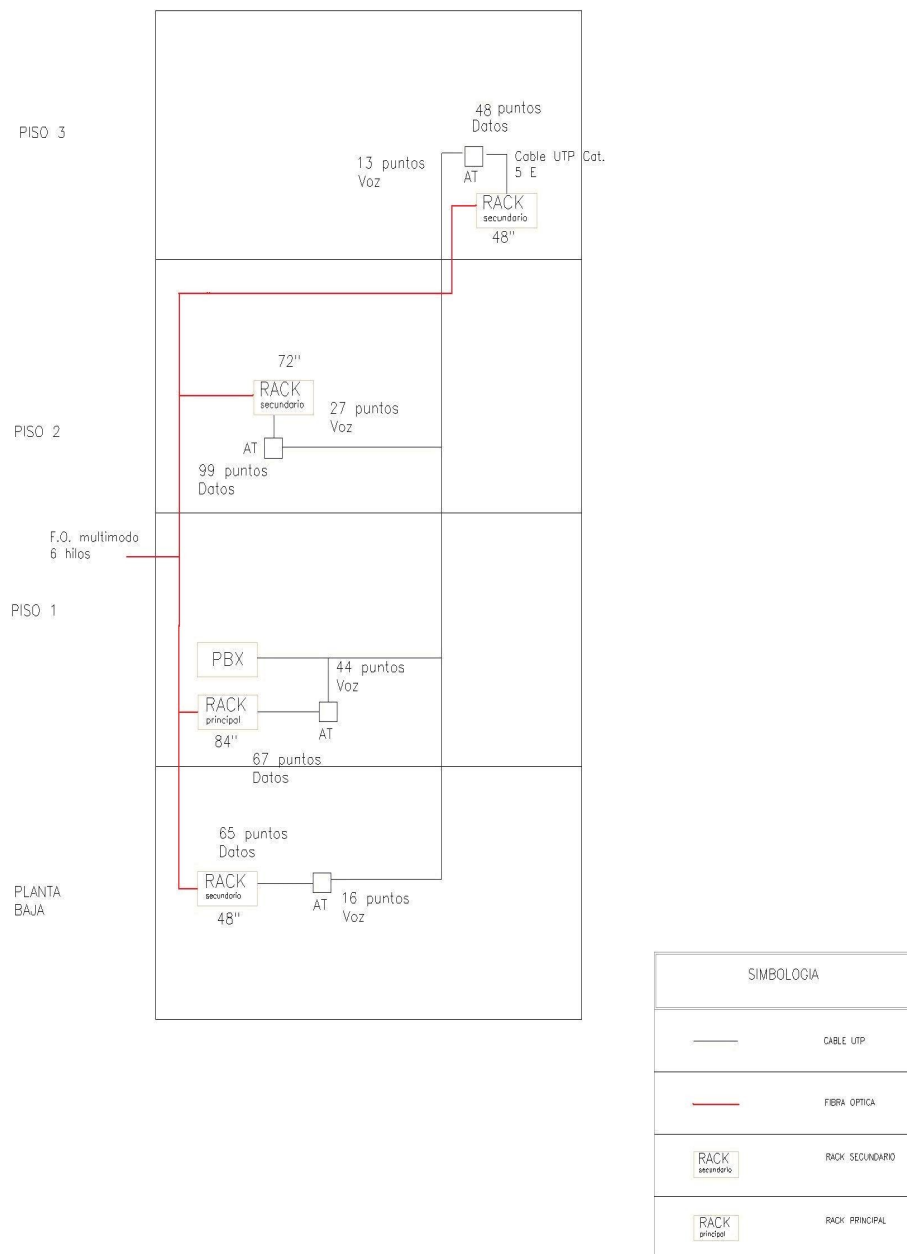


Gráfico 3-34 Estructura del Backbone del Edificio Principal del I. Municipio de Ambato

3.1.2.5 Armarios de Distribución

Dentro del Edificio Principal de la Municipalidad de Ambato existen 4 armarios de distribución, 1 Armario de distribución Principal y 3 Armarios de Distribución Intermedios, estos se encuentran ubicados en los 4 pisos en sitios estratégicos.

3.1.2.5.1 Armario de Distribución Principal

Se encuentra ubicado en el Departamento de informática, debido a que éste es el encargado de administrar y controlar el flujo de información¹². Allí se instaló:

- Switch Administrable 24 puertos en cobre 10/100 Mbps D-Link 3226, el cual se interconecta con el Switch de Fibra Óptica.
- Switch No Administrable 24 puertos en cobre 10/100 Mbps y 2 puertos en fibra óptica con módulo SC (los cuales sirven de enlace con los diferentes armarios de telecomunicaciones existentes), marca D-Link DES-1024R+ que maneja el Backbone de la red
- Switch No Administrable 24 puertos en cobre 10/100 Mbps D-Link DES-1024D que maneja la red de cableado estructurado en la Primera planta alta.
- Switch Administrable Cisco 2960 de 24 puertos para cableado estructurado de la primera planta alta

¹² Ver Anexo 3 Fotos del Armario Principal de Distribución – informática Primer Piso

- Convertidor de Medio de Cobre a Fibra Óptica 10/100 Base-Tx a 100 Base-Fx, con puerto SC, D-Link DMC-300M que permite la interconexión entre la red principal y la red local.
- Central telefónica, la cual fue reubicada y al mismo tiempo se hizo la asignación de las extensiones correspondientes.

Por lo anteriormente expuesto el Armario de Distribución Principal del Departamento de Informática es el centro de la conexión en estrella existen en el Municipio.

Tiene los siguientes puntos de red y voz instalados:

○ Puntos de Red : 67 puntos de datos

58 puntos ocupados (87 %)

○ Puntos de Voz : 44 puntos de voz

21 puntos ocupados (48 %)

En los otros pisos del Edificio Municipal los Switchs con módulos de fibra óptica permiten incluir todos los puntos de datos en la red global de cableado estructurado instalada en la Municipalidad.

Armario de Distribución Principal - Informática

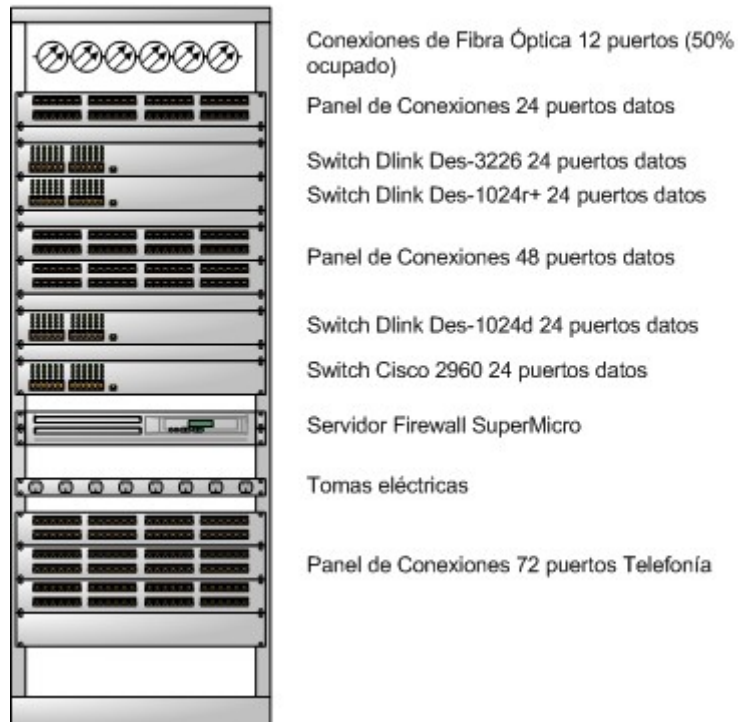


Gráfico 3-35 Armario de Distribución Principal – Departamento de Informática

3.1.2.5.2 Armarios de Distribución Intermedios

De acuerdo a la memoria de instalación se instalaron equipos activos, los cuales darán el soporte necesario para las redes creadas en dicho lugares por un período aproximado de 5 años (a partir del año 2004) y que son 100% compatibles¹³. Estos armarios son:

- Planta Baja - Tesorería
 - Switch No Administrable 24 puertos en cobre 10/100 Mbps y 2 puertos en fibra óptica con módulo SC D-Link DES-1024R+

¹³ Ver Anexo 3 Fotos de Armario Principal e Intermedios de la Ilustre Municipalidad de Ambato

- Dos Switch No Administrable 24 puertos en cobre 10/100 Mbps D-Link DES-1024D

- Un Convertidor de Medio de Cobre a Fibra Óptica 10/100 Base-Tx a 100 Base-Fx, con puerto SC, D-Link DMC-300M.

- Puntos de Red : 65 puntos de datos

35 puntos ocupados (54 %)

- Puntos de Voz : 16 puntos de voz

15 Puntos ocupados (93 %)

Armario de Distribución Intermedio – Tesorería

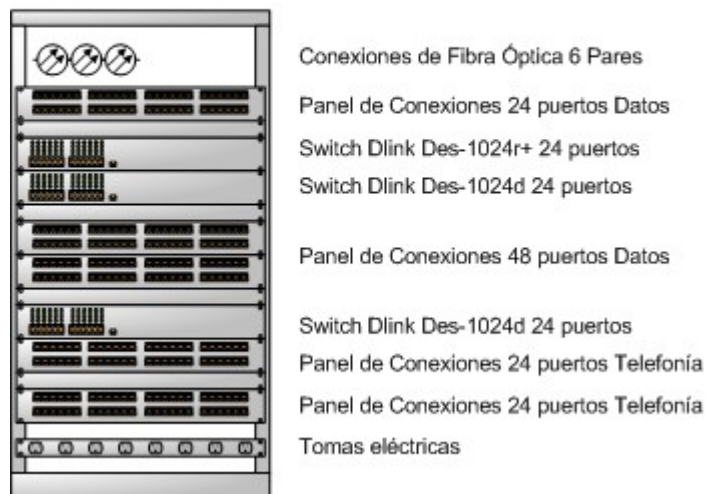


Gráfico 3-36 Armario de Distribución Intermedio – Departamento de Tesorería

- Segundo Piso - Contabilidad

- Switch No Administrable 24 puertos en cobre 10/100 Mbps y 2 puertos en fibra óptica con módulo SC D-Link DES-1024R*

- Cuatro Switches No Administrable 24 puertos en cobre 10/100 Mbps D-Link DES-1024D

- Un Convertidor de Medio de Cobre a Fibra Óptica 10/100 Base-Tx a 100 Base-Fx, con puerto SC, D-Link DMC-300M.

- Puntos de Red : 99 puntos de datos

83 puntos ocupados (84 %)

- Puntos de Voz : 27 puntos de voz

16 Puntos ocupados (59 %)

Armario de Distribución Intermedio - Contabilidad

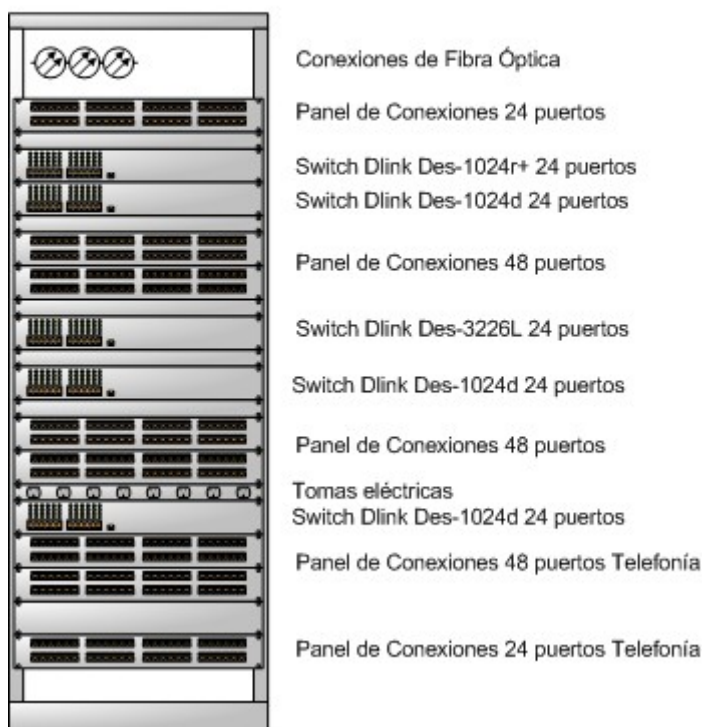


Gráfico 3-37 Armario de Distribución Intermedio – Departamento de Contabilidad

- Tercer Piso - Obras Públicas
 - Switch No Administrable 24 puertos en cobre 10/100 Mbps y 2 puertos en fibra óptica con módulo SC D-Link DES-1024R+
 - Switch No Administrable 24 puertos en cobre 10/100 Mbps D-Link DES-1024D
 - Convertidor de Medio de Cobre a Fibra Óptica 10/100 Base-Tx a 100 Base-Fx, con puerto SC, D-Link DMC-300M.

- Puntos de Red : 48 puntos de datos

32 puntos ocupados (67 %)

- Puntos de Voz : 13 puntos de voz

6 Puntos ocupados (46 %)

Armario de Distribución Intermedio – Obras Públicas

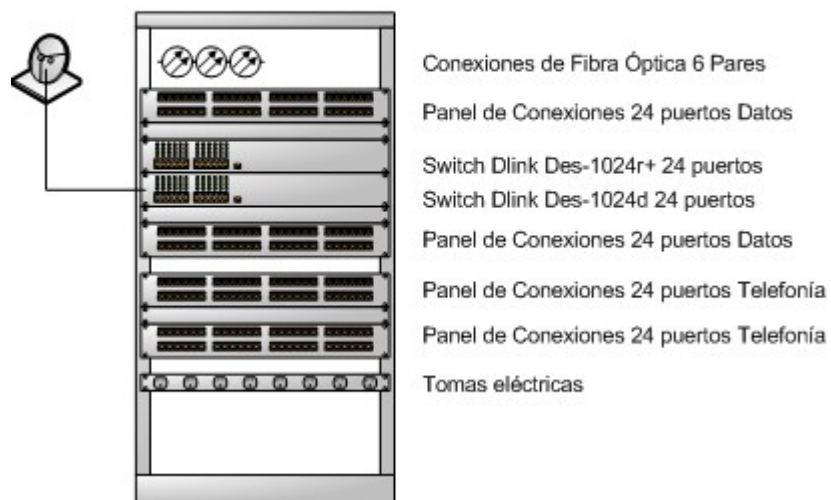


Gráfico 3-38 Armario de Distribución Intermedio – Departamento de Obras Públicas

El diseño y equipamiento de los armarios de telecomunicaciones fue realizado de acuerdo a las especificaciones indicadas en el estándar ANSI/EIA/TIA-569.

3.1.3 Antenas de Comunicación de la Red Metropolitana de la Ilustre Municipalidad de Ambato

Para la comunicación de la Red Metropolitana se utilizaron antenas de transmisión inalámbricas¹⁴, estas antenas son:

- Edificio Principal de la Ilustre Municipalidad de Ambato
 - Antena Trango Fox SU
 - IP 10.10.0.10
- Camal Municipal
 - Antena Trango Fox OR500
 - IP 10.10.1.10
- Mercado Mayorista
 - Antena Trango Fox SU
 - IP 10.10.2.1
- Hospital Pediátrico
 - Antena Trango Fox SU

¹⁴ Ver Gráfico 3-41 Red Metropolitana de la Ilustre Municipalidad de Ambato

- IP 10.10.4.1
- Punto de Conexión
- Antena Ubiquity Hyperlink Grilla 27dB
- IP 10.10.4.11
- Edificio de las Comisarias
 - Antena Trango Fox SU
 - IP 10.10.5.1
- Edificio Primera Imprenta
 - Antena Trango Fox SU
 - IP 10.10.6.1
- Colina Macasto
 - Punto de Conexión
 - Antena Trango Fox OR500
 - IP 10.10.7.2
 - IP 10.10.7.3

- Unidad de Tránsito y Transporte
 - Antena Trango Fox Su
 - IP 10.10.8.1

- Cerro Nitón
 - Punto de Conexión
 - Antena Ubiquiti Hyperlink Grilla 27dB
 - IP 10.10.4.12

- Bodegas
 - Antena Ubiquiti Hyperlink Grilla 27dB
 - IP 10.10.4.13

- Taller de Higiene
 - Antena Ubiquiti Hyperlink Grilla 27dB
 - IP 10.10.4.14

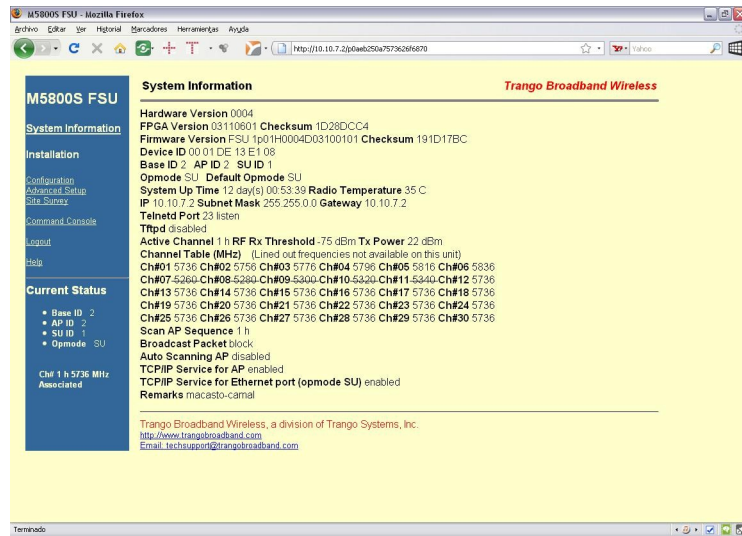


Gráfico 3-39 Pantalla Principal de la Antena del Punto Central de Macasto

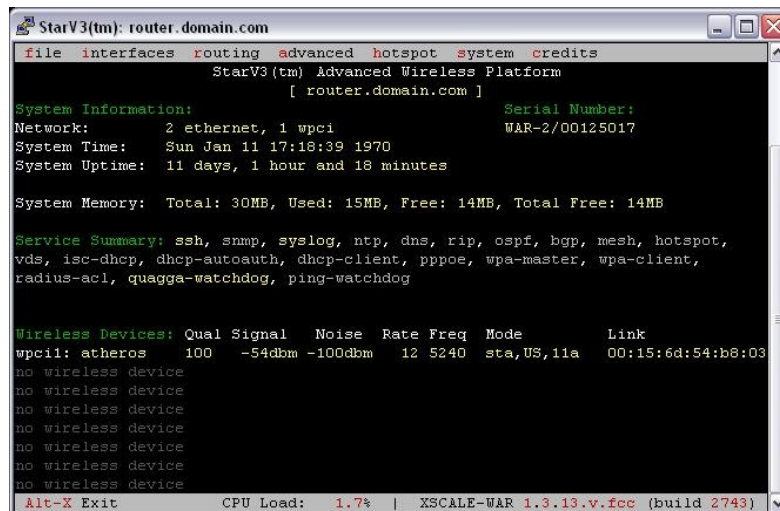


Gráfico 3-40 Menú Principal de la Antena del Hospital Municipal

3.1.4 Servidores

En la Ilustre Municipalidad de Ambato existen 8 servidores funcionando para las distintas aplicaciones de Red. Estos servidores tienen Sistemas Operativos que soportan una gran cantidad de operaciones, sus características son:

Tabla 3-4 Servidor de Base de Datos

Características	Descripción
Marca	HP
Modelo	DL380G5 Quad-Core
Memoria	
RAM	4 Gigabytes
Disco Duro	144 GB en array
Sistema Operativo	Linux Red Hat 4
Servicios	Base de Datos
Aplicaciones	Oracle 10g

Tabla 3-5 Servidor de Correo Electrónico

Características	Descripción
Marca	Intel
Modelo	Hudson ¹⁵
Memoria	
RAM	1 Gigabyte
Disco Duro	20 GB 20 GB

¹⁵ Continúa en la siguiente página

Características	Descripción
Sistema Operativo	Linux Red Hat 2.4
Servicios	Correo Electrónico
Aplicaciones	Lotus Notes 6.5

Tabla 3-6 Servidor de Antivirus

Características	Descripción
Marca	Intel
Modelo	Hudson
Memoria	
RAM	1 Gigabyte
Disco Duro	20 GB
Sistema Operativo	Windows 2000
Servicios	Antivirus
Aplicaciones	Mcafee Antivirus versión 8.5 Mcafee Malware 2.0

Tabla 3-7 Servidor de Mapas

Características	Descripción
Marca	HP
Modelo	ML530
Memoria	
RAM	2 Gigabytes ¹⁶
Disco Duro	72 GB 72 GB 72 GB

¹⁶ Continúa en la siguiente página...

Características	Descripción
Sistema Operativo	Linux Red Hat 2.4
Servicios	Mapas
Aplicaciones	ARC GIS 8.3

Tabla 3-8 Servidor de Dominio Principal

Características	Descripción
Marca	HP
Modelo	ML570
Memoria	
RAM	2 Gigabytes
Disco Duro	72 GB 72 GB 72 GB
Sistema Operativo	Windows 2003
Servicios	Controlador de Dominio Principal
Aplicaciones	Cabildo (Manejo de predios y tesorería) DocFlow (Seguimiento de Trámites) VIF (Compras e Inventarios de Bodega)

Tabla 3-9 Servidor de Aplicaciones Financieras

Características	Descripción
Marca	HP
Modelo	ML350
Memoria	
RAM	2 Gigabytes
Disco Duro	72 GB 144 GB
Sistema Operativo	Windows 2003
Servicios	Financieros Controlador de Dominio
Aplicaciones	SIGEF (Sistema de Información Financiera del Estado) Oracle 9.0

Tabla 3-10 Servidor de Firewall e Internet

Características	Descripción
Marca	HighTelecom
Modelo	SuperMicro
Memoria	
RAM	2 Gigabytes
Disco Duro	160 Gigabytes
Sistema Operativo	Linux
Servicios	Firewall Spam Web Server
Aplicaciones	HT Firewall HT Spam HT Web Server

Existe un servidor externo de respaldo y soporte en la Unidad de Tránsito y Transporte

Tabla 3-11 Servidor de Respaldo de la Unidad de Tránsito y Transporte

Características	Descripción
Marca	HP
Modelo	ML350
Memoria	
RAM	2 Gigabytes
Disco Duro	72 GB 144 GB
Sistema Operativo	Windows 2003
Servicios	Respaldo Externo y Soporte Controlador de Dominio
Aplicaciones	Sistema de Tránsito y Transporte Oracle 9.0

Se ha distribuido las aplicaciones entre todos los servidores para evitar concentraciones y cuellos de botella con los usuarios finales.

3.1.5 Estaciones de Trabajo

3.1.5.1 Área de Trabajo

Los componentes de este subsistema se extienden desde la terminación del cableado horizontal en la salida de telecomunicaciones, hasta el equipo en el cual se está corriendo la aplicación de voz / datos. El equipo puede constar de cualquier conjunto de dispositivos incluyendo, más no limitándose, a teléfonos, computadores y terminales de datos.

Para la instalación física de las salidas en los respectivos puestos de trabajo del Edificio Central de la Ilustre Municipalidad de Ambato se utilizó:

- caja JBX de 40mm. que facilitan el tener curvaturas del cable UTP iguales o mayores al exigido por la norma con el fin de no maltratar al cable
- Jacks Categoría 5 E, que permite conectar o desconectar fácilmente cualquier equipo y que cumple con todos los requisitos exigidos por la norma
- Face plate simples, dobles y cuádruples
- Tramos de canaleta plástica compartida de varias medidas según el caso.

Todo esto se instaló para conectar las estaciones de trabajo en cada dependencia.

3.1.5.2 Tipos de Estaciones de Trabajo

En cuanto a las estaciones de trabajo, existen variados modelos de estaciones de trabajo que varían desde computadores Pentium 1 hasta Pentium Centrino Dual 2 Core. A continuación se detalla el inventario de las estaciones y características comunes:

Tabla 3-12 Inventario de Estaciones de Trabajo en la Ilustre Municipalidad de Ambato¹⁷

¹⁷ Continúa en la Siguiete página

Marca	Cantidad	Características	
Acer	1	Procesador	Pentium II
		Velocidad	200 Mhz.
		RAM	128 Mb.
		Disco Duro	40 Gb.
Clon	7	Procesador	Pentium IV
		Velocidad	2.8 Ghz.
		RAM	256 Mb.
		Disco Duro	80 Mb.
Compaq	1	Procesador	Pentium I
		Velocidad	100 Mhz.
		RAM	32 Mb.
		Disco Duro	16 Gb.
DTK	1	Procesador	Pentium III
		Velocidad	300 Mhz
		RAM	64 Mb.
		Disco Duro	40 Gb.
Fujitsu/Siemens	79	Procesador	AMD
		Velocidad	1.6 Ghz
		RAM	256 MB
		Disco Duro	80 Gb.
Hp	175	Procesador	Pentium IV HT Core 2 Duo
		Velocidad	> 1.6 Mhz
		RAM	> 512 Mb.
		Disco Duro	> 80 Gb.

Marca	Cantidad	Características	
IBM	3	Procesador	Pentium III
		Velocidad	300 Mhz.
		RAM	128 Mb.
		Disco Duro	60 Gb.
Intelcomp	30	Procesador	Pentium III
		Velocidad	300 Mhz.
		RAM	128 Mb.
		Disco Duro	20 Gb
Interplus	1	Procesador	Pentium IV
		Velocidad	1.6 Ghz
		RAM	256 Mb.
		Disco Duro	80 Gb.
Qbex	13	Procesador	Pentium III
		Velocidad	800 Mhz.
		RAM	256 Mb.
		Disco Duro	20 Gb.
Total		311	

3.1.5.3 Estaciones de Trabajo de la Red Local

Las Estaciones de Trabajo de la Red Local comprenden los equipos que están en funcionamiento en el Edificio Principal, aquí se describen sólo los equipos relacionados con conexiones a la Red de Datos, se han excluido monitores, teclados u otros que no tienen relación directa con la red antes mencionada.

Tabla 3-13 Estaciones de Trabajo del Edificio Principal de la Ilustre Municipalidad de Ambato¹⁸

Dirección	Sección	Marca Del Equipo	Total
Administración Financiera	Contabilidad	Fujitsu/Siemens	6
		Hp	4
	Dirección Financiera	Fujitsu/Siemens	1
		Hp	2
	Presupuesto	Hp	3
		Interplus	1
	Rentas	Hp	13
		Qbex	1
	Tesorería De Coactivas	Fujitsu/Siemens	1
	Tesorería	Fujitsu/Siemens	10

¹⁸ Continúa en la Siguiete página

Dirección	Sección	Marca Del Equipo	Total
Administración General	Alcaldía	Hp	5
	Archivo	Fujitsu/Siemens	7
	Asesoría Jurídica	Fujitsu/Siemens	4
		Hp	6
	Auditoria	Fujitsu/Siemens	2
		Hp	2
	Comunicación Institucional	Fujitsu/Siemens	1
		Hp	2
	Dirección Administrativa	Fujitsu/Siemens	2
		Hp	5
		Intelcomp	1
	Informática	Hp	8
	Plan Estratégico	Fujitsu/Siemens	1
		Hp	2
Intelcomp		1	
Proveeduría	Hp	4	
Recursos Humanos	Fujitsu/Siemens	2	
	Hp	6	
Sala De Comisiones	Hp	2	
Secretaria	Fujitsu/Siemens	2	
	Clon	1	
	Hp	4	
Vicealcaldía	Fujitsu/Siemens	1	
Avalúos y Catastros	Cartografía	Hp	5
	Catastro Económico	Hp	9
		Qbex	1
Dirección Avalúos	Hp	6	

Dirección	Sección	Marca Del Equipo	Total
Obras Publicas	Dirección Obras Públicas Municipales	Fujitsu/Siemens	2
		Hp	2
		Intelcomp	3
	Fiscalización Construcciones	Fujitsu/Siemens	1
		Hp	3
		Intelcomp	1
	Fiscalización Vías	Fujitsu/Siemens	1
		Hp	2
	Laboratorio Suelos	Hp	1
	Obras Civiles Costos	Fujitsu/Siemens ¹⁹	2
		Hp	2
	Parroquias	Fujitsu/Siemens	1
Hp		1	
Otros Servicios Sociales	Patronato Municipal	Fujitsu/Siemens	1
		Qbex	1
Planificación Urbana O Rural	Control Urbano	Fujitsu/Siemens	4
		Hp	1
	Dirección Planificación	Fujitsu/Siemens	2
		Hp	4
	Plan De Desarrollo	Fujitsu/Siemens	4
Hp		4	
Programas y Proyectos	Hp	1	
Subtotal			178

3.1.5.4 Impresoras en red

¹⁹ Continúa en la Siguiente página

Las Impresoras en Red Local comprenden las impresoras conectadas directamente a la red que están trabajando en el Edificio Principal de la Ilustre Municipalidad de Ambato.

Tabla 3-14 Impresoras en Red de la Ilustre Municipalidad de Ambato

Piso	Departamento	Marca	Nombre de la impresora	Total
1	Archivo	Hp	Business inkjet 2230	1
	Proveeduría	Hp	Laserjet 1320	1
	Tesorería	Hp	Laserjet 1320 n	1
2	Auditoría	Hp	Laserjet 1320 n	1
	Comunicación institucional	Hp	Laserjet 1320 n	1
	Dirección administrativa	Epson	Dfx-8500	1
		Hp	Laserjet4200 tn	1
	Informática	Epson	Dfx-8500	1
		Hp	Color laser jet 5500 dn Laserjet4200 tn	1 1
	Recursos humanos	Hp	Laserjet4200 tn	1

Piso	Departamento	Marca	Nombre de la impresora	Total
3	Asesoría jurídica	Hp	Laserjet 2300	1
	Catastro físico	Hp	Laserjet 1320 n	1
	Contabilidad	Hp	Laserjet 2420 dn	1
	Dirección avalúos	Hp	Business inkjet 2230	1
			Laserjet4200 tn	1
	Dirección financiera	Epson	Dfx-8500	1
	Dirección planificación	Hp	Laserjet4200 tn	1
	Planificación	Hp	Business inkjet 2230	1
	Presupuesto programas	Hp	Business inkjet 2230	1
Rentas	Hp	Laserjet4200 tn	1	
4	Plan de desarrollo	Hp	Laserjet 1320 n	1
	Obras publicas	Hp	Laserjet 4200	1
Total				23

3.1.5.5 Planos con la ubicación de las estaciones de trabajo en el Edificio Principal de la Ilustre Municipalidad de Ambato

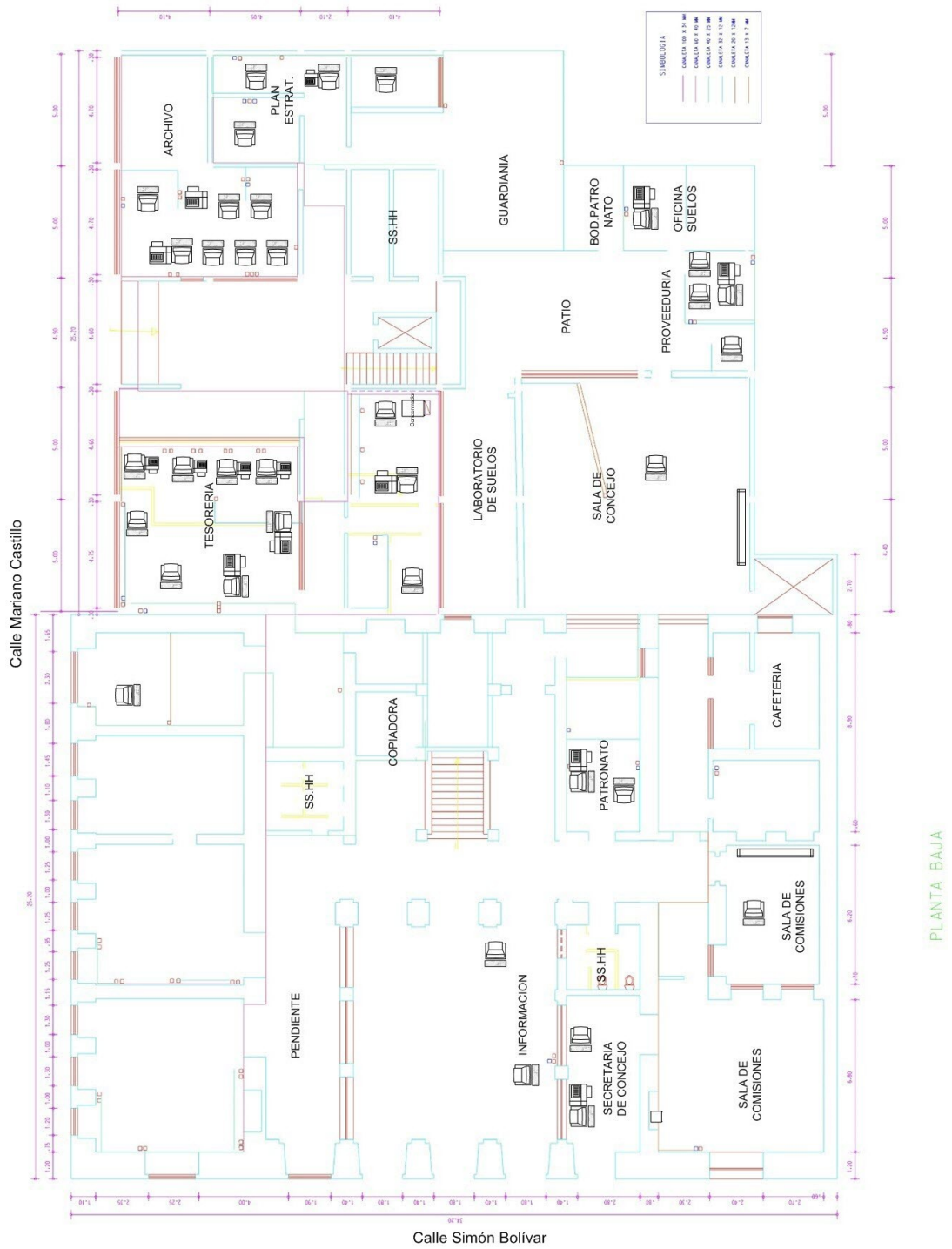


Gráfico 3-42 Distribución de Computadoras Planta Baja Edificio Principal



Gráfico 3-43 Distribución de Computadoras Primer Piso Edificio Principal

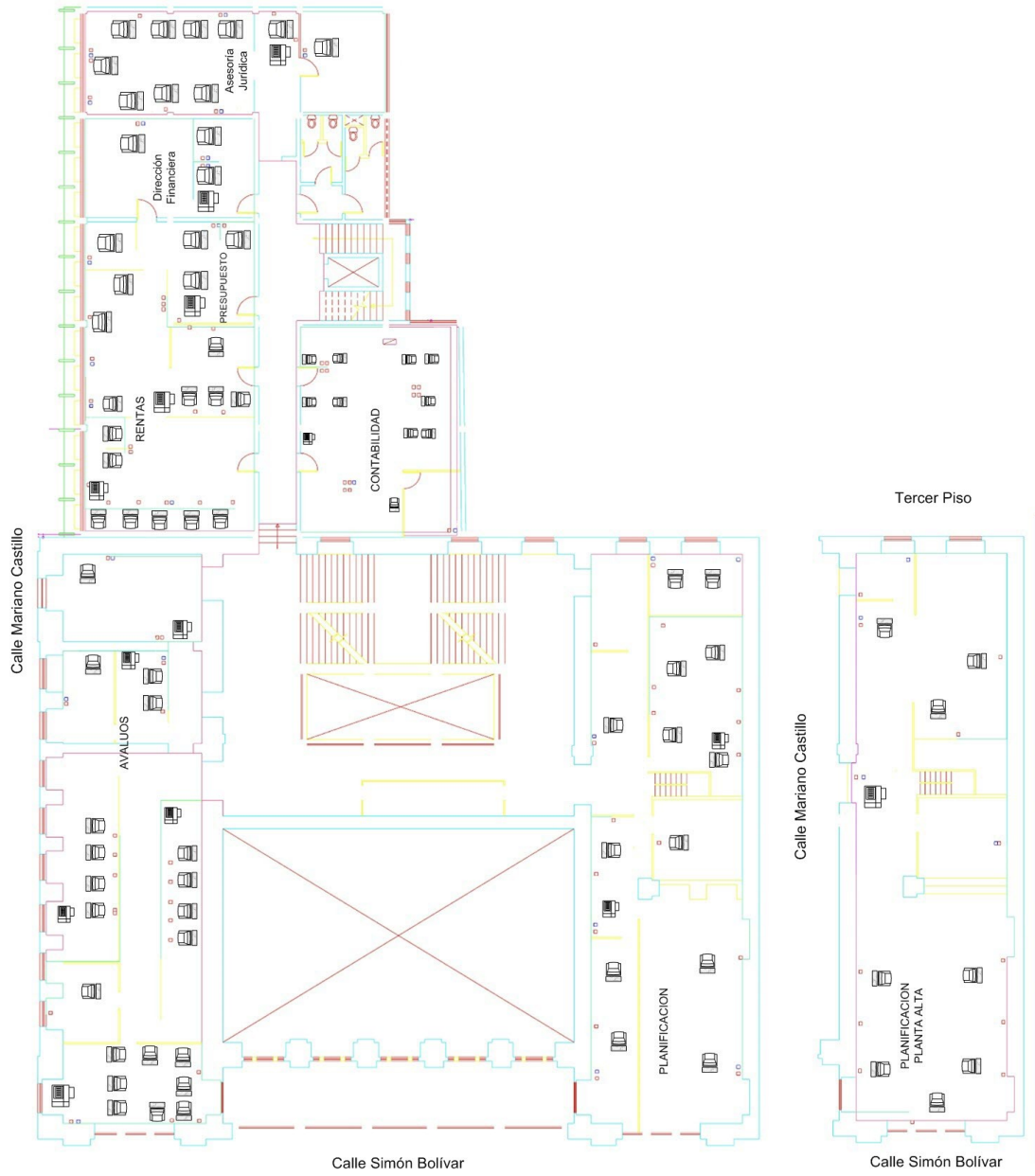


Gráfico 3-44 Distribución de Computadoras Segundo Piso Edificio Principal



Gráfico 3-45 Distribución de Computadoras Tercer Piso Edificio Principal

3.1.5.6 Estaciones de Trabajo de la Red Metropolitana

La red metropolitana se compone de una red de edificios conectados mediante antenas y enlaces. Estos son:

3.1.5.6.1 Bodega

Tabla 3-15 Equipos del Edificio Bodega Municipal

Sección	Marca Del Equipo	Total
Bodega	Clon ²⁰	1
	Fujitsu/Siemens	1
	Hp	2
Subtotal		4

Estos equipos están conectados con un Switch no administrable de 24 puertos

3.1.5.6.2 Talleres de Obras Públicas

Tabla 3-16 Equipos de los Talleres de Obras Públicas

Sección	Marca del Equipo	Total
Talleres Obras Publicas	Fujitsu/Siemens	1
Subtotal		1

3.1.5.6.3 Planos con la ubicación de las estaciones de trabajo en el Edificio de

²⁰ Equipo no esta en funcionamiento

Bodega

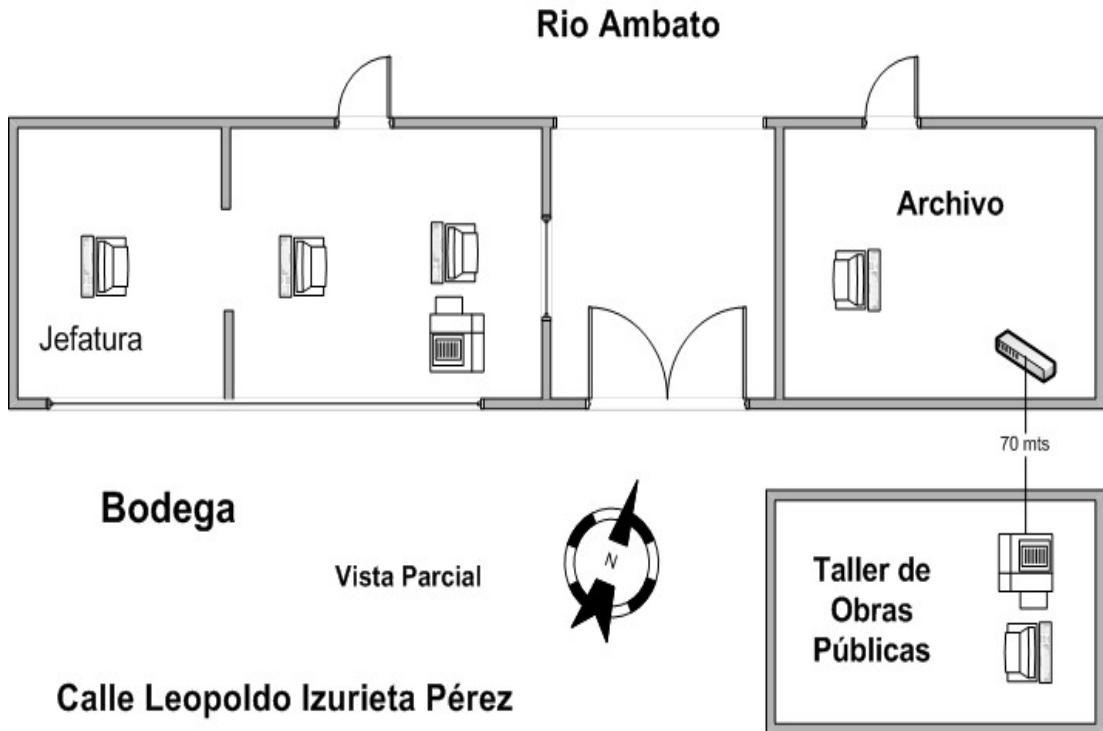


Gráfico 3-46 Distribución de Computadoras Edificio de Bodega y Talleres de Obras Públicas

3.1.5.6.4 Camal Municipal

Tabla 3-17 Equipos del Edificio del Camal Municipal

Sección	Marca Del Equipo	Total
Camal Municipal	Clon	1
	Fujitsu/Siemens	2
	Hp	1
	Intelcomp	3
Subtotal		7

3.1.5.6.5 Planos con la ubicación de las estaciones de trabajo en el Edificio del Camal

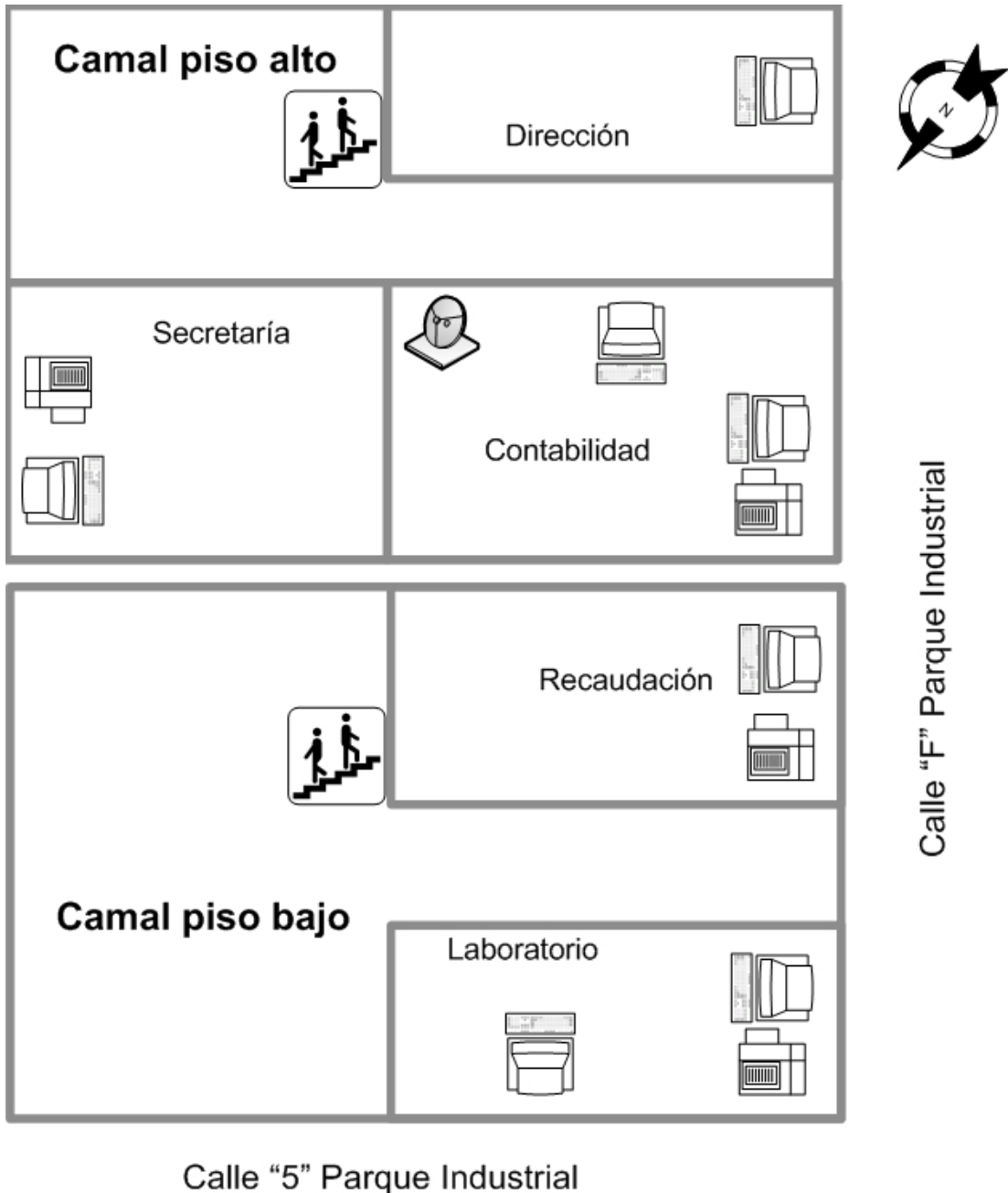


Gráfico 3-47 Distribución de Computadoras edificio del Camal

3.1.5.6.6 Comisarías

Tabla 3-18 Equipos del Edificio de las Comisarías

Dirección	Sección	Marca Del Equipo	Total
Administración Financiera	Tesorería	Hp	1
Avalúos y Catastros	Catastro Físico	Fujitsu/Siemens Hp	1 7
	Inquilinato	Fujitsu/Siemens Hp	2 1
		Intelcomp	1
Higiene Y Salud	Comisaría De Higiene	Hp	1
	Control Sanitario	Hp	1
	Desechos Sólidos	Clon	1
	Dirección Higiene	Hp	4
	Educación Promoción Y Salud	Fujitsu/Siemens	1
		Intelcomp	1
Gestión Ambiental	Acer	1	
	Clon	1	
	Hp	2	
Planificación Urbana O Rural	Comisaría De Construcciones	Fujitsu/Siemens Hp	1 3
	Comisarías Vías Publica	Hp	1
Servicios Públicos	Dirección Servicios Públicos	Hp	5
		Intelcomp	2
Subtotal			38

Estas computadoras están conectadas por 3 switches no administrables, con un total de 56 puertos (2 switches de 16 puertos y 1 switch de 24 puertos)

3.1.5.6.7 Impresoras en Red en el Edificio de Comisarías

Tabla 3-19 Impresoras en Red en el Edificio de Comisarías

Departamento	Marca	Nombre De La Impresora	Total
Dirección De Higiene	Hp	Laserjet 2420 Dn	1
Servicios Públicos	Hp	Laserjet 1320 N	1
Total			2

3.1.5.6.8 Planos con la ubicación de las estaciones de trabajo en el Edificio de Comisarías

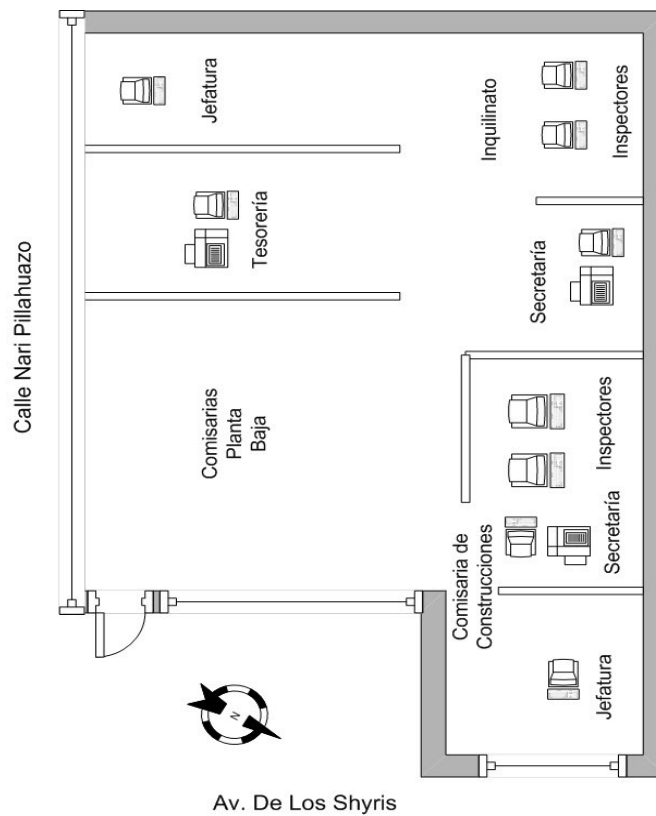


Gráfico 3-48 Distribución de Computadoras Planta Baja Edificio Comisarías

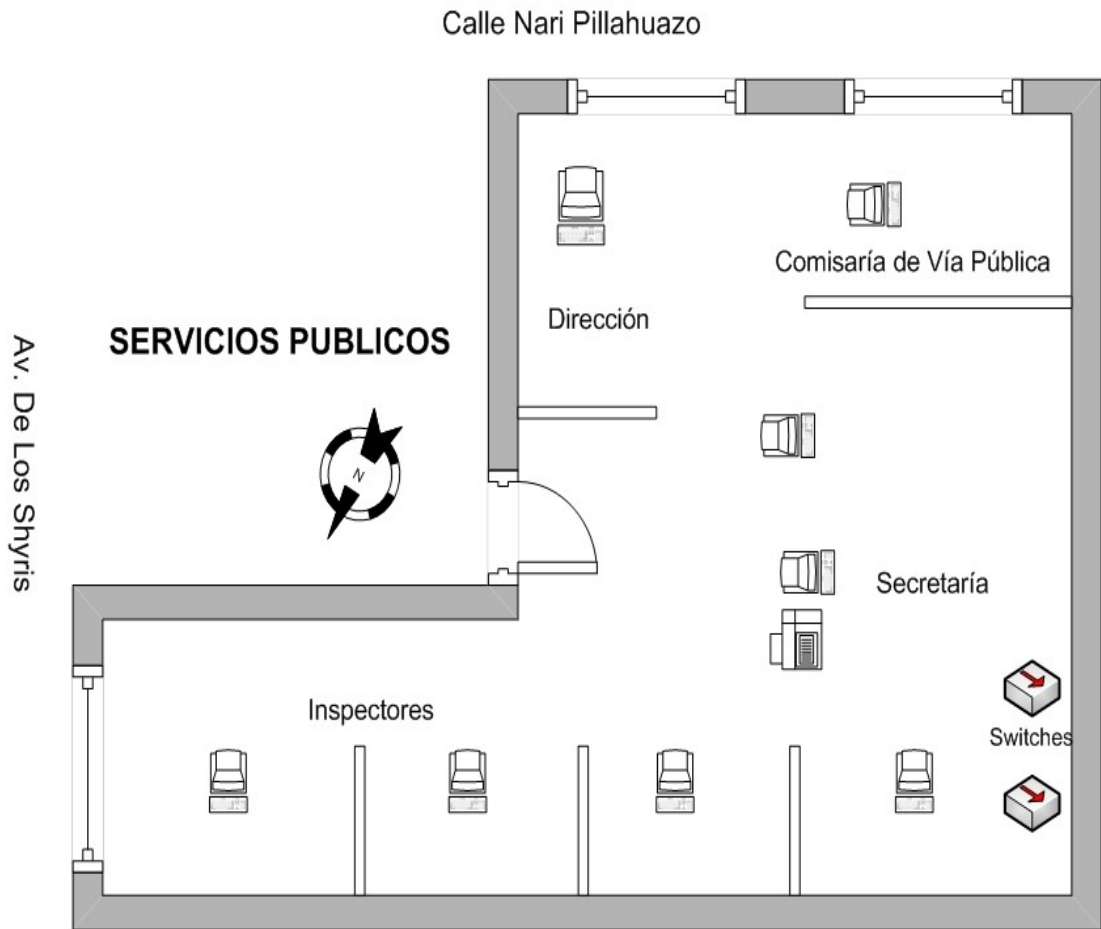


Gráfico 3-49 Distribución de Computadoras Segundo Piso Edificio Comisarías

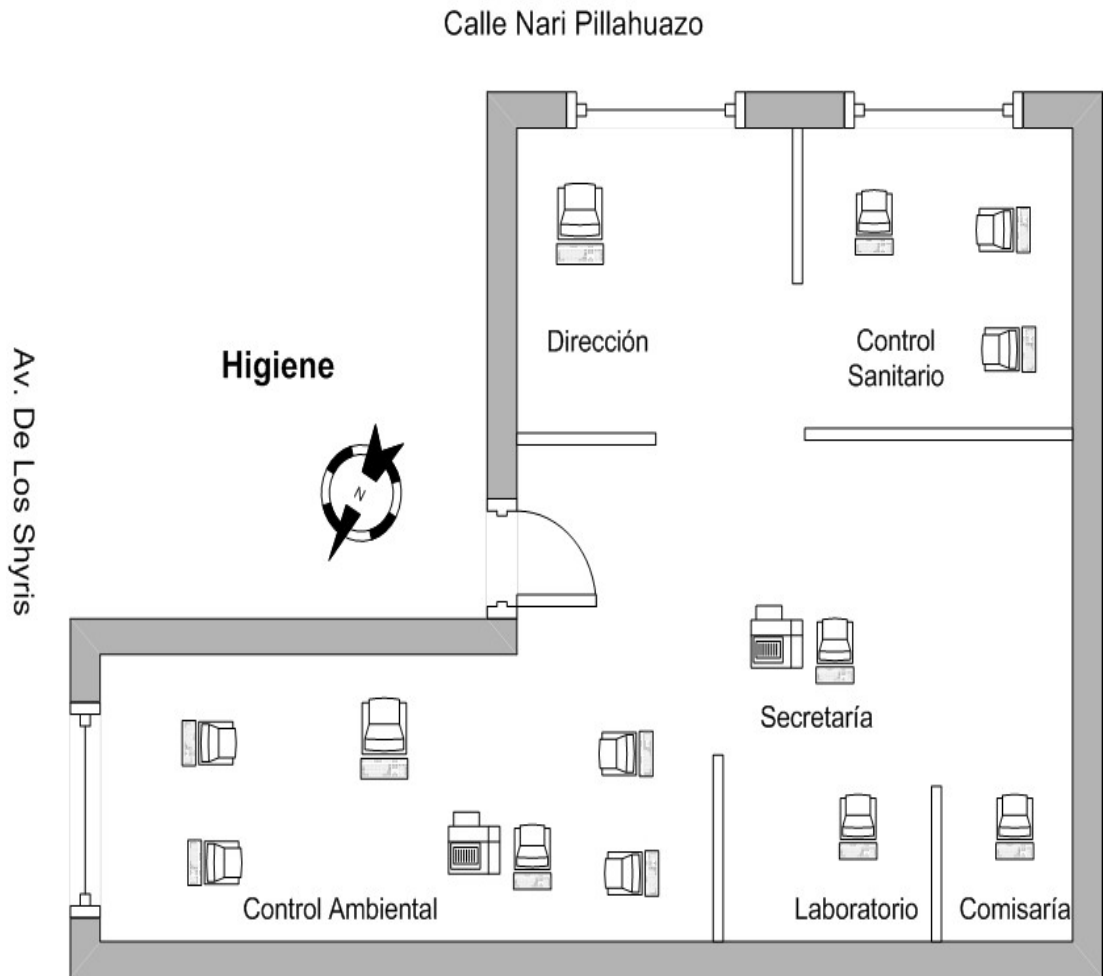


Gráfico 3-50 Distribución de Computadoras Tercer Piso Edificio Comisarias

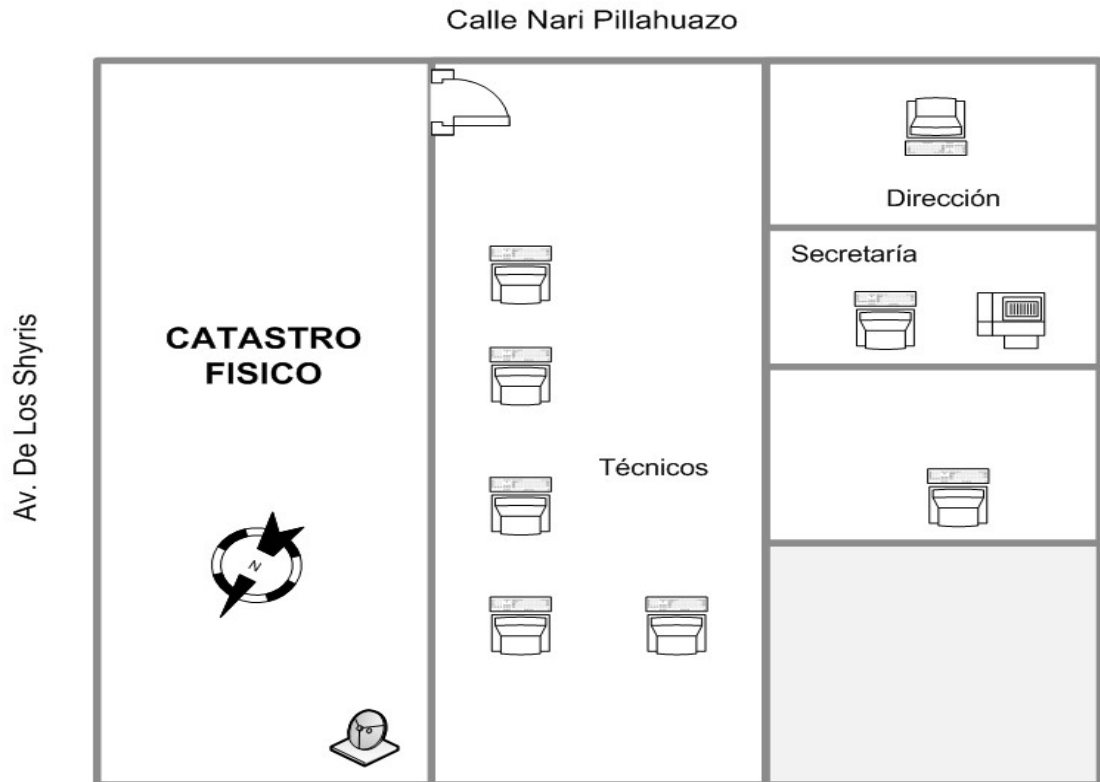


Gráfico 3-51 Distribución de Computadoras Cuarto Piso Edificio Comisaría

3.1.5.6.9 Mercado Mayorista

Tabla 3-20 Equipos del Edificio del Mercado Mayorista

Dirección	Sección	Marca Del Equipo	Total
Servicios Públicos	Mercado Mayorista	Fujitsu/Siemens	2
		Hp	2
		Intelcomp	2
Subtotal			6

Computadoras conectadas con 1 switch no administrable de 16 puertos

3.1.5.6.10 Planos con la ubicación de las estaciones de trabajo en el Edificio del Mercado Mayorista

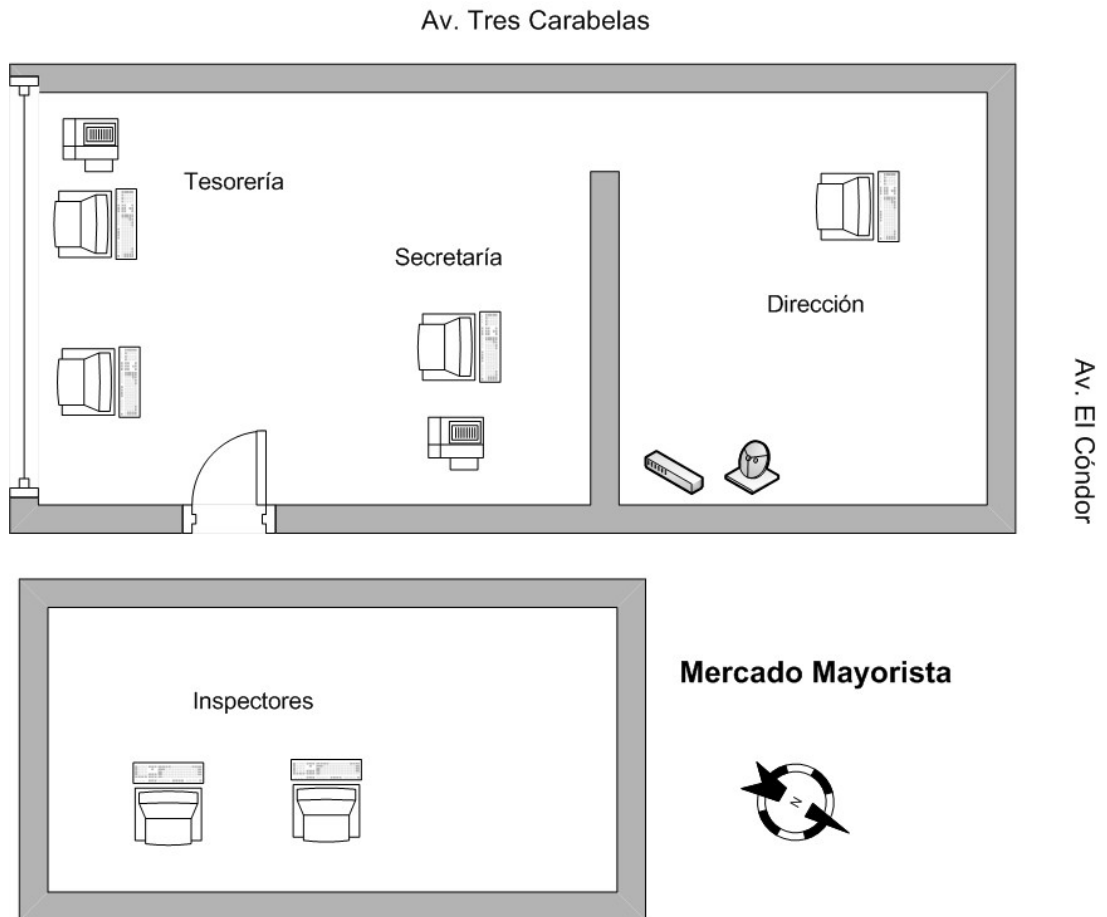


Gráfico 3-52 Distribución de Computadoras Edificio Mercado Mayorista

3.1.5.6.11 Primera Imprenta

Tabla 3-21 Equipos del Edificio de la Primera Imprenta

Dirección	Sección	Marca del Equipo	Total
Administración General	101	Hp	1
		Qbex	1
Desarrollo Social	Acción Social	Fujitsu/Siemens	1
		Hp	7
		Intelcomp	1
		Qbex	1
Educación y Cultura	Dirección Cultura	Hp	3
		Intelcomp	1
	Promoción Cultural y Artística	Clon	2
		Hp	2
		Intelcomp	1
Ransa	Hp	1	
Subtotal			22

Estaciones de trabajo conectadas con 3 switches de 16 puertos no administrables

3.1.5.6.12 Impresoras en Red en el Edificio de la Primera Imprenta

Tabla 3-22 Impresoras en Red en el Edificio de la Primera Imprenta

Departamento	Marca	Nombre De La Impresora	Total
Dirección Cultura	Hp	Laserjet 2420 Dn	1
Desarrollo Social	Hp	Laserjet 1320 N	1
Total			2

3.1.5.6.13 Planos con la ubicación de las estaciones de trabajo en el Edificio de la Primera Imprenta

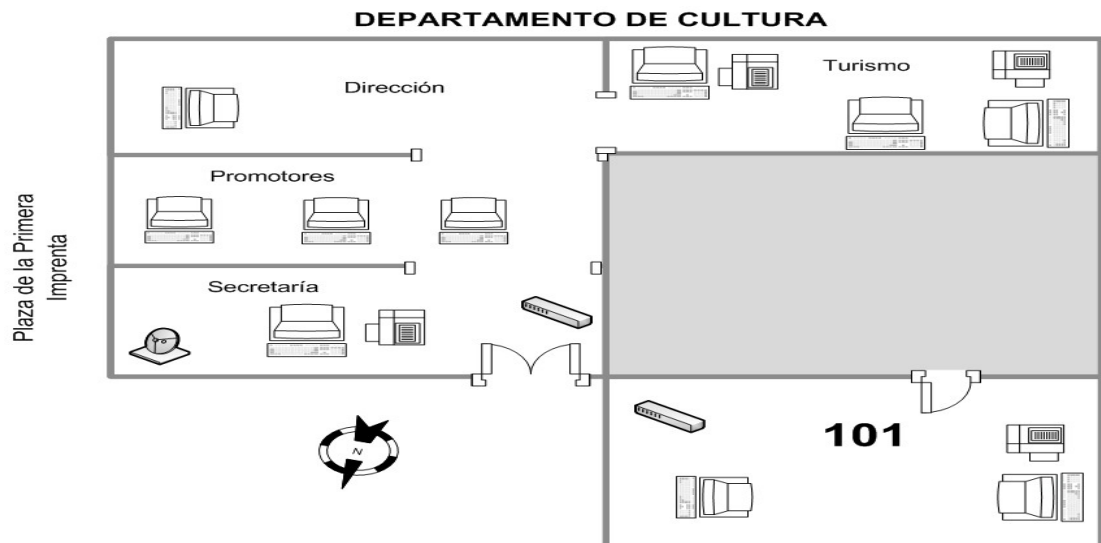


Gráfico 3-53 Distribución de Computadoras Dirección de Cultura y oficina del 101 en el edificio de la Primera Imprenta.



Gráfico 3-54 Distribución de Computadoras Dirección de Desarrollo Social edificio de la Primera Imprenta

3.1.5.6.14 Talleres de Higiene

Tabla 3-23 Equipos de los Talleres de Higiene

Sección	Marca del Equipo	Total
Talleres de Higiene	Fujitsu/Siemens	1
	Intelcomp	1
Subtotal		2

Talleres de Higiene

Via a Pillaro

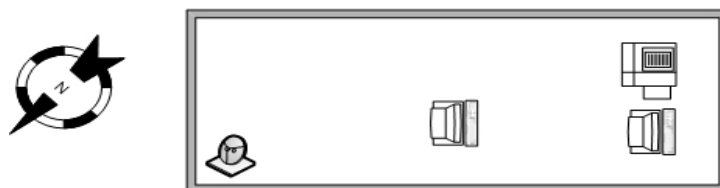


Gráfico 3-55 Distribución de Computadoras Talleres de Higiene

3.1.5.6.15 Unidad de Tránsito y Transporte

Tabla 3-24 Equipos del Edificio de la Unidad de Tránsito y Transporte

Dirección	Marca del Equipo	Total
Unidad de Tránsito y Transporte	Hp	5
	Intelcomp	2
	Qbex	1
Subtotal		8

3.1.5.6.16 Impresoras en Red en el Edificio de la Unidad de Tránsito y Transporte

Tabla 3-25 Impresoras en red en el Edificio de la Unidad de Tránsito y Transporte

Departamento	Marca	Nombre De La Impresora	Total
Unidad de Tránsito y Transporte	Hp	Laserjet 2420 Dn	1
Total			1

3.1.5.6.17 Planos con la ubicación de las estaciones de trabajo en el Edificio de la Unidad de Tránsito y Transporte

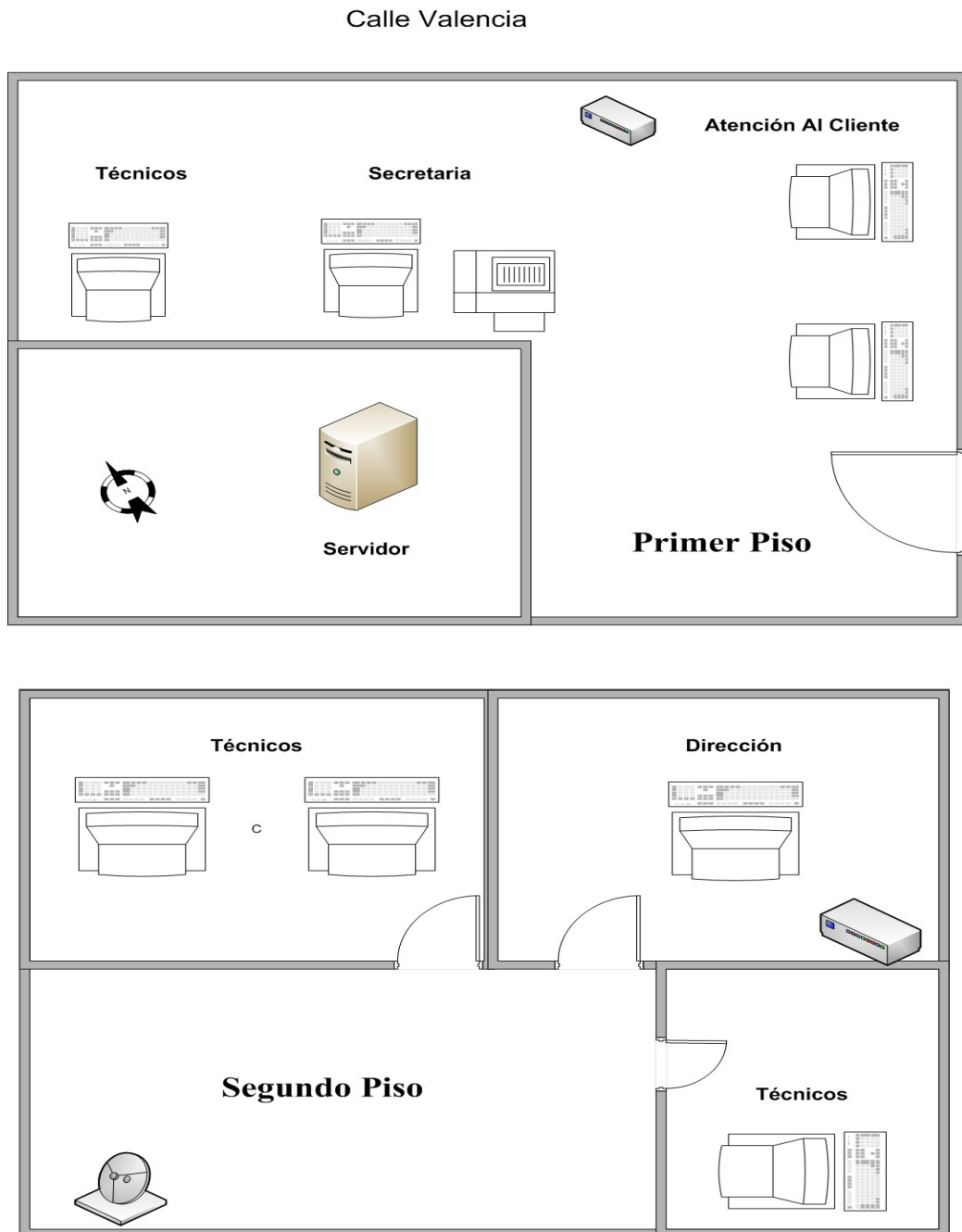


Gráfico 3-56 Distribución de Computadoras edificio de la Unidad de Tránsito y Transporte

Computadores conectados con 2 hubs no administrables de 8 puertos

3.1.5.7 Computadores Fuera de la Red de la Ilustre Municipalidad de Ambato

Existen otras computadoras que pertenecen a la Ilustre Municipalidad de Ambato, pero no están conectadas en red, se comunican eventualmente por servicio remoto a través de conexión telefónica. Estos son:

Tabla 3-26 Computadores Fuera de la Red de la Ilustre Municipalidad de Ambato

Edificio	Dirección	Sección	Marca Del Equipo	Total
Cementerio Municipal	Servicios Públicos	Cementerio Municipal	Fujitsu/Siemens	1
			Intelcomp	2
Centro De Mendicidad	Otros Servicios Sociales	Centro De Mendicidad	Hp	1
Dispensario	Administración General	Dispensario	Intelcomp	1
Gobierno Provincial	Educación y Cultura	Biblioteca	Hp	1
			IBM	3
Hospital Pediátrico	Otros Servicios Sociales	Hospital Pediátrico	Compaq	1
			Fujitsu/Siemens	1
			Hp	3
			Intelcomp	1
La Liria	Educación y Cultura	Fonsal	Fujitsu/Siemens	1
			Hp	1
			Intelcomp	1
Mercado América	Educación y Cultura	Banda Municipal	Intelcomp	1
	Servicios Públicos	Mercado América	Intelcomp	1
Mercado Central	Servicios Públicos	Mercado Central	Hp ²¹	2
Policía Municipal	Servicios Públicos	Policía Municipal	Hp	1
Quinta De Mera	Educación y Cultura	Quinta De Mera	Qbex	1

²¹ Continúa en la Siguiete página

Edificio	Dirección	Sección	Marca Del Equipo	Total
Quinta Montalvo De	Educación y Cultura	Quinta Montalvo De	Qbex	1
Total				25

3.1.6 Direcciones de las Redes Local y Metropolitana

La red metropolitana se comprende una red de clase A (10.10.0.0) con una máscara de tipo B (255.255.0.0), esto da un rango de 65.534 hosts disponibles para la red.

Para una mejor clasificación se uso el tercer octeto de la dirección de clase A para destinar grupos de direcciones IP para identificar los edificios municipales; y el cuarto octeto para las estaciones de trabajo.

Tabla 3-27 Direcciones IP en la Red Metropolitana de la Ilustre Municipalidad de Ambato

Localidad	Dirección de Red		
Edificio Central	10.10.0.0	-	10.10.1.255
Camal	10.10.1.0	-	10.10.1.30
Bodega	10.10.4.30	-	10.10.4.40
Mercado Mayorista	10.10.2.0	-	10.10.2.255
Hospital Municipal	10.10.4.40	-	10.10.4.255
Comisarías Municipales	10.10.5.0	-	10.10.5.255 ²²
Primera Imprenta	10.10.6.0	-	10.10.6.255

²² Continúa en la Siguiete página

Localidad	Dirección de Red		
Macasto (Punto Central de Comunicación)	10.10.7.2	-	10.10.7.3
Unidad Municipal de Tránsito	10.10.8.0	-	10.10.8.255

3.1.7 Análisis de Tráfico de la Red

3.1.7.1 Software de Análisis

Para analizar el tráfico de la red se procedió a utilizar un software libre que se distribuye por Internet, este software se llama Wireshark²³ y es uno de los programas más conocidos para analizar protocolos y paquetes que circulan por una red.

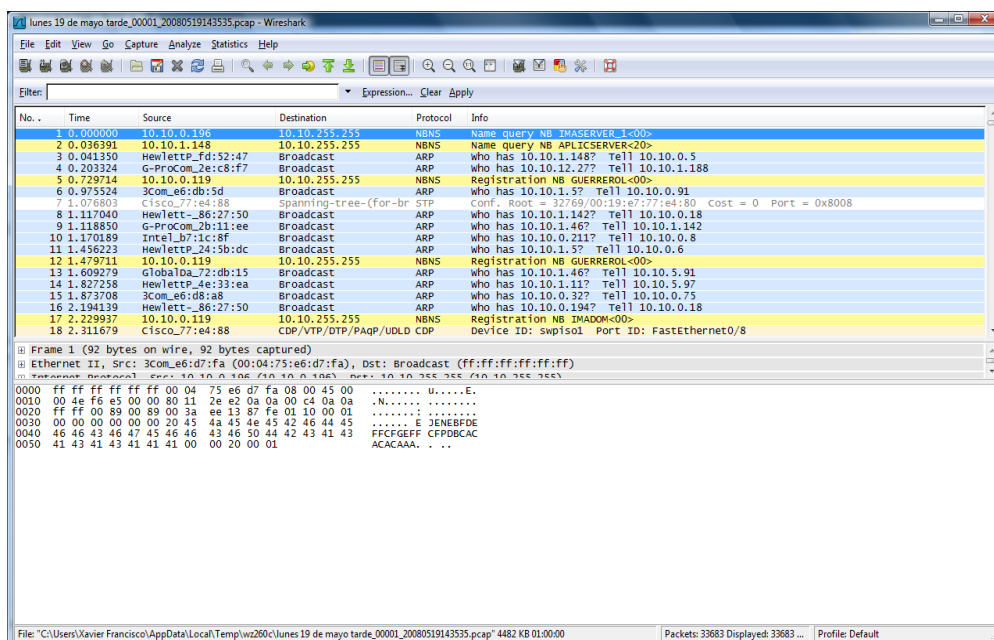


Gráfico 3-57 Programa Wireshark Pantalla Principal

²³ www.wireshark.org

Entre sus características tenemos:

- Análisis profundo de protocolos ²⁴
- Captura en vivo y análisis fuera de línea de paquetes
- Sistema Multiplataforma
- Análisis de paquetes de Voz sobre IP (VoIP)
- Captura de paquetes en las interfaces Ethernet, IEEE 802.11, PPP/HDLC, ATM, Bluetooth, USB, Token Ring, Frame Relay, FDDI y otras

Este software es una poderosa herramienta que sirvió para analizar el tráfico de la red en la Municipalidad de Ambato.

3.1.7.2 Metodología usada para el Análisis

Mediante el software Wireshark y un computador portátil se procedió a la captura de paquetes que circulan por la red municipal tomando en cuenta los siguientes parámetros:

- Días de Captura : Días Laborables

²⁴ La lista completa de protocolos puede ser vista en esta dirección <http://www.wireshark.org/docs/dfref/>

Lunes, Martes, Miércoles

Días no laborables

Sábado

- Tiempo de Captura : En la mañana y en la tarde
- Período de Captura : 2 horas
- Total de capturas diarias : 4 horas
- Archivo de captura : formatos pcap y csv (separados por comas)

3.1.7.3 Resultados del Análisis

Al analizar todos los datos capturados, con un promedio de 36.000 datos capturados diariamente, se realizó un filtro con los 10 protocolos más frecuentes en los paquetes que circulan por la red de la Ilustre Municipalidad de Ambato y se obtuvieron los siguientes resultados²⁵:

Tabla 3-28 Tráfico de la Red del 9 al 14 de mayo de 2008

Protocolos	Ocurrencias	Porcentaje
ARP	137.654	45,42%
NBNS	30.410	10,04%

²⁵ Los resultados por día pueden ser vistos en el Anexo 2 “Estadísticas de la Red”

Protocolos	Ocurrencias	Porcentaje
SSDP	30.144	9,95%
TCP	24.283	8,01%
STP	20.739	6,84%
DNS	18.434	6,08%
DHCP	15.171	5,01%
BROWSER	9.803	3,23%
IPX SAP	9.146	3,02%
IPX RIP	7.255	2,39%
Total general	303.039	100,00%

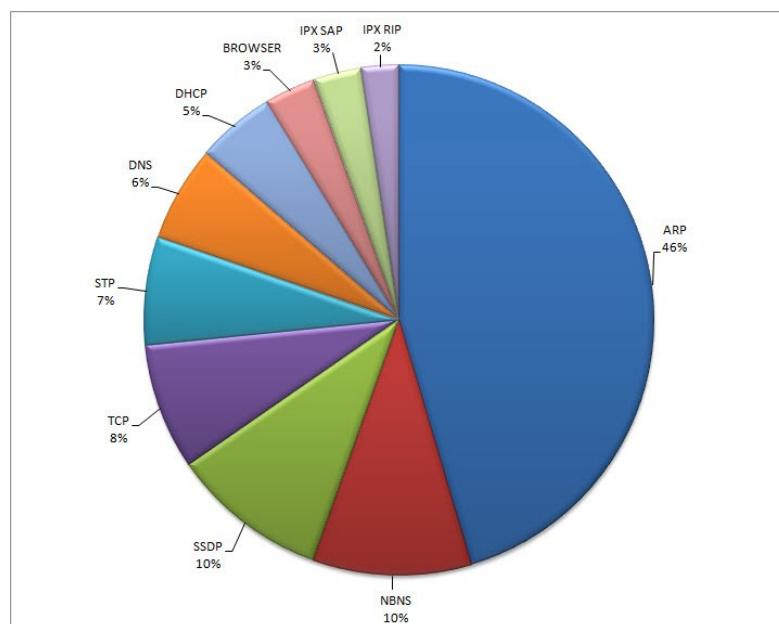


Gráfico 3-58 Tráfico de la Red del 9 al 14 de mayo de 2008

Tabla 3-29 Subprotocolos del Protocolo ARP del 9 al 14 de mayo de 2008

Protocolo ARP		
Subprotocolos	Valores	
	Ocurrencias	Porcentaje
Broadcast	77.438	96,59%
QuantaCo_61:d9:64	1.942	2,42%
Supermic_83:5f:51	793	0,99%
Total general	80.173	100,00%

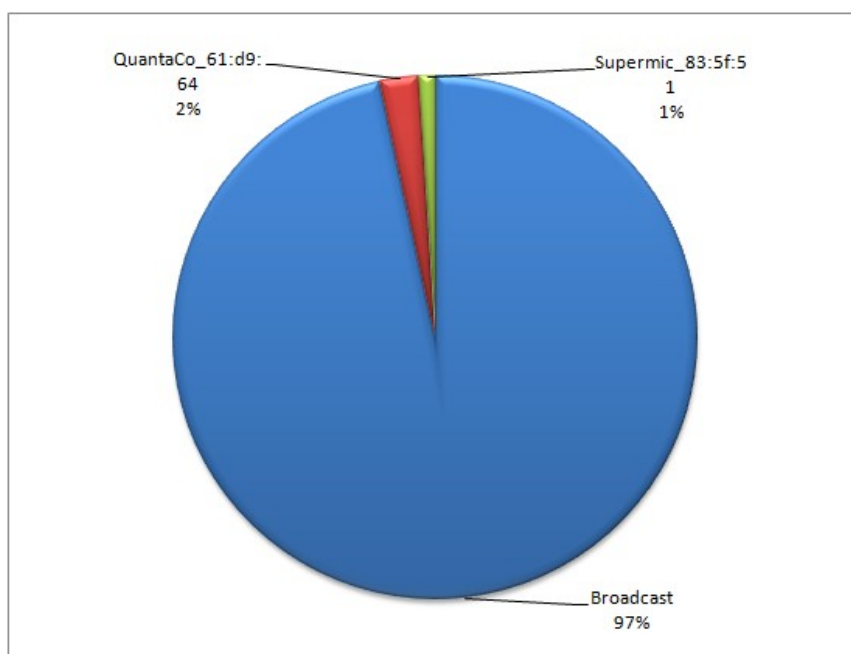


Gráfico 3-59 Subprotocolos del Protocolo ARP del 9 al 14 de mayo de 2008

Tabla 3-30 Tráfico de la Red del 19 al 21 de mayo de 2008

Protocolos	Ocurrencias	Porcentaje
ARP	137.627	47,62%
NBNS	41.888	14,49%
SSDP	28.347	9,81%
STP	16.769	5,80%

Protocolos	Ocurrencias	Porcentaje
DHCP	14.548	5,03%
IPX RIP	13.559	4,69%
UDP	12.138	4,20%
BROWSER	10.291	3,56%
IPX SAP	10.096	3,49%
MS NLB	3.722	1,29%
Total general	288.985	100,00%

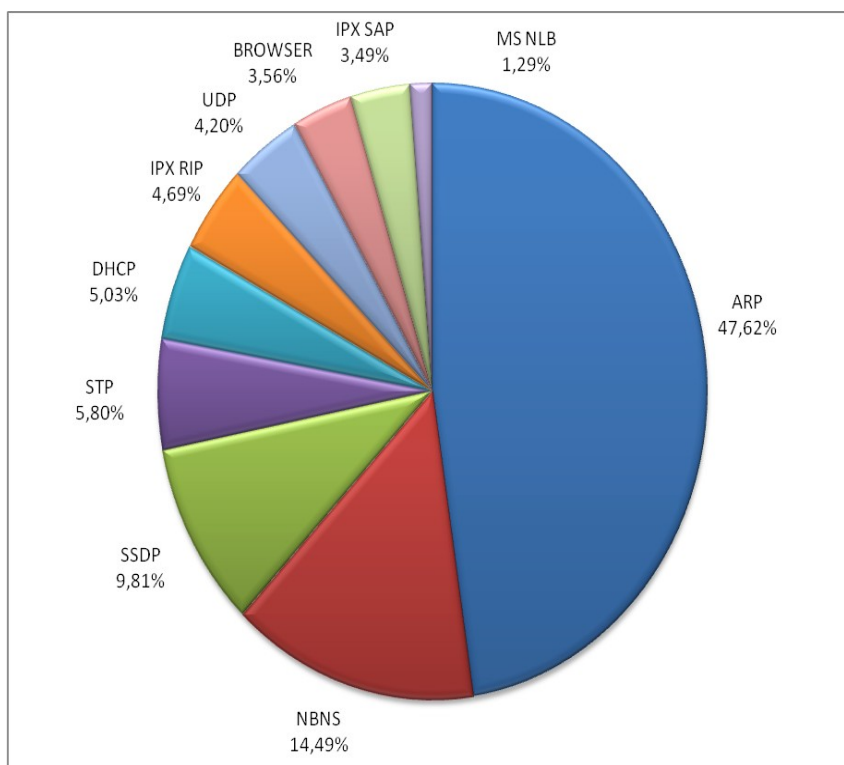


Gráfico 3-60 Tráfico de la Red del 19 al 21 de mayo de 2008

Tabla 3-31 Subprotocolos del Protocolo ARP del 19 al 21 de mayo de 2008

Protocolo ARP

Subprotocolos	Valores	
	Ocurrencias	Porcentaje
Broadcast	136.248	99,21%
QuantaCo_61:d9:64	830	0,60%
Supermic_83:5f:51	253	0,18%
Total general	137.331	100,00%

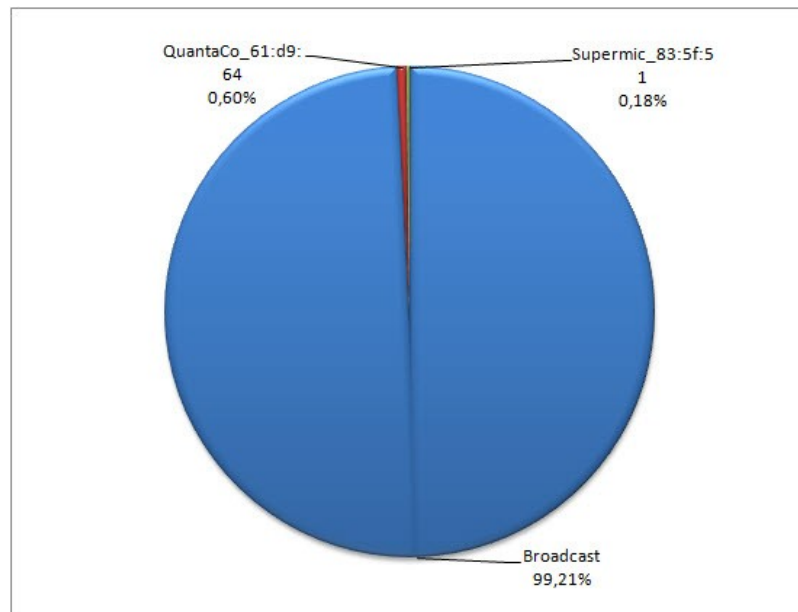


Gráfico 3-61 Subprotocolos del Protocolo ARP del 19 al 21 de mayo de 2008

Como podemos observar en las tablas anteriores, existe un porcentaje alto de ocurrencias del protocolo ARP, que en promedio es del 46,52%, pero en ciertos casos ha llegado al 51,53%, y dentro de este protocolo, el 97,90% es Broadcast (difusión).

La acumulación de tráfico de broadcast y multicast de cada dispositivo de la red se

denomina radiación de broadcast. En algunos casos, la circulación de radiación de broadcast puede saturar la red, entonces no hay ancho de banda disponible para los datos de las aplicaciones. En este caso, no se pueden establecer las conexiones en la red, y las conexiones existentes pueden descartarse, algo que se conoce como tormenta de broadcast. La probabilidad de las tormentas de broadcast aumenta a medida que crece la red conmutada.

Según los estándares, cuando el broadcast supera el límite del 35% se considera que la red es plana y sus recursos están siendo desperdiciados en mensajes de difusión (broadcast) que congestionan el tráfico de la red innecesariamente.

3.2 Diseño propuesto de la red

3.2.1 Consideraciones previas

3.2.1.1 Direcciones de la red

Como esta señalado en capítulos anteriores, la red de la Ilustre Municipalidad de Ambato está diseñada de la siguiente manera:

Dirección de la Red	:	10.10.0.0
Máscara	:	255.255.0.0 (/16)
Cantidad de Hosts disponibles ²⁶	:	65.534

²⁶ Es la cantidad de direcciones IPs que se pueden otorgar a igual número de dispositivos de red

Para cada edificio de la Ilustre Municipalidad de Ambato se destino un dígito del tercer octeto para diferenciar las direcciones IP de cada estación de trabajo así:

Tabla 3-32 IPs Asignadas por Edificio de la Ilustre Municipalidad de Ambato

Edificio	Dirección de Red	Hosts Disponibles
Edificio Principal	10.10.0.0 - 10.10.1.255	490
Camal	10.10.1.0 - 10.10.1.30	30
Bodega	10.10.2.0 - 10.10.2.255	255
Mercado Mayorista	10.10.2.0 - 10.10.2.255	255
Hospital Municipal	10.10.4.0 - 10.10.4.255	255
Comisarias Municipales	10.10.5.0 - 10.10.5.255	255
Cultura y Acción Social	10.10.6.0 - 10.10.6.255	255
Macasto (Punto Central de Comunicación)	10.10.7.0 - 10.10.7.255	255
Unidad Municipal de Tránsito	10.10.8.0 - 10.10.8.255	255
Total Asignado		2046

3.2.1.2 Dispositivos de Red instalados

Los dispositivos de Red instalados en la Ilustre Municipalidad de Ambato, que están conectados a la Red metropolitana y tienen una dirección de red asignada son:

Tabla 3-33 Dispositivos de Red Instalados (Resumen general)²⁷

Localidad	Dispositivo de Red	Cantidad
Edificio Principal	Estaciones de Trabajo	178
	Servidores	7
	Impresoras	23
	Antenas	1
	Switches	14
Bodega y Talleres de Obras Públicas	Estaciones de Trabajo	4
	Antenas	1
Camal Municipal	Estaciones de Trabajo	7
	Antenas	1
Comisarias	Estaciones de Trabajo	38
	Impresoras	2
	Antenas	1
	Switches	3
Mercado Mayorista	Estaciones de Trabajo	6
	Impresoras	2
	Antenas	1
Primera Imprenta	Estaciones de Trabajo	22
	Impresoras	2
	Antenas	1
	Switches	3
Taller de Higiene	Estaciones de Trabajo	2
	Antenas	1

²⁷ Continúa en la siguiente página

Localidad	Dispositivo de Red	Cantidad
Unidad de Tránsito y Transporte	Estaciones de Trabajo	8
	Servidores	1
	Impresoras	1
	Antenas	1 ²⁸
Macasto	Antenas	2
Hospital Municipal Pediátrico	Antenas	2
Níton	Antenas	1
Total de Dispositivos		336

3.2.2 Modelo Físico Propuesto

Este estudio propone el siguiente modelo físico para la red de la Ilustre Municipalidad de Ambato:

3.2.2.1 Cableado Estructurado

En general el cableado estructurado cumple con las especificaciones técnicas adecuadas para una red estable que pueda transmitir a velocidades de 100 mbps dependiendo de la ubicación de los dispositivos de red (cable de categoría 5e con el estándar EIA/TIA568 y en el Edificio Principal esta un cableado vertical de fibra óptica, pero se deben tener en cuenta ciertos cambios en cada edificio:

3.2.2.1.1 Edificio Principal

²⁸ Continúa en la siguiente página....

Existen 261 puntos de red de los cuales 179 puntos están ocupados, lo que representa el 68,6%. Considerando que la tasa de crecimiento en promedio de la red, en cuanto a los dispositivos, en los últimos 4 años, fue del 37%. Esta tendencia se reducirá en los próximos años debido a que se está llegando a un límite físico que no permite añadir más equipos.

Con las consideraciones anteriores, se puede decir que el 31,4% de puntos disponibles de la red pueden cumplir con las necesidades de la Ilustre Municipalidad de Ambato en los próximos 4 años si se considera un crecimiento de máximo 5% en dispositivos de red, lo cual es esperado debido al límite físico anteriormente mencionado.

Si es que se necesita más puntos de red que los que están actualmente instalados se puede considerar instalar una red inalámbrica que permita a más dispositivos de red conectarse con la red de la Ilustre Municipalidad de Ambato, para esto se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Los dispositivos de red que pueden actuar como Puntos de Acceso a la Red (Access Points) deben ser instalados en cada cuarto físico del Edificio Principal, esto se debe a que las paredes del mencionado edificio, construido a principios del siglo XX, son de aproximadamente de 75 cms. a 1 mt. de espesor, lo que impide que la señal de red inalámbrica se propague más allá de unos 5 metros fuera de las paredes mencionadas.
- Los equipos de Puntos de Acceso a la Red deben cumplir con la norma 802.11g

que permite velocidades de 54 mbps. a los equipos conectados a esta red. Adicionalmente se puede considerar el incluir también la norma 802.11n que permitiría velocidades de 600 mbps. en la red, pero esta tecnología está recién empezando y se debe tener el hardware necesario que soporte esta norma.

- El rango de distribución debe ser garantizado al menos de 100 mts. en línea de vista.
- Estos dispositivos deben ser instalados en salas de reuniones o en sitios en donde no haya mucha congestión de equipos debido a que si hay muchos equipos utilizando la red inalámbrica, esta puede degradar su señal y no ofrecer un servicio de calidad óptimo.

3.2.2.2 Armarios de Distribución

Existen 4 armarios en la Ilustre Municipalidad de Ambato que están sirviendo de mejor manera a la red, cada armario esta convenientemente localizado y posee todas las características necesarias. Para todos los armarios se recomienda:

- Elaborar un mapa de los puntos de red con sus respectivas conexiones a los switches
- Dar mantenimiento preventivo a los equipos de red que se encuentran en cada armario

Sin embargo existen 2 armarios que necesitan reorganizarse debido al crecimiento y redistribución del cableado horizontal, estos son:

- Armario de Distribución Principal
- Armario de Distribución Intermedio de Contabilidad

Estos armarios necesitan una redistribución de los cables horizontales²⁹ debido a constantes cambios en los últimos 4 años y estos cables que están conectados a los switches necesitan ser reconectados en un orden que cumplan con el modelo lógico propuesto.

3.2.2.3 Antenas y Radios de Comunicación

Las antenas y radios de comunicación de la red MAN están en funcionamiento y proveen un servicio de comunicación en el rango del 1 Mb. de ancho de banda en la frecuencia de 5.8 Ghz. Los radios de las antenas son de la marca Trango Fox y están ubicadas en 9 localidades. Estas antenas solo sirven como puentes para la comunicación, eso quiere decir que no existe filtrado de datos en ningún radio pero existe seguridad en esta comunicación debido a que usan un protocolo propietario denominado Smart-Polling³⁰ que garantiza que solo los equipos Trango se puedan

²⁹ Ver Anexo 3 Foto de los Armarios de Distribución Principal e Intermedios del Edificio Principal de la Ilustre Municipalidad de Ambato

³⁰ “Smart-Polling es un robusto esquema que permite asegurar un excelente servicio de calidad para cada usuario al máximo rendimiento asignado en cada canal. Este esquema se asegura que cada

conectar entre sí.

Pero debido al tiempo de uso, estos radios ya están llegando al límite de su vida útil recomendado por han sobrepasado sus años útiles (5 años), y se puede esperar que en cualquier momento fallen. Para esto se debe implementar un plan de cambio para dichos radios, este plan puede ser progresivo para no interferir en las comunicaciones ni afectar al presupuesto general del departamento de Informática.

Los nuevos radios que se pueden conectar deben cumplir con las siguientes características:

Tabla 3-34 Características de los radios propuestos para conexión

Requerimiento	Características
Tarjeta de Red	10/100 BASE-TX (Cat. 5, RJ-45) Ethernet Interface
Frecuencia de Comunicación	5.10Ghz. - 5.825GHz
Canales de Comunicación	5100 a 5300 con incrementos de 20 5460 a 5600 con incrementos de 20 5745 a 5825 estándar
Área de Cobertura	Mínimo 50 kms.
Protocolo de Comunicación	802.11
Protocolos de seguridad	WEP, WAP, WAP2
Calidad de Servicio	802.11e / WMM con soporte
Alimentación Eléctrica	Power over Ethernet pasivo
Funcionalidades	Punto de Acceso, Cliente de redes, Puente, Router

suscriptor se comunique con sus puntos de acceso en forma circular sin afectar al tráfico de los usuarios.” http://www.trangobroadband.com/wireless_products/atlas_fox.shtml

Cualquier radio que cumpla con las características antes descritas podrá establecer una comunicación más efectiva y eficiente que la que se obtiene con los radios Trango antiguos debido a que se pueden tener características como protocolos de routeamiento tales como RIP, OSPF, BGP, etc., filtrado de paquetes, niveles de seguridad más altos, servicios de DNS, DHCP.

3.2.2.4 Equipos de Red

3.2.2.4.1 Edificio Principal

En los armarios de distribución principal e intermedios encontramos varios modelos de switches: D-Link DES-1024R+, D-Link DES-1024D, D-Link 3226 los cuales tienen las siguientes características comunes:

- Capa: Distribución, Enlace de Datos
- Tiempo de servicio: 4 años
- Administrables: No
- Máxima velocidad de transmisión: 10/100 mbps.
- Calidad de Servicios: No

Como podemos observar, estos switches ya han pasado su tiempo de vida útil, no

pueden ser administrados, la velocidad de conexión no supera los 100 mbps. en cualquier caso y no tienen protocolos de calidad de servicio. Todas estas características indican que si se quiere instalar nuevas funcionalidades en la red, tales como VoIP, comunicación de 1Gb, etc., los equipos no podrán dar el servicio que se necesita para estas tecnologías.

Si se necesita un dispositivo que reemplace los equipos obsoletos anteriormente detallados, este debe tener las siguientes consideraciones:

- Combinar las funcionalidades de un switch (dispositivo capa 2) con las de un router (dispositivo capa 3)
- Manejo de Redes virtuales Vlans
- Procesamiento de rutas esto incluye construcción y mantenimiento de la tabla de enrutamiento tales como RIP y OSPF.
- Servicios especiales: traslación de paquetes, priorización, autenticación, filtros, etc.
- Manejo de tramas a nivel de hardware
- Calidad de Servicios
- Facilidad de manejo

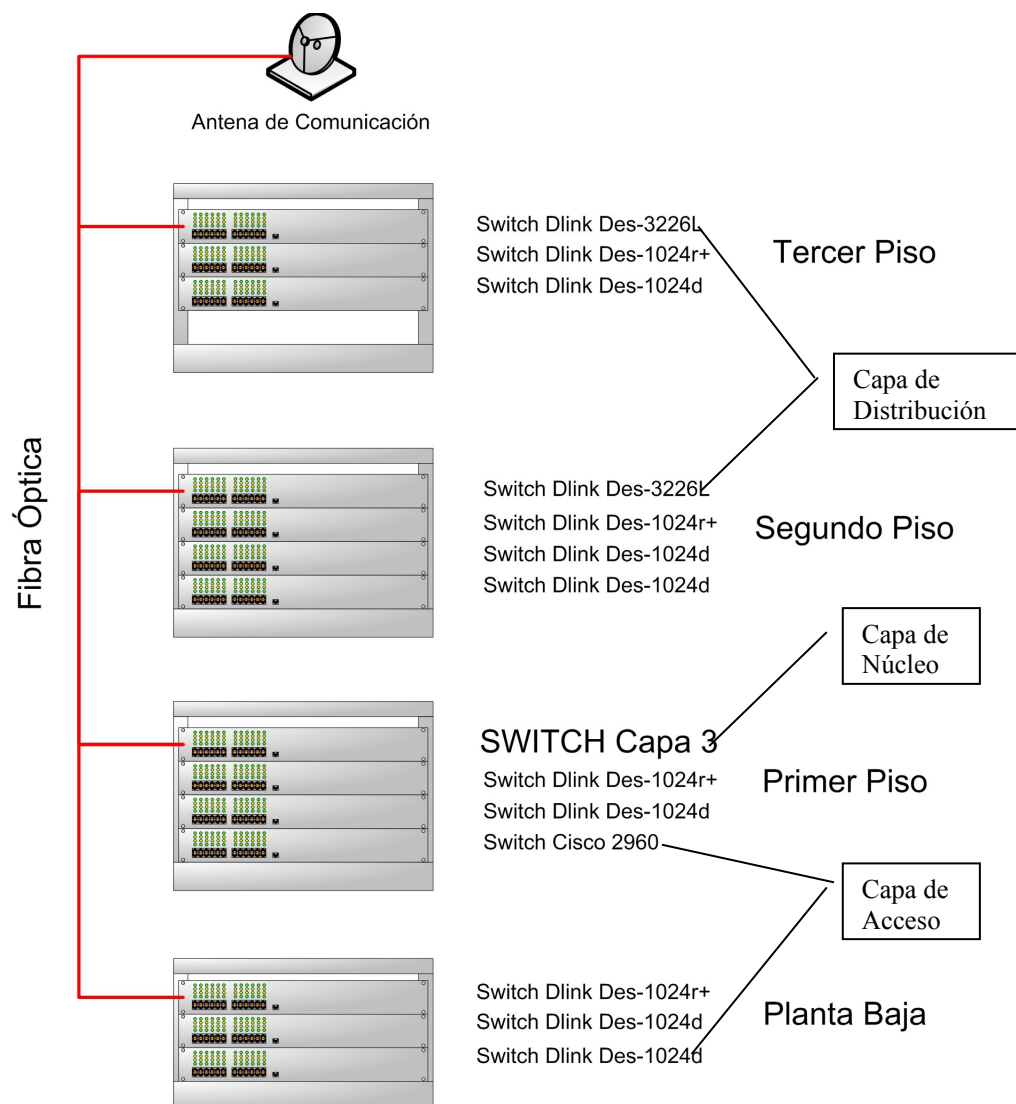
- Costos

Por lo anteriormente expuesto, la solución que se propone es la siguiente

- Instalar un switch de capa 3 (Red), que se instale en la capa de núcleo, con las siguientes características:
 - Incluir las recomendaciones anteriores
 - Conexión de fibra óptica
 - Velocidad de transmisión de 1 Gb.
 - 48 puertos
 - Capacidad de enviar electricidad (Power over Ethernet)
 - Manejo avanzado de Calidad de Servicios
 - Manejo de Protocolos DHCP, SMTP, RIP, OSPF, IGMP.
 - Soporte para IPV6
 - Servicio Automático de Calidad para Paquetes VoIP

- Desplazar o degradar los switches de la capa del núcleo a la capa de distribución y los switches de la capa de distribución a la capa de acceso
- Controlar la red a través del Switch de capa 3 por cuanto está en la capa del núcleo
- Conectar el radio de comunicación al Switch 3 a través de una Vlan

Todos estos cambios se deben ver reflejados así:



3.2.2.4.2 Edificios de la Primera Imprenta y de Comisarías

En estos edificios, por la cantidad de estaciones de trabajo y dispositivos de red que se encuentran instalados en esos edificios, se debe instalar sendos switches de capa 3 de similares características que el instalado en el Edificio principal. Estos switches servirán para controlar el flujo de datos y proporcionar servicios de red tales como DHCP, DNS, Calidad de Servicios para Comunicaciones de VoIP

Las conexiones de la red MAN propuesta serán:



Gráfico 3-62 Modelo Propuesto de Equipos en la Red Metropolitana de la Ilustre Municipalidad de Ambato

3.2.3 Modelo Lógico Propuesto

Concomitantemente con el modelo físico, se debe reestructurar el modelo lógico de la red de la siguiente manera

3.2.3.1 Direcciones IP

El direccionamiento IP que está actualmente siendo utilizado en la Ilustre Municipalidad de Ambato es totalmente ineficaz, debido a que su ámbito está planificado para 65.534 hosts o dispositivos de red.

Si consideramos que existen 336 dispositivos de red con una tasa de crecimiento de la red en el orden del 31,36% (para 5 años), pero decreciendo (en el Edificio Principal) debido a que físicamente ya se llega a una saturación de estaciones de trabajo; y, si se incluye un posible crecimiento en telefonía IP, en este año, con alrededor de 120 teléfonos, en los próximos 5 años llegaremos aproximadamente a los 566 dispositivos de red.

En el análisis de la red³¹ se determina que existe un 46,52% de broadcast que entorpece el tráfico de la red causando una congestión innecesaria y la probabilidad de que las tormentas de broadcast aumenten a medida que crece la red conmutada.

Por lo tanto el direccionamiento IP está realmente sobredimensionado y se deben tomar medidas al respecto.

³¹ Referencia 3.1.7.3 Análisis de Tráfico de la Red

3.2.3.1.1 VLSM y Subredes

Las máscaras de subred de tamaño variable (variable length subnet mask, VLSM) representan una de las tantas soluciones que se implementaron para el agotamiento de direcciones ip (1987) y otras como la división en subredes (1985)³²,

El concepto básico es simple: Se toma una red y se divide en subredes fijas, luego se toma una de esas subredes y se vuelve a dividir tomando bits "prestados" de la porción de hosts, ajustándose a la cantidad de hosts requeridos por cada segmento de la red.

Para calcular el direccionamiento IP se han agrupado los dispositivos de red en 3 subredes, de acuerdo al modelo físico propuesto³³, es incluye una red especial de telefonía así:

Tabla 3-35 Número de dispositivos para cálculo de máscara de red

³² www.wikipedia.com

³³ Ver 3.2.2 Modelo Físico Propuesto

Red	Edificios	Número de Dispositivos ³⁴		
		Actual	% de crecimiento	Futuro
1	Edificio Central	208	25%	260
2	Telefonía	120	20%	144
3	Comisarias	40	20%	48
4	Comunicación	33	20%	40
5	Primera Imprenta	24	20%	29
6	Unidad de Tránsito y Transporte	10	40%	14
7	Mercado Mayorista	8	50%	12
8	Camal Municipal	7	40%	10
9	Bodega y Talleres	4	40%	6
10	Talleres de Higiene	2	50%	3
Total		456	31.36%	566

Se mantiene la misma notación de direcciones IP 10.10.0.0 debido a que realizar los cambios en cada máquina sería muy complejo debido a los archivos de configuración de otras aplicaciones. Como la mayoría de estaciones de trabajo obtienen su dirección por DHCP, será más sencillo quedarse con las mismas direcciones.

Lo más recomendable en este direccionamiento será cambiar la máscara

Para calcular la máscara se aplica la fórmula

$$\text{Número de Hosts} \leq 2^n - 2$$

³⁴ Se incluye futuro crecimiento para 5 años

Entonces el rango de direcciones y la máscara para cada red serán:

Tabla 3-36 Rango de Direcciones para la red metropolitana

Red	n	Hosts Disponibles / Hosts Totales	Máscara	Rango de Direcciones
1	9	260 / 510	255.255.254.0	10.10.0.1 – 10.10.1.254
2	8	144 / 254	255.255.255.0	10.10.2.1 – 10.10.2.254
3	6	48 / 62	255.255.255.192	10.10.3.1 – 10.10.3.62
4	6	40 / 62	255.255.255.192	10.10.3.65 – 10.10.3.126
5	6	29 / 62	255.255.255.192	10.10.3.129 – 10.10.3.190
6	5	10 / 32	255.255.255.224	10.10.3.193 – 10.10.3.222
7	5	14 / 32	255.255.255.224	10.10.3.225 – 10.10.3.254
8	4	10 / 16	255.255.255.240	10.10.4.1 – 10.10.4.14
9	4	6 / 16	255.255.255.240	10.10.4.17 – 10.10.4.30
10	4	3 / 16	255.255.255.240	10.10.4.33 – 10.10.4.46

Todos estos cambios deberán ser hechos una vez que se hayan instalado los switches de capa 3 en los sitios destinados por cuanto se necesitan protocolos de ruteo para estas redes.

3.2.3.1.2 Protocolos

El protocolo para la red será TCP y para los switches de ruteo se utilizará RIPv2.

3.2.3.2 Redes Locales Virtuales (Vlans)

En este modelo se propondrá establecer Vlans basadas en puertos, para eso se debe configurar el switch de capa 3 en la capa de distribución. Para esto hay que ver las ventajas de la configuración por puertos

- Ventajas:
 - Facilidad de movimiento y cambios.
 - Micro segmentación y reducción del dominio de broadcast.
 - La definición de la VLAN es independiente del o los protocolos utilizados.
 - No existen limitaciones en cuanto a los protocolos utilizados, incluso permitiendo el uso de protocolos dinámicos.
- Desventajas:
 - Un movimiento en las estaciones de trabajo hace necesaria la reconfiguración del switch al que está conectado el usuario

Las Vlans propuestas son:

- Vlans de Datos

- Administración Central
- Asesoría
- Avalúos y Catastros
- Bodega y Taller de Obras Públicas
- Camal
- Comisarías
- Comunicaciones
- Financiero
- Informática
- Mercado Mayorista
- Obras Publicas
- Planificación
- Primera Imprenta

- Taller de Higiene
- Unidad de Tránsito y Transporte
- Vlan de Telefonía
- Teléfonos Edificio Principal

Tabla 3-37 Modelo propuesto de redes privadas virtuales ³⁵

VLAN	Sección	Rango de Direcciones
Administración Central	Alcaldía	10.10.0.193 – 10.10.0.254
	Archivo	
	Comunicación Institucional	
	Dirección Administrativa	
	Patronato Municipal	
	Plan Estratégico	
	Sala De Comisiones	
	Secretaria	
	Vice alcaldía	
Asesoría	Asesoría Jurídica	10.10.1.1 – 10.10.1.62
	Auditoria	
	Recursos Humanos	
Avalúos y Catastros	Cartografía	10.10.1.65 – 10.10.1.126
	Catastro Económico	
	Dirección Avalúos	

VLAN	Sección	Rango de Direcciones
Bodega	Bodega	10.10.4.17 – 10.10.4.30
	Taller Obras Públicas	
Camal	Camal Municipal	10.10.4.1 – 10.10.4.14
Comisarias	Catastro Físico	10.10.3.1 – 10.10.3.62
	Comisaria De Construcciones	
	Comisaria De Higiene	
	Comisarias Vías Publica	
	Control Sanitario	
	Desechos Solido ³⁶	
	Dirección Higiene	
	Dirección Servicios Públicos	
	Educación Promoción Y Salud	
	Gestión Ambiental	
	Impresoras	
	Inquilinato	
Tesorería		
Comunicaciones	Switches	10.10.3.65 – 10.10.3.126
	Antenas	
Financiero	Contabilidad	10.10.0.65 – 10.10.0.190
	Dirección Financiera	
	Presupuesto	
	Proveeduría	
	Rentas	
	Tesorería de Coactivas	
	Tesorería	

³⁶ Continúa en la Siguiete página

VLAN	Sección	Rango de Direcciones
Informática	Informática	10.10.0.1 – 10.10.0.62
	Servidores	
	Impresoras	
Mercado Mayorista	Mercado Mayorista ³⁷	10.10.3.225 – 10.10.3.254
Obras Publicas	Dirección Opm	10.10.1.129 – 10.10.1.190
	Fiscalización Construcciones	
	Fiscalización Vías	
	Laboratorio Suelos	
	Obras Civiles Costos	
	Parroquias	
Planificación	Control Urbano	10.10.1.193 – 10.10.1.254
	Dirección Planificación	
	Plan De Desarrollo	
	Programas y Proyectos	
Primera Imprenta	101	10.10.3.129 – 10.10.3.190
	Desarrollo Social	
	Dirección Cultura	
	Promoción Cultural y Artística	
	Ransa	
Taller de Higiene	Taller de Higiene	10.10.4.33 – 10.10.4.46
Telefonía	Edificio Principal	10.10.2.1 – 10.10.2.254
Unidad de Tránsito y Transporte	Unidad De Tránsito y Transporte	10.10.3.193 – 10.10.3.222

Una vez determinados los rangos de direcciones se debe determinar direcciones

³⁷ Continua en la Siguiete página

estáticas y dinámicas para los diferentes dispositivos de la red.

Tabla 3-38 Propuesta de Direcciones IP Estáticas y Dinámicas para la Vlan de Informática

Vlan Informática		
10.10.0.1 – 10.10.62	Dispositivos Disponibles	62
Direcciones Estáticas		
10.10.0.1 – 10.10.0.15	Servidores	16
10.10.0.16 – 10.10.0.31	Informática	16
10.10.0.32 – 10.10.0.62	Impresoras de Red	30

Tabla 3-39 Propuesta de Direcciones IP Estáticas y Dinámicas para la Vlan Telefonía

VLAN Telefonía		
10.10.2.1 – 10.10.2.254	Dispositivos Disponibles	254
Direcciones Estáticas		
10.10.2.1 – 10.10.2.10	Central Telefónica Switches de Conexión	10
Direcciones Dinámicas (DHCP)		
10.10.2.11 – 10.10.2.254	Teléfonos	244

3.2.3.3 Modelo Propuesto en Estrella Extendida

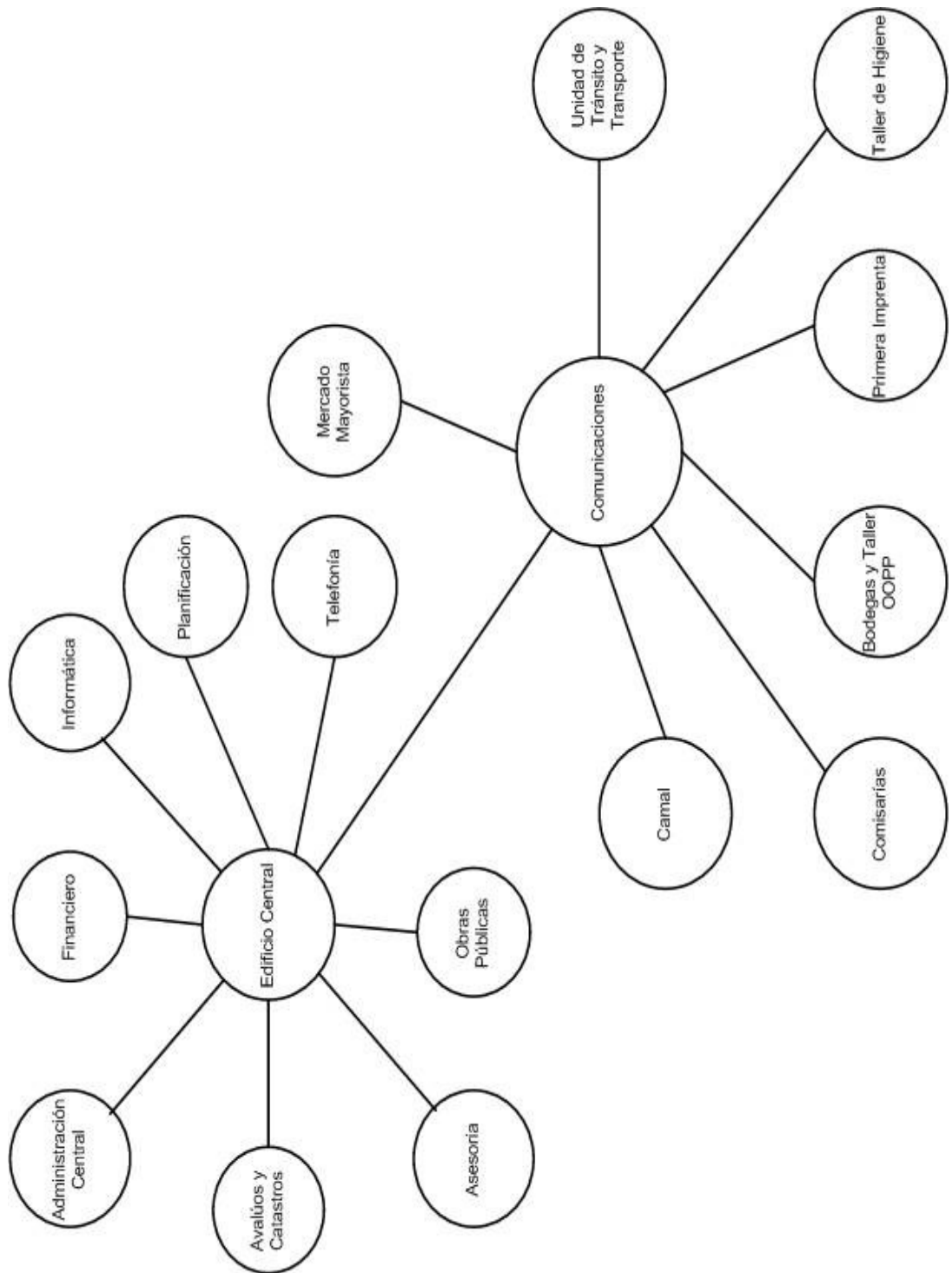


Gráfico 3-63 Modelo propuesto de estrella extendida con vlangs de voz y datos

3.2.3.4 Voz Sobre IP

Al considerar que se tiene una red de voz instalada en el edificio principal que está siendo ocupada por la central telefónica actual y sus extensiones, entonces se puede proponer que en esa red se instalen 4 switches de capa 2 de 24 puertos en cada uno de los armarios de distribución principal e intermedios, conectados entre ellos mediante los puertos de fibra óptica disponibles en cada armario. Esto garantizará que el tráfico de voz para telefonía no interferirá con el tráfico de datos en la red. Solo el switch que este colocado en el primer piso se conectará con el switch de capa 3 (nivel de distribución) de los datos para conexión con los otros edificios.

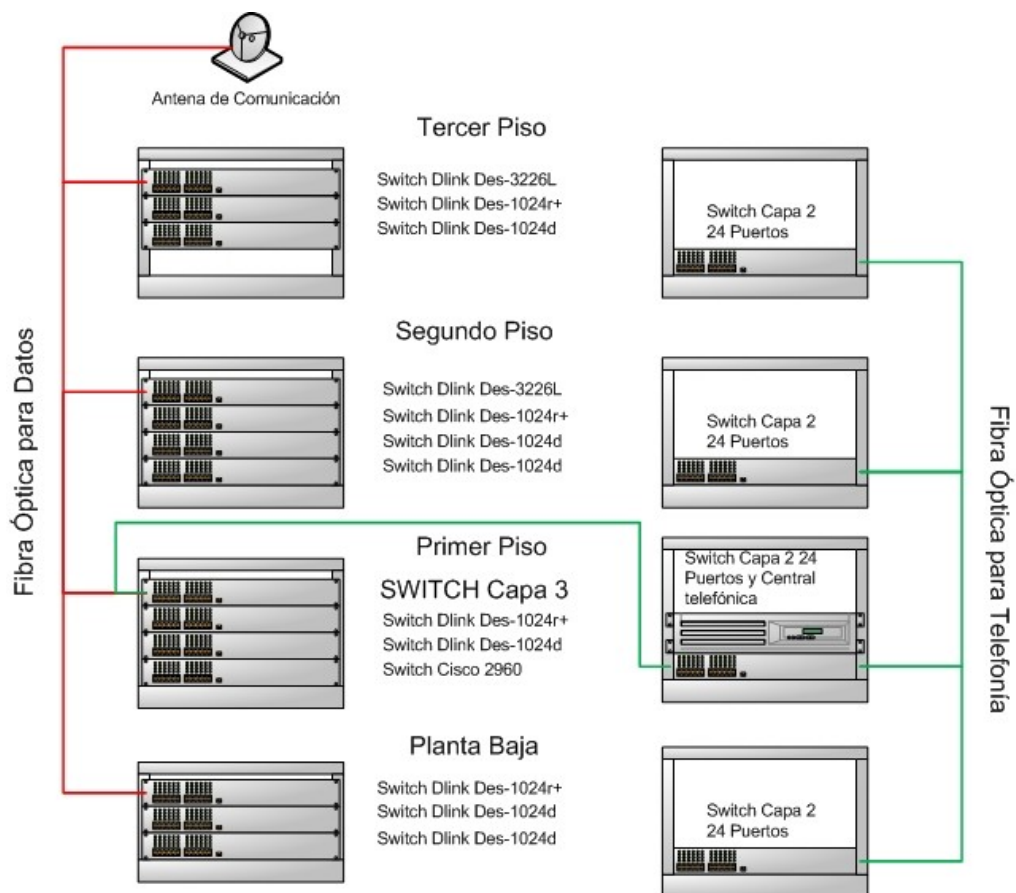


Gráfico 3-64 Modelo propuesto para red de voz

3.2.3.5 Costos estimados de la propuesta

El rediseño de la red del Ilustre Municipalidad de Ambato conlleva costos que deben ser tomados en cuenta, estos costos servirán para tener una idea más completa de este proyecto.

Para el cálculo de los equipos de hardware, software y mano de obra se han tomado como referencia: proformas de empresas conocidas del país, precios de consultorías realizadas en la municipalidad y varias consultas realizadas a profesionales en el área.

Hardware

En hardware se han considerado los equipos de redes que se van a añadir y las antenas de comunicación que se necesitan reemplazar

Tabla 3-40 Tabla de Costos de Hardware³⁸

Equipo	Características Principales	Edificio	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Switch Capa 3	Fibra Óptica 48 Puertos Power over Ethernet	Edificio Principal	1	\$ 4.500,00	\$ 4.500,00
	24 Puertos Power over Ethernet	Comisaría	1	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00
		Primera Imprenta	1	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00
Subtotal Switches Capa 3					\$ 12.500,00
Switch Capa 2	Fibra Óptica 48 Puertos	Edificio Principal	1	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00
	24 Puertos	Telefonía	3	\$ 2.000,00	\$ 6.000,00
Subtotal Switches Capa 2					\$ 8.500,00
Antenas	Antenas de comunicación a 5.8 Mhz con capacidades de ruteamiento, seguridad y Calidad de Servicios	Todos los Edificios de la Municipalida d	9	\$ 900,00	\$ 8.100,00

³⁸ Continúa en la siguiente página.....

Equipo	Características Principales	Edificio	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Subtotal Antenas de Comunicación					\$ 8.100,00
Total Costos de Hardware					\$ 29.100,00

Software

En esta propuesta, se procurará utilizar todo el software de uso libre sin costo que el gobierno nacional sugiere en usar en las instituciones estatales y de gobiernos locales. Como cada equipo de hardware posee un software interno especializado para manejo del mismo, entonces no se incurrirá en gastos extras por este rubro.

Tabla 3-41 Tabla de Costos de Software

Software	Características Principales	Edificio	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Sistema Operativo	Manejo del Switch Capa 3	Edificio Principal	1	\$ 0,00	\$ 0,00
		Comisarias	1	\$ 0,00	\$ 0,00
		Primera Imprenta	1	\$ 0,00	\$ 0,00
Total Costos de Software					\$ 0,00

Mano de obra

La Ilustre Municipalidad de Ambato posee un Departamento de Informática con personal altamente calificado, el cual puede realizar los cambios propuestos en este proyecto. Para esto se ha calculado costos por hora de trabajo de ingenieros de redes y técnicos especializados en instalaciones.

Tabla 3-42 Tabla de Costos de Mano de Obra

Profesional	No.	Actividad	No. De Horas	Costo por Hora	Costo Total
-------------	-----	-----------	--------------	----------------	-------------

Ingeniero en Redes	1	Instalación Switches Capa 3	24	\$ 25,00	\$ 600,00
		Instalación Switches Capa 2	24	\$ 25,00	\$ 600,00
		Creación Vlans	16	\$ 25,00	\$ 400,00
		Instalación Antenas	24	\$ 25,00	\$ 600,00
		Pruebas	5	\$ 25,00	\$ 125,00
Técnico de Redes	3	Reorganización armarios	20	\$ 12,50	\$ 750,00
		Instalaciones Varias	24	\$ 12,50	\$ 900,00
Total Mano de Obra					\$ 3.975,00

Tabla 3-43 Tabla Resumen de Costos

Rubro	Costo
Hardware	\$ 29.100,00
Software	\$ 0,00
Mano de Obra	\$ 3.975,00
Total	\$ 33.075,00

Al sumar todos los costos (Hardware, Software y Mano de Obra) se llega a un total estimado de \$33.075,00 dólares.

3.2.3.6 Estándar para Denominación de Usuarios, Servidores y Equipos de Trabajo en la Ilustre Municipalidad de Ambato

Una forma de controlar los equipos en la red es tener los nombres de los usuarios, servidores y equipos de trabajo bajo un formato estándar que permita la correcta localización y ubicación de los mismos en la red.

Todos estos nombres deben constar en el Active Directory del Servidor de Dominio Principal de la Ilustre Municipalidad de Ambato

Existen varios estándares para las denominaciones de los equipos y nombres de

usuarios, considerando que en la Ilustre Municipalidad de Ambato se mantiene redes basadas en sistemas Windows, se ha considerado los siguientes estándares:

3.2.3.6.1 Servidores

Los servidores deben tener nombres bien definidos para ser fácilmente identificados en la red. Deben tener el siguiente estándar para denominación:

EERRRNN

EE : Edificio en donde se localiza el servidor

IM Edificio Principal de la Municipalidad

CO Comisarias

UT Unidad Municipal de Transporte

BO Bodega

RR : Rol del servidor en la red

BDD Servidor de Base de Datos

CDD Servidor Controlador de Dominio

CDO Servidor de Correo

SAR Servidor de Archivos

NN : Número secuencial

Ejemplo:

Para un servidor principal (controlador de dominio) localizado en el Edificio Principal la denominación sería:

IMACDD01

Para un segundo servidor de Base de Datos localizado en Bodega, la denominación sería:

BOBDD02

3.2.3.6.2 Estaciones de Trabajo

Las estaciones de trabajo deben tener los siguientes estándares de denominación:

EEPPDDNN

En donde:

EE : Edificio o Localidad donde se ubica la estación de trabajo

IM Edificio Principal

BO Bodega

CO Comisarías

UT Unidad de Tránsito y Transporte

PP : Número del piso en donde está la estación de trabajo

00 Planta Baja

01 Primer Piso

02 Segundo Piso

DDD : Departamento u oficina

AL Alcaldía

CB Contabilidad

CM Comunicaciones

SI Sistemas o Informática

HI Higiene

VA Vicealcaldía

NN : Número secuencial

Este número puede empezar desde la derecha según se entra en la oficina o según se incrementa el equipo en la dependencia

Considerando que todas las estaciones de trabajo están operando con el sistema operativo Windows, se recomienda que cuando se ingresa el nombre de la estación de trabajo, en la descripción se debe especificar muy detalladamente el rol de la estación en el departamento sin señalar los nombres personales de los usuarios

Ejemplo

Para una máquina localizada en el departamento de Contabilidad en el Edificio Principal la denominación sería:

IM02CO01

La descripción sería

Contabilidad. Contabilidad Roles de Pago

Para la tercera estación de trabajo de la Dirección de Higiene en el Edificio de Comisarias localizado en el segundo piso

CO02HI03

La descripción sería

Comisarias. Higiene. Control Sanitario

3.2.3.6.3 Estaciones de Impresión

Para las estaciones de impresión la denominación es:

EEPPDDMMNNNN

En donde:

EE : Edificio donde se encuentra la estación de impresión.

IM Edificio Principal

BO Bodega

CO Comisarías

PP : Piso

DD : Departamento o dependencia

CO Contabilidad

OP Obras Públicas

SE Secretaría

MM : Marca del Fabricante

HP Hewlett Packard

EP Epson

OK Okidata

NNNN: Modelo de la estación de Impresión

DJ660C DeskJet 660c

LJ1100LaserJet 1100

FX1170 FX matricial 1170

Ejemplo:

La impresora láser HP Laserjet 2200 de Alcaldía en el Edificio Principal tiene la denominación:

IM01HPLJ2200

La impresora matricial Epson FX1170de Bodega será:

BO00EP1170

3.2.3.6.4 Otros Dispositivos

Para otros equipos que no están considerados dentro de las categorías anteriores y que puedan tener una denominación en la red, se seguirá el siguiente estándar:

EEPPDDDNN

En donde:

EE : Edificio

PR Principal

BO Bodega

CU Cultura - Primera Imprenta

PP : Número del piso en donde está el dispositivo de red

00 Planta Baja

01 Primer Piso

DDD : Descripción o marca del equipo

CIS Cisco

ROU Routeador

SWT Switch

HUB Hub

NN : Número secuencial

Ejemplo:

Para un equipo Cisco localizado en la Unidad de Transporte en la planta baja será:

UT00CIS01

3.2.3.6.5 Grupos de trabajo

Para los grupos de trabajo, se deben tomar en cuenta los nombres de los departamentos y grupos administrativos de la Ilustre Municipalidad de Ambato junto con el nombre del edificio

[EE]-[Grupo Administrativo]

En donde:

EE : Edificio o localidad en donde se encuentra el grupo de trabajo.

CA Camal

PR Principal

BO Bodega

CU Cultura - Primera Imprenta

Ejemplo:

IM-Contabilidad

IM-Coordinación de Alcaldía

CU-Promotores

3.2.3.6.6 Usuarios

Para crear usuarios se podrían seguir las siguientes directivas:

Alternativa 1

[Inicial del Primer Nombre [Primer Apellido]

[Inicial del Primer Nombre][Inicial del Segundo Nombre][Primer Apellido]

[Inicial del Primer Nombre][Primer Apellido][Segundo Apellido]

Alternativa 2

[Primer Nombre].[Primer Apellido]

[Primer Nombre].[Segundo Nombre].[Primer Apellido]

[Primer Nombre].[Primer Apellido].[Segundo Apellido]

Ejemplos

Alternativa 1

Nombre	Usuario
Juan Francisco Pérez Martínez	jperez jfperez jperezm
Juan Carlos Pérez Paredes	jperez jcperez jperezp
Alfonso Espinoza de los Monteros	aespinosa Aespinozad

Alternativa 2

Nombre	Usuario
Juan Francisco Pérez Martínez	juan.perez juan.francisco.perez

juan.perez.martinez

Juan Carlos Pérez Paredes

juan.perez

juan.carlos.perez

juan.perez.paredes

Alfonso Espinoza de los Monteros

alfonso.espinoza

alfonso.espinoza.monteros

CAPITULO IV

4 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Comprobación de la Hipótesis

Al inicio de esta tesis, en el plan inicial se estableció una hipótesis que dice: “Al implementar este proyecto, la comunicación de voz y datos será efectiva entre los edificios de la Ilustre Municipalidad de Ambato con tiempos de respuesta más rápidos y mensajes de difusión controlados y reducidos al mínimo necesario. Basándose en este análisis, el Ilustre Municipio de Ambato mejorará el tráfico de red en un 30%.”³⁹.

Para comprobar esta hipótesis se ha utilizado los datos obtenidos en los análisis del tráfico de red⁴⁰ : se toma el porcentaje promedio de los 3 protocolos que causan más tráfico en la red, los cuales son: ARP (Protocolo de Resolución de Direcciones), NBNS (Protocolo de Nombres de NetBios) y SSDP (Protocolo de Descubrimiento de

³⁹ Ver 1.4 Hipótesis

⁴⁰ Ver 3.1.7.3 3.1.7.3Resultados del Análisis

Servicios Simple), los cuales provocan la difusión (broadcast) entre los equipos de red instalados; con todos estos datos se aplica la siguiente fórmula:

Tabla 4-44 Fórmula para el cálculo de Porcentajes de Difusión

Variables		Fórmula
Prt	Porcentaje total causado por el protocolo en análisis	$Pr m = \frac{Pr t}{Nm}$
Nm	Número de Máquinas	
Prm	Porcentaje individual por máquina causado por el protocolo en análisis	

Con este porcentaje individual se procede a multiplicar por el número de máquinas en cada dominio de difusión (broadcast) y se obtiene un porcentaje total causado por el protocolo en análisis:

$$Prc = Prm * \text{Número de máquinas en ese dominio}$$

Tabla 4-45 Cuadro de Demostración de la Hipótesis

Protocolo	Primera Semana	Segunda Semana	Promedio (Prt)	Porcentaje por Máquina (Prm)
ARP	45,42%	47,62%	46,52%	0,1385%
NBNS	10,04%	14,49%	12,27%	0,0365%
SSDP	9,95%	9,81%	9,88%	0,0294%

Red	Dispositivos	Porcentajes Causados (Pre)		
		ARP	NBNS	SSDP
Modelo Actual				
Red Actual del Ilustre Municipalidad de Ambato	336	46,52%	12,27%	9,88%
Modelo Propuesto				
Administración Central	40	5,54%	1,46%	1,18%
Asesoría	22	3,05%	0,80%	0,65%
Avalúos y Catastros	21	2,91%	0,77%	0,62%
Bodega	4	0,55%	0,15%	0,12%
Camal	7	0,97%	0,26%	0,21%
Comisarías	40	5,54%	1,46%	1,18%
Comunicaciones	33	4,57%	1,20%	0,97%
Financiero	46	6,37%	1,68%	1,35%
Informática	39	5,40%	1,42%	1,15%
Mercado Mayorista	8	1,11%	0,29%	0,24%
Obras Publicas	22	3,05%	0,80%	0,65%
Planificación	20	2,77%	0,73%	0,59%
Primera Imprenta	22	3,05%	0,80%	0,65%
Taller de Higiene	2	0,28%	0,07%	0,06%
Telefonía	120	16,61%	4,38%	3,53%
Unidad de Tránsito y Transporte	10	1,38%	0,37%	0,29%
Promedio del Porcentaje de difusión en las redes		3,01%	0,79%	0,64%
Porcentaje de Disminución en relación con el Modelo Actual (3.01% / 46,52%)		93,53%		

Como se puede observar, el porcentaje de disminución es del 93,53% que ampliamente supera el 30% estimado y con lo cual se comprueba la hipótesis planteada.

4.2 Conclusiones

- La red del Ilustre Municipalidad de Ambato es una red que está trabajando en buena forma pero fue diseñada y construida para dar servicio en un período aproximado de 5 años, este período está a punto de fenecer y esta red se ve enfrentada a los nuevos retos, nuevas tecnologías y aplicaciones de hoy en día, por lo que el rediseño completo planteado satisfecerá tales demandas.
- Después de haber analizado la estructura, funcionamiento y diseños tanto físicos como lógicos de la red se puede concluir que esta red es plana con un solo dominio de difusión (broadcast 46,52%) lo que se refleja en tiempos de respuesta más largos de las aplicaciones en red (cliente – servidor), congestiones innecesarias, probables contagios generales de virus, etc. Además tiene pocas políticas de seguridad que la vuelven vulnerable no sólo a los ataque externos sino a los internos, necesitando tener una administración más rigurosa y estricta que implemente más y mejores políticas.
- El fraccionamiento de la red en redes más pequeñas, usando las soluciones VLSM y redes locales virtuales (Vlans), es una necesidad imperiosa para evitar un tráfico innecesario de red, permitir un uso eficiente del ancho de banda hacia todas las localidades remotas y poder disponer de una infraestructura eficiente, escalable y segura.
- Existe una red física de cableado estructurado implementada para tráfico de voz que cumple con los requerimientos de implementación de telefonía IP, sólo se

necesitan ciertos cambios lógicos en direccionamiento IP y adquisición de dispositivos de red que conmuten el tráfico de voz requerido.

- La implementación de nuevas soluciones en redes inalámbricas en el Edificio Principal es impráctica debido a la arquitectura del edificio por lo que se deben usar la infraestructura actual (puntos de red establecidos) para instalar nuevos dispositivos de red.

4.3 Recomendaciones

- Como los equipos ya han llegado al final de su vida útil (5 años) se recomienda cambiarlos paulatinamente mediante la creación y ejecución de un plan de asignación de funciones menos críticas a los dispositivos de red que todavía pueden dar servicio en la red.
- Cambiar el direccionamiento IP de los dispositivos de red de tal forma que se creen subredes, redes locales privadas, que permitan un mejor uso de la red de la Ilustre Municipalidad de Ambato. Al cambiar este direccionamiento se deben también eliminar protocolos de red innecesarios o expirados tales como SSDP (Simple Service Discovery Protocol), STP (Spanning Tree Protocol) o IPX RIP (para redes Novell)
- Con la implementación del nuevo direccionamiento, se recomienda implementar nuevas políticas de seguridad que permitan una administración eficaz y estricta de los recursos de la red.
- Reorganizar el cableado físico de los armarios de distribución principales e intermedios en una estructura clara y simple, con la creación de mapas de red, que permita un manejo ordenado de los mismos.

BIBLIOGRAFIA

LIBROS

Cisco Systems Inc. Guía del Primer Año: CCNA 1 y 2. KME Sistemas. Tercera edición. Madrid: Pearson Education, 2004. ISBN 1-58713-110-2

---Guía del Segundo Año: CCNA 3 y 4. KME Sistemas. Tercera edición. Madrid: Pearson Education. 2004. ISBN 84-205-4080-3

Díaz, Fausto. Metodología de la Investigación. Universidad Técnica de Ambato. Ambato. 2002.

Egas Carlos. Diseño de LAN y WAN para VoIP. Curso de NetSoSe. Quito:2008

Flores, Marco Antonio. Redes de Computadoras: Instale y Configure los Servicios de una Red. Primera edición. Lima: Macro E.I.R.L., 2005. ISBN 9972-707-71-7

Hallberg, Bruce A. Fundamentos de Redes. Tercera Edición. México: O'Really,2006. ISBN 970-10-5896-8

Paquet Catherine, Teare Diane. Campus Network Design Fundamentals. Segunda edición. México: Cisco Press, 2005. ISBN 1-58705-222-9

Paquet Catherine, Teare Diane. Campus Network Design Fundamentals. Indianapolis, USA. Cisco Press. 2006. Documento PDF. Librería del Congreso 2004114307

Garcia Tomas Jesus, Raya Cabrera Jose Luis, Raya Víctor Rodrigo. Alta velocidad y calidad de Servicio en Redes IP. Edición Original. México: Alfa y Omega Editorial. 2002. ISBN 84-7897-503-9

Raya, José Luis, Raya Cristina. Redes Locales. Edición original. Madrid: RAMA Editorial. 2002. ISBN 84-7897-452-0

Tanenbaum, Andrew S. Redes de Computadoras. Cuarta edición. México: Pearson Educación. 2003. ISBN 970-26-0162-2

INTERNET

www.wikipedia.com

Sitio web que posee definiciones, las cuales son alimentadas por usuarios de internet a nivel mundial

www.google.com

Sitio web que sirve para realizar búsquedas en el internet. Su índice está calculado en más de 8.000 millones de páginas web

www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/solution/esm/qossrnd.pdf

Guía de Referencia de diseño de redes empresariales con Calidad de Servicio, publicada por la empresa Cisco

www.etsi.org

Sitio web del Instituto Europeo para el Estándar en Telecomunicaciones

www.cisco.com

Sitio web de la Empresa Cisco, esta empresa se dedica a fabricar hardware y software de dispositivos de red

www.wireshark.org

Sitio web del software libre Wireshark, este software revisa el tráfico de red, permite analizar los paquetes, protocolos, y otra información que circula en la red de datos

<http://www.bradylatinamerica.com/bradyid/downloads/downloadsPageView.do?file=TA-606ARefGuide.pdf>

Documento que explica ciertos estándares de construcción de redes (Armarios, cableado estructurado)

<http://qos.iespana.es>

Sitio Web de España dedicado a un proyecto de Calidad de Servicios para la universidad politécnica Alcalá de Henares

<http://www.alegsa.com.ar/Dic/fibra%20optica.php>

Diccionario argentino de términos informáticos

<http://compnetworking.about.com/od/hardwarenetworkgear/f/layer3switches.htm>

Sitio web de www.about.com dedicado a resolver información sobre redes y

tecnología inalámbrica

<http://www.lightreading.com>

Sitio web dedicado a la publicación de artículos y reportajes para las industrias de telecomunicaciones

GLOSARIO

A

- Acl** Lista de Control de Acceso. Existen 2 tipos, discrecional y del sistema
- Ancho De Banda** Es la máxima velocidad de transferencia de datos entre los dos extremos de la red.
- Arp** Address Resolution Protocol Protocolo de resolución de direcciones de Internet usado para mapear dinámicamente las direcciones de Internet a direcciones físicas en redes locales

B

- Backbone** El mecanismo de conectividad en un sistema distribuido jerárquico. Todos los sistemas que tengan conectividad con un sistema intermedio de la troncal tienen asegurados la conectividad entre ellos. Esto no impide que los sistemas dispongan configuraciones particulares para hacer un bypass de la troncal por razones de coste, rendimiento o seguridad.
- Bandwidth** Capacidad de transferencia de datos de un medio. En medios digitales se expresa en bits por segundo (bps) y en medios analógicos se expresa en hertzios (Hz).
- Baud rate** La velocidad de comunicación de los módems. Si cada señal transmitida se corresponde con un bit transmitido, se considera igual a la velocidad en bits por segundo

Broadcast	Transmisión de paquetes a todos los hosts de una subred.
Browser	Los programas que permiten ver las páginas de la Malla Mundial o WWW se llaman en inglés <i>browsers</i> .

C

Conexión dial-up	Conexión que usa un modem y una línea telefónica. Community name. Nombre que identifica a un grupo de hosts SNMP. El nombre es usado en los mensajes SNMP que son enviados a los dispositivos administradores mediante SNMP.
Conmutación de paquetes	Tecnología de conmutación de paquetes en la que cada paquete sigue una ruta diferente por lo que no existe un tiempo para el establecimiento de la comunicación.

D

Datagrama	La unidad fundamental de información transmitida a través de Internet. Contiene las direcciones fuente y destino junto con datos y una serie de campos que definen la longitud del datagrama, el checksum de la cabecera y flags para indicar cuando el datagrama ha sido (o puede ser) fragmentado.
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol. Protocolo que ayuda en la administración de las direcciones IP de una red TCP/IP y otras opciones de configuración.
Dominio	En Internet, una parte de una jerarquía de nombres. Sintéticamente, un nombre de dominio consiste en una secuencia de nombres (etiquetas) separados por puntos, por ejemplo, <<quipu.eleme.com.pe>>.en OSI, <<dominio>>se usa generalmente como partición administrativa de un complejo sistema distribuido, como en el PRMD(Private Management Domain)MHS, y en DMD (Directory Management Domain).en

redes basadas en Windows, define una unidad administrativa básica que consiste en un conjunto de computadores que comparten una lista común de usuarios y recursos.

- DoS** Un tipo de ataque que aprovecha una debilidad de un servicio de red para sobrecargar o detener el servicio.
- Dúplex** Sistema capaz de transmitir en ambas direcciones simultáneamente.
- DTP** Deliver to Promise es la capacidad de los recursos de distribución (Almacenamiento y transporte), actual o planificada, no comprometida.

E

- Encapsulación** La técnica que usan los protocolos por capas en los que una capa añade información de cabecera a la PDU de la capa superior .Por ejemplo, en la tecnología de Internet, un paquete contendría una cabecera de la capa física, seguida de una cabecera de la capa de red, seguida de una cabecera de una capa de transporte (TCP),seguida de los datos el protocolo de aplicación
- Ethernet** Una LAN en banda base a 10 Mbps que CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection). La red permite que múltiples estaciones accedan al medio a voluntad sin una coordinación previa; el mecanismo de detección de colisiones resuelve los conflictos en accesos concurrentes al medio.
- Extranet** Un subconjunto de computadoras o usuarios en Internet que pueden acceder a la red interna de su organización.

F

Filtrado de paquetes	Impide que ciertos tipos de paquetes sean enviados o recibidos, generalmente, por razones de seguridad.
Firewall	Combinación de hardware y software que proporciona un sistema de seguridad que impide el acceso no autorizado desde el exterior a la red interna o intranet.
Fragmentación	El proceso por el que se parte un datagrama IP en piezas más pequeñas para ajustarse a los requerimientos de una red física dada. El proceso inverso se denomina reensamblado (reassembly).
FTP	File Transfer Protocol. Protocolo parte de la pila TCP/IP usado para copiar archivos entre dos computadores en Internet.
Full dúplex	Sistema capaz de transmitir simultáneamente en ambas direcciones

H

H.323	Un estándar ITU para la comunicación multimedia en paquetes.
Half-duplex	Sistema capaz de transmitir información en ambos sentidos de forma simultánea.
Host	Cualquier dispositivo en una red TCP/IP que tiene una dirección IP.
HTTP	Secure Hypertext Transfer Protocol. Protocolo que proporciona una conexión HTTP segura.

I

ICMP	Internet Control Message Protocol. Protocolo de mantenimiento requerido por el protocolo IP, que reporta errores y proporciona una conectividad básica.
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineer. Instituto que agrupa a los ingenieros eléctricos y electrónicos de todo el mundo, creado en 1963.
Internet	Conjunto de redes de alcance mundial y de acceso público, que contiene numerosas fuentes de información, tales como colegios, gobiernos, empresas, etc. También se dice de un conjunto de redes privadas interconectadas, en tal caso debe escribirse en minúsculas como apócope de <i>internetwork</i> .
IP	Internet Protocol. Protocolo ruteable de la pila TCP/IP que es responsable del direccionamiento, ruteo, la fragmentación y el reensamblado de los paquetes IP.
IPX	Internet Packet Exchange. Protocolo para el intercambio de paquetes entre aplicaciones dentro de una red Netware. Actualmente este protocolo está en desuso y sólo se utiliza para juegos en red antiguos.

L

Latencia	Retardo de propagación.
-----------------	-------------------------

M

MTU	Maximun Transmission Unit. La mayor unidad de datos posibles que se puede enviar sobre un medio físico dado. Por ejemplo, la MTU de Ethernet es de 1500 bytes.
------------	--

Multicast Una forma especial de broadcast en la que las copias del paquete se entregan solamente a un subconjunto de todos los posibles destinos.

MS NLB Sólo detecta errores en el nivel de adaptador de red. Si uno de los servidores está en línea, pero uno de sus servicios, como el servicio Publicación World Wide Web, está parado, NLB continuará enviando solicitudes al servicio parado

N

NBNS Protocolo de Nombres de NetBios implementado por máquinas con redes Windows que funciona igual que WINS, traduce nombres de dispositivos de red en direcciones IP, es limitado y en su lugar se usa DNS

NetBEUI NetBIOS Extended User Interface. Protocolo nativo para redes Windows usado en redes locales. NetBEUI es la implementación del protocolo NetBIOS por parte de Microsoft.

NetBIOS Network Basic Input/output System. Interface de programación de aplicaciones que puede ser usado en una red LAN. NetBIOS proporciona un conjunto de comandos para acceder a los servicios de bajo nivel, tales como administrar nombres, establecer sesiones y enviar datagramas entre nodos de una red.

NIC Network Information Center. Originalmente solo había uno, localizado en el SRI International, que tenía la tarea de servir a la comunidad ARPANET (y más tarde a DDN). Hoy en día, hay muchos NICs, operados por redes locales, regionales y nacionales por todo el mundo. Tales centros proporcionan asistencia al usuario, servicios de documentación, formación, y mucho más. También, acrónimo que sirve para referirse a una tarjeta de red (Network Interface Card).

O

OSI Open Systems Interconnection. Un programa de estandarización internacional para facilitar las comunicaciones entre computadoras de distintos fabricantes. Describe 7 capas que son: Aplicación, Presentación, Sesión, Transporte, Red, Enlace de Datos y Física

OSPF Open Shortest Path First. Protocolo de ruteo usado en redes medianas y grandes, proporciona un mejor control y una propagación mas eficiente de la información de ruteo.

P

Ping Packet internet grouper. Un programa empleado para probar la accesibilidad de destinos enviándoles un mensaje ICMP<<echo request>> y esperando una respuesta.

Plug and Play Conjunto de especificaciones desarrollado por Intel para la detección y configuración automática de dispositivos conectados a un computador personal.

PPP Point-to-point Protocol. Sucesor de SLIP,PPP proporciona conexiones ruteador-a-ruteador y host-a-red sobre circuitos tanto síncronos como asíncronos

Protocolo Una descripción formal de los mensajes a intercambiar y de las reglas que dos o mas sistemas han de seguir para intercambiar información.

Proxy Servidor que permite compartir una línea de acceso a Internet. Además, puede proporcionar cache de páginas, control de acceso y filtro de peticiones no autorizadas. También, el mecanismo por el que un sistema <<da la cara>> por otro sistema al responder a solicitudes de protocolo los sistemas proxy se emplean en la gestión de red para evitar tener que implementar pilas de protocolo enteras en dispositivos simples, tales como los módems.

Q

QoS Quality of Service. La medición de la disponibilidad del servicio y calidad de transmisión de una red (o intraredes)

R

RIP es un protocolo de vector-distancia que envía la tabla de enrutamiento completa en broadcast a cada router vecino a determinados intervalos. El intervalo por defecto es de 30 segundos. RIP utiliza el número de saltos como métrica, siendo 15 el número máximo de saltos.

S

SMTP Simple Mail Transfer Protocol. El protocolo de correo electrónico de Internet. Definido en el RFC821, con descripciones del formato de mensajes asociados en el RFC822.

SNMP Simple Network Management Protocol. El protocolo de administración de red electo para interredes basadas en TCP/IP.

Sniffer Aplicación o dispositivo que puede leer, monitorear y capturar paquetes de red.

SSDP Simple Service Discovery Protocol. Es el encargado de enviar paquetes con solicitudes (broadcast request) que serán devueltos con las respuestas necesarias para realizar las acciones que correspondan entre la computadora y el dispositivo.

STP Shielded Twisted Pair. El cable de par trenzado apantallado es justamente lo que su nombre implica: cables de cobre aislados dentro de una cubierta protectora, con un número específico de trenzas por pie.

T

TCP Transmission Control Protocol. El principal protocolo de transporte de la pila de protocolos, que proporciona flujos fiables, orientados a conexión y en full-dúplex. Empleado para la entrega de paquetes IP.

TCP/IP. Transmission Control Protocol/Internet Protocol. Familia de protocolos ampliamente usado en Internet.

U

Udp User Datagram Protocol. Un protocolo de transporte en conjunto de protocolos de Internet, Al igual que TCP se usa para el transporte de paquetes IP, pero el intercambio de datagramas que proporciona no ofrece reconocimiento o garantía de entrega.

V

VoIP Voice over Internet Protocol. Método por el cual se envía voz sobre una LAN o WAN que usan el protocolo TCP/IP.

VPN Virtual Private Network. Una extensión de una red privada que utiliza encapsulamiento y encriptación para enviar datos a través de redes públicas o compartidas.

W

WINS Servicio de nombres de Internet de Windows, es usado para nombres de red, basados en el stack NetBios y complementa NBNS

WWW

World Wide Web. Sistema global de hipertexto que soporta comunicaciones multimedia en internet.

ANEXO 1 ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL DE LA ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE AMBATO

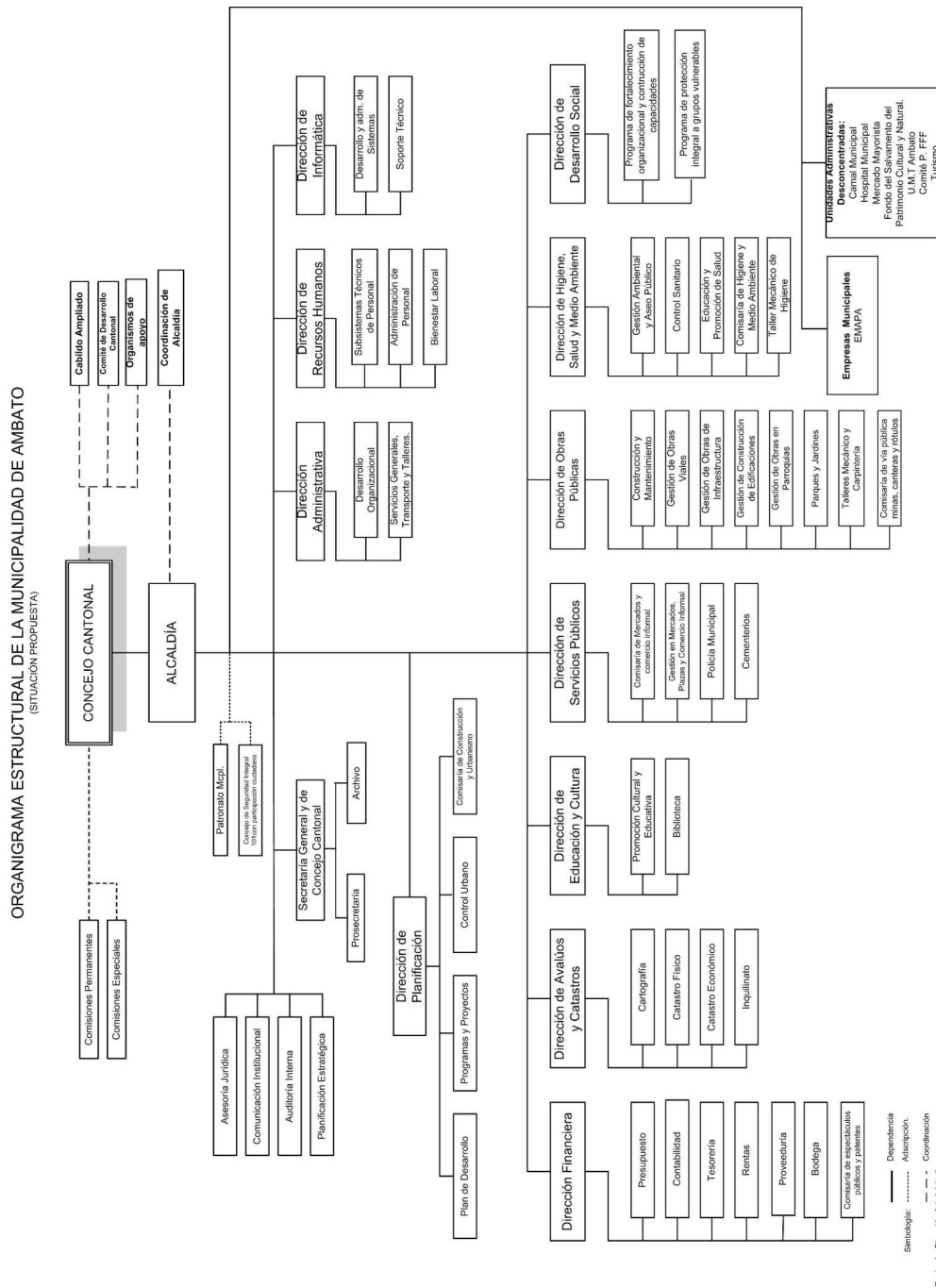


Gráfico 4-65 Organigrama Estructural de la Ilustre Municipalidad de Ambato

ANEXO 2 ESTADÍSTICAS DE LA RED

Viernes 9 de mayo de 2008

Tráfico de Red 10 Principales Ocurrencias		
Protocolos	Ocurrencias	Porcentaje
ARP	12.875	37,36%
TCP	6.393	18,55%
NBNS	4.211	12,22%
SSDP	2.680	7,78%
STP	1.835	5,33%
IPX RIP	1.732	5,03%
DHCP	1.483	4,30%
HTTP	1.129	3,28%
UDP	1.077	3,13%
BROWSER	1.045	3,03%
Total general	34.460	100,00%

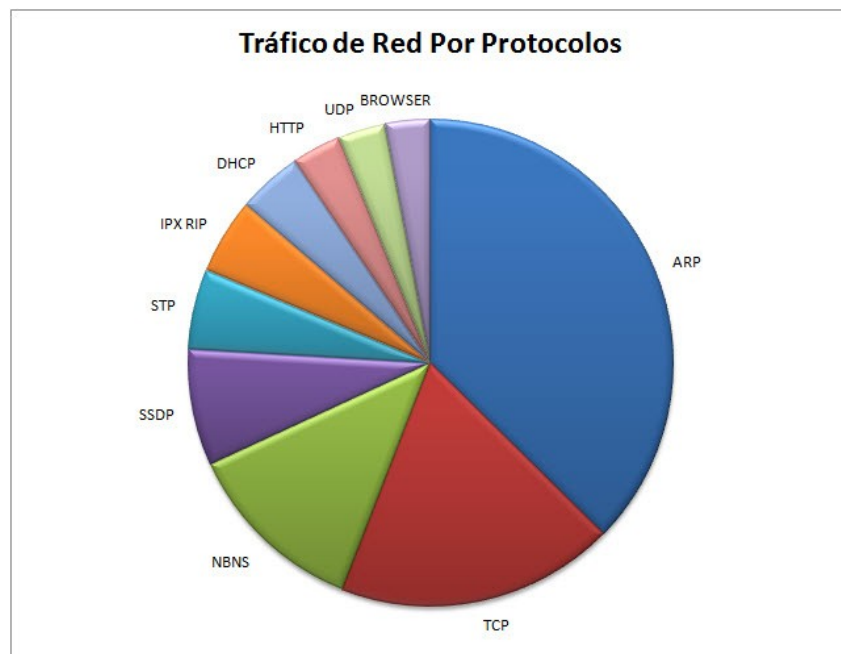


Gráfico 4-66 Tráfico de Red Viernes 9 de Mayo de 2008

Sábado 10 de Mayo de 2008

Tráfico de Red 10 Principales Ocurrencias		
Protocolos	Ocurrencias	Porcentaje
TCP	4.665	44,63%
SSDP	1.279	12,24%
NBNS	1.099	10,51%
STP	944	9,03%
ARP	799	7,64%
HTTP	591	5,65%
UDP	512	4,90%
SMB	246	2,35%
MS NLB	190	1,82%
DTP	128	1,22%
Total general	10.453	100,00%

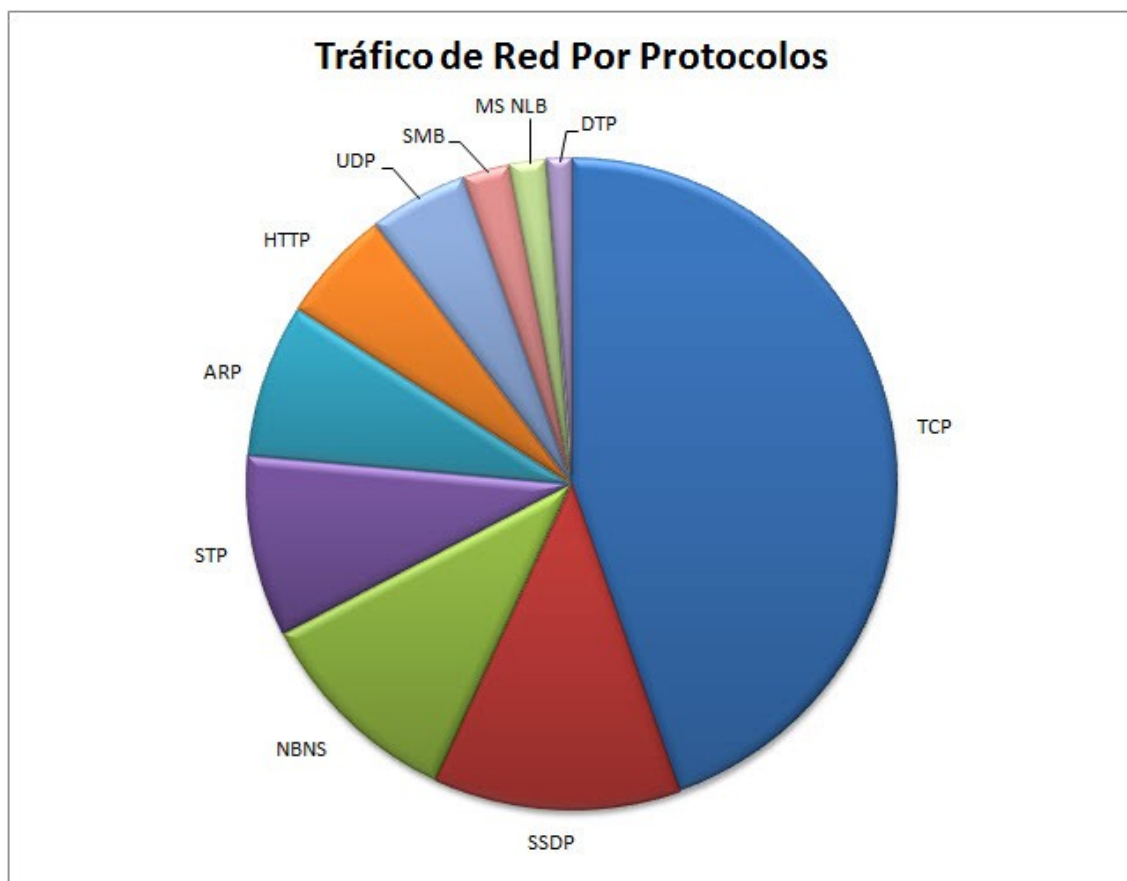


Gráfico 4-67 Tráfico de Red Sábado 10 de Mayo de 2008

Lunes 12 de Mayo de 2008

Tráfico de Red 10 Principales Ocurrencias		
Protocolos	Ocurrencias	Porcentaje
ARP	45.003	51,53%
SSDP	10.251	11,74%
NBNS	7.729	8,85%
STP	7.184	8,23%
DHCP	4.538	5,20%
DNS	3.502	4,01%
IPX SAP	3.104	3,55%
BROWSER	2.929	3,35%
UDP	1.646	1,88%
MS NLB	1.441	1,65%
Total general	87.327	100,00%

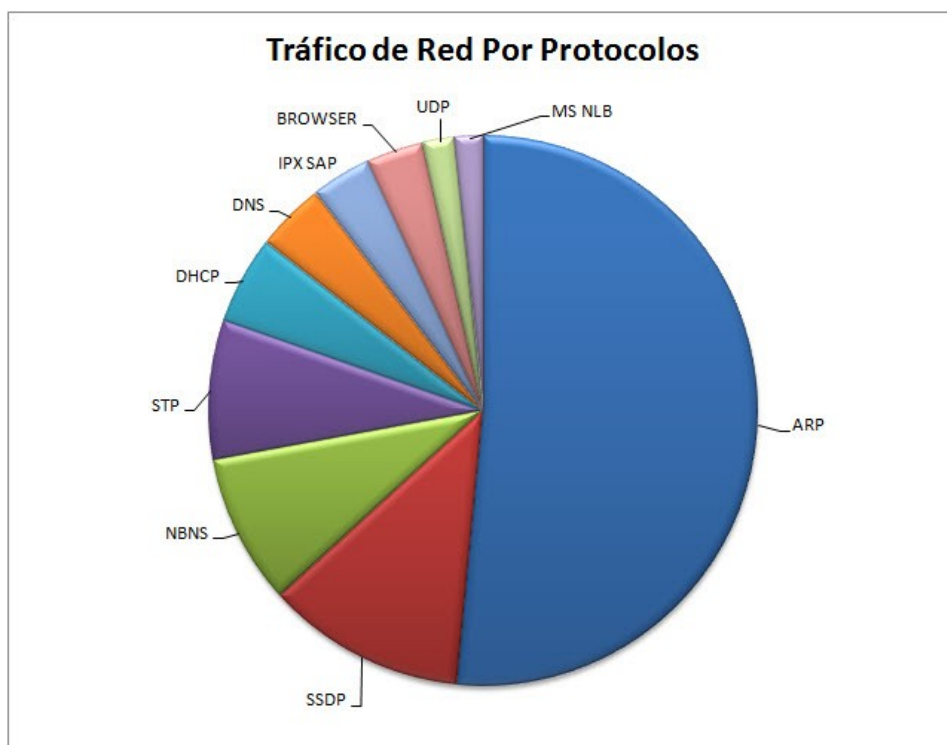


Gráfico 4-68 Tráfico de Red Lunes 12 de Mayo de 2008

Martes 13 de mayo de 2008

Tráfico de Red 10 Principales Ocurrencias		
Protocolos	Ocurrencias	Porcentaje
ARP	52.504	46,03%
TCP	13.225	11,59%
NBNS	11.525	10,10%
SSDP	10.465	9,17%
STP	7.184	6,30%
DHCP	6.217	5,45%
IPX SAP	3.983	3,49%
BROWSER	3.824	3,35%
IPX RIP	3.701	3,24%
MS NLB	1.440	1,26%
Total general	114.068	100,00%

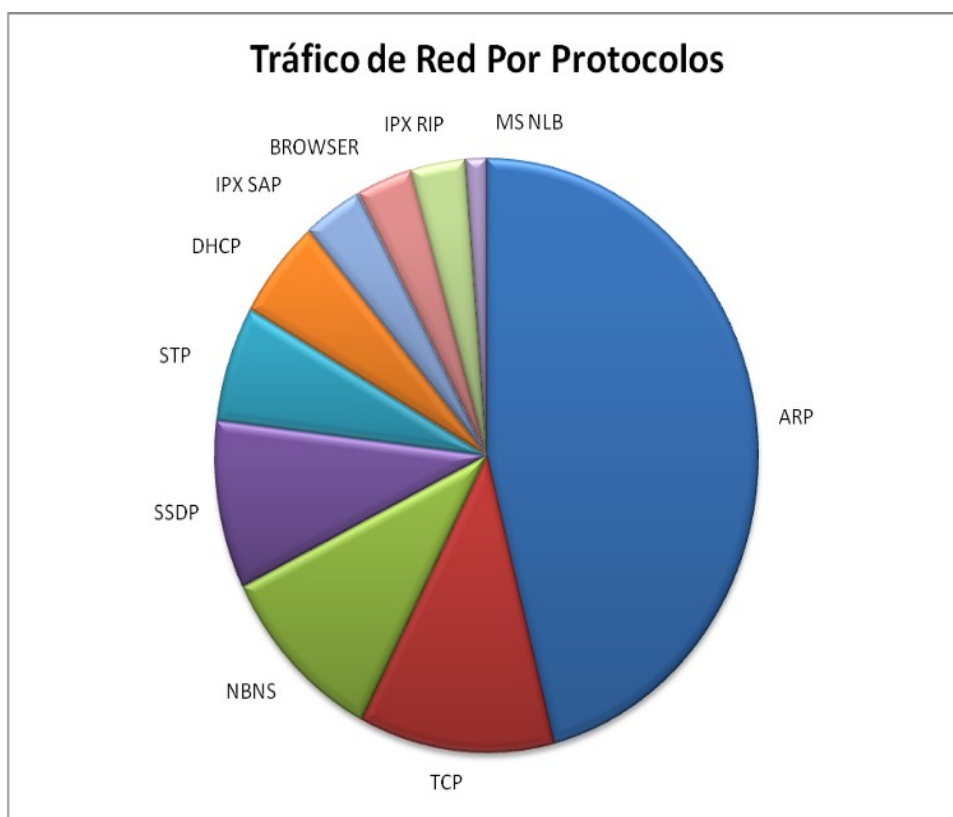


Gráfico 4-69 Tráfico de Red Martes 13 de Mayo de 2008

Miércoles 14 de mayo de 2008

Tráfico de Red 10 Principales Ocurrencias		
Protocolos	Ocurrencias	Porcentaje
ARP	26.473	38,83%
DNS	14.932	21,90%
NBNS	5.846	8,57%
SSDP	5.469	8,02%
STP	3.592	5,27%
UDP	3.044	4,46%
DHCP	2.933	4,30%
IPX SAP	2.059	3,02%
BROWSER	2.005	2,94%
IPX RIP	1.822	2,67%
Total general	68.175	100,00%

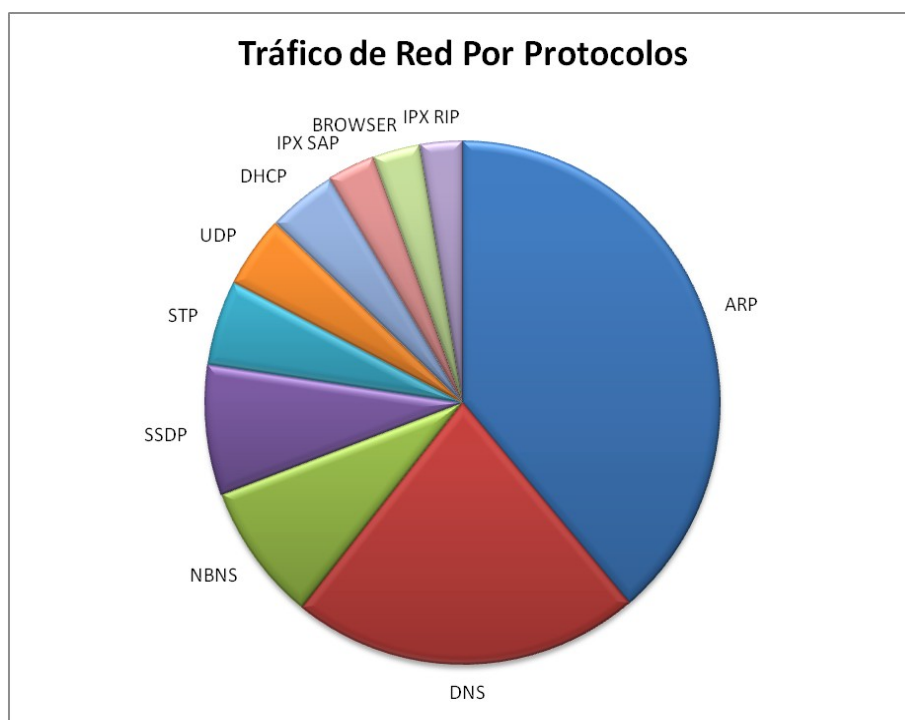


Gráfico 4-70 Tráfico de Red Miércoles 14 de Mayo de 2008

Lunes 19 de mayo de 2008

Tráfico de Red 10 Principales Ocurrencias		
Protocolos	Ocurrencias	Porcentaje
ARP	48.089	44,50%
NBNS	16.392	15,17%
SSDP	11.052	10,23%
STP	7.184	6,65%
IPX RIP	6.076	5,62%
DHCP	5.596	5,18%
UDP	4.836	4,48%
BROWSER	3.979	3,68%
IPX SAP	3.416	3,16%
MS NLB	1.441	1,33%
Total general	108.061	100,00%

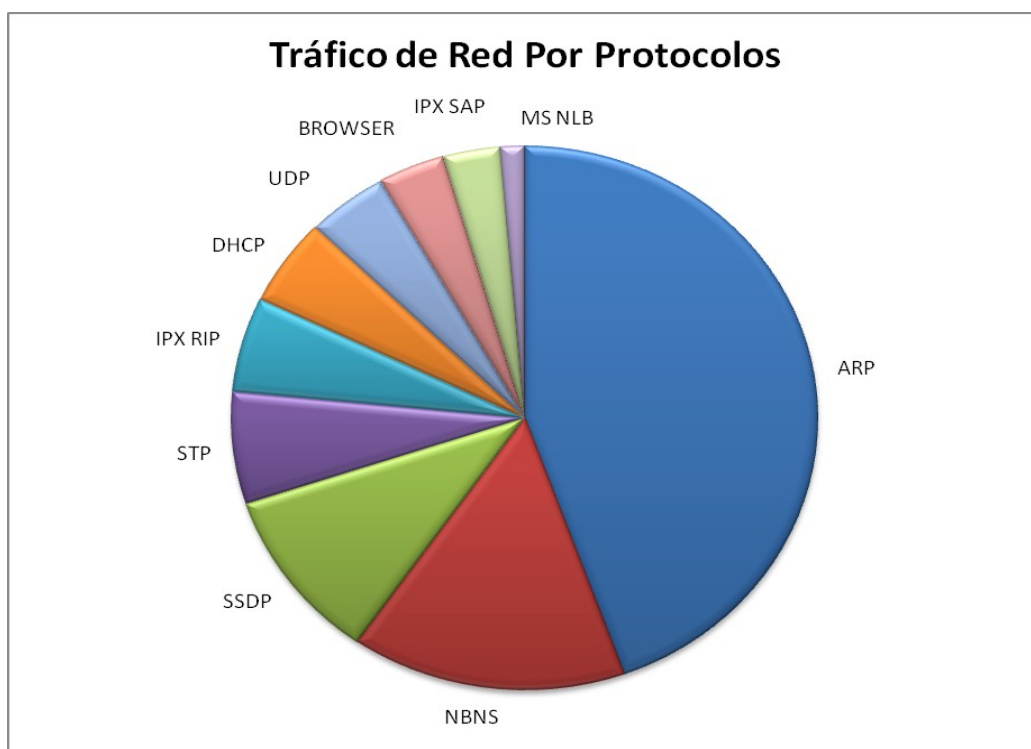


Gráfico 4-71 Tráfico de Red Lunes 19 de Mayo de 2008

Martes 20 de mayo de 2008

Tráfico de Red 10 Principales Ocurrencias		
Protocolos	Ocurrencias	Porcentaje
ARP	38.015	49,12%
NBNS	11.931	15,42%
SSDP	8.011	10,35%
DHCP	4.018	5,19%
STP	3.591	4,64%
UDP	3.340	4,32%
IPX SAP	3.141	4,06%
BROWSER	2.803	3,62%
IPX RIP	1.456	1,88%
MS NLB	1.079	1,39%
Total general	77.385	100,00%

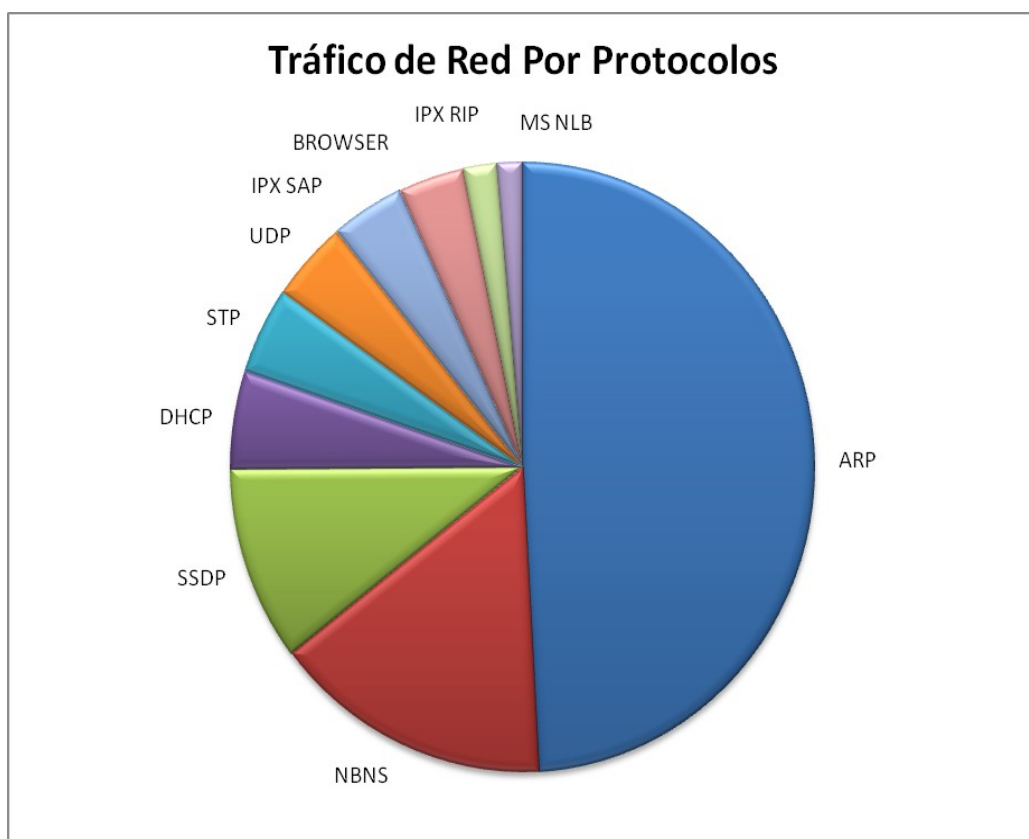


Gráfico 4-72 Tráfico de Red Martes 20 de Mayo de 2008

Miércoles 21 de mayo de 2008

Tráfico de Red 10 Principales Ocurrencias		
Protocolos	Ocurrencias	Porcentaje
ARP	51.523	49,76%
NBNS	13.565	13,10%
SSDP	9.284	8,97%
IPX RIP	6.027	5,82%
STP	5.994	5,79%
DHCP	4.934	4,77%
UDP	3.962	3,83%
IPX SAP	3.539	3,42%
BROWSER	3.509	3,39%
MS NLB	1.202	1,16%
Total general	103.539	100,00%

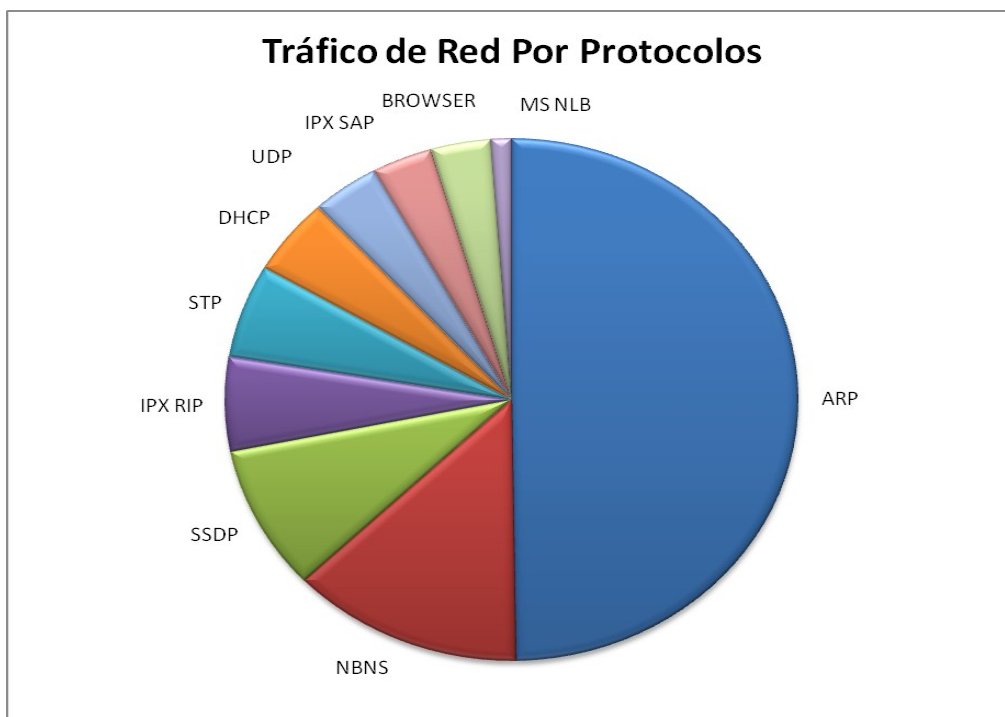


Gráfico 4-73 Tráfico de Red Miércoles 21 de Mayo de 2008

**ANEXO 3 FOTOGRAFÍAS DE LOS ARMARIOS DE
DISTRIBUCIÓN PRINCIPALES E INTERMEDIOS DEL
EDIFICIO PRINCIPAL DE LA ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE
AMBATO**



Gráfico 4-74 Foto del Armario de Distribución Intermedio Tesorería Planta Baja



Gráfico 4-75 Foto del Armario de Distribución Intermedio Obras Públicas Tercer Piso



Gráfico 4-76 Foto del Armario de Distribución Intermedio Contabilidad Segundo Piso



Gráfico 4-77 Armario Principal de Distribución Informática Primer Piso



Gráfico 4-78 Armario Principal Parte Superior

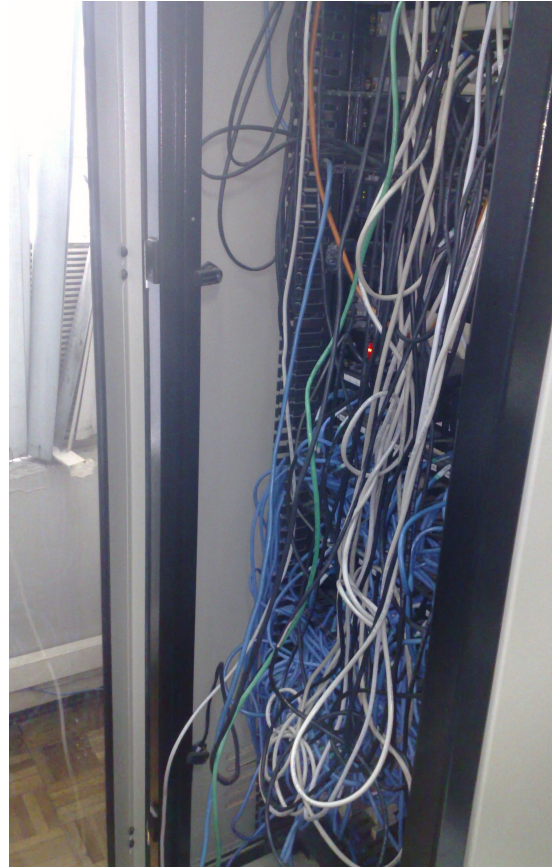


Gráfico 4-79 Armario Principal Parte Inferior