



REPÚBLICA DEL ECUADOR

Escuela Politécnica Nacional

" E S C I E N T I A H O M I N I S S A L U S "

La versión digital de esta tesis está protegida por la Ley de Derechos de Autor del Ecuador.

Los derechos de autor han sido entregados a la "ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL" bajo el libre consentimiento del (los) autor(es).

Al consultar esta tesis deberá acatar con las disposiciones de la Ley y las siguientes condiciones de uso:

- Cualquier uso que haga de estos documentos o imágenes deben ser sólo para efectos de investigación o estudio académico, y usted no puede ponerlos a disposición de otra persona.
- Usted deberá reconocer el derecho del autor a ser identificado y citado como el autor de esta tesis.
- No se podrá obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original.

El Libre Acceso a la información, promueve el reconocimiento de la originalidad de las ideas de los demás, respetando las normas de presentación y de citación de autores con el fin de no incurrir en actos ilegítimos de copiar y hacer pasar como propias las creaciones de terceras personas.

Respeto hacia sí mismo y hacia los demás.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

REDISEÑO DE LA RED MULTISERVICIOS DE LA DIRECCIÓN PROVINCIAL DE PICHINCHA DEL INSTITUTO DE LA NIÑEZ Y LA FAMILIA MIES-INFA

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y REDES DE INFORMACIÓN

CRISTIAN XAVIER ANDRANGO GUALOTO

crisand1583@gmail.com

Director: MSc. Miguel Ángel Hinojosa Raza

miguel.hinojosa@epn.edu.ec

Quito, abril 2014

DECLARACIÓN

Yo, Cristian Xavier Andrango Gualoto, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

CRISTIAN XAVIER ANDRANGO GUALOTO

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por CRISTIAN XAVIER ANDRANGO GUALOTO, bajo mi supervisión.

MSc. Miguel Hinojosa
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

A Dios por derramar sus bendiciones sobre mí, y llenarme de su fuerza para vencer todos los obstáculos desde el principio de mi vida.

A mis padres, por todo el esfuerzo y sacrificio para brindarme el amor, la comprensión, el apoyo incondicional y la confianza en cada momento de mi vida.

Un agradecimiento especial al MSc. Miguel Hinojosa por su interés y predisposición al apoyar, orientar y corregir el presente estudio.

Para mi novia Johanna, por creer y confiar en mí; por tu apoyo, tu alegría, gracias mi amor.

A mis fieles amigos, por su oportuna ayuda y sano consejo, en especial en los momentos difíciles.

Al director Ing. Hernán Fonseca y a los funcionarios de la Dirección Provincial de Pichincha del Instituto de la Niñez y la Familia MIES-INFA, por facilitarme la información necesaria para el presente estudio.

Cristian Xavier

DEDICATORIA

Para mis padres, que me han apoyado, aconsejado y creído en mí. Siempre han sido un ejemplo de lucha y perseverancia.

Cristian Xavier

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---------------------------|------|
| ÍNDICE DE CONTENIDO | vi |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xv |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | xix |
| RESUMEN..... | xxii |
| PRESENTACIÓN..... | xxiv |

CAPÍTULO I

| | |
|--|-----------|
| 1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS..... | 11 |
| 1.1 REDES DE INFORMACIÓN | 11 |
| 1.1.1 ARQUITECTURA DE REDES DE INFORMACIÓN..... | 11 |
| 1.1.1.1 Modelo de Referencia ISO/OSI..... | 12 |
| <i>1.1.1.1.1 Capa Aplicación</i> | <i>12</i> |
| <i>1.1.1.1.2 Capa Presentación</i> | <i>12</i> |
| <i>1.1.1.1.3 Capa Sesión</i> | <i>13</i> |
| <i>1.1.1.1.4 Capa Transporte.....</i> | <i>13</i> |
| <i>1.1.1.1.5 Capa Red</i> | <i>13</i> |
| <i>1.1.1.1.6 Capa Enlace de Datos</i> | <i>13</i> |
| <i>1.1.1.1.7 Capa Física</i> | <i>14</i> |
| 1.1.1.2 Arquitectura TCP/IP | 14 |
| <i>1.1.1.2.1 Capa Aplicación</i> | <i>14</i> |
| <i>1.1.1.2.2 Capa Transporte.....</i> | <i>14</i> |
| <i>1.1.1.2.3 Capa Internet.....</i> | <i>15</i> |
| <i>1.1.1.2.4 Capa de Acceso a la Red</i> | <i>15</i> |
| 1.1.2 REDES DE ÁREA LOCAL (LAN)..... | 16 |
| 1.1.2.1 Arquitectura de Redes de Área Local | 16 |
| 1.1.2.2 Tecnologías de Redes de Área Local | 17 |
| <i>1.1.2.2.1 Ethernet</i> | <i>17</i> |
| <i>1.1.2.2.2 Fast Ethernet</i> | <i>17</i> |
| <i>1.1.2.2.3 Gigabit Ethernet</i> | <i>18</i> |
| <i>1.1.2.2.4 10-Gigabit Ethernet.....</i> | <i>19</i> |

| | |
|---|-----------|
| 1.1.3 REDES DE ÁREA EXTENDIDA (WAN) | 19 |
| 1.1.3.1 Tecnologías WAN | 19 |
| 1.1.3.1.1 <i>Frame-Relay</i> | 20 |
| 1.1.3.1.2 <i>ATM (Asynchronous Transfer Mode)</i> | 20 |
| 1.1.3.1.3 <i>MPLS (Multi Protocol Label Switching)</i> | 20 |
| 1.1.4 DIRECCIONAMIENTO IP EN REDES TCP/IP | 21 |
| 1.1.4.1 Direcciones IP | 21 |
| 1.1.4.2 Subredes | 22 |
| 1.1.4.3 VLSM | 23 |
| 1.1.4.4 CIDR | 23 |
| 1.1.4.5 VLANs | 23 |
| 1.2 SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO | 24 |
| 1.2.1 ESTÁNDARES DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO | 24 |
| 1.2.1.1 ANSI/TIA/EIA-568-C | 24 |
| 1.2.1.2 ANSI/TIA/EIA-568-C.0 | 25 |
| 1.2.1.3 ANSI/TIA/EIA-568-C.1 | 26 |
| 1.2.1.4 ANSI/TIA/EIA-568-C.2 | 26 |
| 1.2.1.5 ANSI/TIA/EIA-568-C.3 | 27 |
| 1.2.1.6 ANSI/TIA/EIA-568-C.4 | 28 |
| 1.2.1.7 ANSI/TIA/EIA-569-B | 28 |
| 1.2.1.8 ANSI/TIA/EIA 606 A | 29 |
| 1.2.1.9 ANSI/TIA/EIA 607 | 29 |
| 1.2.2 SUBSISTEMAS DEL CABLEADO ESTRUCTURADO | 29 |
| 1.2.2.1 Subsistema Cableado Horizontal | 29 |
| 1.2.2.2 Subsistema Cableado Vertical | 30 |
| 1.2.2.3 Subsistema Cuarto de Equipos | 31 |
| 1.2.2.4 Subsistema Cuarto de Telecomunicaciones | 31 |
| 1.2.2.5 Subsistema Entrada de Servicios | 31 |
| 1.2.2.6 Subsistema Área de Trabajo | 31 |
| 1.2.2.7 Subsistema Puesta a tierra | 31 |
| 1.3 CALIDAD DE SERVICIO (QOS) | 32 |
| 1.3.1 IntServ (<i>Integrated Services</i>) | 32 |
| 1.3.2 DiffServ (<i>Differentiated Services</i>) | 33 |

| | | |
|---------|---|----|
| 1.3.3 | Encolamiento Priorizado | 33 |
| 1.4 | CLASES DE SERVICIOS | 34 |
| 1.5 | TELEFONÍA IP | 35 |
| 1.5.1 | DIGITALIZACIÓN DE LA VOZ Y CODECS DE AUDIO | 35 |
| 1.5.1.1 | VoIP (Voz sobre IP) | 36 |
| 1.5.1.2 | Funcionalidad de Telefonía IP | 37 |
| 1.5.2 | RECOMENDACIÓN H.323 | 37 |
| 1.5.2.1 | Arquitectura H.323 | 38 |
| 1.5.2.2 | Protocolos H.323 | 39 |
| 1.5.3 | SIP (<i>Session Initiation Protocol</i>) | 40 |
| 1.5.3.1 | Funciones de SIP | 40 |
| 1.5.3.2 | Arquitectura SIP | 41 |
| 1.5.3.3 | SDP (<i>Session Description Protocol</i>) | 42 |
| 1.5.4 | PROTOCOLOS DE TRANSPORTE EN TIEMPO REAL | 43 |
| 1.5.4.1 | RTP (<i>Real-Time Transport Protocol</i>) | 43 |
| 1.5.4.2 | RTCP (<i>RTP Control Protocol</i>) | 45 |
| 1.6 | VIDEO SOBRE IP | 45 |
| 1.6.1 | CODECS PARA VIDEO | 46 |
| 1.6.1.1 | H.263 | 46 |
| 1.6.1.2 | H.264 | 46 |
| 1.6.2 | VIDEOCONFERENCIA IP | 47 |
| 1.6.3 | VIDEO SEGURIDAD IP | 47 |
| 1.6.3.1 | Elementos | 48 |
| 1.6.3.2 | Ventajas | 49 |
| 1.7 | SERVICIOS PARA LA INTRANET | 50 |
| 1.7.1 | SERVIDOR DNS | 50 |
| 1.7.2 | SERVIDOR DHCP | 51 |
| 1.7.3 | SERVIDOR <i>PROXY</i> | 51 |
| 1.7.4 | SERVIDOR FTP | 52 |
| 1.7.5 | SERVIDOR DE CORREO ELECTRÓNICO | 52 |
| 1.7.6 | SERVIDOR <i>WEB</i> | 52 |
| 1.7.7 | SERVIDOR DE ANTIVIRUS | 53 |
| 1.7.8 | SERVIDOR DE IMPRESIONES | 53 |

| | | |
|---------|--|----|
| 1.7.9 | SERVIDOR DE TELEFONÍA IP | 53 |
| 1.7.10 | SERVIDOR DE VIDEO | 53 |
| 1.8 | SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN | 53 |
| 1.8.1 | EVALUACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS..... | 54 |
| 1.8.2 | ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA SEGURIDAD EN REDES.. | 55 |
| 1.8.2.1 | <i>Firewall</i> | 55 |
| 1.8.2.2 | Sistema de Antivirus Corporativo | 56 |
| 1.8.2.3 | Sistema de Detección de Intrusos..... | 57 |
| 1.8.2.4 | Sistema de Prevención de Intrusos | 58 |
| 1.9 | ADMINISTRACIÓN DE RED..... | 58 |
| 1.9.1 | ELEMENTOS DEL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE RED | 59 |

CAPÍTULO II

| | | |
|----------|---|----|
| 2 | SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED Y REQUERIMIENTOS | 61 |
| 2.1 | ANTECEDENTES DEL INFA..... | 61 |
| 2.1.1 | MISIÓN..... | 62 |
| 2.1.2 | OBJETIVO | 62 |
| 2.1.3 | VALORES INSTITUCIONALES | 63 |
| 2.1.4 | ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL INFA..... | 64 |
| 2.2 | SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE LA INSTITUCIÓN | 65 |
| 2.2.1 | DESCRIPCIÓN DE LA RED DE DATOS DE LA INSTITUCIÓN | 65 |
| 2.2.1.1 | Planta Baja..... | 67 |
| 2.2.1.2 | Mezzanine | 68 |
| 2.2.1.3 | Primer Piso | 69 |
| 2.2.1.4 | Segundo Piso | 69 |
| 2.2.1.5 | Tercer Piso | 70 |
| 2.2.1.6 | Cuarto Piso | 71 |
| 2.2.1.7 | Quinto Piso..... | 72 |
| 2.2.1.8 | Resumen de Puntos de Datos y Equipos de Conmutación | 73 |
| 2.2.1.9 | <i>Backbone</i> de Datos..... | 74 |
| 2.2.1.10 | Cuarto de Equipos..... | 75 |
| 2.2.1.11 | Acometida de Servicios | 75 |
| 2.2.1.12 | Direccionamiento IP..... | 75 |

| | | |
|----------|--|----|
| 2.2.1.13 | Captura y Análisis del Tráfico de Red | 76 |
| 2.2.2 | DESCRIPCIÓN DE LA RED TELEFÓNICA DE LA INSTITUCIÓN | 76 |
| 2.2.3 | SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO | 78 |
| 2.2.3.1 | Área de Trabajo | 78 |
| 2.2.3.2 | Cableado Horizontal | 79 |
| 2.2.3.3 | Cableado Vertical | 80 |
| 2.2.3.4 | Cuarto de Telecomunicaciones | 81 |
| 2.2.3.5 | Cuarto de Equipos | 82 |
| 2.2.3.6 | Acometidas de Servicios | 82 |
| 2.2.3.7 | Sistema Telefónico Tradicional | 83 |
| 2.2.4 | LISTADO DE EQUIPAMIENTO INFORMÁTICO DE LA RED | 84 |
| 2.2.5 | SERVICIOS | 85 |
| 2.2.5.1 | Servidor DHCP | 85 |
| 2.2.5.2 | Servidor DNS | 85 |
| 2.2.5.3 | <i>Active Directory</i> | 85 |
| 2.2.5.4 | Servidor <i>Proxy</i> | 86 |
| 2.2.5.5 | <i>Firewall</i> | 86 |
| 2.2.5.6 | Servidor de Correo | 86 |
| 2.2.5.7 | Servidores FTP | 86 |
| 2.2.5.8 | Internet | 86 |
| 2.2.5.9 | Control de Asistencia Biométrico | 87 |
| 2.2.6 | APLICACIONES | 87 |
| 2.2.6.1 | Procesador de Textos | 87 |
| 2.2.6.2 | Hoja de Cálculo | 87 |
| 2.2.6.3 | Aplicaciones de Presentación Multimedia | 87 |
| 2.2.6.4 | Sistema de Gestión de Base de Datos | 88 |
| 2.2.6.5 | Herramientas Menores de Gráficos | 88 |
| 2.2.6.6 | Navegador <i>Web</i> | 88 |
| 2.2.6.7 | Aplicaciones de PDF | 88 |
| 2.2.6.8 | Aplicaciones de Antivirus | 88 |
| 2.2.6.9 | Sistema Contable Financiero <i>Olympos</i> | 88 |
| 2.2.6.10 | Sistema SIPI (Sistema de Información para la Infancia) | 89 |
| 2.2.6.11 | Sistema “WORKFLOW” (Sistemas de Gestión de Procesos) | 90 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 2.2.6.12 | Sistema de Gestión Documental QUIPUX | 91 |
| 2.3 | DETERMINACIÓN DE REQUERIMIENTOS | 94 |
| 2.3.1 | SERVICIOS | 94 |
| 2.3.2 | APLICACIONES | 96 |
| 2.3.3 | RED DE DATOS | 96 |
| 2.3.4 | TELEFONÍA IP..... | 97 |
| 2.3.5 | SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA IP..... | 98 |
| 2.3.6 | VIDEOCONFERENCIA | 99 |
| 2.3.7 | SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO | 100 |

CAPÍTULO III

| | | |
|------------|--|------------|
| 3 | DISEÑO DE LA RED DE COMUNICACIONES | 101 |
| 3.1 | COMPONENTES DE LA RED | 101 |
| 3.1.1 | APLICACIONES | 101 |
| 3.1.2 | SERVICIOS | 103 |
| 3.1.2.1 | Servidor DHCP..... | 103 |
| 3.1.2.2 | Servidor DNS | 104 |
| 3.1.2.3 | <i>Active Directory</i> | 104 |
| 3.1.2.4 | Servidor <i>PROXY</i> | 105 |
| 3.1.2.5 | Servidor <i>WEB</i> | 105 |
| 3.1.2.6 | Servidor de Correo..... | 106 |
| 3.1.2.6.1 | <i>Correo Institucional</i> | 107 |
| 3.1.2.6.2 | <i>Correo Comercial</i> | 108 |
| 3.1.2.7 | Servidor de Mensajería Instantánea | 108 |
| 3.1.2.8 | Servidor FTP | 110 |
| 3.1.2.9 | Servidor de Base de Datos | 110 |
| 3.1.2.10 | Servicio de Telefonía IP | 111 |
| 3.1.2.10.1 | <i>Solución de Telefonía IP Mediante Servidores</i> | 112 |
| 3.1.2.10.2 | <i>Solución de Telefonía IP con Equipos Dedicados</i> | 113 |
| 3.1.2.10.3 | <i>Terminales para Telefonía IP</i> | 115 |
| 3.1.2.10.4 | <i>Elección de la Solución para Telefonía IP</i> | 117 |
| 3.1.2.10.5 | <i>Elementos Necesarios para el Servicio de Telefonía IP</i> | 123 |
| 3.1.2.11 | Servicio de Videovigilancia IP..... | 124 |

| | | |
|-----------------|--|------------|
| 3.1.2.11.1 | <i>Soluciones para el Servicio de Videovigilancia IP</i> | 125 |
| 3.1.2.11.2 | <i>Cámaras de Seguridad IP</i> | 125 |
| 3.1.2.11.3 | <i>Elección de la Solución para el Sistema de Videovigilancia IP</i> | 127 |
| 3.1.2.11.4 | <i>Elementos Necesarios para el Servicio de Videovigilancia IP</i> | 128 |
| 3.1.2.12 | Servicio de Videoconferencia | 130 |
| 3.1.2.13 | Servidor de FAX | 131 |
| 3.1.2.14 | Servidor de Impresión | 132 |
| 3.1.2.15 | Seguridad Perimetral | 132 |
| 3.1.2.16 | Sistema de Administración y Gestión de Red | 132 |
| 3.1.2.17 | Internet | 133 |
| 3.1.2.18 | Control de Asistencia Biométrico | 134 |
| 3.1.3 | ESTIMACIÓN Y PROYECCIÓN DEL TRÁFICO | 134 |
| 3.1.3.1 | Estimación del Tráfico de Red | 134 |
| 3.1.3.2 | Proyecciones de Crecimiento del Tráfico | 136 |
| 3.1.4 | PROVEEDORES DEL SERVICIO DE INTERNET Y TELEFONÍA | 139 |
| 3.1.4.1 | Proveedor del Servicio de Internet (ISP) | 139 |
| 3.1.4.2 | Proveedor del Servicio de Telefonía | 142 |
| 3.1.4.2.1 | <i>Determinación del Número de Líneas Troncales</i> | 143 |
| 3.1.5 | DISEÑO DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO | 144 |
| 3.1.5.1 | Subsistemas de Cableado Estructurado | 146 |
| 3.1.5.1.1 | <i>Área de Trabajo</i> | 146 |
| 3.1.5.1.2 | <i>Cableado Horizontal</i> | 148 |
| 3.1.5.1.3 | <i>Cuarto de Telecomunicaciones</i> | 150 |
| 3.1.5.1.4 | <i>Cableado Vertical (Backbone)</i> | 152 |
| 3.1.5.1.5 | <i>Cuarto de Equipos</i> | 153 |
| 3.1.5.1.6 | <i>Entrada de Servicios</i> | 155 |
| 3.1.5.1.7 | <i>Sistema de Puesta a Tierra</i> | 157 |
| 3.1.5.2 | Sistema de Alimentación Ininterrumpida (UPS) | 159 |
| 3.1.5.3 | Etiquetado | 162 |
| 3.1.5.4 | Pruebas de Certificación | 164 |
| 3.1.6 | DISEÑO DE LA RED ACTIVA | 165 |
| 3.1.6.1 | Modelo Jerárquico | 166 |
| 3.1.6.2 | Equipos de Conmutación y Seguridad | 167 |

| | | |
|----------------|---|-----|
| 3.1.6.2.1 | <i>Elección de Switches Acceso</i> | 171 |
| 3.1.6.2.2 | <i>Elección del Switch de Núcleo</i> | 175 |
| 3.1.6.2.3 | <i>UTM (Gestión Unificada de Amenazas)</i> | 178 |
| 3.1.6.3 | Servidores | 179 |
| 3.1.6.4 | Estaciones de Trabajo | 182 |
| 3.1.6.5 | Diagrama de la Red | 183 |
| 3.1.6.6 | Esquema de Direccionamiento IP | 185 |
| 3.2 | COSTO REFERENCIAL DEL PROYECTO | 187 |
| 3.2.1 | COSTO RED PASIVA | 187 |
| 3.2.1.1 | Costo del Sistema de Cableado Estructurado | 187 |
| 3.2.1.2 | Costo del Sistema de Alimentación Ininterrumpida (UPS) | 188 |
| 3.2.2 | COSTO RED ACTIVA | 189 |
| 3.2.2.1 | Equipos de Conmutación y Servidores | 189 |
| 3.2.2.2 | Equipos Terminales de Datos | 190 |
| 3.2.3 | COSTO DEL SERVICIO DE INTERNET | 190 |
| 3.2.4 | COSTO DE LA OBRA CIVIL | 190 |
| 3.2.5 | COSTO TOTAL DEL PROYECTO | 191 |

CAPÍTULO IV

| | | |
|----------------|--|-----|
| 4 | PROTOTIPO, PRUEBAS Y RESULTADOS | 192 |
| 4.1 | PROTOTIPO DE RED | 192 |
| 4.1.1 | ESQUEMA DE DIRECCIONAMIENTO IP | 193 |
| 4.1.1.1 | Subredes y VLANs | 193 |
| 4.1.1.2 | Configuración de los Equipos de Conmutación | 194 |
| 4.1.1.2.1 | <i>Configuración de VLANs</i> | 194 |
| 4.1.1.2.2 | <i>Configuración de Clase de Servicio</i> | 196 |
| 4.1.1.2.3 | <i>Configuración de Administración</i> | 196 |
| 4.2 | IMPLEMENTACIÓN DE SERVICIOS | 197 |
| 4.2.1 | SERVICIO DE DATOS | 198 |
| 4.2.1.1 | Instalación Windows Server 2008 | 198 |
| 4.2.1.1.1 | <i>Configuración de DNS</i> | 199 |
| 4.2.1.1.2 | <i>Configuración de DHCP</i> | 201 |
| 4.2.1.1.3 | <i>Configuración de Active Directory</i> | 203 |

| | | |
|--------------|--|------------|
| 4.2.1.1.4 | <i>Configuración del Proxy Internet (Ccproxy)</i> | 204 |
| 4.2.1.1.5 | <i>Configuración de Servidor de Correo Electrónico (MDaemon)</i> | 206 |
| 4.2.1.1.6 | <i>Configuración de Mensajería Instantánea (Openfire)</i> | 207 |
| 4.2.2 | SERVICIO DE TELEFONÍA IP | 209 |
| 4.2.2.1 | Implementación de la Central Telefónica Elastix | 209 |
| 4.2.2.2 | Instalación y Configuración del Teléfono Virtual X Lite | 211 |
| 4.2.3 | SERVICIO DE VIDEO VIGILANCIA IP | 214 |
| 4.2.3.1 | Configuración de la Cámara IP Vstarcam F6836w | 215 |
| 4.2.4 | SERVICIO DE VIDEOCONFERENCIA | 217 |
| 4.2.5 | ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN DE RED | 220 |
| 4.2.5.1 | Instalación de CACTI | 221 |

CAPÍTULO V

| | | |
|----------|---|------------|
| 5 | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 223 |
| 5.1 | CONCLUSIONES | 223 |
| 5.2 | RECOMENDACIONES | 226 |

ANEXOS

| | |
|----------------|--|
| ANEXO A | - Planos arquitectónicos de la institución |
| ANEXO B | - Encuestas realizadas a los usuarios de la red |
| ANEXO C | - Entrevistas con el personal técnico que administra la red |
| ANEXO D | - Captura y análisis del tráfico que circula por la red |
| ANEXO E | - Planos de Diseño de la Red Multiservicios |
| ANEXO F | - Parámetros para la Estimación del Tráfico de Red |
| ANEXO G | - Fichas Técnicas de los Equipos Activos de la Red |
| ANEXO H | - Proformas para la Determinación del Costo Referencial del Proyecto |

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

| | | |
|-------------|---|----|
| Figura 1-1 | Modelo OSI | 12 |
| Figura 1-2 | Modelos TCP/IP e ISO/OSI | 14 |
| Figura 1-3 | Normas LAN adoptadas por la IEEE | 16 |
| Figura 1-4 | CSMA/CD | 17 |
| Figura 1-5 | Alcance máximo Gigabit Ethernet | 18 |
| Figura 1-6 | Ejemplo de direccionamiento IP..... | 22 |
| Figura 1-7 | VLANs | 23 |
| Figura 1-8 | Elementos del SCE genérico | 25 |
| Figura 1-9 | Asignación de pines T568A y T568B | 30 |
| Figura 1-10 | Componentes de la Arquitectura H.323 | 38 |
| Figura 1-11 | Funcionamiento de RTP | 45 |
| Figura 1-12 | Esquema de funcionamiento de un <i>firewall</i> | 56 |
| Figura 1-13 | Diagrama de funcionamiento de un IDS | 57 |
| Figura 1-14 | Diagrama de funcionamiento de un IPS | 58 |

CAPÍTULO II

| | | |
|-------------|---|----|
| Figura 2-1 | Estructura orgánica del INFA..... | 64 |
| Figura 2-2 | Ubicación de la institución | 65 |
| Figura 2-3 | Edificios de la Dirección Provincial de Pichincha del INFA | 66 |
| Figura 2-4 | Gabinete de telecomunicaciones | 66 |
| Figura 2-5 | Diagrama de la red de la institución | 67 |
| Figura 2-6 | Diagrama de los puntos de datos del mezzanine y la planta baja..... | 68 |
| Figura 2-7 | Incremento de puertos al instalar <i>switches</i> intermedios | 70 |
| Figura 2-8 | Incremento de puntos de red con <i>switches</i> de 5 puertos..... | 71 |
| Figura 2-9 | Distribución de equipos en el quinto piso | 72 |
| Figura 2-10 | Diagrama de la red telefónica de la institución | 77 |
| Figura 2-11 | Salidas de telecomunicaciones | 79 |
| Figura 2-12 | Incremento del número de salida de telecomunicaciones | 79 |
| Figura 2-13 | Falta de etiquetado en las conexiones cruzadas..... | 80 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Figura 2-14 | Etiquetado deficiente en el cableado vertical | 80 |
| Figura 2-15 | Deficiencia en la administración del cableado | 81 |
| Figura 2-16 | Estado de los gabinetes de telecomunicaciones | 81 |
| Figura 2-17 | Cuarto de equipos | 82 |
| Figura 2-18 | Acometida del ISP | 82 |
| Figura 2-19 | Acometida de troncales telefónicas | 83 |
| Figura 2-20 | Central telefónica..... | 83 |
| Figura 2-21 | Regletas telefónicas | 84 |
| Figura 2-22 | Escenario a resolver con el sistema QUIPUX..... | 91 |
| Figura 2-23 | Beneficios del sistema QUIPUX..... | 92 |
| Figura 2-24 | Arquitectura del sistema QUIPUX..... | 93 |

CAPÍTULO III

| | | |
|-------------|--|-----|
| Figura 3-1 | Paquetes de <i>software</i> seleccionados | 103 |
| Figura 3-2 | Tarjeta PCI con puertos FXS / FXO..... | 112 |
| Figura 3-3 | Solución de telefonía IP basada en servidores | 113 |
| Figura 3-4 | Solución de telefonía IP con equipos dedicados | 115 |
| Figura 3-5 | Modelos y funciones de teléfonos IP..... | 116 |
| Figura 3-6 | Alternativas de <i>Softphone</i> | 116 |
| Figura 3-7 | Adaptador telefónico ATA | 117 |
| Figura 3-8 | Ficha técnica de la Central Elastix ELX-3000 | 120 |
| Figura 3-9 | Esquema del servicio de telefonía IP..... | 124 |
| Figura 3-10 | Esquema del servicio de video vigilancia IP | 130 |
| Figura 3-11 | Gráfica de <i>Erlang B</i> | 145 |
| Figura 3-12 | Distribución de elementos y equipos del SCE | 156 |
| Figura 3-13 | Diagrama del Sistema de Puesta a Tierra | 158 |
| Figura 3-14 | Nomenclatura usada al etiquetar | 163 |
| Figura 3-15 | Diagrama para la certificación de un enlace permanente | 165 |
| Figura 3-16 | UTM Cisco SA 540 | 178 |
| Figura 3-17 | Diagrama de la red..... | 184 |
| Figura 3-18 | Asignación de VLANs y direccionamiento de red..... | 186 |

CAPÍTULO IV

| | | |
|-------------|---|-----|
| Figura 4-1 | Diagrama del prototipo de la red..... | 192 |
| Figura 4-2 | Configuración de VLANs..... | 195 |
| Figura 4-3 | Proceso de instalación del <i>software</i> de virtualización (VMware)..... | 197 |
| Figura 4-4 | Proceso instalación <i>Windows Server</i> 2008..... | 198 |
| Figura 4-5 | Proceso de instalación del DNS..... | 199 |
| Figura 4-6 | Configuración zona directa..... | 201 |
| Figura 4-7 | Configuración de zona inversa..... | 201 |
| Figura 4-8 | Proceso de instalación servidor DHCP..... | 202 |
| Figura 4-9 | Configuración de ámbitos DHCP..... | 202 |
| Figura 4-10 | Proceso de instalación de <i>Active Directory</i> | 203 |
| Figura 4-11 | Ejecución del comando “ <i>dcpromo.exe</i> ”..... | 203 |
| Figura 4-12 | Creación del nuevo dominio..... | 204 |
| Figura 4-13 | Proceso de instalación del servidor <i>Proxy</i> | 205 |
| Figura 4-14 | Configuración del servidor <i>Proxy</i> | 205 |
| Figura 4-15 | Proceso de instalación servidor de correo electrónico (MDaemon)..... | 206 |
| Figura 4-16 | Creación y administración de cuentas de usuario..... | 207 |
| Figura 4-17 | Proceso de instalación del servidor de mensajería instantánea (Openfire)..... | 207 |
| Figura 4-18 | Consola de administración de Openfire..... | 208 |
| Figura 4-19 | Comunicación entre 2 usuarios de mensajería instantánea..... | 208 |
| Figura 4-20 | Iniciando la instalación de Elastix..... | 209 |
| Figura 4-21 | Comprobación del servidor de telefonía IP..... | 210 |
| Figura 4-22 | Interfaz <i>web</i> de administración del servidor de telefonía Elastix..... | 211 |
| Figura 4-23 | Configuración de <i>hardware</i> del <i>Softphone</i> | 213 |
| Figura 4-24 | Configuración del nombre del usuario, contraseña y servidor..... | 213 |
| Figura 4-25 | Teléfono virtual X Lite..... | 214 |
| Figura 4-26 | Cámara IP Vstarcam F6836w..... | 214 |
| Figura 4-27 | Proceso de instalación de la cámara IP Vstarcam F6836w..... | 215 |
| Figura 4-28 | Configuración de parámetros de instalación de la cámara IP..... | 216 |
| Figura 4-29 | Consola de administración y monitoreo de cámara IP Vstarcam..... | 216 |
| Figura 4-30 | Programa Skype..... | 218 |
| Figura 4-31 | Interfaz del programa Ekiga..... | 218 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Figura 4-32 | Interfaces de Google Hangouts | 219 |
| Figura 4-33 | Interfaz de Meetings.io | 220 |
| Figura 4-34 | Interfaz de configuración de CACTI..... | 222 |

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO I

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabla 1-1 | Parámetros de rendimiento de fibra óptica | 27 |
| Tabla 1-2 | Clases de servicio..... | 34 |
| Tabla 1-3 | Características de los <i>codecs</i> para transmisión de voz..... | 36 |

CAPÍTULO II

| | | |
|------------|---|----|
| Tabla 2-1 | Puntos de datos de la planta baja | 68 |
| Tabla 2-2 | Puntos de datos del mezzanine | 69 |
| Tabla 2-3 | Puntos de datos del primer piso | 69 |
| Tabla 2-4 | Puntos de datos del segundo piso..... | 70 |
| Tabla 2-5 | Puntos de datos del tercer piso..... | 71 |
| Tabla 2-6 | Puntos de datos del cuarto piso..... | 72 |
| Tabla 2-7 | Puntos de datos del quinto piso..... | 73 |
| Tabla 2-8 | Resumen de los puntos de datos y equipos de conmutación | 73 |
| Tabla 2-9 | Características del <i>switch</i> Cisco Catalyst 2900 serie XL..... | 74 |
| Tabla 2-10 | Características de central telefónica Siemens | 76 |

CAPÍTULO III

| | | |
|------------|--|-----|
| Tabla 3-1 | Comparación entre Centrales Telefónicas IP..... | 119 |
| Tabla 3-2 | Ficha técnica del teléfono IP Video <i>Phone</i> VP-2009P | 122 |
| Tabla 3-3 | Ficha técnica del teléfono Enterprise HD IP <i>Phone</i> SIP-T28P..... | 123 |
| Tabla 3-4 | Equipos para el servicio de telefonía IP..... | 124 |
| Tabla 3-5 | Modelos y características de las cámaras IP | 127 |
| Tabla 3-6 | Modelos de cámaras IP seleccionados..... | 129 |
| Tabla 3-7 | Equipos para el servicio de vigilancia IP..... | 130 |
| Tabla 3-8 | Características del equipo de videoconferencia..... | 131 |
| Tabla 3-9 | Valores para estimación del tráfico de correo electrónico..... | 136 |
| Tabla 3-10 | Estimaciones del tráfico generado por cada servicio..... | 137 |
| Tabla 3-11 | Proyecciones de incremento del tráfico por cada servicio..... | 138 |
| Tabla 3-12 | Tráfico dirigido hacia Internet | 139 |

| | | |
|------------|---|-----|
| Tabla 3-13 | Planes y tarifas de Internet Corporativo de CNT | 141 |
| Tabla 3-14 | Normas y estándares de cableado estructurado | 146 |
| Tabla 3-15 | Resumen de Salidas de Telecomunicaciones requeridas..... | 147 |
| Tabla 3-16 | Materiales necesarios para el Área de Trabajo | 148 |
| Tabla 3-17 | Materiales necesarios para el Cableado Horizontal..... | 150 |
| Tabla 3-18 | Materiales necesarios para los Armarios de Telecomunicaciones | 152 |
| Tabla 3-19 | Materiales necesarios para el Cableado Vertical..... | 153 |
| Tabla 3-20 | Materiales necesarios para el Cuarto de Equipos | 154 |
| Tabla 3-21 | Materiales para la Entrada de Servicios | 155 |
| Tabla 3-22 | Materiales necesarios para el Sistema de Puesta a Tierra. | 159 |
| Tabla 3-23 | Potencia total del sistema UPS centralizado..... | 160 |
| Tabla 3-24 | Sistema UPS centralizado..... | 161 |
| Tabla 3-25 | Características de los módulos UPS | 162 |
| Tabla 3-26 | Nomenclatura usada para el etiquetado | 163 |
| Tabla 3-27 | Codificación por color 606-B | 164 |
| Tabla 3-28 | Parámetros de desempeño de un cable UTP Categoría 6A | 165 |
| Tabla 3-29 | Líneas de <i>Switches</i> Cisco..... | 171 |
| Tabla 3-30 | <i>Switches</i> Cisco Catalyst 2960-S | 172 |
| Tabla 3-31 | <i>Switches</i> Cisco Catalyst 2960-SF | 172 |
| Tabla 3-32 | <i>Switches</i> Cisco Catalyst 2960 | 173 |
| Tabla 3-33 | Características principales de los <i>switches</i> de acceso..... | 174 |
| Tabla 3-34 | Modelos de <i>switches</i> con Licencia Base LAN | 175 |
| Tabla 3-35 | Modelos de <i>switches</i> con Licencia Base IP | 176 |
| Tabla 3-36 | Modelos de <i>switches</i> con Licencia de Servicios IP | 176 |
| Tabla 3-37 | Características principales del <i>switches</i> de núcleo | 177 |
| Tabla 3-38 | Especificaciones de los servidores HP | 180 |
| Tabla 3-39 | Asignación de funciones a los servidores..... | 181 |
| Tabla 3-40 | <i>Hardware</i> que se agregará a los servidores..... | 182 |
| Tabla 3-41 | Características de los computadores de escritorio..... | 183 |
| Tabla 3-42 | Parámetros para la creación de VLANs | 185 |
| Tabla 3-43 | Esquema de direccionamiento IP | 185 |
| Tabla 3-44 | Uso de direcciones IP por VLAN..... | 186 |

| | | |
|------------|--|-----|
| Tabla 3-45 | Costo del Sistema de Cableado Estructurado | 188 |
| Tabla 3-46 | Costo del Sistema de Alimentación Ininterrumpida..... | 189 |
| Tabla 3-47 | Costo de los equipos de conmutación y <i>hardware</i> para servidores..... | 189 |
| Tabla 3-48 | Costo de equipos terminales de datos..... | 190 |
| Tabla 3-49 | Costo del servicio de Internet..... | 190 |
| Tabla 3-50 | Costo de la obra civil..... | 191 |
| Tabla 3-51 | Costo total del proyecto..... | 191 |

CAPÍTULO IV

| | | |
|-----------|---|-----|
| Tabla 4-1 | Parámetros para la creación de las VLANs | 193 |
| Tabla 4-2 | Esquema de direccionamiento IP..... | 193 |
| Tabla 4-3 | Requerimiento mínimos de instalación de Windows Server 2008 | 198 |
| Tabla 4-4 | Plan de marcado | 212 |

RESUMEN

En el presente proyecto se muestra el rediseño de la red de comunicaciones de la Dirección Provincial de Pichincha del Instituto de la Niñez y la Familia. El estudio se basa en establecer la situación actual de los componentes que integran la red, así como, en la determinación de los requerimientos de infraestructura y servicios. Esto con el fin de diseñar una red multiservicios que de soporte a las necesidades de comunicación que presentan los usuarios de la red.

En el primer capítulo se describen los fundamentos teóricos que permiten comprender el funcionamiento y el uso de los diferentes servicios, equipamiento e infraestructura que se desea integrar a la red de comunicaciones de la Institución.

En el segundo capítulo se documenta la situación actual de la red de comunicaciones. Se realiza el levantamiento de información en lo referente a: instalaciones, cableado estructurado, equipamiento, manejo de servicios y aplicaciones de uso regular de la Institución. Además, se determinan los requerimientos que debe satisfacer la nueva red. Esto se realiza en base a encuestas aplicadas a los usuarios de la red, y entrevistas con el personal del departamento de Tecnología Informática.

En el tercer capítulo se desarrolla el diseño de la red de comunicaciones acorde a; los requerimientos obtenidos, las estimaciones del tráfico de red, las proyecciones de crecimiento, y las normas de cableado estructurado. Además, se seleccionan los equipos, el *software* y la infraestructura necesaria para el diseño de la red multiservicios, y se presenta un presupuesto referencial de la posible implementación del proyecto.

En el cuarto capítulo se documenta el desarrollo de un prototipo de red multiservicios. Se registran los procesos de instalación y las pruebas de funcionamiento de los servicios de; datos, telefonía IP, videovigilancia IP, videoconferencia, y el sistema de administración de red. Además, se presenta la

configuración de los equipos y programas que brindan seguridad y calidad de servicio al tráfico que circula por la red.

En el quinto capítulo se recogen las reflexiones más significativas que se generaron durante el desarrollo del presente estudio.

PRESENTACIÓN

La evolución tecnológica de las redes de telecomunicaciones han hecho realidad la implementación de redes multiservicios. Tales redes se basan en troncales capaces de transportar cualquier tipo de servicio sobre cualquier infraestructura, haciendo posible una verdadera convergencia de los distintos servicios que por separado han dominado hasta hoy las comunicaciones.

La infraestructura de comunicaciones de la Institución mantiene el concepto tradicional de disponer redes separadas para soportar los distintos tipos de comunicaciones. Esta práctica ha quedado obsoleta, ya que las arquitecturas de red de nueva generación han sido construidas sobre plataformas multiservicio basadas en las nuevas características de IP, que permiten un alto rendimiento y calidad de servicio.

En este sentido, el principal objetivo que tiene el desarrollo del presente proyecto es el diseño de una red de comunicaciones multiservicio, que permita la comunicación eficiente y de calidad para el desarrollo diario de las actividades de los funcionarios de la Institución.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se desarrollarán los fundamentos teóricos que permitirán comprender el uso y el funcionamiento de los diferentes servicios propuestos en el presente estudio.

1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1 REDES DE INFORMACIÓN

Las redes de información están conformadas por un conjunto de computadores y dispositivos que están interconectados entre sí con el propósito de intercambiar información y compartir recursos.

1.1.1 ARQUITECTURA DE REDES DE INFORMACIÓN

La arquitectura de las Redes de Información está formada por diferentes capas, donde cada capa está constituida por protocolos que realizan una función específica. Las arquitecturas por capas facilitan el diseño, estudio, implementación y resolución de problemas de Redes de Información.

La Arquitectura que permite el funcionamiento de Internet es TCP/IP¹ y está formada por una pila de protocolos TCP/IP que permiten la comunicación entre redes independientes a través de conmutación de paquetes. La conmutación de paquetes fracciona la información a ser transmitida en paquetes, los que luego son enrutados por diferentes caminos a través de la red.

¹ TCP/IP (Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet)

Existen dos modelos fundamentales en la arquitectura de redes de información, el modelo de referencia ISO/OSI² y el modelo de referencia TCP/IP.

1.1.1.1 Modelo de Referencia ISO/OSI^[L1]

Este modelo de referencia posee 7 capas que se muestran en la Figura 1-1 y cuyas funciones serán descritas a continuación. Este modelo es tomado como referencia para el desarrollo de estándares y protocolos en la comunicación de computadoras.

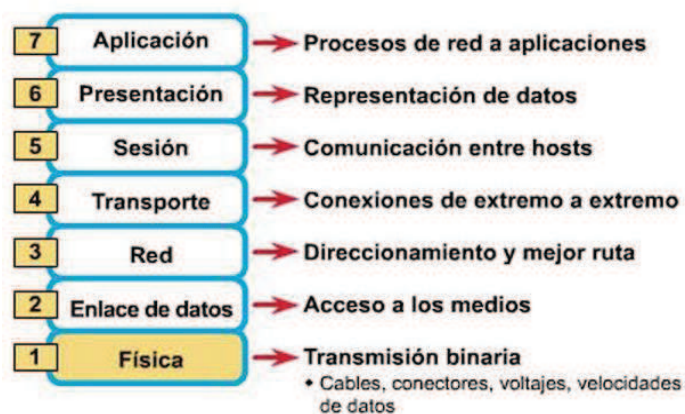


Figura 1-1 Modelo OSI^[G1]

1.1.1.1.1 Capa Aplicación

Esta capa se encuentra directamente relacionada con el usuario, proporcionándole los servicios que requiere para acceder a la red de información y se convierte en la interfaz entre la red y el usuario.

1.1.1.1.2 Capa Presentación

Es la capa encargada de proporcionar la independencia necesaria a las aplicaciones con respecto a la representación y formato de los datos transmitidos

² OSI (*Open System Interconnection*) es el modelo de red descriptivo creado por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) en el año 1984.

de tal forma que estos sean tanto legibles para la capa aplicación como capaces de ser transmitidos por la red. Se encarga del formato de los datos pero no de su significado.

1.1.1.1.3 Capa Sesión

Es la encargada de establecer, gestionar y cerrar las conexiones entre las aplicaciones que forman parte de la comunicación, estas conexiones son conocidas como sesiones.

1.1.1.1.4 Capa Transporte

Es la capa encargada de ofrecer confiabilidad y transferencia transparente de los datos entre los extremos de la comunicación. Provee además mecanismos de control de errores, que permiten la verificación de la información enviada, y control de flujo entre dispositivo origen y dispositivo destino. Divide de ser necesario los paquetes y los pasa a la capa de red asegurando su correcta llegada al destino; además de aislar a la capa sesión de cambios en el *hardware*.

1.1.1.1.5 Capa Red

Provee independencia a capas superiores respecto de enrutamiento, conmutación e interconexión en redes heterogéneas además de controlar los procesos propios de la subred de comunicaciones. Su unidad de información es el paquete.

1.1.1.1.6 Capa Enlace de Datos

Se encarga de ofrecer a la capa superior un canal libre de errores para la transmisión de datos, ofrece servicios de control de flujo y de errores a la capa de red. Resuelve problemas de daño, pérdida, secuenciamiento y direccionamiento de tramas. Su unidad de transmisión es la trama.

1.1.1.1.7 Capa Física

Se encarga de la transmisión y recepción de los *bits* por medio del canal de comunicaciones, provee características mecánicas, eléctricas y físicas para la activación y mantenimiento del enlace físico entre sistemas. Su unidad de transmisión es el *bit*.

1.1.1.2 Arquitectura TCP/IP ^[L2]

El modelo ISO/OSI es una arquitectura de referencia que únicamente define funciones para cada una de las capas. En cambio, la arquitectura TCP/IP es una familia de protocolos que se han convertido en estándares especialmente a nivel de Internet sin que exista un modelo oficial de TCP/IP. La Figura 1-2 muestra las 4 capas del modelo TCP/IP y las compara con las 7 capas del modelo ISO/OSI.

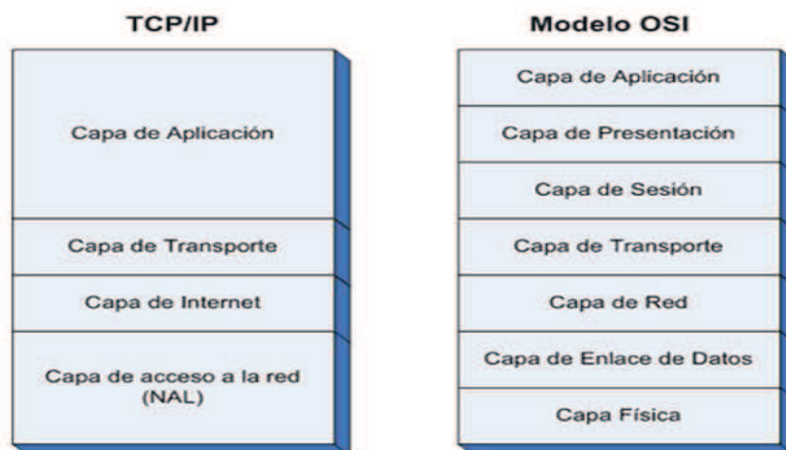


Figura 1-2 Modelos TCP/IP e ISO/OSI ^[G2]

1.1.1.2.1 Capa Aplicación

Al igual que en el modelo ISO/OSI es la que se relaciona directamente con el usuario y se convierte en la interfaz entre la red y el usuario.

1.1.1.2.2 Capa Transporte

Usa dos protocolos para el intercambio de información de extremo a extremo,

TCP (*Transmission Control Protocol*) y UDP (*User Datagram Protocol*). TCP es un protocolo de transmisión confiable orientado a conexión, el cual provee servicios de control de errores y retransmisión, utilizados en aplicaciones en que los datos deben ser exactos tanto en el origen como en el destino. Por otro lado UDP es un protocolo no confiable, no orientado a conexión el cual es utilizado en aplicaciones donde la entrega debe ser más rápida que precisa.

1.1.1.2.3 Capa Internet

En la capa Internet se utiliza el protocolo IP (*Internet Protocol*). Es un protocolo no confiable, se encarga del enrutamiento de mensajes entre redes, segmentación y transporte de los datagramas y deja funciones como control de flujo y control de errores a capas superiores.

En la capa Internet también se utilizan protocolos como ICMP (*Internet Control Message Protocol / Protocolo de Mensajes de Control de Internet*) que se encarga de proveer mensajes de control a capas superiores, por ejemplo notificaciones de si un determinado *host* se encuentra o no disponible. También son utilizados protocolos como, ARP (*Address Resolution Protocol / Protocolo de Resolución de Direcciones*) y RARP (*Reverse Address Resolution Protocol / Protocolo de Resolución de Direcciones Inverso*), entre otros que basan su funcionamiento en IP. Estos protocolos sirven para determinar direcciones IP a través de las direcciones físicas y viceversa.

1.1.1.2.4 Capa de Acceso a la Red

En la arquitectura TCP/IP no se define un protocolo específico para esta capa, lo único que asegura es que los paquetes IP sean transmitidos a través de la red. Debido al avance de Internet en los últimos años los protocolos se han ido adaptando a esta arquitectura sin embargo el modelo ISO/OSI sigue siendo la referencia en el diseño de capas.

1.1.2 REDES DE ÁREA LOCAL (LAN)

Las redes de área local permiten conectar los ordenadores en un área relativamente pequeña y predeterminada como por ejemplo una habitación, un edificio, o un conjunto de edificios.

1.1.2.1 Arquitectura de Redes de Área Local ^[L3]

En la Figura 1-3 se muestra la arquitectura de redes LAN, la cual se encuentra normalizada por la IEEE 802, la cual no utiliza todas las capas del modelo OSI y no necesita que la arquitectura sea orientada a la conexión. El modelo de referencia IEEE 802 divide la capa de enlace del modelos ISO/OSI en dos subcapas (LLC y MAC).

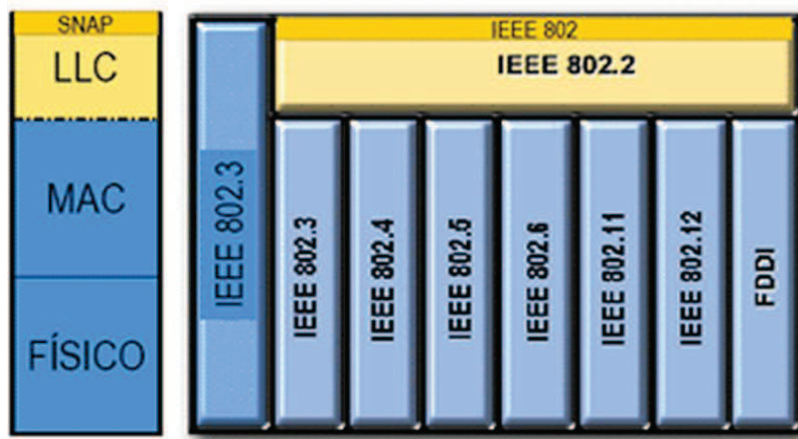


Figura 1-3 Normas LAN adoptadas por la IEEE ^[G3]

Subcapa LLC (Control Lógico de Enlace).- Proporciona una interfaz común independiente de la tecnología, sus funciones principales son el control de flujo y control de errores.

Subcapa MAC (Control de Acceso al Medio).- Determina la asignación del canal para la transmisión, sus funciones principales son el sincronismo de trama, transparencia de datos, direccionamiento y detección de errores.

1.1.2.2 Tecnologías de Redes de Área Local

Las tecnologías de redes LAN más importantes se encuentran normalizadas por la IEEE 802.3 (Ethernet), la cual se basa en el acceso múltiple por escucha de portadora y detección de colisión (CSMA/CD). La Figura 1-4 muestra es esquema de colisión en el modelo CSMA/CD de Ethernet.

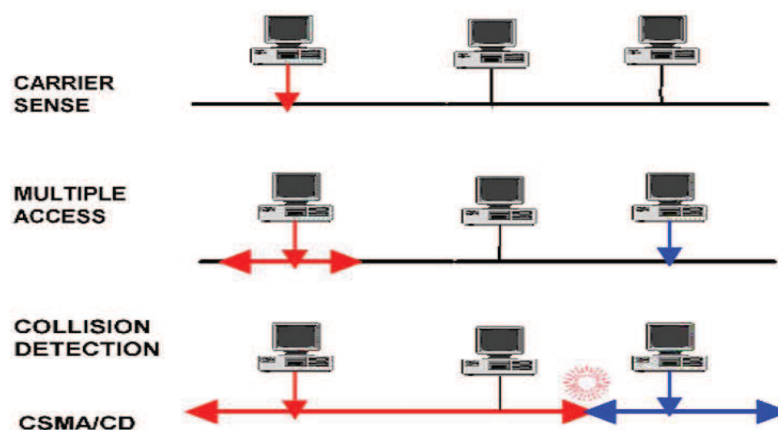


Figura 1-4 CSMA/CD [G4]

1.1.2.2.1 Ethernet

Ethernet en un principio se definió para una LAN con topología tipo bus, con cable coaxial grueso operando a 10 Mbps para luego cambiar a cable UTP utilizando una topología física tipo estrella y una topología lógica tipo bus. Ethernet 10BaseT define una versión Ethernet de 10 Mbps con codificación Manchester sobre dos pares de cable UTP.

1.1.2.2.2 Fast Ethernet

Debido al incremento de la velocidad de transmisión a 100 Mbps se desarrollaron tres estándares separados sobre cable UTP, cada uno fue definida con diferente codificación (100Base-TX, 100Base-T4 y 100Base-T2).

Fast Ethernet 100Base-TX está diseñado para utilizar dos pares de cable UTP categoría 5, el proceso de codificación utilizado es 4B/5B y soporta transmisión *full-duplex* y *half-duplex*.

Fast Ethernet 100Base-T4 utiliza los cuatro pares del cable UTP categoría 3 y 5. Dos de los cuatro pares están configurados para soportar transmisiones *half-duplex*, los otros dos pares están configurados para modos de transmisión simples, en una sola dirección. El modo de transmisión *full-duplex* no es soportado. Usa el esquema de codificación 8B6T.

Fast Ethernet 100Base-T2 utiliza dos pares del cable UTP categoría 3 o superior y soporta los modos de operación *half-duplex* y *full-duplex*

1.1.2.2.3 Gigabit Ethernet

Gigabit Ethernet 1000Base-T cuenta con un modo de operación *full-duplex* sobre los 4 pares del cable UTP categoría 5 o superior. Se encuentra estandarizado en la norma IEEE 802.3ab y en la norma IEEE 802.3z como Gigabit Ethernet 1000Base-X.

La Figura 1-5 muestra el alcance máximo de acuerdo a la tecnología Gigabit Ethernet.

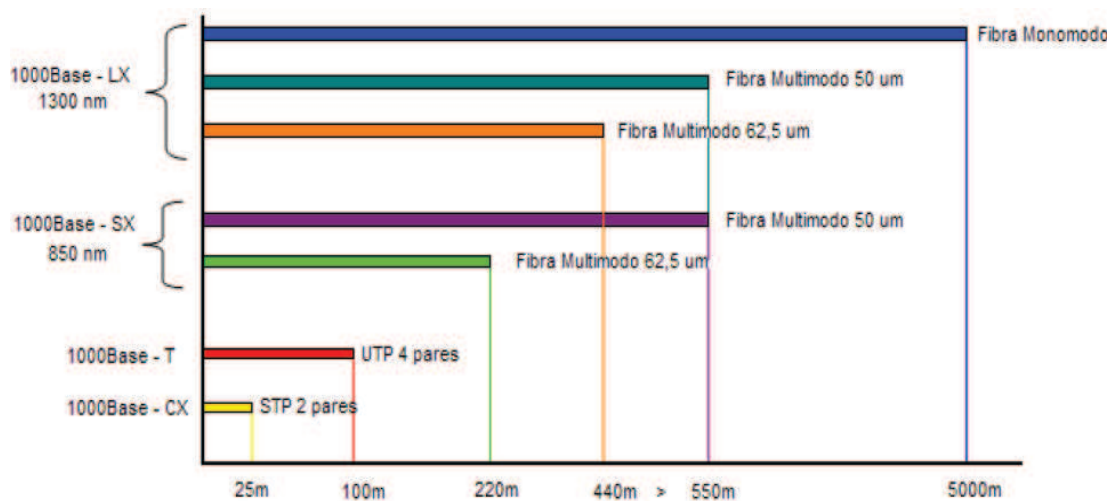


Figura 1-5 Alcance máximo Gigabit Ethernet ^[G5]

1.1.2.2.4 10-Gigabit Ethernet

Es la norma más reciente y define Ethernet 10 Gbps sobre fibra (IEEE 802.3ae) y cobre (IEEE 802.3an), la cual elimina el modo *half-duplex*, operando únicamente en enlaces *full-duplex*.

10GBASE-T utiliza cable UTP categoría 6A a una distancia de 100 metros y con cable categoría 6 a 55 metros. La modulación utilizada es a través de amplitud por pulsos con 16 niveles (PAM-16).

1.1.3 REDES DE ÁREA EXTENDIDA (WAN)

Una WAN se extiende sobre un área geográfica amplia, su función fundamental está orientada a la interconexión de redes o equipos terminales que se encuentran ubicados en lugares distantes, como diferentes ciudades, provincias, regiones, países, continentes o, simplemente, edificios muy lejanos dentro de una misma zona.

1.1.3.1 Tecnologías WAN ^[L4]

Para la conexión de redes en distintos lugares, las tecnologías utilizan técnicas de conmutación, que pueden ser de circuitos o paquetes.

Conmutación de circuitos.- Se establece un circuito o canal dedicado de extremo a extremo. Existirá un establecimiento de conexión, transmisión de información y una finalización de conexión.

Conmutación de paquetes.- La información es fragmentada en paquetes de tamaño variable los que se transmiten por un canal compartido. No existe la necesidad de establecer y finalizar una conexión.

La conmutación de circuitos se utiliza principalmente en Telefonía tradicional. En las redes WAN se utilizan conmutación de paquetes. Entre las más utilizadas

están: Frame-Relay, ATM (*Asynchronous Transfer Mode*), MPLS (*Multi Protocol Label Switching*).

1.1.3.1.1 Frame-Relay

Es una tecnología que opera en la capa física y capa de enlace del modelo OSI. El protocolo de capa Enlace se encarga de encapsular los paquetes que llegan de la capa Red en tramas de diferente tamaño, transportándolas a través de un único enlace compartido.

El enlace o canal de transmisión puede ser punto a punto o punto multipunto, siendo su conexión lógica y utilizando circuitos virtuales. Los circuitos virtuales pueden establecerse dinámicamente, llamándose circuitos virtuales conmutados (SVC, *Switched Virtual Circuit*), o pueden ser preconfigurados, los cuales se conocen como circuitos virtuales permanentes (PVC, *Permanent Virtual Circuit*).

1.1.3.1.2 ATM (Asynchronous Transfer Mode)

Permite el transporte de voz, video y datos a través de su red. A diferencia de Frame-Relay, encapsula la información de capas superiores en tramas de longitud fija llamadas celdas. El tamaño fijo de una celda es de 53 bytes, 48 bytes de datos y 5 bytes de cabecera.

ATM mantiene el esquema de circuitos virtuales e incluye los conceptos de canales virtuales (VC, *Virtual Channel*) y caminos virtuales (VP, *Virtual Path*). Los canales virtuales son los enlaces que se establecen para la transmisión. Los caminos virtuales se establecen entre *switches* ATM y pueden contener varios canales virtuales.

1.1.3.1.3 MPLS (Multi Protocol Label Switching)

Es un protocolo sencillo que se ubica entre las capas enlace y red del modelo de

referencia OSI. Fue desarrollado para el fácil manejo de tráfico de datos, voz y video. MPLS añade una cabecera a los paquetes de la capa Red. Esta cabecera puede contener una o más etiquetas, las mismas que sirven para definir el tipo de servicio y facilitar el enrutamiento entre dispositivos intermedios.

MPLS trabaja independientemente de los protocolos disponibles en las capas de Enlace y de Red. Tiene características especiales de diseño para las áreas de: QoS (*Quality of Service*), Ingeniería de Tráfico, Redes Privadas Virtuales (VPNs) y Soporte Multiprotocolo.

1.1.4 DIRECCIONAMIENTO IP EN REDES TCP/IP

Una dirección IP es una etiqueta numérica de 32 *bits* agrupados en 4 octetos que identifica de manera lógica y jerárquica a una interfaz de un dispositivo (habitualmente una computadora) dentro de una red que utilice el protocolo IP, que corresponde al nivel de red del protocolo TCP/IP.

1.1.4.1 Direcciones IP ^[W1]

La dirección IP es un identificador único asignado a un *host* (interfaz de red) para ser identificado en una red. La dirección IP está representada por un valor binario de 32 *bits*. Una dirección IP está formada por dos partes, por un lado, aquella que identifica la red a la que pertenece el *host* y por otro lado, aquella que identifica al *host* dentro de la red.

Las direcciones IP se clasifican entre dirección IP Públicas y Privadas. Las direcciones IP Privadas son aquellas que no se encuentran conectadas de forma directa con Internet (se conectan por medio de un *proxy* o *router*) tienen asignado un rango de direcciones IP para su funcionamiento interno.

Direcciones IP Privadas

- Clase A: una única dirección de red: 10.0.0.0 hasta 10.255.255.255

- Clase B: 16 redes de rango: 172.16.0.0 hasta 172.31.255.255
- Clase C: 256 direcciones de red: 192.168.0.0 hasta 192.168.255.255

En la Figura 1-6 se muestra un ejemplo del uso de las direcciones IP públicas y las direcciones IP privadas.

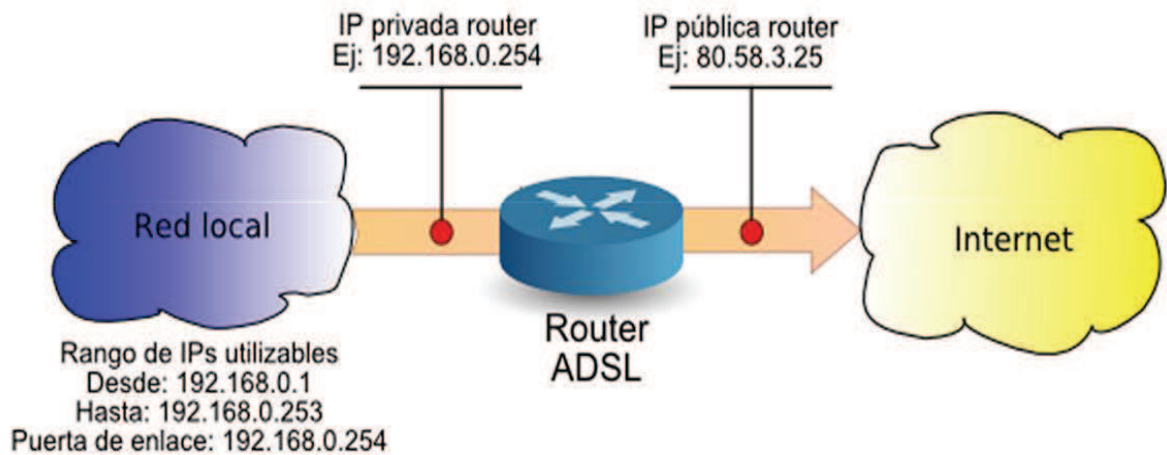


Figura 1-6 Ejemplo de direccionamiento IP ^[G6]

En un principio se trabajaba con redes basadas en clases, que asignaban un cierto rango de direcciones IP de acuerdo al tamaño de la red, sin embargo esto conllevaba en ciertos casos a un desperdicio de direcciones IP, por lo cual, en la actualidad se utilizan subredes, VLSM (*Variable Length Subnet Mask*) y CIDR (*Classless Inter Domain Routing*).

1.1.4.2 Subredes ^[W2]

Las subredes segmentan a la red, las subredes se crean dividiendo el número de *host* en número de subred y número de *host*. Las subredes reducen el tráfico de la red ya que únicamente los paquetes destinados a otra subred pasarán a través del *router* optimizando de esta forma el rendimiento de la red, se crean más dominios de *broadcast* pero con menor tráfico.

1.1.4.3 VLSM ^[W2]

Se emplea para la segmentación de la red cuando el número de *hosts* en cada subred es variable. A cada subred se le asigna una máscara diferente dependiendo del número de *host* que alberga.

1.1.4.4 CIDR ^[W2]

Es un proceso de sumarización que representa en una sola dirección IP con su respectiva máscara a un conjunto de rutas reduciendo de esta forma el tamaño de las tablas de enrutamiento en los *routers*.

1.1.4.5 VLANs

Una VLAN (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 del 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 conmutador).

La Figura 1-7 muestra un diagrama de una red de área local configurada con varias VLANs.

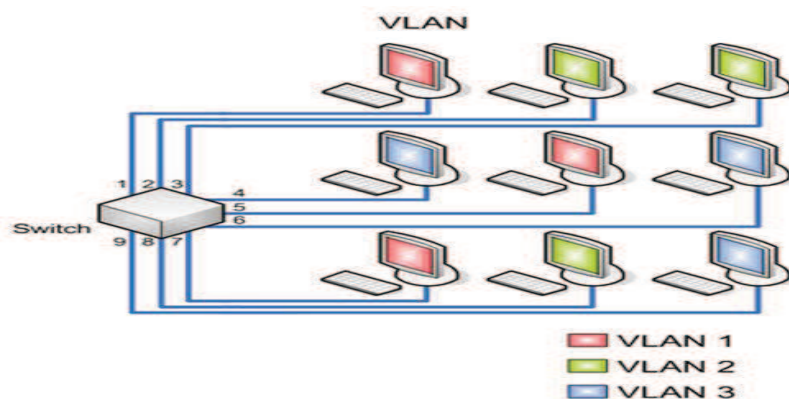


Figura 1-7 VLANs ^[G7]

1.2 SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO

El sistema de cableado estructurado (SCE) es una serie de estándares definidos por la TIA/EIA que definen como diseñar, construir y administrar un sistema de cableado que es estructurado, es decir, que el sistema está diseñado en bloques que tienen características de desempeño muy específicas. Un SCE se refiere a todo el cableado y componentes instalados en una red basados en un orden lógico y organizado.

1.2.1 ESTÁNDARES DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO

Los estándares más comunes en los que se basa el Sistema de Cableado Estructurado son propuestos por la TIA (Asociación de la Industria de las Telecomunicaciones), EIA (Asociación de Industrias de Electrónica) las cuales se encuentran acreditadas por ANSI (Instituto Nacional Americano de Normalización). Las normas más utilizadas son:

1.2.1.1 ANSI/TIA/EIA-568-C^{[T1][W3]}

Este estándar reemplaza al estándar ANSI/TIA/EIA 568B y se encuentra aprobado por la ANSI. Se debe tener en cuenta que la vida útil de los documentos reconocidos por ANSI es de 5 años. Los cambios más significativos son:

- Todas las enmiendas realizadas en la norma ANSI/TIA/EIA 568B son compiladas en un solo documento en el nuevo estándar.
- El estándar ANSI/TIA/EIA 568B no especifica los requerimientos para un Sistema de Cableado Estructurado en lugares como estadios, aeropuertos, etc., por lo cual ANSI/TIA/EIA 568B.1 fue tomado como estándar por omisión. En el estándar ANSI/TIA/EIA 568C se desarrolla un documento genérico para uso cuando un estándar específico no esté disponible, el estándar es ANSI/TIA/EIA 568C.0.

1.2.1.2 ANSI/TIA/EIA-568-C.0

El objetivo de esta norma es la planificación e instalación de un Sistema de Cableado Estructurado genérico que se acople a todo tipo de instalaciones. La norma especifica los requisitos para la estructura del cableado, topologías, distancias, instalación, pruebas de rendimiento y el cableado a través de fibra óptica. Esta norma reemplaza a ANSI/TIA/EIA-568-B.1 y sus enmiendas.

La nomenclatura de esta norma cambia. En la Figura 1-8 se muestra los elementos funcionales de un Sistema de Cableado Estructurado bajo la norma ANSI/TIA/EIA-568-C.0 donde a los segmentos de cableado se los llama “Subsistemas de Cableado”, a los puntos de conexión se los llama “Distribuidor” y al distribuidor final se lo llama “Salida de Equipos”.

- Distribuidor C (DC) representa la conexión cruzada principal (MC).
- Distribuidor B (DB) representa la conexión cruzada intermedia (IC).
- Distribuidor A (DA) representa la conexión cruzada horizontal (HC).
- El equipo de salida (EO) representa la toma de telecomunicaciones y el conector.
- Cableado opcional -----
- Punto de consolidación opcional ()

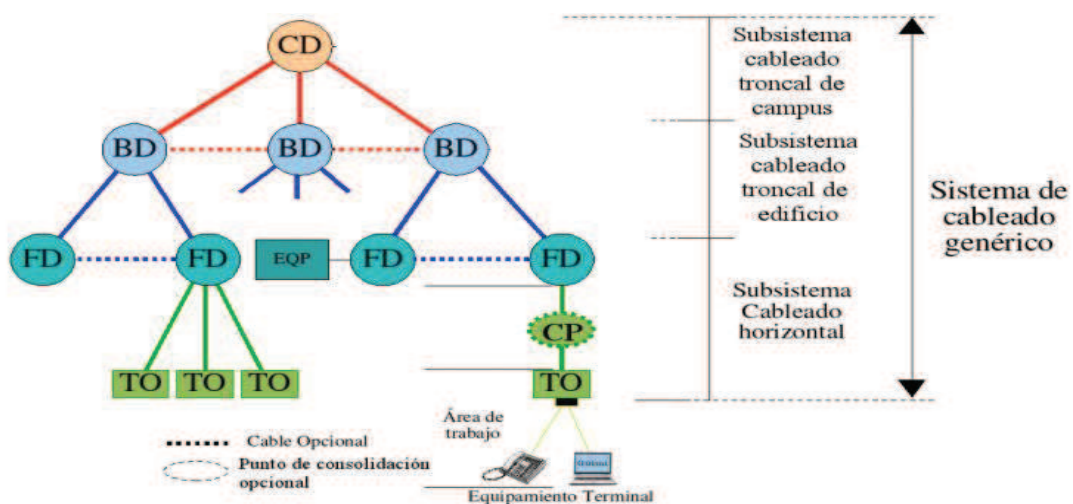


Figura 1-8 Elementos del SCE genérico ^[G8]

La norma establece una topología tipo estrella dónde no puede haber más de dos distribuidores entre el DC y EO. La tensión del cable par trenzado balanceado no debe exceder de 110N (25 libras-fuerza) durante la instalación, el interior del radio de curvatura mínimo será de cuatro veces el diámetro del cable.

1.2.1.3 ANSI/TIA/EIA-568-C.1

El objetivo de esta norma es la planificación y la instalación de un Sistema de Cableado Estructurado en edificios comerciales en un ambiente de campus. Es un estándar que da la facilidad de implementar un SCE multiproducto y multifabricante, además el estándar es compatible con una amplia gama de aplicaciones como voz, datos y video.

Esta norma reemplaza a ANSI/TIA/EIA-568-B.1 y sus enmiendas. Los cambios más significativos son:

- Incluye como SCE reconocidos a la Categoría 6A.
- Incluye el cableado de fibra óptica multimodo 850 nm de 50/125 um.
- El cableado STP de 150 ohmios, el cableado categoría 5, el cableado coaxial de 50 ohmios y 75 ohmios ya no son medios reconocidos.

Este estándar no cambia de nomenclatura y continúa con los subsistemas; Entrada de Servicios, Cuarto de Equipos, Cuarto de Telecomunicaciones, Cableado Vertical, Cableado Horizontal y Área de trabajo.

1.2.1.4 ANSI/TIA/EIA-568-C.2

El objetivo de esta norma es especificar el cable y sus componentes para cable par trenzado balanceado de cobre categoría 3, categoría 5E, categoría 6 y categoría 6A.

Las categorías reconocidas son:

- **Categoría 3.-** Cable UTP de 100 ohmios y componentes de hasta 16 MHz de ancho de banda.
- **Categoría 5E.-** Cable UTP de 100 ohmios y componentes de hasta 100 MHz de ancho de banda.
- **Categoría 6.-** Cable UTP de 100 ohmios y componentes de hasta 250 MHz de ancho de banda.
- **Categoría 6A.-** Cable UTP de 100 ohmios y componentes de hasta 500 MHz de ancho de banda. Adicionalmente cumple con requerimientos de *aliencrosstalk* para soportar sistemas de transmisión 10GBASE-T.

1.2.1.5 ANSI/TIA/EIA-568-C.3

El objetivo de esta norma es especificar el rendimiento del medio de transmisión y sus componentes para un Sistema de Cableado Estructurado de fibra óptica. Esta norma reemplaza a ANSI/TIA/EIA-568-B.3. En la Tabla 1-1 se detalla los parámetros de rendimiento de la fibra óptica, en dónde se las nombra con sus nuevas nomenclaturas.

| Optical fiber and cable type ² | Wavelength (nm) | Maximum attenuation (dB/km) | Minimum overfilled modal bandwidth-length product (MHz-km) ¹ | Minimum effective modal bandwidth-length product (MHz-km) ¹ |
|--|-----------------|-----------------------------|---|--|
| 62.5/125 μ m Multimode TIA 492AAAA (OM1) | 850 1300 | 3.5 1.5 | 200 500 | Not Required Not Required |
| 50/125 μ m Multimode TIA 492AAAB (OM2) | 850 1300 | 3.5 1.5 | 500 500 | Not Required Not Required |
| 850 nm Laser-Optimized 50/125 μ m Multimode TIA 492AAAC (OM3) | 850 1300 | 3.5 1.5 | 1500 500 | 2000 Not Required |
| Single-mode indoor-outdoor TIA 492CAAA (OS1) TIA 492CAAB (OS2) ³ | 1310 1550 | 0.5 0.5 | N/A N/A | N/A N/A |
| Single-mode inside plant TIA 492CAAA (OS1) TIA 492CAAB (OS2) ³ | 1310 1550 | 1.0 1.0 | N/A N/A | N/A N/A |
| Single-mode outside plant TIA 492CAAA (OS1) TIA 492CAAB (OS2) ³ | 1310 1550 | 0.5 0.5 | N/A N/A | N/A N/A |

Tabla 1-1 Parámetros de rendimiento de fibra óptica ^[G9]

1.2.1.6 ANSI/TIA/EIA-568-C.4

El estándar de cableado coaxial de banda ancha y componentes especifica las exigencias y recomendaciones para cableado coaxial de 75Ω de banda ancha, cables, líneas, y el hardware de conexión que se utiliza para soportar la televisión por cable, televisión por satélite, y otras aplicaciones de banda ancha.

Las topologías de red permitidas son: bus, estrella y bus multipunto. El estándar también incluye los requerimientos de transmisión, los requerimientos mecánicos, los requisitos relacionados con la compatibilidad electromagnética de los cables, los cables y conectores, la instalación del cableado, los procedimientos de terminación de los conectores y los procedimientos de las pruebas de campo.

La norma ANSI/TIA-568-C.4 contiene:

- Topología
- Subsistemas de cableado
- Rendimiento del enlace
- Cable coaxial, cables y conexiones de hardware
- Requisitos de instalación
- Requisitos de prueba de campo
- Anexo sobre requerimientos de cableado coaxial

1.2.1.7 ANSI/TIA/EIA-569-B

El estándar ANSI/TIA/EIA-569-B especifica las rutas y espacios para telecomunicaciones en edificios comerciales, estandarizando las prácticas de diseño y construcción de rutas de cableado horizontal, cableado vertical, área de trabajo, cuarto de equipos, cuarto de telecomunicaciones y acometida que garantice la operatividad, flexibilidad, administración y tiempo de vida de las rutas y espacios en Sistemas de Cableado Estructurado de voz, datos y video.

1.2.1.8 ANSI/TIA/EIA 606 A

Esta norma especifica criterios de administración del Sistema de Cableado Estructurado proporcionando criterios de etiquetado, código de colores y documentación que facilite la detección y resolución de problemas así como ampliaciones y modificaciones sin tener que reestructurar todo el sistema.

1.2.1.9 ANSI/TIA/EIA 607

La norma define criterios de instalación del sistema de puesta a tierra de todo el Sistema de Cableado Estructurado que asegure la protección ante energía electrostática tanto a usuarios como a operadores del sistema.

1.2.2 SUBSISTEMAS DEL CABLEADO ESTRUCTURADO ^[W4]

El Sistema de Cableado Estructurado se ha dividido en varios subsistemas que permiten su estudio, administración y detección de fallas.

1.2.2.1 Subsistema Cableado Horizontal

El Subsistema de Cableado Horizontal está formado por todos los componentes involucrados en el enlace permanente (cable horizontal, salida de telecomunicaciones en el área de trabajo, terminaciones mecánicas en ambos extremos y *patch cords* del *rack*) que existe desde el *rack* del cuarto de telecomunicaciones a la salida de telecomunicaciones en el Área de Trabajo en una topología física tipo estrella. Cada cable de cuatro pares en las salidas de telecomunicaciones deberá terminar en un *jack* de 8 posiciones. La Figura 1-9 muestra la asignación de pines T568A y T568B.

La longitud máxima del enlace permanente es de 90 metros, los cuales junto con los *patch cords* del área de trabajo y los *patch cords* de interconexiones y

conexiones cruzadas en el *rack* de comunicaciones no deben sobrepasar los 100 metros.

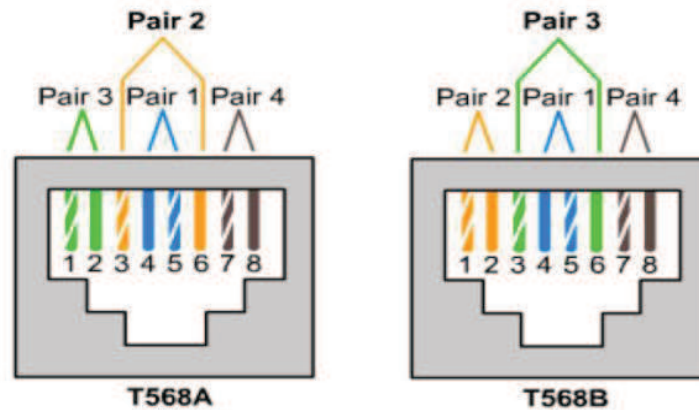


Figura 1-9 Asignación de pines T568A y T568B ^[G10]

Los tipos de medios de transmisión reconocidos para el Subsistema de Cableado Horizontal son:

- Cable UTP y STP de 4 pares 100 ohmios (Categoría 3, 5E, 6 y 6A)
- Fibra Óptica multimodo
- Fibra Óptica monomodo

1.2.2.2 Subsistema Cableado Vertical

El Subsistema de Cableado Vertical permite la conectividad entre los diferentes cuartos de telecomunicaciones con el cuarto de equipos y las diferentes acometidas de servicios de la LAN.

Los tipos de medios de transmisión para la transmisión del cableado horizontal son:

- Cable par trenzado balanceado 100 ohmios (Categoría 3, 5E, 6 y 6A)
- Fibra óptica multimodo: recomendada 62.5/125um y permitida 50/125 um
- Fibra óptica monomodo

1.2.2.3 Subsistema Cuarto de Equipos

El Subsistema Cuarto de Equipos es un lugar centralizado para equipos de telecomunicaciones, vigilancia y controles de acceso, en este lugar se encuentran los equipos de conectividad principales, servidores, equipos de telefonía IP, etc. El cuarto de equipos se diferencia del cuarto de telecomunicaciones por la criticidad de equipos que alberga. Cuando el área de servicio es demasiado reducida el cuarto de equipos y cuarto de telecomunicaciones son ubicados en el mismo lugar.

1.2.2.4 Subsistema Cuarto de Telecomunicaciones

El Cuarto de Telecomunicaciones es el lugar donde se encuentran los equipos de distribución del Subsistema de Cableado Horizontal, convirtiéndose en un punto de transición entre el Subsistema de Cableado Vertical y Horizontal.

1.2.2.5 Subsistema Entrada de Servicios

El Subsistema Entrada de Servicios consiste en la acometida de los diferentes servicios de telecomunicaciones provistos por los diferentes proveedores de Internet, telefonía, entre otros y desde el cual se los distribuye al cableado vertical.

1.2.2.6 Subsistema Área de Trabajo

El área de trabajo consiste en el área donde el usuario desarrolla sus actividades y desde donde accede a los recursos de la LAN. El área consiste desde la toma de telecomunicaciones hasta la estación de trabajo.

1.2.2.7 Subsistema Puesta a tierra

El Subsistema de Puesta a Tierra especifica los requisitos mínimos de la conexión a tierra del Sistema de Cableado Estructurado que evite cargas electrostáticas

que pudieran generarse en los equipos pasivos y canaletas del SCE, la cual podría causar daños tanto a los equipos de conectividad como a los operadores del SCE.

1.3 CALIDAD DE SERVICIO (QOS) ^[W5]

La calidad de servicio (QoS, *Quality of Service* / Calidad de Servicio) son las tecnologías que garantizan la transmisión de cierta cantidad de información en un tiempo dado (*throughput*) y tienen la capacidad de garantizar recursos y diferenciar servicios en una red de datos. Así se consigue que el tráfico producido por aplicaciones de distinta naturaleza pueda ser identificado y tratado adecuadamente para mejorar la experiencia del usuario.

Para las redes locales que cuentan con una alta capacidad de transmisión y son parte del mismo dominio administrativo basta con determinar prioridades para el tráfico generado. Para diferenciar el tráfico de voz y datos, por ejemplo, se establece el uso de VLANs (802.1Q) o de priorización con 802.1p.

En las redes que escalan al nivel de Internet brindar QoS resulta mucho más complejo. Para manejar calidad de servicio a nivel de Internet, el IETF ha desarrollado dos mecanismos: IntServ (*Integrated Services* / Servicios Integrados) y DiffServ (*Differentiated Services*), que se apoyan en técnicas de encolamiento priorizado y tecnologías de transporte como MPLS.

1.3.1 IntServ (*Integrated Services*)

IntServ o Servicios Integrados, es una estrategia para proveer reserva de recursos por flujo de *host-a-host* o *fin-a-fin*. Para obtener recursos garantizados, una aplicación debe hacer una reserva de recursos antes de que el tráfico comience a ser transmitido en la red.

En IntServ se establecen tres modelos de servicio: garantizado, de carga controlada y del mejor esfuerzo.

- **Servicio garantizado.-** Provee un servicio con retardo y velocidad de transmisión garantizados, basado en el peor de los casos.
- **Servicio de carga controlada.-** Es un servicio de menor garantía, en el cual se ofrecen condiciones similares a una red del mejor esfuerzo no cargada.
- **Servicio del mejor esfuerzo.-** En él no se proveen garantías de ningún tipo.

1.3.2 DiffServ (*Differentiated Services*)

Dados los problemas de escalabilidad de IntServ se desarrolló la estrategia de Servicios Diferenciados, DiffServ. A diferencia de IntServ, que realiza la reserva de recursos por flujo a lo largo del camino, DiffServ realiza la diferenciación del tráfico en el borde de la red mediante políticas de borde, aprovisionamiento y priorización de tráfico.

En DiffServ el tráfico del usuario se divide en un pequeño número de clases de reenvío. Para cada clase de reenvío, la cantidad de tráfico que el usuario puede inyectar a la red es limitado en el borde de la red (WAN). Al cambiar la cantidad total de tráfico permitido en la red, el proveedor de servicio puede ajustar los niveles de aprovisionamiento de recursos y así dar un grado de garantía de recursos a los usuarios.

1.3.3 Encolamiento Priorizado

El comportamiento del mejor esfuerzo de IP implica que los paquetes que ingresan a un nodo se procesan en el orden de llegada.

Los paquetes que llegan más rápido de lo que el nodo los procesa son almacenados en buffers. Una vez que éstos se llenan, los paquetes siguientes son descartados sin importar su naturaleza o procedencia.

Los esquemas de priorización indican a los dispositivos (*routers* o *switches*) cómo tratar a los paquetes en el momento de formación de las colas. Los dispositivos analizan los paquetes, determinan el tipo de tráfico que transportan, comparan esa información con una serie de reglas de priorización y utilización de ancho de banda para determinar el orden de salida de los paquetes.

Los esquemas más conocidos de encolamiento priorizado, de los cuales los fabricantes usan variantes o combinaciones son: colas de prioridad, colas del peso justo (WFQ, *Weight Fair Queuing*), y colas según la clase (CBQ, *Class-Based Queuing*).

1.4 CLASES DE SERVICIOS ^[W6]

Las Clases de Servicio se encuentran definidas en el estándar 802.1p y son la diferenciación entre las aplicaciones que se tiene en la red, para poder dar una distinta priorización de tráfico en los dispositivos activos de la red. Las prioridades de tráfico se muestran en la Tabla 1-2.

| Prioridad | Tipo de Tráfico |
|-----------|--------------------|
| 0 | Mejor Esfuerzo |
| 1 | Background |
| 2 | Reservado |
| 3 | Excelente Esfuerzo |
| 4 | Carga Controlada |
| 5 | Video |
| 6 | Voz |
| 7 | Control de Red |

Tabla 1-2 Clases de servicio ^[G11]

802.1p define un campo en la trama Ethernet, el cual permite especificar un valor de prioridad que va desde 0 a 7, por lo que se definen 8 diferentes Clases de Servicio.

1.5 TELEFONÍA IP

La telefonía IP reúne la transmisión de voz y de datos, lo que posibilita la utilización de las redes informáticas para efectuar llamadas telefónicas. Además, ésta tecnología al desarrollar una única red encargada de cursar todo tipo de comunicación, ya sea de voz, datos o video, se denomina red convergente o red multiservicios.

La telefonía IP surge como una alternativa a la telefonía tradicional, brindando nuevos servicios al cliente y una serie de beneficios económicos y tecnológicos.

La digitalización de la voz y la transmisión de esta sobre Protocolo de Internet son dos de las técnicas fundamentales para el desarrollo de la telefonía IP.

1.5.1 DIGITALIZACIÓN DE LA VOZ Y CODECS DE AUDIO^[W7]

El campo de la digitalización de la voz ha sido, y es todavía, un área de permanente desarrollo. Este desarrollo ha producido muchos tipos diferentes de algoritmos para digitalización de la voz. La selección de un tipo particular depende del costo de implementación y los requerimientos de desempeño necesarios en la aplicación.

Las tres técnicas más comunes usadas para codificar la voz son; Modulación por Código de Pulsos (PCM), PCM Diferencial (DPCM) y Modulación Delta (DM).

La ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones) y otros organismos han estandarizado varios códec basados o no en PCM, diseñados para reducir la velocidad de transmisión y mejorar la calidad auditiva de la señal. Para determinar

cuál de ellos presenta la mejor calidad auditiva se introduce el concepto de MOS (*Mean Opinion Score*). El MOS es una calificación numérica subjetiva, debida a la percepción auditiva de las personas cuando se utilizan diferentes *codecs*. La Tabla 1-3 muestra las características de los principales *codecs* usados para transmisión de voz.

| Codificador | Estándar/ Recomendación | Velocidad de Transmisión | MOS | Retardo Codificador/ Decodificador |
|--------------|----------------------------|--------------------------|-----------|---------------------------------------|
| PCM | G.711 | 64 kbit/s | 4.1 | 125 μ s |
| ADPCM | G.726 | 32 kbit/s | 3.85 | 300 μ s |
| RPE-LTP | ETSI – GSM 06-10 | 13 kbit/s | 3.6 | 50 ms |
| CELP | DD FS1016 | 4.8 kbit/s | 3.5 | 50 ms |
| LC-CELP | G.728 | 16 kbit/s | 3.61 | 3 ms |
| CS-ACELP | G.729 | 8 kbit/s | 3.92 | 30 ms |
| MP-MLQ-ACELP | G.723.1 | 6.3 y 5.3 kbit/s | 3.9 y 3.8 | 90 ms |
| LCP | DOD LPC10 FS1015 | 2.4 kbit/s | 2.3 | 50 ms |

Tabla 1-3 Características de los *codecs* para transmisión de voz ^[G12]

Como se puede apreciar en la tabla existen *codecs* con diferentes velocidades de transmisión, y dependiendo de la aplicación y el ancho de banda disponible resultan ser más convenientes para dichas condiciones.

1.5.1.1 VoIP (Voz sobre IP) ^[W8]

Voz sobre Protocolo de Internet, también llamado Voz sobre IP, es un grupo de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet empleando un protocolo IP (*Internet Protocol*). Esto significa que se envía la señal de voz en forma digital en paquetes en lugar de enviarla en forma de circuitos como una compañía telefónica convencional o PSTN.

El objetivo de VoIP es dividir en paquetes los flujos de audio para transportarlos sobre redes basadas en IP. Los protocolos de las redes IP originalmente no fueron diseñados para el fluido el tiempo real de audio o cualquier otro tipo de

medio de comunicación. Por esto, se crean los protocolos para VoIP, cuyo mecanismo de conexión abarca una serie de transacciones de señalización entre terminales que cargan dos flujos de audio para cada dirección de la conversación.

1.5.1.2 Funcionalidad de Telefonía IP

VoIP puede facilitar tareas que serían más difíciles de realizar usando las redes telefónicas comunes:

- Las llamadas telefónicas locales pueden ser automáticamente enrutadas a un teléfono VoIP, sin importar dónde se esté conectado a la red.
- Números telefónicos gratuitos para usar con VoIP están disponibles en varios países.
- Los agentes de *call center* usando teléfonos VoIP pueden trabajar en cualquier lugar con conexión a Internet lo suficientemente rápida.

Para que las redes de datos soporten aplicaciones y servicios en tiempo real, como se requiere en Telefonía IP, aparecen principalmente dos estándares: SIP y H.323. Estos estándares introducen sus propios protocolos que junto a TCP/IP y otros estándares controlan las comunicaciones y resuelven los problemas de calidad de servicio encontrados en las redes de datos. SIP y H.323 cumplen con las funciones de señalización presentes en la Telefonía tradicional.

1.5.2 RECOMENDACIÓN H.323^[W9]

H.323 es una recomendación propuesta por la ITU-T (*International Telecommunications Union-Telecommunications*), que especifica los protocolos a ser utilizados para la comunicación multimedia en redes basadas en paquetes IP.

La creación de H.323 tenía por objetivos: basarse en estándares previos para la integración con distintos sistemas vigentes, aprovechar las ventajas de usar una

red de conmutación de paquetes y facilitar el envío de información en tiempo real a través de dicha red.

1.5.2.1 Arquitectura H.323

Los componentes de la arquitectura H.323 se muestran en la Figura 1-10.



Figura 1-10 Componentes de la Arquitectura H.323 ^[G13]

- **Terminal.-** Es un dispositivo de comunicación que se encuentra al alcance del usuario final. Permite la interacción del usuario con la aplicación. Éstos pueden ser PCs con su respectivo *software* y *hardware* multimedia, terminales telefónicos específicos, teléfonos multimedia 3G, entre otros.
- **Gateway.-** Permite la interconexión entre H.323 y una red conmutada de circuitos; convierte los protocolos de señalización y los formatos de los medios de comunicación. Pueden existir PSTN/*voice Gateway*, PSTN/*fax Gateway*, GSM *Gateway*, PBX *Gateway*, entre otros.
- **Multipoint Control Units (MCUs).-** Permiten realizar conferencias entre 3 o más terminales; usualmente contiene un controlador multi-punto, que está encargado del control y señalización de la conferencia, y un procesador multi-punto para el procesamiento de la información enviada por los terminales.

- **Gatekeeper.**- Es el administrador de un grupo de dispositivos H.323 que conforman una zona. Realiza las funciones de traducción de direcciones, control de ancho de banda mínimo, control de admisión de terminales y administración de una zona. El *gatekeeper* es opcional pero con su implementación se logra un mayor rendimiento. Puede estar implementado en una PC o integrado al *Gateway*.

1.5.2.2 Protocolos H.323

Las funcionalidades de las comunicaciones se especifican a través del uso de protocolos que forman el *stack* de protocolos H.323. La mayoría de estos protocolos ya están siendo utilizados actualmente en redes y otros aún no se han implementado. Todos los protocolos de H.323 están ubicados sobre la capa Transporte por lo que permite cualquier tipo de tecnología en la capa física y enlace.

- **H.225 o Q.931.**- Protocolo que proporciona los procedimientos de señalización entre dos terminales. Es responsable de la creación y liberación de una llamada. Está basado en la recomendación Q.931 de redes ISDN por lo que facilita la interconexión con redes de este tipo.
- **H.245.**- Permite realizar el control multimedia entre dos terminales, es decir posibilita el intercambio de información de las capacidades multimedia que tienen los terminales para establecer una comunicación. Las llamadas se posibilitan solo si ambos terminales tienen las mismas capacidades.
- **H.225-RAS.**- (*Registration Admissions and Status*). Realiza los procesos de registro, admisión, estatus y brinda la señalización para la conexión entre un terminal y un *gatekeeper*. El terminal accede a servicios que puede ofrecer un *gatekeeper*, como: autenticación AAA y resolución de direcciones.

- **H.450.-** Este protocolo brinda la señalización entre dos dispositivos inteligentes H.323, además proporciona servicios complementarios de H.323.
- **H.235.-** Protocolo que proporciona seguridad mediante autenticación o cifrado de los terminales.
- **RTP (*Real-Time Transport Protocol*) Y RTCP (*Real-Time Transport Control Protocol*)-** Son protocolos utilizados por la arquitectura H.323, pero creados por el IETF, para el control y transmisión de comunicaciones en tiempo real.

1.5.3 SIP (*Session Initiation Protocol*)^[W10]

SIP es el protocolo principal dentro del conjunto de protocolos de la arquitectura que lleva su mismo nombre. Este estándar tiene como mira las comunicaciones en la Internet por lo que reutiliza funciones y características ya implementadas, como el enrutamiento y el direccionamiento, o el formato de mensajes encontrados en HTTP y SMTP.

1.5.3.1 Funciones de SIP

SIP fue diseñado para cubrir las 5 características específicas del establecimiento de sesiones:

- **Ubicación de usuario.-** Debido a que el usuario puede hacer uso de distintos dispositivos para conectarse a una red, esta función de SIP ayuda a determinar cuál de ellos está siendo utilizado.
- **Disponibilidad de usuario.-** Estados de presencia como: conectado, ausente u ocupado ayudan a los participantes a iniciar sesiones de forma más eficiente.

- **Capacidades de usuario.-** SIP está orientado a soportar sesiones independientemente del medio, por lo tanto la sesión se establece en base a capacidades que sean comunes entre los terminales.
- **Configuración de la sesión.-** Los parámetros se negocian y se establece la sesión.
- **Gestión de la sesión.-** Durante una sesión los parámetros pueden cambiar.

Esto es fundamental ya que es posible que se inviten a nuevos participantes, se cambie el estatus de presencia o de la llamada, se cambie el dispositivo de comunicación, etc.

1.5.3.2 Arquitectura SIP

Para su funcionamiento SIP utiliza cuatro tipos de entidades: Agentes de Usuario, Servidores Registrar, Servidores *Proxy* y Servidores de Redirección. Estos elementos intercambian mensajes cuyo contenido y características son empaquetados mediante el protocolo SDP (*Session Description Protocol*) para completar la sesión.

- **Agentes de Usuario.-** Son los dispositivos terminales de usuario, tales como teléfonos celulares, computadores, PDAs, etc. utilizados para crear y manejar sesiones SIP. El agente cliente UAC (*User Agent Client*) envía un mensaje y el agente servidor UAS (*User Agent Server*) responde a este mensaje. Para la conexión con redes que no son SIP, es el *gateway* el que se comporta como agente.
- **Servidor de Registro.-** Contiene las bases de datos con la información de ubicación de todos los agentes de usuario que se han registrado dentro de un dominio. Este servidor recoge las direcciones IP y otra información de los participantes que comparte con el servidor *Proxy*.

- **Servidor Proxy.-** Acepta las invitaciones de sesión de los agentes de usuario y consulta al Servidor de Registro la dirección del agente destinatario. Entonces reenvía la invitación de sesión directamente al agente destinatario si se encuentra en el mismo dominio, caso contrario a otro servidor *Proxy*. El servidor *Proxy* puede también ofrecer servicios como: control de acceso a la red, seguridad, autorización y autenticación.
- **Servidor de Redirección.-** Se emplea por SIP para redireccionar a los clientes hacia los agentes con los que se quieren contactar. Cuando un agente hace una petición al Servidor de Redirección éste le puede responder con la dirección IP del agente a ser contactado. La diferencia con el servidor *Proxy* es que el Servidor de Redirección sólo responde a una petición, no reenvía invitaciones de sesión. Otra función del Servidor de Redirección es “timbrar” a todas las posibles ubicaciones de un usuario al que se desee llamar. La sesión se establece en la primera ubicación donde se conteste la llamada y se liberan los demás destinos.

De los elementos descritos, los 3 tipos de servidores pueden ser implementados en conjunto en el mismo *hardware*. En el caso de los agentes, es común que sean implementados independientemente, como los teléfonos habilitados con SIP o *software* telefónico para el computador (*softphones*).

1.5.3.3 SDP (*Session Description Protocol*)

El principal protocolo utilizado en conjunto con SIP para establecer las sesiones es el protocolo SDP. SDP describe las características de los dispositivos terminales, así como las capacidades multimedia.

Los mensajes SDP se encapsulan dentro de mensajes SIP y son utilizados cuando se necesita establecer comunicaciones en tiempo real, como audio y video.

La cabecera de un mensaje SDP contiene un descriptor que identifica las especificaciones de la sesión. Mediante los descriptores es posible identificar el nombre de la sesión, su propósito, el tiempo de inicio, qué medios son empleados para la sesión (*codec*), las direcciones y puertos a ser utilizados para recibir los medios. Los medios aceptados incluyen: audio, video, aplicación, datos y control.

1.5.4 PROTOCOLOS DE TRANSPORTE EN TIEMPO REAL ^[W11]

Las redes TCP/IP fueron creadas para transmisiones tolerantes a retardo y sin calidad de servicio. La voz necesita ser transmitida en secuencia, de forma confiable, a tiempo real y sin retardos excesivos.

TCP es un protocolo confiable y que brinda secuenciamiento; pero estas características provocan retardos en las transmisiones, por lo que no podía ser utilizado en el transporte de la voz. UDP es un protocolo no confiable que no brinda secuenciamiento, pero a cambio no provocaba retardos. Al ser el retardo lo más crítico en una transmisión de voz se decidió que UDP provea el transporte.

Para solucionar el nivel de confiabilidad y secuenciamiento se crearon protocolos como RTP y RTCP de manera que suplan esas falencias.

1.5.4.1 RTP (*Real-Time Transport Protocol*)

RTP es un protocolo que permite el transporte de audio y video sobre el Internet definiendo un formato de trama estandarizado. RTP provee las funcionalidades de encapsulamiento de datos para transmisiones a tiempo real y funcionalidades para reconstruir los datos en su secuencia original.

La encapsulación de RTP sólo puede ser vista por los dispositivos finales y no por los dispositivos intermedios ya que éste es un protocolo de capa Aplicación. RTP puede trabajar independientemente del protocolo que se encuentre en la capa

Transporte. Además fue diseñado para trabajar con servicio de redes *unicast* o *multicast*.

Entre las funcionalidades que proporciona RTP se encuentran:

- **Número de secuencia.**- UDP no transmite los paquetes con un número de secuencia, por lo que no se garantiza que los paquetes se reciban en el mismo orden en el que fueron enviados. Este número se utiliza para que los paquetes tengan la secuencia correcta y para detectar los paquetes perdidos.
- **Timestamp.**- Permite reproducir el *stream* de paquetes con la misma temporización con la que fue enviado.
- **Tipo de Payload.**- Indica el tipo de codificación que se utilizó para los medios interactivos. La codificación se realiza mediante el uso de *codecs* que mejoran la utilización del ancho de banda y la calidad de la comunicación.

La cabecera de RTP contiene los *bits* necesarios para cumplir las funciones que intervienen en la transmisión de voz. En un mensaje RTP se encapsula la información de la voz que es digitalizada y codificada a través de códec de audio más los *bits* de cabecera.

El mensaje RTP se encapsula dentro de UDP/IP y del protocolo de la capa enlace que se encuentre. Para la recepción se realizará el proceso inverso, se quitarán las cabeceras de los protocolos que intervinieron en la comunicación hasta tener el mensaje RTP con la información de la voz. Esta información se almacena en un buffer de *jitter* dinámico para posteriormente ser decodificado y ser entregado al usuario. La Figura 1-11 muestra el funcionamiento de RTP.

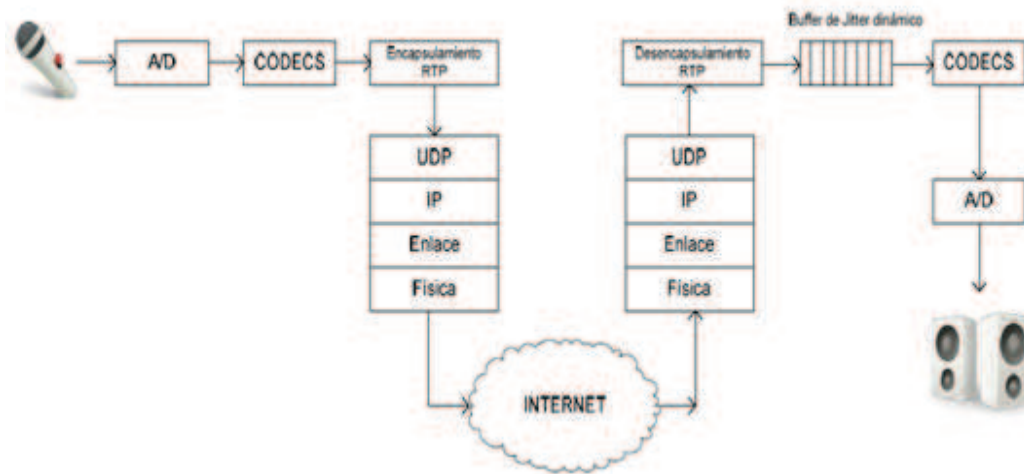


Figura 1-11 Funcionamiento de RTP [G14]

1.5.4.2 RTCP (RTP Control Protocol)

Es un protocolo que trabaja conjuntamente con RTP recogiendo estadísticas de la calidad de la red por la cual se transmiten. El rendimiento de la red es importante para comunicaciones multimedia, por ello se transmiten estadísticas periódicas de *jitter*, número de paquetes enviados, número de paquetes recibidos, entre otros.

Para una red con el estándar H.323 algunas funcionalidades de este protocolo se sobrepondrán a las proporcionadas por H.245. La diferencia de funcionalidades entre estos protocolos se podrá percibir en una red donde se necesite realizar conferencias con un número mayor a 1000 usuarios, en cuyo caso es necesario utilizar el protocolo RTCP; para pocos usuarios se usará el protocolo H.245. Esta distinción permite tener mejor rendimiento en una comunicación.

1.6 VIDEO SOBRE IP

Los sistemas de video sobre IP permiten transmitir video e imágenes de alta resolución en tiempo real a través de redes IP como Internet para ser visualizada en la PC con el navegador o con un *software* especial en caso de que se utilicen

múltiples cámaras y se desee grabar la información, controlar la cámara vía remota, etc.

1.6.1 **CODECS PARA VIDEO** ^[W12]

1.6.1.1 H.263

H.263 es un estándar de codificación de video diseñada por la ITU-T en 1995-1996, como un formato comprimido de baja demanda de capacidad para videoconferencia. Fue diseñado para ser utilizado en sistemas basados en la PSTN, pero en la actualidad es utilizado con H.323, H.320, RSTP y SIP.

1.6.1.2 H.264

H.264 o MPEG-4 parte 10 define un códec de video de alta compresión, desarrollado por la ITU-T *Video Coding Experts Group* (VCEG) e ISO/IEC *Moving Picture Experts Group* (MPEG). Estos dos grupos unidos en el año 2001 se llamaron *Join Video Team* (JVT), la ITU-T lo quiso estandarizar con el nombre de H.264 y la ISO/IEC con el nombre de MPEG-4 parte 10 Códec de Video Avanzado (AVC).

El objetivo del proyecto H.264 fue desarrollar un estándar capaz de brindar imagen de buena calidad utilizando una menor capacidad de transmisión que sus antecesores MPEG-2, H.263 o MPEG parte 2. H.264 está enfocado para video de baja calidad para videoconferencia y aplicaciones de Internet.

Este estándar maneja algunas capacidades de transmisión, dados los costos de los servicios de Internet o los enlaces de datos. Con el perfil original H.264 puede manejar una resolución de video de:

- A 192 Kbps:
 - 176 X 144 pixeles a 30.3 cuadros por segundo.

- 320 X 240 pixeles a 10.0 cuadros por segundo.
- A 384 Kbps:
 - 320 X 240 pixeles a 20.0 cuadros por segundo.
 - 352 X 288 pixeles a 15.2 cuadros por segundo.

1.6.2 VIDEOCONFERENCIA IP

La videoconferencia es una aplicación de tiempo real y cuándo no cuenta con la capacidad de transmisión suficiente se ve afectada por los siguientes problemas:

- Tiempo total de retraso punto a punto (latencia).
- Diferencia de retraso (*Jitter*).

La pérdida de paquetes también influye en la calidad de la videoconferencia y si es muy notoria puede hacer que la videoconferencia no sea aceptable y solo se escuche el audio. Los efectos de la pérdida de paquetes son:

- Diferencia de retraso de paquetes (*jitter*) puede ocasionar su pérdida.
- Una pérdida de paquetes del 1% del total puede producir una videoconferencia entrecortada con pérdida de audio.
- Una pérdida de paquetes del 2% del total ocasiona una videoconferencia de mala calidad, aunque el audio sea aceptable.

1.6.3 VIDEO SEGURIDAD IP ^[W13]

El video en red ofrece todo lo que el video analógico proporciona, además de una amplia gama de funciones y características innovadoras que sólo son posibles con la tecnología digital. Si a esta facilidad añadimos además la ventaja de efectuar la transmisión imágenes a través de la red de datos, proporciona una plataforma flexible en términos de vigilancia y seguridad con prestaciones sumamente altas, sin tener que gastar en infraestructura adicional.

1.6.3.1 Elementos

Un sistema de video en red, está compuesto por dos elementos principales: cámaras de red y *software* de gestión. La cámara de red y el codificador de video cuentan con capacidades que superan ampliamente a los sistemas de video analógico, debido a que su arquitectura es basada en sistemas computacionales.

- **Cámaras IP.-** Incorporan dos dispositivos a la vez, una cámara y un computador. Este dispositivo puede conectarse a cualquier punto de la red de datos, característica que la diferencia respecto a una cámara *Web*, que únicamente puede ejecutarse cuando está conectada a una computadora. Una cámara de red proporciona servidor *web*, FTP y funciones de correo electrónico. También incluye gran variedad de protocolos de red IP y de seguridad. Las imágenes capturadas pueden secuenciarse como *Motion JPEG*, MPEG-4 o H.264 utilizando distintos protocolos de red. Asimismo, pueden subirse como imágenes JPEG individuales usando FTP, correo electrónico o HTTP.

- **Software de Gestión.-** Un sistema de gestión de video puede admitir muchas características diferentes. A continuación, se enumeran algunas las más comunes:
 - Visualización simultánea de video desde varias cámaras.
 - Grabación de video y audio.
 - Funciones de gestión de eventos con video inteligente, como detección de movimiento de video.
 - Administración y gestión de cámaras.
 - Opciones de búsqueda y reproducción.
 - Control de acceso de usuarios y registro de actividades (auditoría) existen dos tipos.

El *software* de gestión puede ser instalado en un servidor donde se pueden instalar diferentes características o en un dispositivo especializado para tal

labor conocido como NVR (*Network Video Recorder*), que por lo general viene con un *software* propietario de los fabricantes y que permite aprovechar al máximo las funcionalidades del sistema.

Además para esta gestión se puede utilizar simplemente el *software* que viene por defecto instalado en una cámara y que por lo general es accesible vía navegador *web*.

1.6.3.2 Ventajas

Entre las ventajas se incluyen la accesibilidad remota, alta calidad de imagen, la gestión de eventos y las capacidades de video inteligente, así como las posibilidades de una integración sencilla y una escalabilidad, flexibilidad y rentabilidad mejoradas.

- **Accesibilidad remota.-** Se pueden configurar las cámaras de red y los codificadores y acceder a ellos de forma remota, ventaja que permite a través del *software* de gestión almacenar directamente los datos de la grabación en el disco duro que aloja el servidor.
- **Alta calidad de imagen.-** Es uno de los factores más importantes porque permite identificar a los objetos o personas implicadas en un incidente.
- **Gestión de eventos y video inteligente.-** Se pueden programar respuestas de grabación para los servidores, por ejemplo realizar el monitoreo de determinada área en una determinada hora del día. También se pueden integrar funciones como la detección de movimiento por video, alarma de detección para conexiones de entrada y salida (E/S) y funcionalidades de gestión de alarmas y eventos.
- **Escalabilidad y flexibilidad.-** Un sistema de video en red puede crecer a la vez que las necesidades del usuario. Los sistemas basados en IP ofrecen la facilidad de integrar cámaras a la red, sin que ello suponga cambios significativos o costosos para la infraestructura de red.

1.7 SERVICIOS PARA LA INTRANET

Una intranet es una red de ordenadores privados que utiliza tecnología Internet para compartir dentro de una organización parte de sus sistemas de información y sistemas operacionales.

La cantidad de servicios que la intranet puede ofrecer depende de las necesidades, no existe un límite, se debe dimensionar y seleccionar el *software* adecuado para que las aplicaciones funcionen correctamente y alcance un rendimiento óptimo.

1.7.1 SERVIDOR DNS

Este servicio está formado por una base de datos jerárquica, distribuida que realiza la traducción de un nombre de un dominio a una dirección IP y viceversa. DNS se compone de tres elementos el cliente, el servidor DNS y las zonas de autoridad.

Un cliente DNS es el usuario final que realiza la petición de traducción de un nombre de dominio, a un servidor DNS.

Existen tres servidores básicos DNS:

- **Servidor maestro.**- Almacena los registros de las zonas originales y de autoridad.
- **Servidor esclavo.**- Responde a las peticiones de un usuario DNS pero obtiene información acerca de los nombres de dominio desde un servidor maestro.
- **Servidor caché.**- Almacena la resolución de nombres de dominio cierto tiempo, para poder acceder a esta información rápidamente y responder a un cliente DNS.

El servidor DNS necesita realizar consultas, las mismas que pueden ser iterativas o recursivas.

- **Recursiva.-** Obliga al servidor DNS a que responda aunque tenga que consultar a otros servidores.
- **Iterativa.-** El servidor contesta si tiene la información y si no, le remite la dirección de otro servidor capaz de resolver. De esta forma el cliente tiene mayor control sobre el proceso de búsqueda.
- **Inversa.-** Permite a una IP, consultar el nombre.

1.7.2 SERVIDOR DHCP

El protocolo de configuración dinámica de *host* (DHCP, *Dynamic Host Configuration Protocol*) es un estándar TCP/IP diseñado para simplificar la administración de la configuración IP de los equipos de la red. El estándar DHCP permite el uso de servidores DHCP para administrar la asignación dinámica de direcciones IP y otros detalles de configuración relacionados.

Cada equipo de una red TCP/IP debe tener un nombre y una dirección IP únicos. La dirección IP (junto con su máscara de subred relacionada) identifica al equipo *host* y a la subred a la que está conectado. Al mover un equipo a una subred diferente, se debe cambiar la dirección IP; DHCP permite asignar dinámicamente una dirección IP a un cliente, a partir de una base de datos de direcciones IP de servidor DHCP de la red local.

1.7.3 SERVIDOR PROXY

Un Servidor *Proxy* se define como un PC o dispositivo que ofrece un servicio de red que consiste en permitir a los clientes realizar conexiones de red indirectas hacia otros servicios de red.

Una aplicación común es funcionar como cache de contenido de red principalmente HTTP, proporcionando en la proximidad de los clientes un cache de páginas y ficheros disponibles a través de la red en servidores HTTP remotos, permitiendo a los clientes de la red local acceder hacia estos de forma más rápida y confiable.

1.7.4 SERVIDOR FTP

El servicio FTP (*File Transfer Protocol* / Protocolo de Transferencia de Ficheros) permite transferir información almacenada en ficheros de una máquina remota a otra local, o viceversa. Para poder realizar esta operación es necesario conocer la dirección IP (o el "nombre") de la máquina a la que nos queremos conectar para realizar algún tipo de transferencia. Existen dos tipos de transferencias:

- **Descarga.-** Consiste en traer un archivo a nuestro ordenador desde un servidor remoto.
- **Carga.-** Consiste en llevar un archivo desde nuestro ordenador a un servidor.

1.7.5 SERVIDOR DE CORREO ELECTRÓNICO

Correo electrónico es un servicio de red que permite a los usuarios enviar y recibir mensajes y archivos rápidamente mediante sistemas de comunicación electrónicos. Por medio de mensajes de correo electrónico se puede enviar, no solamente texto, sino todo tipo de documentos digitales dependiendo del sistema que se use. Su eficiencia, conveniencia y bajo coste están logrando que el correo electrónico desplace al correo ordinario para muchos usos habituales.

1.7.6 SERVIDOR WEB

El servidor *Web* es un programa que atiende y responde demandas de información de los navegantes en protocolo HTTP, en ciertos casos es necesario que este servidor esté ubicado dentro del dominio local.

1.7.7 SERVIDOR DE ANTIVIRUS

Una solución de antivirus brinda la posibilidad de proteger a los equipos como la información detectando y eliminando los virus informáticos. La principal característica de este servicio es controlar de manera centralizada todos los equipos de la red, y monitorizar de forma proactiva la existencia de virus informáticos en la estaciones y poder desinfectarlos; además permite actualizar la base de datos.

1.7.8 SERVIDOR DE IMPRESIONES

Este servidor controla varias impresoras y permite la compartición de este dispositivo a toda la red. Disminuyendo el costo de adquirir una impresora por cada usuario.

1.7.9 SERVIDOR DE TELEFONÍA IP

Realiza funciones relacionadas a la telefonía IP, como almacenar los mensajes de voz, contestador automático, enrutamiento de las llamadas, control de la red entre otras.

1.7.10 SERVIDOR DE VIDEO

Este dispositivo permite tener varias funciones en lo relacionado a la vigilancia IP como: almacenar video, enviar y recibir señales de audio, enviar señales de control para utilizar el zoom de las cámaras. Además, permite convertir una señal analógica en digital.

1.8 SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN

Se entiende por seguridad de la información a todas aquellas medidas preventivas y reactivas del hombre, de las organizaciones y de los sistemas

tecnológicos que permitan resguardar y proteger la información buscando mantener la confidencialidad, la disponibilidad e integridad de la misma.

En toda institución pública o privada la información ha llegado a ser un activo que, al igual que los demás activos tangibles pueden llegar a ser esenciales para la continuidad del negocio, y en consecuencia necesitan ser protegidos.

La seguridad de la información se logra implementando un adecuado conjunto de controles en; el *software*, *hardware*, procesos, políticas y hasta en estructuras organizacionales.

1.8.1 EVALUACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS

El análisis de riesgo es la base para el establecimiento de políticas de seguridad, es el fundamento sobre el cual se establecen las diferentes normas de protección.

Los resultados de la evaluación de riesgo ayudan a guiar y determinar los controles necesarios de acuerdo al daño en caso de fallas en la seguridad. Los controles de seguridad deben estar sujetos a la legislación vigente nacional e internacional del lugar en donde se las aplique.

El análisis de riesgos implica determinar lo siguiente:

- Lo que se necesita proteger
- De quién es lo necesita proteger
- Y de qué forma protegerlo

Los riesgos se clasifican por el nivel de importancia del activo informático y por la severidad de su pérdida. No se debe invertir demasiados recursos para proteger activos informáticos que no son vitales para la continuidad del negocio.

1.8.2 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA SEGURIDAD EN REDES

A continuación se mencionan algunos de los componentes que se pueden integrar para mejorar la seguridad de una red:

- *Firewalls*
- *Intrusion Detection System (IDS)*
- *Intrusion Prevention System (IPS)*
- Servidores de Autenticación
- Usar VPNs para transmitir información en enlaces privados e Internet.
- Seguridad para Redes Inalámbricas.

1.8.2.1 *Firewall* ^[W14]

Un cortafuego (*firewall* en inglés) es una parte de un sistema o una red que está diseñada para bloquear el acceso no autorizado, permitiendo al mismo tiempo comunicaciones autorizadas. Los cortafuegos pueden ser implementados en *hardware* o *software*, o una combinación de ambos.

Todos los mensajes que entren o salgan de la intranet pasan a través del cortafuego, que examina cada mensaje y bloquea aquellos que no cumplen los criterios de seguridad especificados. También es frecuente conectar al cortafuego a una tercera red, llamada zona desmilitarizada o DMZ³, en la que se ubican los servidores de la organización que deben permanecer accesibles desde la red exterior. En la Figura 1-12 se muestra un diagrama de funcionamiento de un *firewall*.

³ DMZ (*Demilitarized Zone / Zona Desmilitarizada*), es una red local que se ubica entre la red interna de una organización y una red externa, generalmente Internet. El objetivo de una DMZ es que las conexiones desde la red interna y la externa a la DMZ estén permitidas, mientras que en general las conexiones desde la DMZ solo se permitan a la red externa.

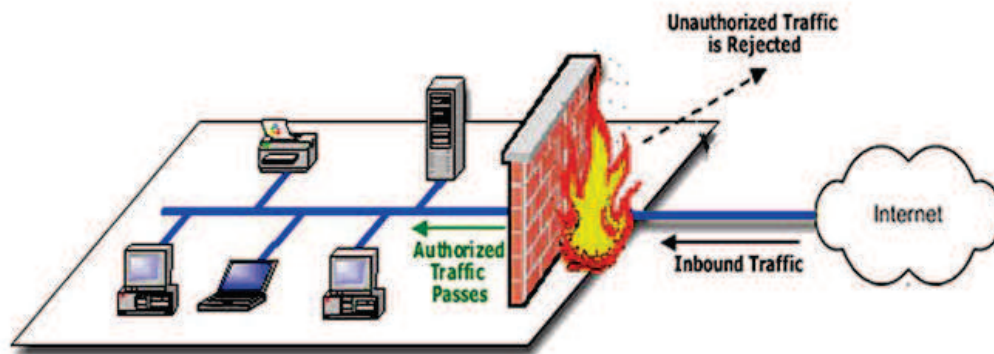


Figura 1-12 Esquema de funcionamiento de un *firewall* ^[G15]

1.8.2.2 Sistema de Antivirus Corporativo

Las empresas dedicadas a desarrollar sistemas de antivirus, anti espías, *antispam*, etc., discriminan dos tipos de mercado para brindar soluciones a medida de los usuarios. Los tipos de usuarios son:

- Para usuarios del hogar y empresas de hogar
- Para usuarios empresariales

Los usuarios empresariales tienen requisitos adicionales a los usuarios del hogar, por esto se han creado los Sistemas de Antivirus Corporativos que tienen características para redes. Los requisitos de este tipo de usuarios son:

- Administración centralizada de actualizaciones automáticas.
- Protección para los servidores, estaciones de trabajo, plataformas de mensajería, *firewalls* y servidores *proxy*.
- Monitoreo centralizado de todos los componentes del sistema.
- Administración de usuarios eventuales, que trabajan desde su hogar o los visitantes que se conectan a la red eventualmente.
- Soluciones escalables e integrales, la modularidad de estos sistemas incrementan sus servicios según las necesidades de la empresa.

- Protección proactiva del sistema de antivirus y sus módulos adicionales de anti espías, *antispam*, etc.
- Restricción de aplicaciones no autorizadas.
- Actualizaciones independientes cuando algún computador de escritorio o portátil no está conectado al servidor de antivirus de la empresa.

1.8.2.3 Sistema de Detección de Intrusos

Un Sistema de Detección de Intrusos (IDS) detecta accesos no autorizados a computadores o una red. Los IDS son un sistema pasivo de seguridad, porque sólo alertan de un ataque pero no toman acciones contra de éste.

Los IDS analizan detalladamente el contenido del tráfico de la red en busca de firmas de ataques conocidos o comportamiento sospechosos, como el escaneo de puertos o paquetes alterados que circulan por la red.

Los IDS por lo general son incluidos en los *Firewall*, ya que por sí solos son incapaces de detener un ataque. Los dispositivos que incluyen un *Firewall* además de un IDS, pueden bloquear los puertos cuando ocurre un ataque. En la Figura 1 - 13 se muestra el diagrama de funcionamiento de un IDS.

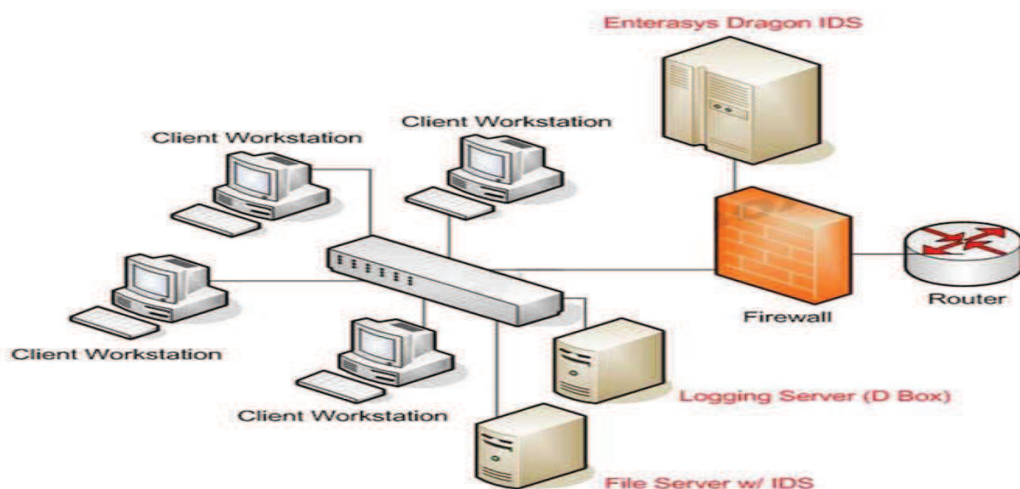


Figura 1-13 Diagrama de funcionamiento de un IDS [G16]

1.8.2.4 Sistema de Prevención de Intrusos ^[W15]

Un IPS es un sistema que monitorea la actividad de la red en busca de comportamientos maliciosos o no deseados y reaccionan en tiempo real para bloquear o prevenir un ataque. Cuando un ataque es detectado, se elimina los paquetes alterados y se permite el paso de los paquetes sin alteraciones.

Los IPS toman decisiones de control de accesos basados en el contenido de una aplicación, al contrario de los *firewall* tradicionales que lo realizan por dirección IP o por número de puerto. Los IPS no tienen una dirección IP para monitorear un segmento de red. En la Figura 1-14 se muestra el diagrama de funcionamiento de un IPS.

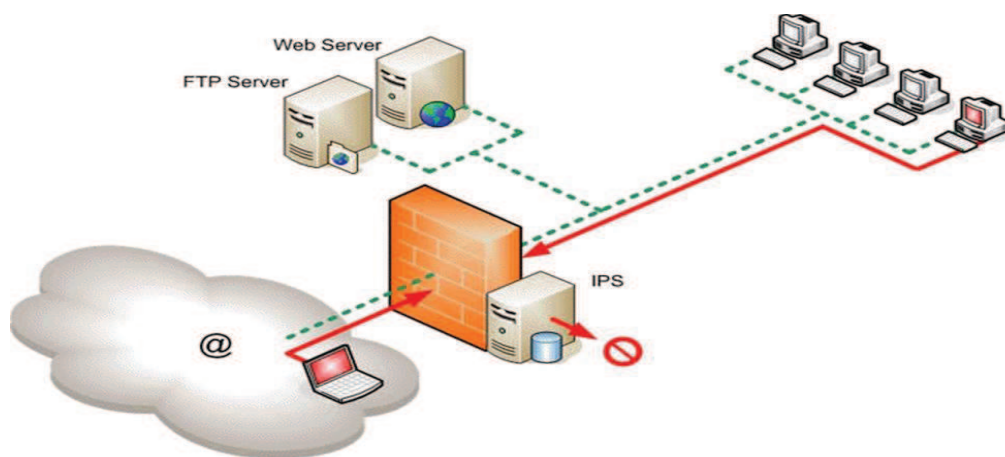


Figura 1-14 Diagrama de funcionamiento de un IPS ^[G17]

1.9 ADMINISTRACIÓN DE RED ^[W16]

La administración de redes es la suma total de todas las políticas, procedimientos que intervienen en la planeación, configuración, control, monitoreo de los elementos que conforman a una red con el fin de asegurar el eficiente y efectivo empleo de sus recursos. Lo cual se verá reflejado en la calidad de los servicios ofrecidos.

Los objetivos principales de la administración de redes son:

- Garantizar la continuidad de operación mediante el control y monitoreo de la red. Detectar y solucionar problemas registrando información de: tiempos de respuesta, solución y el técnico encargado.
- Utilizar eficientemente la red y administrar sus recursos, tanto la capacidad de Internet como el de los enlaces entre sucursales.
- Reducir costos mediante la optimización de los recursos de la red.
- Gestionar, documentar los cambios y actualizaciones en la red, para que tengan el menor impacto en la actividad de la empresa.

El sistema de administración de red opera bajo los siguientes principios:

- Recopilar de información del estado de la red y sus componentes.
- Realizar un informe de la situación actual de la red, en base a la información recopilada.
- Ingreso de los datos al sistema de monitoreo.
- Almacenamiento de los datos recopilados en el centro de control.
- Análisis de parámetros para obtener conclusiones del estado de la red.
- Establecimiento de políticas y procedimientos de respuesta a fallas.

Un sistema de administración de red moderna es un sistema abierto, capaz de manejar varios protocolos y lidiar con varias arquitecturas de red, es decir, capaz de brindar soporte para múltiples protocolos de red.

1.9.1 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE RED

Los elementos de un sistema de administración de red son los siguientes:

- **Equipos.-** Son los elementos de más bajo nivel y constituyen los Equipos De conectividad, estaciones de trabajo, servidores administrados.
- **Agentes.-** Programa o conjunto de programas que recopila información de los equipos que conforman el sistema. El agente transmite información al sistema de administración de red, con datos de:
 - Notificación de fallos.
 - Datos de diagnóstico.
 - Identificador del equipo.
 - Características del equipo.
- **Administrador del sistema.-** Es un conjunto de programas instalados en un servidor para este propósito, donde se dirigen los mensajes que requieren acción o que contienen información del agente.

CAPÍTULO II

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se documentará la situación actual de la red de comunicaciones de la institución. Se realizará el levantamiento de información en lo referente a: instalaciones, cableado estructurado, equipamiento, manejo de servicios y aplicaciones de uso regular de la institución.

También se realizarán mediciones del tráfico que circula por la red para conocer el ancho de banda utilizado, los protocolos empleados y tener un estimado de la eficiencia de la red.

Se obtendrán los requerimientos que debe satisfacer la nueva red en base a encuestas a los usuarios de la red y entrevistas con el personal técnico del departamento de Tecnología Informática. Además, se considerará el criterio de los usuarios para estimar el crecimiento de la red para un periodo de 5 años.

2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED Y REQUERIMIENTOS

2.1 ANTECEDENTES DEL INFA ^[W1]

En enero de 2007, el Presidente de la República designó a la Ministra de Inclusión Económica y Social como Presidenta del Instituto Nacional de la Niñez y la Familia, INNFA. Con ello inició un amplio proceso de reforma institucional del sector infancia y adolescencia planteada desde 3 vértices:

Cambio organizacional general (mecanismos de gestión y diseño institucional) del ex Ministerio de Bienestar Social (MBS), hoy Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES), mismo que abarcó a los ex programas: Operación Rescate Infantil (ORI), Fondo de Desarrollo Infantil (FODI), Instituto Nacional de la Niñez y la

Familia (INNFA) y Dirección de Atención Integral a Niños y Adolescentes (AINA).Articulación programática del INNFA privado a las prioridades y requerimientos estratégicos de política pública.

Elaboración de la Agenda Social de la Niñez y Adolescencia, instrumento clave de política pública y de orientación de las acciones fundamentales del Estado en materia de infancia y adolescencia con miras a ser cumplida hasta el 2010.

En el ámbito de infancia y adolescencia, la reforma institucional se planteó para superar problemas estructurales, resultado de más de 60 años de gestión que generaron intervenciones dispersas, crecimiento desmedido de la burocracia, desperdicio de recursos, instituciones desarticuladas entre sí con una carga de ineficiencia social e incapaz de dar respuestas efectivas a la demanda social de servicios y con pocas responsabilidades frente a la ciudadanía.

En este contexto, el Gobierno del Presidente Rafael Correa decidió profundizar los cambios iniciados en 2007 y poner en marcha las acciones para construir un nuevo instituto público de la niñez y adolescencia, INFA público. Es así que, a partir de julio del 2008, se integran los programas ORI, FODI, AINA e INNFA.

2.1.1 MISIÓN

Garantiza los derechos de los niños, niñas y adolescentes que viven en el Ecuador, el ejercicio pleno de su ciudadanía en libertad e igualdad de oportunidades.

2.1.2 OBJETIVO^[W2]

Superar el asistencialismo, la discrecionalidad en la asignación de recursos y pasar de la fragmentación de servicios y funciones hacia la consolidación de una política de desarrollo infantil dirigida a todos los niños y niñas de entre 0 y 5 años.

Eliminar la dispersión y disparidad de acciones en caso de desastres naturales y emergencias adoptando sistemas que prioricen la atención de la niñez y adolescencia y sus grupos familiares afectados.

En el marco de este breve diagnóstico el problema a resolver fue dejar atrás la vieja concepción y percepción de niños, niñas y adolescentes en situación irregular y avanzar a la apropiación de niños, niñas y adolescentes sujetos de derechos.

2.1.3 VALORES INSTITUCIONALES^[W3]

A fin de generar una cultura organizacional que asegure un comportamiento laboral de todos los integrantes del INFA, orientado a generar servicios de calidad en función de satisfacer la demanda social, define los siguientes valores institucionales:

- **Compromiso Institucional.-** La prioridad absoluta tienen los derechos de los niños, las niñas y los adolescentes en el país.
- **Honestidad.-** Proceder con rectitud, disciplina, honradez y mística en el cumplimiento de sus obligaciones en la elaboración de productos o la prestación de servicios inherentes a la institución.
- **Justicia.-** Actuar con correspondencia, evitando incurrir en acciones que no quisiéramos sean aplicadas en nosotros.
- **Predisposición al Servicio.-** Actitud positiva hacia el trabajo, trabajamos por los niños, las niñas y los adolescentes así que mantendremos un espíritu joven, alegre y con alta apertura al cambio y a disfrutar de nuestras acciones.
- **Transparencia.-** Todo lo que se haga en el INFA será de público conocimiento y estará disponible para qué usuarios directos o indirectos

conozcan, critiquen y observen, siempre y cuando ésta divulgación no involucre o atente contra los derechos de niñas, niños y adolescentes.

2.1.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL INFA

La estructura organizacional del INFA se muestra en la Figura 2-1.



Figura 2-1 Estructura orgánica del INFA [W4]

2.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE LA INSTITUCIÓN

La Dirección Provincial de Pichincha del INFA se encuentra ubicado en la Av. 6 de Diciembre N23-93 y Wilson. La ubicación de sus dependencias se muestra en la Figura 2-2.



Figura 2-2 Ubicación de la institución

2.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA RED DE DATOS DE LA INSTITUCIÓN

El edificio de la Dirección Provincial de Pichincha del INFA consta de 7 pisos, en esta dependencia funcionan los distintos departamentos que conforman la Dirección Provincial. Los planos de planta del edificio se muestran en el Anexo A.

La Dirección Provincial de Pichincha del INFA tiene bajo su responsabilidad los cantones de:

- Puerto Quito
- Pedro Vicente Maldonado
- Los Bancos
- Mejía
- Rumiñahui
- Distrito Metropolitano de Quito
- Pedro Moncayo
- Cayambe

En la Figura 2-3 se muestra el edificio de la Dirección Provincial de Pichincha del INFA.



Figura 2-3 Edificios de la Dirección Provincial de Pichincha del INFA

La red LAN de la Dirección Provincial de Pichincha del INFA cuenta con un cableado con topología tipo estrella con cable UTP categoría 5 y 5e para el cableado horizontal que permite alcanzar velocidades de 100 Mbps. El cableado vertical que se tiene entre los pisos es manejado con un cableado UTP CAT 5e.

La red de datos de la institución cuenta con *switches* en cada piso, excepto en la planta baja. Los *switches* se alojan en los gabinetes de telecomunicaciones como se muestra en la Figura 2-4.

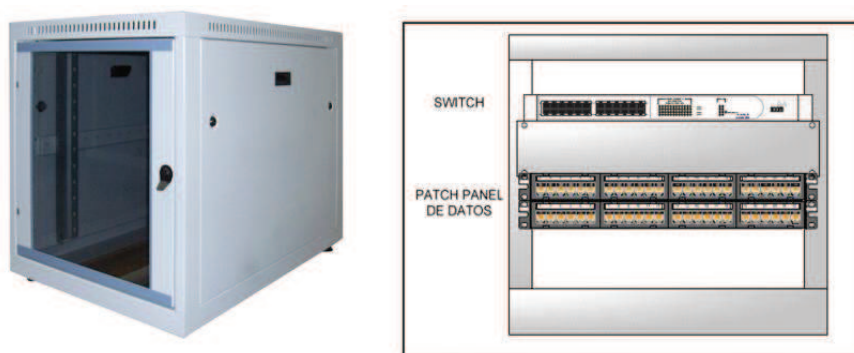


Figura 2-4 Gabinete de telecomunicaciones ^[G1]

El cuarto de equipos se encuentra ubicado en el quinto piso y desde allí se realiza la distribución de servicios a los demás pisos como se muestra en la Figura 2-5.

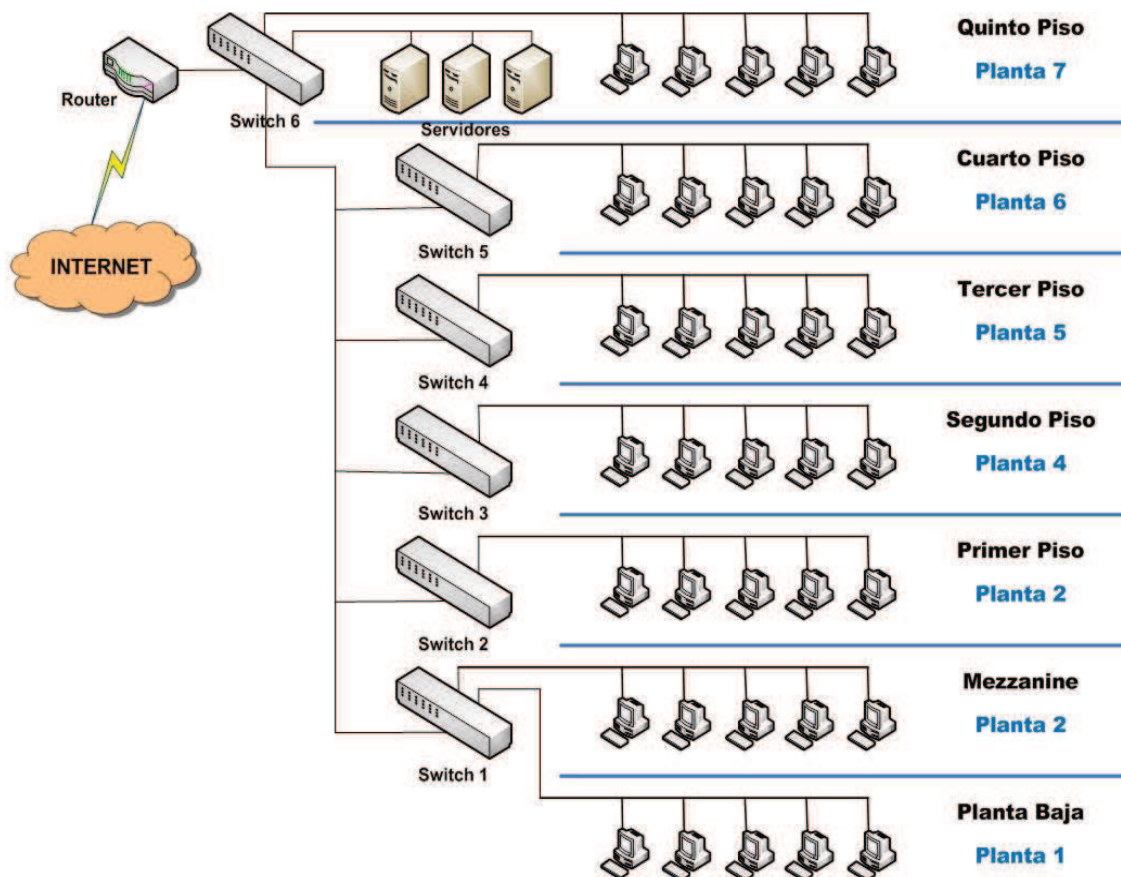


Figura 2-5 Diagrama de la red de la institución

Al momento de realizar el presente estudio la institución no cuenta con ningún enlace dedicado con ninguna de sus dependencias. Todas las comunicaciones se realizan mediante llamada telefónica convencional, usando el correo institucional de cada dependencia, transfiriéndose mensajes y archivos mediante los diferentes proveedores comerciales de mensajería instantánea, correo, videoconferencia.

2.2.1.1 Planta Baja

En la planta baja funciona la Recepción y Sala de Espera, el Archivo de Adopciones, la Recepción de Documentos, el Archivo del Área Financiera y el

Sistema Biométrico de ingreso y salida del personal. Hay que resaltar que los puntos de datos de la planta baja y las del mezzanine están conectados al mismo *switch*. Éste *switch* es de marca Cisco Catalyst 2900 serie XL de 24 puertos.

La planta baja tiene un total de 8 puntos para datos, éstos se muestran tabulados en la Tabla 2-1.

| Unidad | Puntos de Datos |
|-----------------------------|-----------------|
| Recepción y Sala de Espera | 1 |
| Archivo de Adopciones | 2 |
| Recepción de Documentos | 2 |
| Archivo del Área Financiera | 3 |
| TOTAL | 8 |

Tabla 2-1 Puntos de datos de la planta baja

2.2.1.2 Mezzanine

En este piso funcionan los departamentos de Ayudas Médicas, Adopciones, Riesgos y Emergencias. Los puntos de datos de este piso y los de la planta baja están conectados al mismo *switch*. Esto se muestra en la Figura 2-6, el *switch* es de 24 puertos de la marca Cisco Catalyst 2900 serie XL.

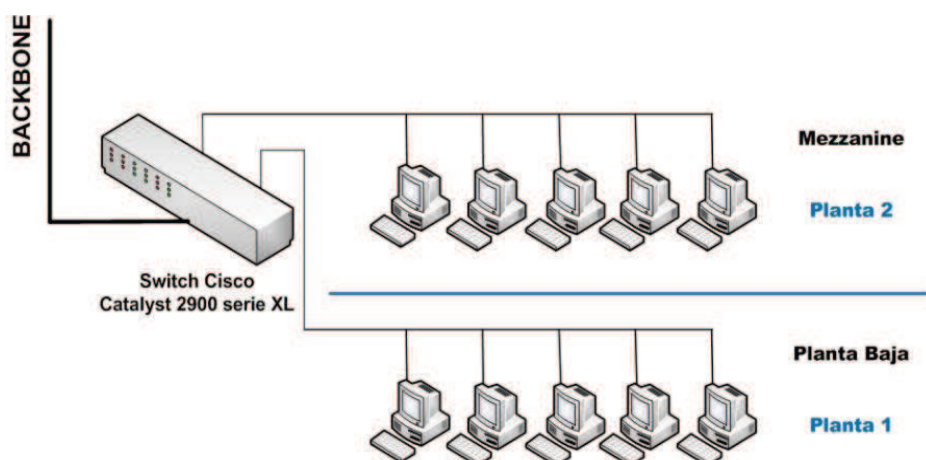


Figura 2-6 Diagrama de los puntos de datos del mezzanine y la planta baja

Este piso cuenta con un número de 15 puntos de datos, cuya distribución se muestran en la Tabla 2-2.

| Unidad | Puntos de Datos |
|-----------------------|-----------------|
| Adopciones | 11 |
| Ayudas Médicas | 2 |
| Riesgos y Emergencias | 2 |
| TOTAL | 15 |

Tabla 2-2 Puntos de datos del mezzanine

2.2.1.3 Primer Piso

En el primer piso funciona el Auditorio, las Salas de Reuniones, el Archivo de Recursos Humanos. Todos los puntos de datos se encuentran conectados al *switch* de 24 puertos marca Cisco Catalyst 2900 serie XL que se encuentra en el gabinete de telecomunicaciones de este piso. En la Tabla 2-3 se muestra la distribución de los 9 puntos de datos que existen en este piso.

| Unidad | Puntos de Datos |
|-----------------------------|-----------------|
| Auditorio | 3 |
| Sala de Reuniones | 3 |
| Archivo de Recursos Humanos | 3 |
| TOTAL | 9 |

Tabla 2-3 Puntos de datos del primer piso

2.2.1.4 Segundo Piso

En esta planta funcionan los departamentos de Servicios Institucionales, Recursos Humanos y el departamento Financiero. El gabinete de telecomunicaciones de este piso cuenta con un *switch* de 24 puertos marca Cisco Catalyst 2900 serie XL.

Este piso cuenta con un total de 23 puntos de datos, pero no todos los puntos se encuentran conectados directamente al *switch* ubicado en el gabinete de telecomunicaciones, existen estaciones de trabajo que han sido añadida sin planificación y están conectadas a *switches* intermedios de marca TRENDnet TE100-S5 ubicados en las oficinas donde se han añadido dichas estaciones de trabajo para que éstas puedan tener acceso a la red. Esto se muestra la mejor manera en la Figura 2-7.

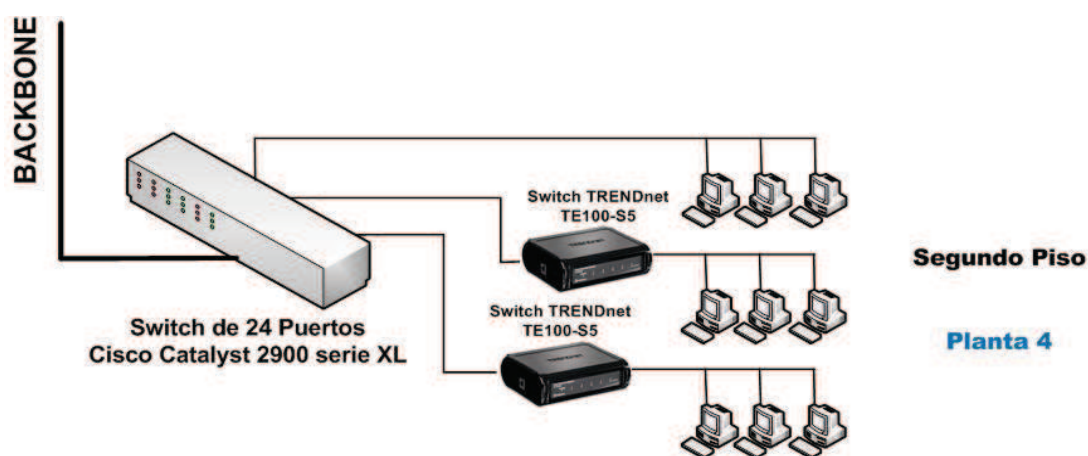


Figura 2-7 Incremento de puertos al instalar *switches* intermedios

La Tabla 2-4 muestra la distribución de los 23 puntos de datos que existen en este piso.

| Unidad | Puntos de Datos |
|---------------------------|-----------------|
| Financiero | 8 |
| Servicios Institucionales | 8 |
| Recursos Humanos | 7 |
| TOTAL | 23 |

Tabla 2-4 Puntos de datos del segundo piso

2.2.1.5 Tercer Piso

En este piso funciona en los departamentos de Planificación, Desarrollo Infantil y Protección Especial. El piso cuenta con un gabinete de telecomunicaciones con un *switch* de 24 puertos marca Cisco Catalyst 2900 de la serie XL en el cual se

encuentran conectados todos los puntos de datos. Este piso cuenta con un total de 11 puntos de datos, cuya distribución se muestra en la Tabla 2-5.

| Unidad | Puntos de Datos |
|---------------------|-----------------|
| Planificación | 3 |
| Desarrollo Infantil | 3 |
| Protección Especial | 5 |
| TOTAL | 11 |

Tabla 2-5 Puntos de datos del tercer piso

2.2.1.6 Cuarto Piso

En el cuarto piso funcionan los departamentos de Comunicación Social, Asesoría Jurídica, la Dirección Provincial, la Recepción y Sala de Espera. Este piso cuenta con un gabinete de telecomunicaciones con un *switch* de 24 puertos marca Cisco Catalyst 2900 serie XL. Se ha instalado *switches* TRENDnet TE100-S5 para incrementar el número de usuarios. Esto se muestra en la Figura 2-8.

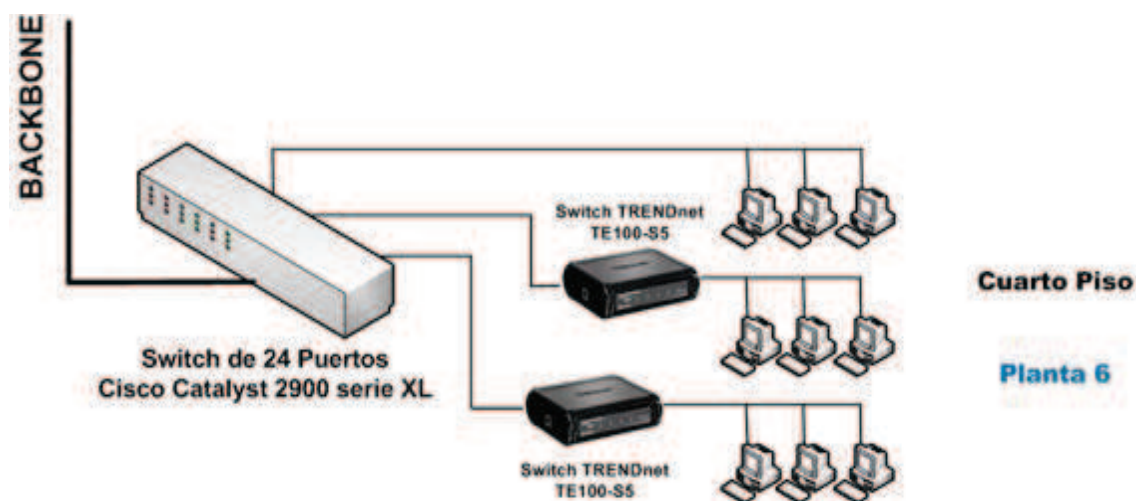


Figura 2-8 Incremento de puntos de red con *switches* de 5 puertos

En la Tabla 2-6 se observa la distribución de los 19 puntos de datos que posee este piso.

| Unidad | Puntos de Datos |
|----------------------------|-----------------|
| Recepción y Sala de Espera | 2 |
| Dirección Provincial | 10 |
| Asesoría Jurídica | 5 |
| Comunicación Social | 2 |
| TOTAL | 19 |

Tabla 2-6 Puntos de datos del cuarto piso

2.2.1.7 Quinto Piso

En el quinto piso funciona al departamento de Tecnología Informática, la Sala de Capacitaciones y el Área de Mantenimiento. A su vez, este piso funciona como acometida de servicios y sala de equipos.

El gabinete de telecomunicaciones de este piso cuenta con un *switch* de 24 puertos marca Cisco Catalyst 2900 serie XL al que se encuentran conectados: los puntos de datos de este piso, los 3 servidores HP, el *router* Cisco 877-M que permite la conexión a Internet, y las 5 terminaciones de cableado vertical provenientes de los pisos inferiores. En la Figura 2-9 se ilustran de mejor forma esta situación.

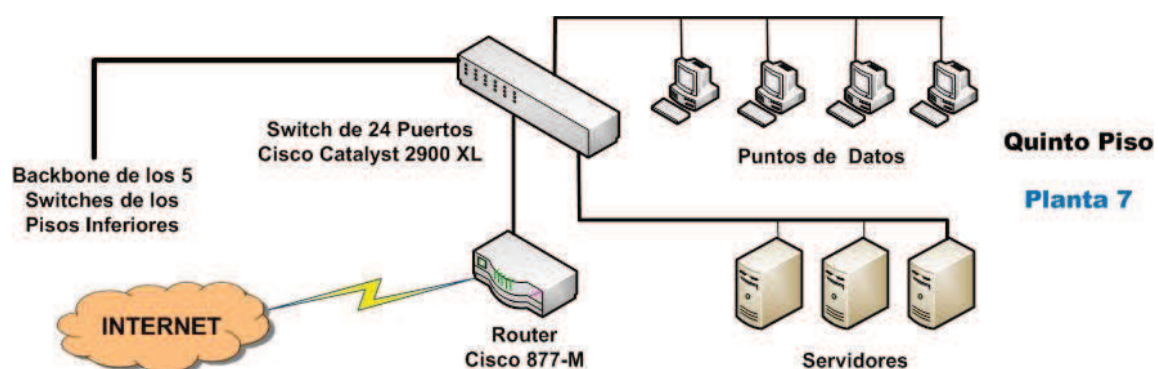


Figura 2-9 Distribución de equipos en el quinto piso

En la Tabla 2-7 se muestra la distribución de los 6 puntos de datos que existen en este piso.

| Unidad | Puntos de Datos |
|------------------------|-----------------|
| Tecnología Informática | 3 |
| Sala de Capacitaciones | 3 |
| Mantenimiento | 0 |
| TOTAL | 6 |

Tabla 2-7 Puntos de datos del quinto piso

2.2.1.8 Resumen de Puntos de Datos y Equipos de Conmutación

En la Tabla 2-8 se muestra un resumen de los puntos de datos y los equipos de conmutación que se disponen por cada piso.

| Piso | P. Datos | Equipo Conmutación | Cantidad | N° Puertos |
|--------------|----------|-------------------------------|----------|------------|
| Planta Baja | 8 | ----- | - | - |
| Mezzanine | 15 | Switch Cisco Catalyst 2900 XL | 1 | 24 |
| Primer Piso | 9 | Switch Cisco Catalyst 2900 XL | 1 | 24 |
| Segundo Piso | 23 | Switch Cisco Catalyst 2900 XL | 1 | 24 |
| | | Switch TREDnet TE100-S5 | 2 | 5 |
| Tercer Piso | 11 | Switch Cisco Catalyst 2900 XL | 1 | 24 |
| Cuarto Piso | 19 | Switch Cisco Catalyst 2900 XL | 1 | 24 |
| | | Switch TREDnet TE100-S5 | 3 | 5 |
| Quinto Piso | 6 | Router Cisco 877-M | 1 | 4 |
| | | Switch Cisco Catalyst 2900 XL | 1 | 24 |
| | | Servidor HP | 3 | 1 |

Tabla 2-8 Resumen de los puntos de datos y equipos de conmutación

A continuación se muestra la Tabla 2-9 donde se puede observar las características principales del *switch* Cisco Catalyst 2900 serie XL ^[W5].

| Cisco Catalyst 2900 serie XL | |
|------------------------------|--|
| Características | <ul style="list-style-type: none"> • 24 puertos de detección automática 10BaseT/100BaseTX. • <i>Full-duplex</i> en puertos 100BaseT conmutados ofrece hasta 200 Mbps de ancho de banda para servidores. • Conmutación de 3,2 Gbps y 3,0 millones de pps-tasa de reenvío de garantizar el funcionamiento a velocidad de cable en todos los puertos 10BaseT/100BaseTX. • 4-MB de memoria compartida. • 8192 direcciones MAC. |
| Administración | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Simple Network Management Protocol (SNMP)</i>. • <i>Visual Switch Manager</i> proporciona una facilidad de uso a través de un navegador estándar. • <i>Cisco Discovery Protocol (CDP)</i> permite que una estación de gestión de red <i>Cisco Works</i> descubra automáticamente el <i>switch</i> en la topología de red. • Un incrustado supervisión remota (RMON) agente de <i>software</i> es compatible con cuatro grupos RMON (historial, estadísticas, alarmas y eventos) para mejorar la gestión del tráfico, monitoreo y análisis. |
| Seguridad y Redundancia | <ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.1D <i>Spanning-Tree</i> compatibilidad con el protocolo para las conexiones troncales redundantes y redes sin bucles. • Basada en MAC seguridad a nivel de puerto. • Seguridad multinivel en el acceso a la consola evita que usuarios no autorizados puedan alterar la configuración del <i>switch</i>. |
| Manejo | <ul style="list-style-type: none"> • SNMP Gestión de la Información Base (MIB) II, SNMP MIB extensiones, Puente MIB (RFC 1493). |
| Normas | <ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.3x <i>full duplex</i> en puertos 10BaseT y 100BaseT. • IEEE 802.1D <i>Spanning Tree Protocol</i>. • IEEE 802.3u 100BaseTX y 100BaseFX especificación. • Especificación IEEE 802.3 10BaseT. |

Tabla 2-9 Características del *switch* Cisco Catalyst 2900 serie XL

2.2.1.9 Backbone de Datos

Los *switches* ubicados en los gabinetes de telecomunicaciones de la planta baja hasta el cuarto piso, se interconectan en topología tipo estrella con el *switch* del quinto piso ubicado en el cuarto de equipos. Estos enlaces se realizan mediante un cable UTP CAT 5e.

2.2.1.10 Cuarto de Equipos

El cuarto de equipos se encuentra ubicado en el quinto piso; éste no respeta las condiciones establecidas en las recomendaciones de las normas de un sistema de cableado estructurado.

El cuarto de equipos está conformado por un gabinete de telecomunicaciones sobre el que se arma un *switch* de 24 puertos marca Cisco Catalyst 2900 serie XL al que se encuentran conectados: 3 servidores HP, un *router* Cisco 877-M para la conexión a Internet, las 5 terminaciones de cableado vertical provenientes de los pisos inferiores y los puntos de datos existentes en el mismo piso.

2.2.1.11 Acometida de Servicios

El punto de demarcación de servicio telefónico se encuentra ubicado en la planta baja y es provisto por la CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones).

La CNT también provee el servicio de Internet y su punto de demarcación se ubica en el quinto piso. La institución tiene contratado el servicio corporativo de Internet simétrico (SDSL CORPORATIVO 2 Mbps) para empresas, seguro y confiable para uso de aplicaciones críticas y bidireccionales.

2.2.1.12 Direccionamiento IP

Todo el edificio tiene un esquema de dimensionamiento dinámico a excepción de los servidores y ciertos equipos pertenecientes a los directivos, los cuales tienen dirección IP fija.

La dirección de red es 192.168.2.0 con máscara 255.255.255.0, esta dirección de red es usada para todo el equipamiento informático incluyendo los servidores y los equipos que poseen dirección estática.

2.2.1.13 Captura y Análisis del Tráfico de Red

En el Anexo D se muestra en detalle el método empleado para capturar el tráfico que circula por la red y su posterior análisis para determinar el ancho de banda utilizado y tener un estimado de la eficiencia de la red.

2.2.2 DESCRIPCIÓN DE LA RED TELEFÓNICA DE LA INSTITUCIÓN

En lo concerniente a la red de voz del edificio de la Dirección Provincial del INFA está conformado por una central Siemens HIPATH 3550 ^[W6], con la cual se administran todas las extensiones que posee la institución. En la Tabla 2-10 se muestran las características de la central telefónica Siemens.

| CENTRAL SIEMENS HIPATH 3550 | |
|--|--|
|  | |
| CAPACIDAD DEL SISTEMA | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Procesador base con 2 S0 RDSI integrados, 8 extensiones digitales y 4 extensiones analógicas. • Fuente preparada para el funcionamiento con baterías. • Hasta 72 extensiones digitales o hasta 108 extensiones analógicas. • Hasta 60 líneas, digitales o analógicas (1 S2, acceso primario RDSI). • Dispone de 6 ranuras para módulos de ampliación de líneas y extensiones, compatibles con HiPath 3350, y de una ranura grande para módulos de extensiones de HiPath 3750. • Armario preparado para montaje mural, con fuente de alimentación y repartidor integrados. | |

Tabla 2-10 Características de central telefónica Siemens

La central se encuentra ubicada en la planta baja y se conecta a las regletas telefónicas ubicadas en los gabinetes de telecomunicaciones de cada piso a

través de un cable multipar CAT 3. Además, se usa cable telefónico para conectar las regletas telefónicas con las salidas telefónicas ubicadas en las áreas de trabajo.

En la Figura 2-10 se muestra de mejor manera la topología de la red telefónica que se encuentra funcionando en la institución.

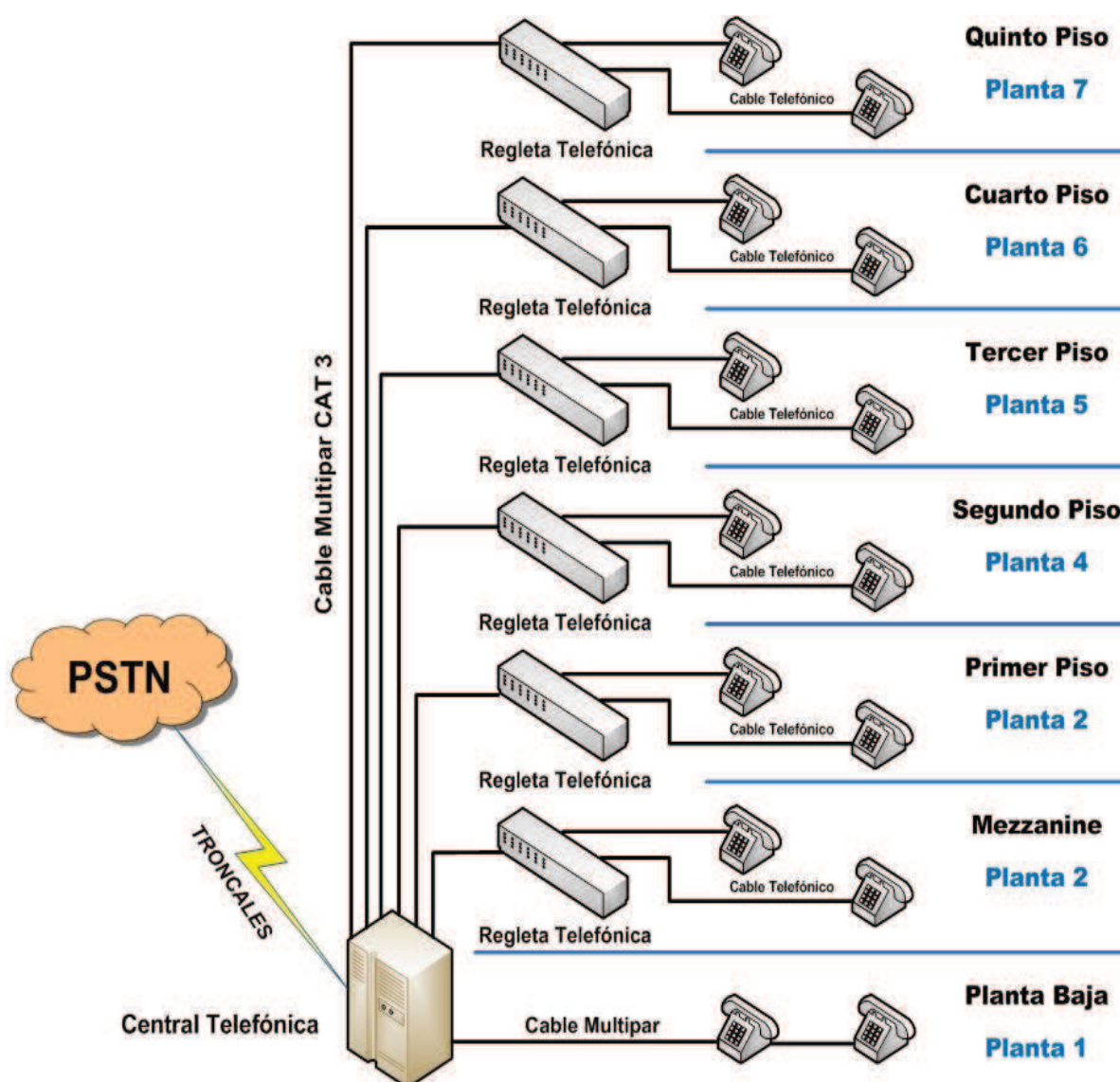


Figura 2-10 Diagrama de la red telefónica de la institución

En la Tabla 2-11 se muestra un resumen del total de extensiones de telefonía tradicional que posee la institución.

| Piso | Extensiones |
|--------------|-------------|
| Planta Baja | 4 |
| Mezzanine | 6 |
| Primer Piso | 2 |
| Segundo Piso | 14 |
| Tercer Piso | 5 |
| Cuarto Piso | 11 |
| Quinto Piso | 2 |
| TOTAL | 44 |

Tabla 2-11 Resumen de las extensiones telefónicas de la institución

2.2.3 SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO

Como ya se mencionó en el inicio este capítulo el MIES-INFA es la unificación de las entidades ORI, FODI, DAINA, INNFA las que funcionalmente y estructuralmente se manejaba de manera independiente. Es por esto que al realizarse la fusión de estas entidades en el edificio de la Dirección Provincial de Pichincha del INFA se tuvieron que interconectar las redes de cada entidad sin ningún tipo de planificación y sin respetar las normas de cableado estructurado.

A continuación se mostrarán los problemas más significativos que se encontraron en el cableado de la institución.

2.2.3.1 Área de Trabajo

En el área de trabajo se pudo constatar que los puntos de datos se encuentran en mal estado y no posee ningún etiquetado. Esto se muestra en la Figura 2-11.

Además de constatar el mal estado de los puntos de datos, se pudo observar que en las oficinas de ciertos departamentos existen *switches* de 5 puertos para poder incrementar el número de puntos de datos. El uso de estos *switches* se debe a

que no se cuenta con un cableado horizontal que llegue hasta el área de trabajo de los usuarios y en otros casos a que los *switches* ubicado en el gabinete de telecomunicaciones no posee el número de puertos suficientes para dar abasto a todos los usuarios de los departamentos pertenecientes a ese piso. Esto se ilustra de mejor manera en la Figura 2-12.



Figura 2-11 Salidas de telecomunicaciones

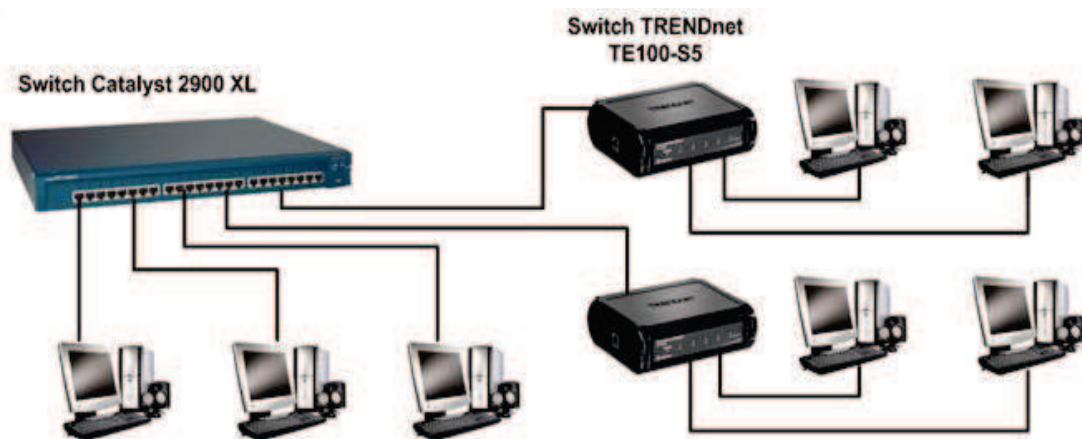


Figura 2-12 Incremento del número de salida de telecomunicaciones

2.2.3.2 Cableado Horizontal

En lo concerniente a cableado horizontal se constató que en su gran mayoría los cables no posee ningún etiquetado lo que dificulta la detección de errores o poder

realizar de manera ágil algún cambio en el cableado o en las conexiones cruzadas. Esto se muestra en la Figura 2-13.

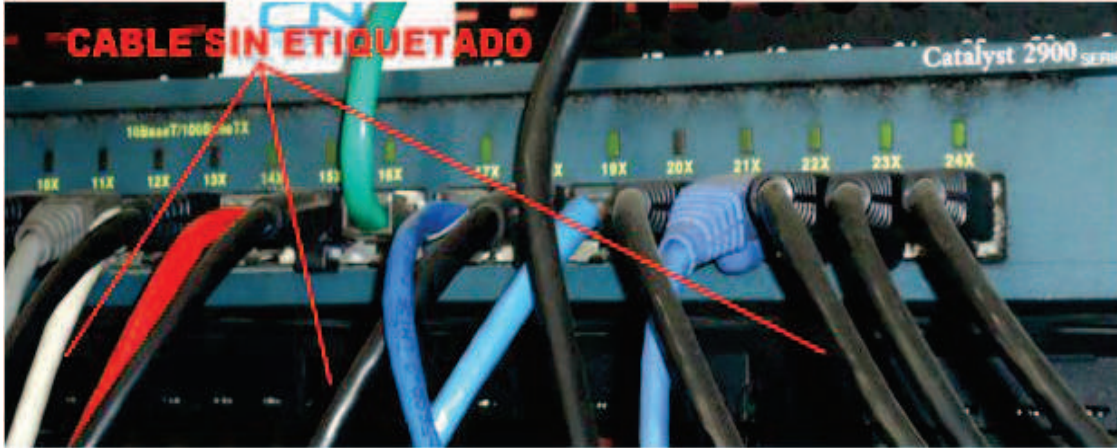


Figura 2-13 Falta de etiquetado en las conexiones cruzadas

También se pudo observar que ciertos segmentos del cableado horizontal presentan empalmes y en otras ocasiones el cableado horizontal de un piso termina en el área de trabajo de otro piso.

2.2.3.3 Cableado Vertical

El cableado vertical tampoco cuenta con un buen sistema de etiquetado de cables, lo que dificulta su administración. Esto se muestra en la Figura 2-14.



Figura 2-14 Etiquetado deficiente en el cableado vertical

El cableado vertical no cuenta con un ducto o canaleta que permite administrar correctamente el cableado de *backbone*. Esto se ilustra en la Figura 2-15.



Figura 2-15 Deficiencia en la administración del cableado

2.2.3.4 Cuarto de Telecomunicaciones

La institución posee gabinetes de telecomunicaciones sobre los que se arma el *switch* y las regletas de telefonía tradicional que darán servicio a cada piso. Entre los problemas que se encontraron están: la falta de etiquetado y la mala administración de los cables, *patch panel* sin etiquetado y con *jacks* dañados, falta de organizadores horizontales de cables, falla de los ventiladores en los gabinetes de telecomunicaciones, mala administración de los cables en las regletas telefónicas. Esto se muestra en la Figura 2-16.

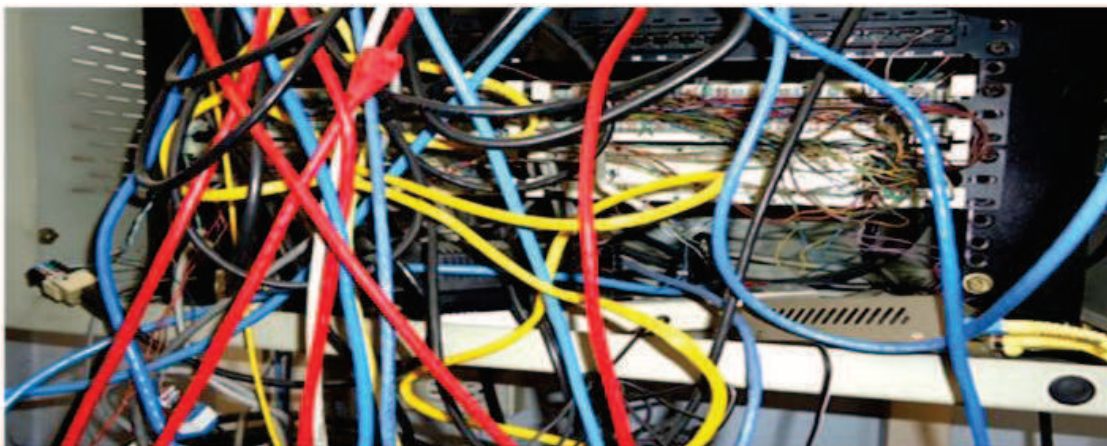


Figura 2-16 Estado de los gabinetes de telecomunicaciones

2.2.3.5 Cuarto de Equipos

En la institución no se ha definido un lugar adecuado para el cuarto de equipos, actualmente los equipos están ubicados sobre escritorios o en el piso junto al gabinete de telecomunicaciones del quinto piso. Esto se muestra en la Figura 2-17.



Figura 2-17 Cuarto de equipos

2.2.3.6 Acometidas de Servicios

Al no haber definido un sitio específico para la acometida de servicios de la institución, esta se ha realizado por diferentes lugares y no necesariamente los mejores. Esto se ilustra en las Figuras 2-18 y 2-19.

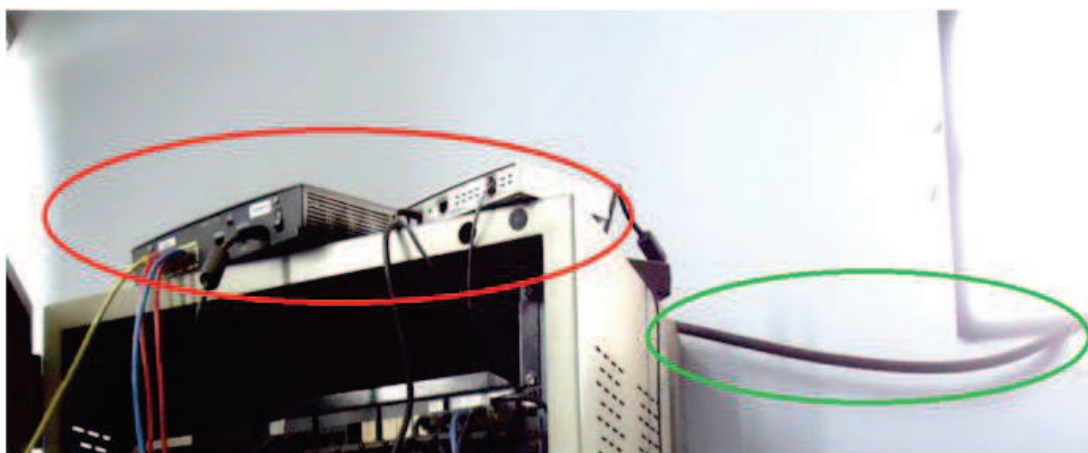


Figura 2-18 Acometida del ISP



Figura 2-19 Acometida de troncales telefónicas

2.2.3.7 Sistema Telefónico Tradicional

El sistema de telefonía tradicional de la institución presenta un déficit en el número de extensiones que se requieren. La acometida de este servicio está junto al ascensor de la planta baja sin ningún tipo de protección (Figura 2-20).



Figura 2-20 Central telefónica

Las regletas telefónicas ubicadas en los gabinetes de telecomunicaciones se encuentran en mal estado, mal administradas e instaladas. Esto se muestra en la Figura 2-21.

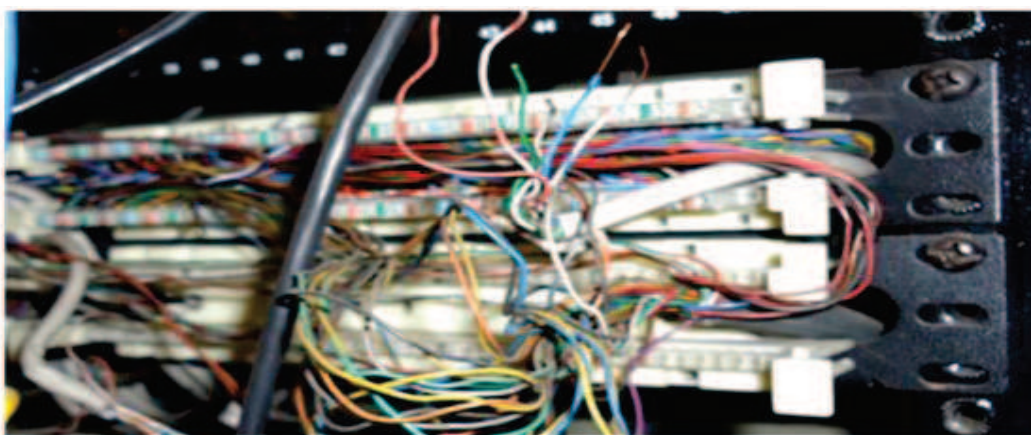


Figura 2-21 Regletas telefónicas

2.2.4 LISTADO DE EQUIPAMIENTO INFORMÁTICO DE LA RED

La institución cuenta con determinados equipos informáticos que se han ido adquiriendo en el transcurso de los años, y es de esperarse que ciertos equipos no se encuentren en las mejores condiciones o se encuentren desactualizados y ya no pueden ser tomados en cuenta para la implementación de nuevos servicios. En la Tabla 2-12 se muestra un inventario de estos equipos y también información de su estado (datos extraídos del Anexo C).

| Equipo | Descripción | Actual. | Desact. | Total |
|------------|---------------------------|---------|---------|-------|
| Servidores | HP | 3 | 0 | 3 |
| Router | Cisco 877-M | - | 1 | 1 |
| Switch | Cisco Catalyst 2900 XL | - | 6 | 6 |
| | TREDnet TE100-S5 | - | 5 | 5 |
| PCs | HP, Compaq, Intel, Clones | 59 | 22 | 81 |
| Laptop | HP, Toshiba, Dell | 10 | - | 10 |
| Impresora | Canon, Lexmark, HP | 11 | 4 | 15 |
| Fax | Panasonic, Samsung, Canon | 6 | 4 | 10 |
| Teléfonos | Panasonic, Samsung | - | 44 | 44 |

Tabla 2-12 Inventario de equipamiento informático

Para el nuevo diseño de la red sólo se tomarán en cuenta los equipos que hayan sido señalados como actualizado en la tabla anterior.

2.2.5 SERVICIOS

Para el correcto funcionamiento de la institución se requieren varios servicios, los que han sido recopilados en el Anexo B y se detallan a continuación.

2.2.5.1 Servidor DHCP

DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol* / Protocolo de Configuración Dinámica de *Host*) se trata de un protocolo de tipo cliente/servidor en el que generalmente un servidor posee una lista de direcciones IP dinámicas y las va asignando a los clientes conforme éstas van quedando libres, sabiendo en todo momento quién ha estado en posesión de esa IP, cuánto tiempo la ha tenido y a quién se la ha asignado después.

2.2.5.2 Servidor DNS

DNS (*Domain Name Server* / Sistema de Nombres de Dominio) es un sistema de nomenclatura jerárquica para computadoras. Su función más importante, es traducir (resolver) nombres inteligibles para las personas en identificadores binarios asociados con los equipos conectados a la red.

2.2.5.3 Active Directory

Active Directory es el término que usa Microsoft para referirse a su implementación de servicio de directorio en una red distribuida de computadores. Utiliza distintos protocolos principalmente LDAP, DNS, DHCP, Kerberos. Su estructura jerárquica permite mantener una serie de objetos relacionados con componentes de una red, como usuarios, grupos de usuarios, permisos y asignación de recursos y políticas de acceso.

2.2.5.4 Servidor *Proxy*

El *proxy* permite interceptar las conexiones de red que un cliente hace a un servidor de destino, por varios motivos posibles como seguridad, rendimiento, anonimato, etc. Esta función de servidor *proxy* puede ser realizada por un programa o dispositivo.

2.2.5.5 Firewall

La función del cortafuego es bloquear ciertas comunicaciones tanto entrantes como salientes de la Intranet. Este bloqueo en las comunicaciones se usa básicamente para proteger la Intranet de usuarios malintencionados que podrían atender contra el correcto funcionamiento de la red o contra la información que ésta posee.

2.2.5.6 Servidor de Correo

Su función es brindar el servicio de correo electrónico al personal de la institución. El servidor de correo que actualmente se encuentra en funcionamiento es Zimbra, y funciona sobre un servidor Linux con distribución Ubuntu.

2.2.5.7 Servidores FTP

El servidor de archivos permite el almacenamiento y la distribución de archivos a través de la red.

2.2.5.8 Internet

El servicio de internet permite acceder a un sinnúmero de recursos como la consulta remota de archivos de hipertexto, el envío de correo electrónico, la transmisión de archivos, las conversaciones en línea, la mensajería instantánea,

la transmisión de contenido y comunicación multimedia, los boletines electrónicos, el acceso remoto a otros dispositivos, juegos, etc.

2.2.5.9 Control de Asistencia Biométrico

El sistema permite mantener de una manera fácil y exacta el control del tiempo de asistencia de los funcionarios de la institución mediante la lectura de la huella digital.

2.2.6 APLICACIONES

A continuación se muestran las principales aplicaciones que usan los funcionarios de la Dirección Provincial de Pichincha del INFA (extraída del Anexo B).

2.2.6.1 Procesador de Textos

Los procesadores de textos brindan una amplia gama de funcionalidades, ya sean tipográficas, idiomáticas u organizativas, con algunas variantes según el programa de que se disponga.

2.2.6.2 Hoja de Cálculo

Permite manipular datos numéricos y alfanuméricos dispuestos en forma de tablas compuestas por celdas. La celda es la unidad básica de información en la hoja de cálculo, donde se insertan los valores y las fórmulas que realizan los cálculos. Habitualmente es posible realizar cálculos complejos con fórmulas funciones y dibujar distintos tipos de gráficas.

2.2.6.3 Aplicaciones de Presentación Multimedia

Ayuda a la realización de presentaciones gráficas, con la posibilidad de incluir elementos multimedia que mejoran los atributos de la presentación.

2.2.6.4 Sistema de Gestión de Base de Datos

Permite almacenar y gestionar los datos de una manera ágil y rápida. Y es responsable de mantener la consistencia e integridad de la información almacenada.

2.2.6.5 Herramientas Menores de Gráficos

Ayuda al manejo y la edición de imágenes con algunas limitantes pero con una gran facilidad de uso.

2.2.6.6 Navegador *Web*

La funcionalidad básica de un navegador *web* es permitir la visualización de documentos de texto, posiblemente con recursos multimedia incrustados. Los documentos pueden estar ubicados en la computadora del usuario, en una intranet o en Internet.

2.2.6.7 Aplicaciones de PDF

Esta aplicación permite el manejo de documentos PDF (Formato de Documento Portátil).

2.2.6.8 Aplicaciones de Antivirus

Las aplicaciones antivirus permiten dar cierto grado de seguridad al intercambio de información entre usuarios mediante la detección de virus informáticos o evitando ataques informáticos realizados por terceros.

2.2.6.9 Sistema Contable Financiero Olympo

El Sistema Contable Financiero OLYMPO ha sido concebido como un sistema

innovador, desarrollado con la tecnología más avanzada y de alta calidad, de fácil manejo y control eficaz, basado en normas y principios de contabilidad generalmente aceptados, para uso en empresas y organizaciones de distintos sectores comerciales, aplicando un diseño modular e integrado, con una funcionalidad y operatividad altamente eficiente y de uso fácil, que incorpora un plan de mantenimiento y mejoramiento continuo y permanente, que se refleja en las nuevas versiones que se incorporan en espacios de tiempo cortos, en donde se utilizan nuevas técnicas y herramientas de desarrollo.

2.2.6.10 Sistema SIPI (Sistema de Información para la Infancia)

El sistema SIPI se ha desarrollado para la profesionalización de la atención y la prevención relacionada a los niños/as con sus derechos violados (menores infractores, trabajo infantil, explotación sexual comercial, abandono, maltrato, adopciones, embarazo precoz, discapacidad).

El sistema permite:

- Generar condiciones que eviten la internación.
- Optimizar la gestión, reducir costos.
- Aumentar el impacto y la cobertura.
- Privilegiar la descentralización de la atención a través del desarrollo local.
- Evaluar el impacto de la atención y la calidad de los programas.
- Generar pautas de auditoría operativa.
- Generar información para las políticas sociales a nivel nacional.

El programa cubre:

- Centros de Desarrollo Infantil.
- Centros de Protección.
- Centros de Reeducación.
- Programas abiertos (niños trabajadores, niños de la calle).

El sistema se instrumenta al instalar un Sistema de Información de cobertura nacional que manejará información sobre todos los niños/as y sus familias que reciben algún tipo de atención a través de organizaciones públicas o privadas.

El sistema está diseñado para que lo usen las Instituciones Centrales de atención al niño, los Ministerios, los Municipios, los Órganos de Planificación, la Presidencia de la República, los Órganos Judiciales.

Se crea una Red a nivel nacional con niveles importantes de seguridad y privacidad y se da capacitación en:

- Uso del Sistema SIPI.
- Uso de los instrumentos de recolección de datos del Sistema.
- Análisis de información.
- Uso de información para la toma de decisiones.

2.2.6.11 Sistema “WORKFLOW” (Sistemas de Gestión de Procesos)

Workflow implica la automatización de procedimientos organizacionales donde tareas, documentos e información son pasados de un participante a otro de acuerdo a un conjunto definido de reglas para alcanzar o contribuir a alcanzar un objetivo de la organización.

El sistema WORKFLOW implementado en el INFA permite realizara estas 5 opciones:

- Requerimientos.
- Actividades.
- Reportes.
- Cambio de claves.
- Salir.

2.2.6.12 Sistema de Gestión Documental QUIPUX

QUIPUX es un servicio *web* que la Subsecretaría Informática de la Presidencia de la República. Permite el registro, control, circulación y organización de los documentos digitales y/o físicos que se envían y reciben en una organización (correspondencia).

Escenario a resolver con la implementación del sistema QUIPUX

Envío y Recepción de Memos, Circulares y Oficios entre Unidades y Direcciones (Figura 2-22).

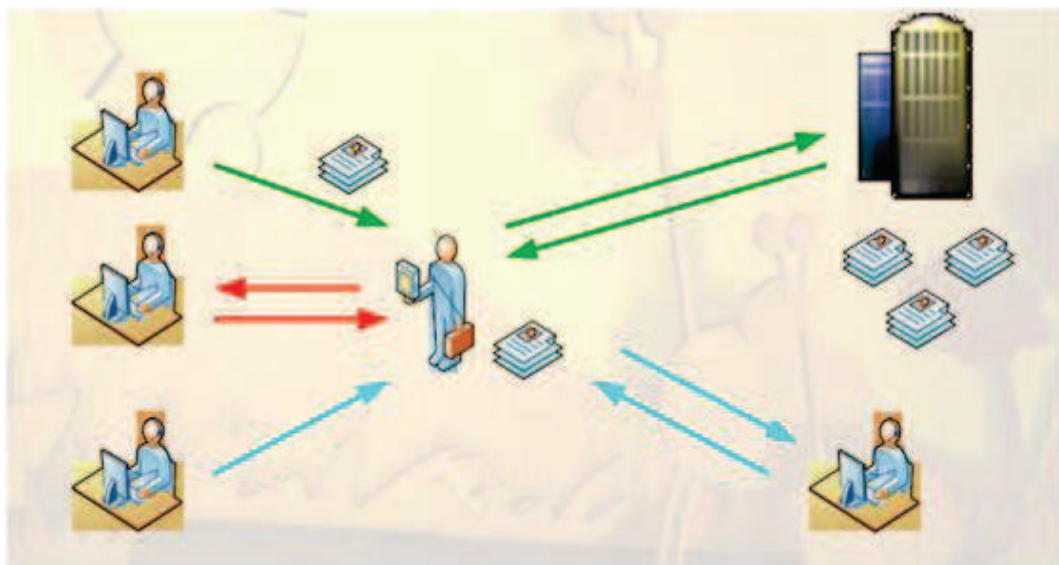


Figura 2-22 Escenario a resolver con el sistema QUIPUX ^[G2]

Efectos negativos de esta situación

- Traspapelado de documentos.
- Tiempo de entrega.
- Dependencia del Mensajero.
- Archivo físico en cada área.
- Excesivo uso de material.

Beneficios luego de la implementación del sistema QUIPUX (Figura 2-23)



Figura 2-23 Beneficios del sistema QUIPUX ^[G2]

- Acceso Web.
- Interconectado con las dependencias municipales (Direcciones, Unidades y distritos).
- Firma Digital (seguridad) inviolabilidad de la información.
- Tiempo de entrega y recepción inmediata.
- Cero Papeles.
- Ahorro de espacio físico, costos operativos, costo de recursos.
- Agilita la gestión de documentos en el sector público.

Aspectos beneficiosos de funcionalidad gracias a la implementación del sistema QUIPUX

- Acceso al sistema de usuarios internos y externos (ciudadan@s) a los documentos de la institución.
- Creación, Envió, Almacenamiento, recuperación y clasificación de documentos y anexos.
- Creación compartida de documentos, flujo de documentos de acuerdo al orgánico regular.

- Reportes estadísticos de documentos creados y enviados, tramitados, pendientes, archivados y reasignados.
- Seguridad y auditoría a través de usuarios, perfiles y archivos de auditoría, Firma Digital de documentos generados.

Arquitectura (Figura 2-24)

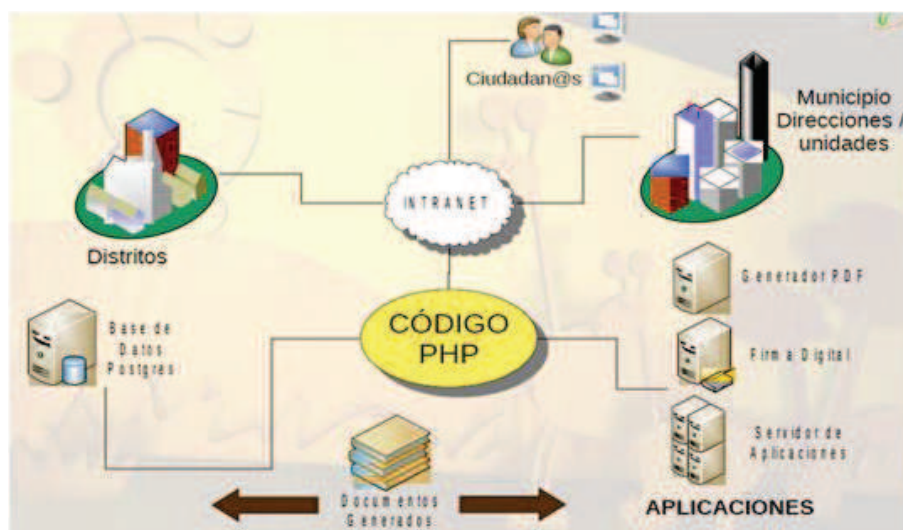


Figura 2-24 Arquitectura del sistema QUIPUX ^[G2]

Requerimientos del cliente para uso del sistema QUIPUX

- Acceso a Internet.
- Navegador de Internet Mozilla Firefox 3.
- Conocimientos básicos de manejo de correo electrónico.
- Cuenta de Correo Electrónico.

Seguridades que ofrece el sistema QUIPUX

- Accesos por roles.
- Cuentas auditables.
- Usuario administrador control y seguridad del sistema.
- Seguridades servidor (*Firewall*).

2.3 DETERMINACIÓN DE REQUERIMIENTOS

Luego de obtener la situación actual de la red de institución es necesario determinar cuáles son los requisitos que deben ser satisfechos en el diseño de la nueva red. Tales requisitos se obtuvieron mediante entrevistas realizadas al personal del departamento de Tecnología Informática y encuestas realizadas a los usuarios de la red. La documentación de las encuestas y entrevistas se muestran en los Anexos B y C respectivamente.

2.3.1 SERVICIOS

En la Tabla 2-13 se muestra un resumen con los servicios que se requieren en la red de la institución y una corta descripción de cada uno de ellos.

| Servicio | Descripción |
|------------------------------------|--|
| Servidor DHCP | Permite la asignación dinámica de direcciones IP a los clientes previamente configurados para obtener direcciones de red de forma dinámica. |
| Servidor DNS | Permite realizar las traducciones de un nombre de dominio a una dirección IP y viceversa. |
| <i>Active Directory</i> | Es un servicio de directorio creada por Microsoft para redes de dominio Windows. |
| Servidor <i>PROXY</i> | Permite que los clientes puedan realizar conexiones de red indirectas hacia otros servicios de la red. |
| Servidor <i>WEB</i> | Permite atender a demandas de información de los clientes que usan el protocolo HTTP. |
| Servidor de Correo | Permite a los usuarios de la red enviar y recibir mensajes, archivos o todo tipo de documentos digitales dependiendo del sistema que se use. |
| Servidor de Mensajería Instantánea | Permite en intercambio de mensajes cortos. Además, el sistema informa a los usuarios si hay nuevos contactos en el servidor de mensajería instantánea y si pueden ser añadidos a sus listas de contacto. |

Continúa

| | |
|--|---|
| Servidor FTP | Permite que los clientes puedan recoger o dejar información en una zona concreta. |
| Servidor de Base de Datos | Permite organizar datos en una o más tablas relacionadas. |
| Servidor de Videovigilancia IP | Permite desarrollar varias funciones relacionadas con la vigilancia IP como son: almacenamiento de video, enviar y recibir señales de audio, enviar señales de control para manejar el zoom y el movimiento de las cámaras. |
| Servidor de Telefonía IP | Permite realizar todas las funciones relacionadas con la telefonía IP como son: almacenamiento de mensajes de voz, contestador automático, enrutamiento de llamadas, etc. |
| Servidor de FAX | Almacena, envía, recibe, enruta y realiza otras funciones necesarias para la transmisión, la recepción y la distribución apropiadas de los fax. |
| Servidor de Impresión | Permite administrar el uso de todas las impresoras compartidas dentro de la red. |
| <i>Firewall</i> | Bloquea accesos no autorizados. |
| Servidor de Antivirus | Permite proteger los equipos y la información de la red detectando y eliminando los virus informáticos de una manera centralizada. |
| Sistema de Detección de Intrusos | Permite detectar accesos no autorizados a un computador o a una red. Estos accesos pueden ser ataques de <i>hackers</i> , o de <i>Script Kiddies</i> que usan herramientas automáticas. |
| Sistema de Prevención de Intrusos | Detecta y previene los ataques antes de que logren ingresar a la red objetivo. |
| Sistema de Administración y Gestión de Red | Permite la gestión de sistemas formados por computadoras y usuarios; trata de organizar redes de ordenadores, hacer que funcionen y mantenerlos en marcha a pesar de lo que hagan sus usuarios. |
| Internet | Permite el intercambio de información y recursos a través de un conjunto mundial descentralizado de redes de comunicación interconectadas. |
| Control de Asistencia Biométrico | Permite mantener un control de asistencia sobre los miembros de la institución. |

Tabla 2-13 Requerimiento de servicios

2.3.2 APLICACIONES

En la Tabla 2-14 un listado con las aplicaciones más relevantes que se requieren instalar en las estaciones de trabajo para un correcto desempeño de las tareas que realizan los funcionarios de la institución.

| Aplicación | Software Seleccionado |
|---|--|
| Procesador de Textos | Microsoft Word |
| Hoja de Cálculo | Microsoft Excel |
| Presentación Multimedia | Microsoft Power Point |
| Gestión de Base de Datos | Microsoft Access |
| Herramientas Gráficas | Paint |
| Navegador Web | Internet Explorer, Mozilla Firefox, Safari, Opera, Google Chrome |
| Reconocimiento de Voz | <i>Dragón Naturally Speaking</i> |
| Aplicaciones de PDF | Adobe PDF Reader |
| Sistema Contable | Sistema Olympos |
| Sistema de Información para la Infancia | Sistema SIPI |
| Sistemas de Gestión de Procesos | Sistema "WORKFLOW" |
| Sistema de Gestión Documental | QUIPUX |

Tabla 2-14 Requerimientos de aplicaciones

2.3.3 RED DE DATOS

Al momento de realizar el presente estudio la institución cuenta con una nómina de alrededor de 140 funcionarios públicos, los que realizan sus actividades sobre 91 estaciones de trabajo. Es evidente que se requiere un mayor número de estaciones de trabajo y a su vez los respectivos puntos de datos que permitan conectarse a la red de la institución. Además, se debe tomar en cuenta la estimación de crecimiento del número de estaciones de trabajo.

Para poder aumentar el número de estaciones de trabajo es necesario realizar una optimización de la distribución física de los equipos dentro de las oficinas,

además de identificar grupos de usuarios dentro de cada piso. En la Tabla 2-15 se muestra la distribución de los departamentos que tiene cada piso y un resumen de los puntos de datos que se requiere en cada uno de ellos.

| Piso | Departamento | P. Datos Instalados | P. Datos Requeridos | Incremento P. Datos |
|--------------|-----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Planta Baja | Recepción y Sala de Espera | 1 | 3 | 2 |
| | Archivo de Adopciones | 2 | 2 | 0 |
| | Recepción de Documentos | 2 | 2 | 0 |
| | Archivo del Área Financiera | 3 | 3 | 0 |
| Mezzanine | Adopciones | 11 | 11 | 0 |
| | Ayudas Médicas | 2 | 4 | 2 |
| | Riesgos y Emergencias | 2 | 4 | 2 |
| Primer Piso | Auditorio | 3 | 3 | 0 |
| | Sala General de Reuniones | 3 | 3 | 0 |
| | Archivo de Recursos Humanos | 3 | 3 | 0 |
| Segundo Piso | Financiero | 8 | 10 | 2 |
| | Servicios Institucionales | 8 | 12 | 4 |
| | Recursos Humanos | 7 | 10 | 3 |
| Tercer Piso | Planificación | 3 | 3 | 0 |
| | Desarrollo Infantil | 3 | 6 | 3 |
| | Protección Especial | 5 | 8 | 3 |
| Cuarto Piso | Recepción y Sala de Espera | 2 | 2 | 0 |
| | Dirección Provincial | 10 | 12 | 2 |
| | Asesoría Jurídica | 5 | 8 | 3 |
| | Comunicación Social | 2 | 4 | 2 |
| Quinto Piso | Tecnología Informática | 3 | 3 | 0 |
| | Sala de Capacitaciones | 3 | 3 | 0 |
| | Mantenimiento | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | | 91 | 119 | 28 |

Tabla 2-15 Puntos de datos

2.3.4 TELEFONÍA IP

Actualmente la institución cuenta con un sistema telefónico tradicional, el que deberá ser reemplazado en su totalidad por un sistema de telefonía IP, tomando en cuenta una estimación de crecimiento del número de extensiones telefónicas y la determinación del número de troncales que se requerirán para conectarse con la PSTN.

Existen un sin número de ventajas que proporciona la telefonía IP sobre la telefonía tradicional, y esto, ayudará a mejorar significativamente las comunicaciones de los funcionarios de la institución. En la Tabla 2-16 se muestra la distribución de extensiones telefónicas que se requiere en cada departamento.

| Piso | Departamento | P. Telefonía Instalados | P. Telefonía Requeridos | Incremento Extensiones |
|--------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| Planta Baja | Recepción y Sala de Espera | 1 | 2 | 1 |
| | Archivo de Adopciones | 1 | 2 | 1 |
| | Recepción de Documentos | 1 | 2 | 1 |
| | Archivo del Área Financiera | 1 | 3 | 2 |
| Mezzanine | Adopciones | 3 | 11 | 8 |
| | Ayudas Médicas | 1 | 4 | 3 |
| | Riesgos y Emergencias | 2 | 4 | 2 |
| Primer Piso | Auditorio | 0 | 1 | 1 |
| | Sala General de Reuniones | 1 | 1 | 0 |
| | Archivo de Recursos Humanos | 1 | 3 | 2 |
| Segundo Piso | Financiero | 5 | 10 | 5 |
| | Servicios Institucionales | 4 | 12 | 8 |
| | Recursos Humanos | 5 | 10 | 5 |
| Tercer Piso | Planificación | 1 | 3 | 2 |
| | Desarrollo Infantil | 2 | 6 | 4 |
| | Protección Especial | 2 | 8 | 6 |
| Cuarto Piso | Recepción y Sala de Espera | 2 | 2 | 0 |
| | Dirección Provincial | 5 | 12 | 7 |
| | Asesoría Jurídica | 3 | 8 | 5 |
| | Comunicación Social | 1 | 4 | 3 |
| Quinto Piso | Tecnología Informática | 1 | 3 | 2 |
| | Sala de Capacitaciones | 1 | 1 | 0 |
| | Mantenimiento | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | | 44 | 112 | 68 |

Tabla 2-16 Puntos de telefonía IP

2.3.5 SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA IP

La institución no cuenta con ningún sistema de vigilancia y es necesario que cumpla con la disposición gubernamental que indica que las instituciones públicas del Estado deben tener un sistema de vigilancia y de esta manera mejorar la seguridad dentro de las instalaciones de la institución. Además de cumplir esta

disposición, el sistema de vigilancia se hace necesario debido a la arquitectura del edificio y tomando en cuenta que la institución cuenta con un único guardia armado para vigilar las siete plantas del edificio.

En la Tabla 2-17 se muestra un resumen con el total de cámaras que se requieren por cada piso.

| Piso | Puntos de Vigilancia IP |
|--------------|-------------------------|
| Planta Baja | 5 |
| Mezzanine | 2 |
| Primer Piso | 2 |
| Segundo Piso | 2 |
| Tercer Piso | 2 |
| Cuarto Piso | 3 |
| Quinto Piso | 2 |
| TOTAL | 18 |

Tabla 2-17 Puntos de videovigilancia IP

2.3.6 VIDEOCONFERENCIA

La institución cuenta con una sala de reuniones general ubicada en el primer piso. Se requiere que la sala tengan una infraestructura básica para realizar reuniones mediante videoconferencia con la Dirección Nacional del INFA y con las dependencias cantonales de Pichincha del INFA.

En la Tabla 2-18 se muestra el departamento que requiere del servicio de videoconferencia.

| Piso | Departamento | Equipo de Videoconferencia |
|--------------|---------------------------|----------------------------|
| Primer Piso | Sala de Reuniones General | 1 |
| TOTAL | | 1 |

Tabla 2-18 Punto de videoconferencia

2.3.7 SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO

Toda la información que se maneja en la red fluye a través del sistema de cableado estructurado, por lo que es importante que éste se encuentre en un estado óptimo.

Como ya se mencionó anteriormente el cableado estructurado de la institución no cumple con las normas y estándares de un sistema de cableado estructurado, ni tampoco cuenta con la infraestructura necesaria para soportar los nuevos servicios de voz datos y video determinados en los requerimientos.

Además de lo expresado anteriormente y tomando en cuenta que la institución no puede dejar de trabajar para realizar las adecuaciones de cableado estructurado y que los medios de transmisión no se encuentran en óptimas condiciones, ni tampoco están enrutados por los caminos más óptimos, se ha establecido que es necesario reestructurar en su totalidad el cableado horizontal, el cableado vertical, los gabinetes de telecomunicaciones y también establecer un lugar adecuado para la sala de equipos y la acometida de servicios.

Para la instalación del cableado estructurado se seguirán las normas internacionales ANSI/TIA/EIA-568C. Como medio de transmisión se utilizará el cable UTP CAT 6 para el cableado horizontal, el cual garantiza sin ninguna dificultad las características necesarias para poder transmitir aplicaciones en tiempo real.

CAPÍTULO III

INTRODUCCIÓN

Este capítulo se enfoca en el nuevo diseño de la red conforme a los requerimientos obtenidos, las estimaciones del tráfico de red, las proyecciones de crecimiento de la red, las normas de cableado estructurado, y considerando los elementos necesarios para la administración y seguridad de la red. Además, se seleccionará los equipos y *software* necesarios para el nuevo diseño de la red, y se presentará un presupuesto referencial de la posible implementación del proyecto.

3 DISEÑO DE LA RED DE COMUNICACIONES

3.1 COMPONENTES DE LA RED

A continuación se presenta la selección de los componentes de *hardware*, *software*, la contratación de los servicios de transmisión de voz y datos, y el diseño de los subsistemas de cableado estructurado.

3.1.1 APLICACIONES

Las principales aplicaciones que usan los funcionarios de la institución para desempeñar su trabajo son las siguientes:

- Procesador de Textos.
- Hoja de Cálculo.
- Presentación Multimedia.
- Gestión de Base de Datos.
- Herramientas para la Realización de Gráficos.
- Navegador *Web*.

- Reconocimiento de Voz.
- Aplicaciones de PDF.
- Sistema Contable.
- Sistema de Información para la Infancia.
- Sistemas de Gestión de Procesos.
- Sistema de Gestión Documental.

Las soluciones de *software* escogidas para satisfacer estos requerimientos se muestran a continuación:

- Se usará el paquete Microsoft Office 2010 en su versión para Hogar y Pequeñas Empresas. Éste paquete contiene el siguiente *software*; procesador de texto (Word), hoja de cálculo (Excel), presentaciones multimedia (*Power Point*), gestión de base de datos (Access) y otras herramientas complementarias.
- Para el manejo de gráficos se hará uso de *Paint* que viene previamente instalado en los sistemas Windows.
- Para la navegación *web* se usarán los programas Internet Explorer, Mozilla Firefox, Safari, Opera, Google Chrome descargados de las páginas oficiales de los fabricantes.
- Se usará *Dragon Naturally Speaking* 11.0 como *software* de reconocimiento de voz para las estaciones que lo requieran.
- Para el manejo de aplicaciones de PDF se usará Adobe PDF Reader.
- Para el sistema contable se empleará el *software* “Sistema Contable Financiero Olympo” que actualmente ya se encuentra en uso.
- Para acceder al Sistema de Información para la Infancia, Sistemas de Gestión de Procesos y Sistema de Gestión Documental se ingresara a las páginas *web* www.sipi.siteal.org/pais/437/ecuador, www.inclusion.gob.ec/servicio-de-la-ninez-la-familia/ y

www.gestiondocumental.gob.ec/index.php respectivamente, ya que, estos sistemas no son administrados por la Dirección Provincial de Pichincha del INFA.

- Se ha elegido el sistema operativo Windows 7 de Microsoft para las nuevas estaciones de trabajo que deben incorporarse a la red.

En la Figura 3-1 se muestra un resumen con los paquetes de *software* seleccionados.

| Paquetes de <i>Software</i> |
|--|
| Sistema Operativo Windows 7 |
| Microsoft Office 2010 |
| Adobe PDF Reader |
| Sistema Contable Financiero Olympo |
| <i>Dragon Naturally Speaking</i> 11.0 |
| Navegadores <i>Web</i> : Internet Explorer, Mozilla Firefox, Safari, Opera, Google Chrome |

Figura 3-1 Paquetes de *software* seleccionados

3.1.2 SERVICIOS

A continuación se mostrarán los criterios y parámetros usados para la selección del *software* y equipamiento, que se necesita para la implementación de los diferentes servicios que brindará la red de la institución.

3.1.2.1 Servidor DHCP

El servidor DHCP permite asignar los parámetros de direccionamiento IP automáticamente a los clientes previamente configurados para obtener direcciones de red en forma dinámica.

El servidor DHCP viene incluido en el paquete de *software* Windows Server 2008 y debe instalarse como un componente fundamental para el funcionamiento de *Active Directory*.

3.1.2.2 Servidor DNS

El servidor DNS emplea una base de datos distribuida y jerárquica que almacén información asociada a los nombres de dominio, esto permite realizar la traducción de un nombre de dominio a una dirección IP y viceversa.

Al igual que el servidor DHCP, el servidor DNS también está incluido en el paquete Windows Server 2008 y es necesario para la implementación de *Active Directory*.

3.1.2.3 *Active Directory* ^[W1]

Active Directory es una implementación de servicio de directorio centralizado en una red distribuida, que facilita el control, la administración y la consulta de todos los elementos lógicos de una red (como pueden ser usuarios, equipos y recursos).

Para su funcionamiento, *Active Directory* hace uso de distintos protocolos, fundamentalmente LDAP, DNS, DHCP y Kerberos.

Active Directory viene incluido en el paquete de *software* Windows Server 2008, pero no se instala por defecto, por lo cual es necesario instalarlo y configurarlo correctamente. En esta distribución de Windows, *Active Directory* ha sido denominado como *Active Directory Domain Services*.

Los requisitos mínimos para la instalación de *Active Directory Domain Services* son los siguientes:

- Disponer de la versión de *software* Windows Server 2008.

- Mantener un direccionamiento IP estático, es decir, sin contar con una dirección asignada por DHCP.
- Contar con un servidor DNS, para resolver la dirección de los distintos recursos físicos presentes en la red.
- Poseer más de 250 MB en una unidad de disco formateada en NTFS.

3.1.2.4 Servidor *PROXY*

El Servidor *Proxy* permite que los usuarios de la red, los cuales poseen direcciones IP privadas, puedan salir hacia el Internet mediante el uso de una dirección IP públicas configurada en el Servidor *Proxy*. Además permite administrar el acceso a los diferentes sitios *web* mientras se navega en Internet.

El Servidor *Proxy* trabaja simultáneamente como *Firewall*, puede operar a nivel de red filtrando paquetes al usar iptables, o también puede operar a nivel de aplicación, controlando el acceso a los diversos servicios.

Además, el Servidor *Proxy* funciona como caché de contenido de red, principalmente HTTP, lo cual permite un acceso más rápido a las páginas y ficheros almacenados en esta caché.

El Servidor *Proxy* se implementará sobre el servidor HP ProLiant ML350 G5 E5420 situado en la zona desmilitarizada (DMZ) de la red. Este servidor cuenta con los recursos necesarios para el funcionamiento de este servicio.

3.1.2.5 Servidor *WEB* ^[W2]

El Servidor *Web* permite procesar y responder a las peticiones de conexión realizadas por usuarios que usan el protocolo HTTP.

Al momento de realizar el presente estudio la institución no cuenta con un sitio *web* bajo su administración en el cual se pueda mostrar información relevante sobre su estructura organizacional, metas, objetivos, presupuesto, auditorías, contratos, rendición de cuentas, datos de contacto y demás información pública que permita cumplir con la Ley de Transparencia expedida por el Gobierno.

Para facilitar la administración del sitio *web*, el servidor deberá estar ubicado dentro del dominio local de la red.

Se ha seleccionado el Servidor Apache como Servidor *Web* HTTP. Este servidor presenta varias ventajas; es *software* de código abierto, multiplataforma, extensible, admite la autenticación de usuarios usando un servidor LDAP, permite la implementación de sitio *web* seguros y dinámicos, controla el tráfico y limita el ancho de banda; además cuenta con una amplia documentación y soporte.

A continuación se muestran los requisitos mínimos para el funcionamiento del Servidor Apache.

- Procesador: Pentium
- Memoria RAM: 64 MB
- Sistema Operativo: Microsoft Windows, GNU/Linux
- Tamaño de la instalación: 50 MB

El Servidor *Web* se implementará sobre el servidor HP ProLiant ML350 G5 E5420 ubicado en la zona desmilitarizada de la red.

3.1.2.6 Servidor de Correo

Permite a los usuarios enviar y recibir mensajes y archivos mediante sistemas de comunicación electrónicos.

Todos los usuarios de la red deben contar con una cuenta de correo electrónico corporativo para enviar y recibir información relacionada con sus funciones dentro de la institución. Además, se debe considerar que los usuarios también poseen cuenta de correo comercial en alguno de los distintos proveedores de este servicio.

A continuación se muestra la solución de *software* elegida para el servidor de correo institucional, y el dimensionamiento del tráfico, tanto del correo institucional como del correo comercial.

3.1.2.6.1 Correo Institucional^[W3]

Se ha seleccionado la Suite de Colaboración Zimbra (ZCS) como servidor de correo institucional. ZCS es una innovadora suite de mensajería y colaboración de código abierto que se ofrece en versiones de código abierto sin ningún costo de licencias, y en otras versiones de pago con varios componentes de extras de código cerrado y con costo de licencias. La suite se encuentra disponible para diversas plataformas y distribuciones de Linux y para MacOS X.

A continuación se muestran los principales beneficios que ofrece la Suite de Colaboración Zimbra.

- Elección del cliente: webmail Zimbra, Zimbra Desktop, Zimbra Mobile, MS Outlook, Thunderbird y cualquier otro cliente que soporta el estándar POP / IMAP y iCal / CalDAV.
- El cliente *Web Ajax* funciona desde cualquier ordenador y permite acceder a toda la información de su buzón.
- Todas las funciones disponibles dentro de la misma interfaz: mensajes de correo electrónico, calendarios, libretas de direcciones, archivos, tareas, mensajería instantánea.
- Fiabilidad de los componentes de código abierto.

- Integración con *Active Directory* y Exchange, Openldap.

Los recursos de *hardware* que se recomiendan para la puesta en marcha del Servidor Zimbra son las siguientes:

- CPU Intel/AMD de 32 *bits* a 2.0 GHz o superior.
- Mínimo 2 GB de RAM.
- 10 GB de disco duro para actualizaciones, logs y *software*, con RAID para redundancia de datos.
- Espacio de disco adicional para el almacenamiento de los buzones de correo y las bases de datos.

3.1.2.6.2 Correo Comercial

Los usuarios de la red poseen cuentas personales de correo electrónico en proveedores como: Gmail, Hotmail, Yahoo, Terra, etc. El tráfico generado por estas aplicaciones debe ser tomado en cuenta al momento de dimensionar el ancho de banda que se contratará con el ISP.

3.1.2.7 Servidor de Mensajería Instantánea ^[W4]

El servidor de mensajería instantánea permite la comunicación en tiempo real entre dos o más personas mediante texto.

Se ha seleccionado el *software* Openfire para el sistema de mensajería instantánea.

Openfire un sistema *Open Source* de mensajería instantánea basado en Java y con licencia GLP (*General Public License*) que utilice el protocolo XMPP (Protocolo Extensible de Mensajería y Comunicación de Presencia) para poder comunicarse.

Seguidamente se muestran algunas de las características más importantes de esta Suite de Mensajería.

- Panel de administración *web* amigable.
- Interacción con MSN, Google Talk, Yahoo *messenger*, AIM, ICQ.
- Completo registro de conversaciones.
- Reportes en tiempo real.
- Integración con VoIP.
- Estadísticas del Servidor, mensajes, paquetes, etc.
- Transferencia de archivos.
- Compresión de datos.
- Mensajes offline.
- Autenticación vía Certificados, Kerberos, LDAP, PAM y Radius.
- Almacenamiento en *Active Directory*, LDAP, MS SQL, MySQL, Oracle y PostgreSQL.

Los requisitos mínimos para la instalación de Openfire son:

- **Sistemas Operativos**
 - Windows 2000, Windows XP, Windows Vista, Windows Server 2003, Windows Server 2008.
 - Linux, Solaris, Unix u otro con soporte Java 5.
 - Mac OS X.
- **Bases de datos**
 - MySQL (5.x o mejor recomendado).
 - Oracle (10g o mejor recomendado).
 - Postgres (7.x o mejor recomendado).
 - IBM DB2 (v7 o superior recomendado).
 - SQL Server (2000 o mejor recomendado).

- HSQL DB (también se utiliza como base de datos integrada).
 - Cualquier otra base de datos que cuenta con un robusto controlador compatible con JDBC 2.0.
- **Recomendaciones de Hardware**
 - De 1-500 usuarios: 384 MB de RAM y un procesador de 1,5 GHz.
 - De 501-10,000 usuarios: 768 MB de RAM y un procesador de 3,0 GHz.
 - De 10.001-25.000 usuarios: 1,5 GB de RAM y 2 procesadores de 3 GHz.
 - De 25.001-100.000 usuarios: 2,0 GB de RAM y 2 procesadores de 3 GHz.

3.1.2.8 Servidor FTP

El Servidor FTP permite el intercambio de archivos entre distintos usuarios, proporcionando a la vez seguridad, organización y control de transferencia.

Se ha seleccionado el *software* VSFTPD como servidor FTP. VSFTPD (Demonio FTP Muy Seguros) es un servidor FTP para sistemas Unix y está licenciado bajo GLP (Licencia Pública General), es compatible con IPv6 y SSL. Se distingue principalmente porque sus valores por defecto son muy seguros y por su sencillez en la configuración, comparado con otras alternativas. Los requisitos mínimos para su instalación son:

- Procesador de 250 MHz.
- 256 MB RAM.
- 8 GB de espacio en disco duro.

3.1.2.9 Servidor de Base de Datos ^[W5]

El Servidor de Base de Datos permite almacenar y administrar los datos de una o varias tablas relacionadas de una forma confiable y segura.

Se ha optado por MySQL como Servidor de Base de Datos. MySQL permite la gestión de base de datos relacional, multihilo y multiusuario, desarrollada bajo un esquema de licenciamiento dual.

MySQL ha sido optimizado por ofrecer un máximo rendimiento y por eso es considerada una de las bases de datos más rápida y funcionales. Algunas de sus principales características se muestran a continuación:

- Servidor MySQL optimizado para alcanzar más de 3.000 usuarios conectados simultáneamente.
- Soporte multiplataforma.
- Procedimientos almacenados.
- Disparadores (*triggers*).
- Vistas actualizables.
- Soporte para SSL.
- *Query caching* (caché para consultas).
- Réplica con un maestro por esclavo, varios esclavos por maestro, sin soporte automático para múltiples maestros por esclavo.
- Copias de seguridad *hot swap* (en caliente) con garantía de consistencia de datos.
- Sistema de *logs* binarios que permiten dejar los datos como estaban en una fecha y hora determinadas desde una copia antigua, incluso en caliente.

Los requisitos mínimos para la instalación de MySQL son:

- Procesador: 1 GHz.
- Memoria RAM: 512 MB.
- Espacio en el disco duro: 5 GB.

3.1.2.10 Servicio de Telefonía IP

El Servicio de Telefonía IP realiza todas las funciones relacionadas con la telefonía a través de la red de datos de la institución. Esto resulta muy

beneficioso, ya que se permite integrar múltiples servicios en una sola infraestructura de red.

En el mercado existen varias soluciones para la implementación de la telefonía IP. A continuación se mostrarán las características principales de algunas de ellas, para luego elegir la que mejor se acople a las necesidades que presenta la institución.

3.1.2.10.1 Solución de Telefonía IP Mediante Servidores ^[W6]

Esta solución basa su funcionamiento en el uso de equipos computacionales designados como servidores, los que luego de un adecuado equipamiento de *hardware* y *software* permiten mantener el control de las actividades de la central telefónica IP.

El principal equipamiento de *hardware* para los servidores consiste en la integración de tarjetas PCI (*Peripheral Component Interface*) que contienen puertos FXS (*Foreign Exchange Station*) o puertos FXO (*Foreign Exchange Office*) (ver Figura 3-2).



Figura 3-2 Tarjeta PCI con puertos FXS / FXO ^[G1]

Estos puertos permiten la comunicación de los teléfonos IP con los equipos de telefonía tradicional de la institución (puertos FXS). Además, facilitan el interconectar la red telefónica institucional con la PSTN (puertos FXO).

Para el equipamiento de *software* existen varias alternativas para la implementación de centrales telefónicas IP tanto para la plataforma Windows como para Linux. De estas soluciones, es conveniente elegir aquellas que se implementan sobre plataformas de *software* libre, ya que se reducen los costos de implementación porque no es necesario comprar las licencias para su funcionamiento.

En la Figura 3-3 se ilustra de mejor manera esta solución de telefonía IP, que utiliza equipos computacionales destinados a ser servidores.

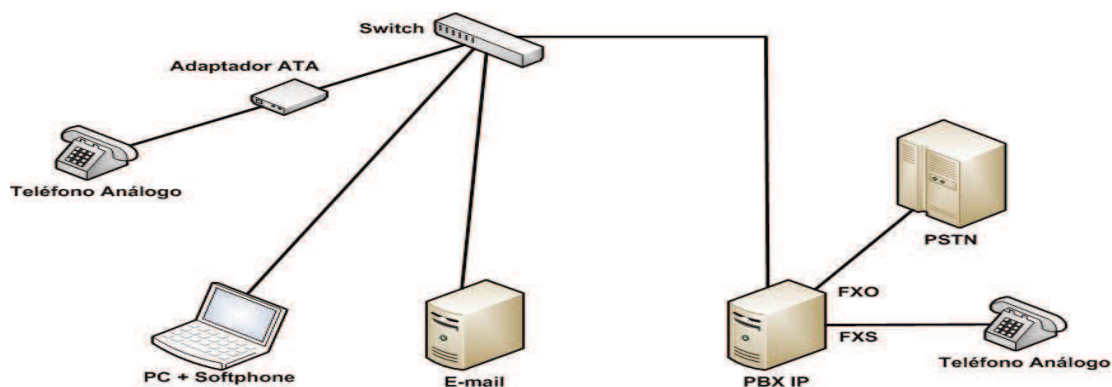


Figura 3-3 Solución de telefonía IP basada en servidores ^[G2]

Las soluciones de telefonía IP que usan *software* libre están basadas en Asterisk. Este es un sistema de comunicación libre, desarrollado bajo la licencia GNU (Licencia Pública General), y permite la creación de centrales telefónicas a partir de equipos computacionales ordinarios.

El sistema Asterisk realiza las funciones de *Gateway* de voz, central IP-PBX o incluso como *call center* gracias a su escalabilidad y habilidad en el manejo de funciones remotas.

3.1.2.10.2 Solución de Telefonía IP con Equipos Dedicados ^[W7]

Esta solución se enfoca en el uso de equipos dedicados, cuya función principal es brindar el servicio de telefonía IP. Es necesario realizar esta aclaración ya que en

el mercado existen un sin número de equipos como *routers*, *switches* o centrales telefónicas híbridas IP-PBX cuyos fabricantes han integrado módulos en estos productos para que sean capaces de brindar el servicio de telefonía IP.

En este escenario se revisarán los equipos que integren las funcionalidades propias de un sistema de telefonía IP.

El funcionamiento del sistema está controlado por el *Call Server*, el cual está encargado de las funciones de gestión propias de una PBX como son; la admisión, el establecimiento, la desconexión y la tarifación de las llamadas, además de otras funciones. Este servidor de comunicaciones puede ser único o estar constituido por varios servidores, los cuales pueden realizar las mismas funciones o desempeñar actividades auxiliares como el manejo de archivos de sonido, descarga de archivos de configuración, etc.

Esta técnica de mantener varios servidores distribuidos en la red e interconectados entre si es denominado como "*clustering*", y permite evitar la pérdida de operatividad de todo el sistema en caso de fallo de algunos de sus componentes.

El *Call Server* proporciona el servicio de telefonía IP en un entorno de área local, sin embargo para poder realizar comunicaciones con redes externas es necesario el uso de un *Gateway* o *Switch* de voz. Éste es un dispositivo que permite la interconexión con centrales telefónicas externas o con redes telefónicas públicas; además permite la conexión con teléfonos analógicos mediante las tarjetas FXS y la conexión con la red telefónica pública a través de las tarjetas FXO.

La solución de telefonía IP desarrollada bajo este esquema presenta ciertas desventajas desde el punto de vista de escalabilidad e interoperabilidad, debido a que se deberán comprar equipos de un solo fabricante para así aprovechar todas las funcionalidades que esta solución ofrece.

En la Figura 3-4 se ilustra de mejor manera esta solución de telefonía IP que usa equipos dedicados.



Figura 3-4 Solución de telefonía IP con equipos dedicados ^[G3]

3.1.2.10.3 Terminales para Telefonía IP

Existen varias alternativas para los terminales de telefonía IP. A continuación mencionaremos estas alternativas junto con sus principales características.

- **Teléfonos IP**

En el mercado existe una múltiple gama de equipos para telefonía IP con una variedad de funciones y precios. Dependiendo de las prestaciones ciertos equipos suelen tener funciones agregadas como: el servicio de video llamada, el soporte para *Power Over Ethernet* (alimentación eléctrica a través del mismo cable UTP), o funciones de *switch* que permiten conectar un PC y usar la misma salida de telecomunicaciones. En la Figura 3-5 se muestran teléfonos IP con distintas funciones.

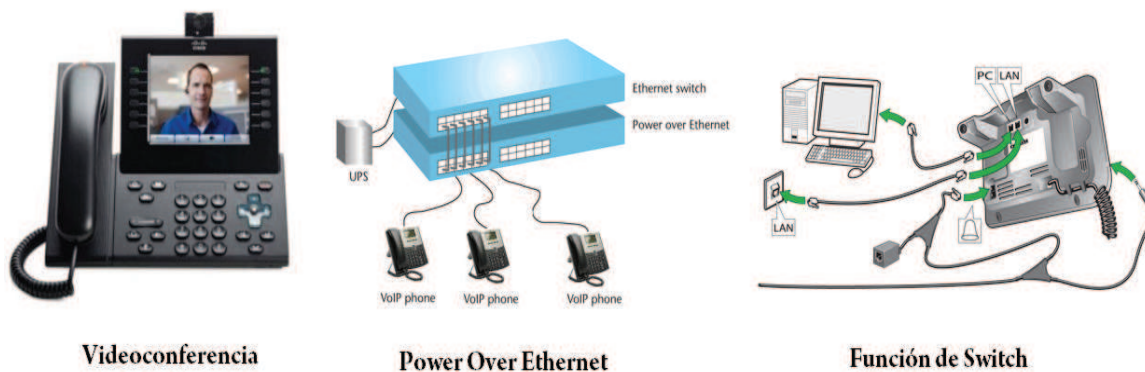


Figura 3-5 Modelos y funciones de teléfonos IP ^[G4]

- **Softphone**

Esta alternativa propone el uso de teléfonos IP implementados mediante *software*, para esto es necesario una computadora sobre las cuales se ejecute dicho *software*.

Los *Softphone* permiten realizar las mismas funciones que los teléfonos IP físicos, y al igual que estos, en el mercado existen una variedad de soluciones que van desde las distribuciones gratuitas hasta las versiones de pago, y su costo depende del número de funcionalidades integradas que posea el *Softphone*. La Figura 3-6 se muestra algunos de los *Softphone* más difundidos.



Figura 3-6 Alternativas de *Softphone* ^[G5]

- **Adaptadores Telefónicos**

Esta solución permite integrar teléfonos analógicos a la red telefónica IP mediante el uso de adaptadores telefónicos conocidos como ATA (Adaptador para Terminales Analógicos). Estos adaptadores transforman las señales analógicas en señales digitales para que puedan ser transportados a través de la red de datos.

Los adaptadores permiten la integración de los teléfonos convencionales a la red telefónica IP y disfrutar de las ventajas que ofrecen estos sistemas, pero en la actualidad el costo de estos adaptadores no resulta económico. En la Figura 3-7 se muestra el uso de estos adaptadores.



Figura 3-7 Adaptador telefónico ATA ^[G6]

3.1.2.10.4 Elección de la Solución para Telefonía IP

La solución para telefonía IP que se elija deberá satisfacer los siguientes requerimientos mínimos:

- Proveer de los beneficios propios de la telefonía IP a un mínimo de 112 usuarios.
- Proporcionar el servicio de video llamada para un mínimo de 1 usuarios.

- Permitir la conexión con la red telefónica pública (PSTN).
- Mantener la compatibilidad con equipos de telefonía tradicional (teléfonos analógicos, fax).
- La solución deberá basarse en plataformas de *software* libre para aprovechar las ventajas que estas soluciones ofrecen, y disminuir el costo de implementación al no tener que pagar licencias para su funcionamiento.
- Los equipos terminales deberán ser teléfonos IP físico, ya que no se contempla el uso de *Softphones*, ni tampoco el uso de adaptadores telefónicos. De estos teléfonos IP, al menos 4 de ellos deberán soportar el servicio de video llamada.
- Además, al momento de elegir la solución de telefonía IP, se debe considerar el crecimiento en la demanda de este servicio para un mínimo de 5 años.

Considerando las particularidades y beneficios que ofrecen las distintas soluciones de telefonía IP, así como, los requisitos mínimos que se deben satisfacerse, se ha optado por la solución de telefonía IP que utiliza equipos dedicados basados en el sistema Asterisk.

Seguidamente se describirá dos de las soluciones más difundidas en el mercado. Estas integran en un solo equipo *rackeable* los módulos de *call center* y *Gateway*; además, ambas están basadas en plataformas de *software* libre. Estas soluciones son:

- **Elastix** ^[W8]

Esta central telefónica está basada en Asterisk, y además de proveer el servicio de telefonía IP integra otros servicios como; servidor de correo electrónico, mensajería instantánea, servidor de fax y videoconferencia.

Elastix es una solución de código abierto distribuida bajo la licencia GPLv2, lo que significa que no tienen ningún costo relacionado con el licenciamiento o con la añadidura de funciones. Esto hace que las versiones de las Elastix sean versiones completas sin ninguna limitación en su uso, permitiendo que cualquier empresa pueda utilizarlo sin ninguna restricción.

- **SwitchVox** ^[W9]

SwitchVox es reconocida como una de las centrales telefónicas IP más innovadoras y robustas que existen en el mercado. Esto se debe a que SwitchVox es un sistema de comunicaciones unificadas, que integra todos los recursos de comunicación de una empresa.

Ambas centrales disponen de versiones cuyos recursos dependen de los entornos en los cuales se los vaya a utilizar. A continuación se muestra en la Tabla 3-1 la comparación entre estas 2 centrales, ambas corresponden a las versiones que satisfacen los requerimientos mínimos impuestos para este servicio.

| Característica | Central IP Elastix | Central IP SwitchVox |
|----------------------------|-----------------------|----------------------------|
| Distribución | ELX-3000 | SwitchVox SMB AA305 |
| Número de usuarios | 250 máximo | 150 máximo |
| Llamadas concurrentes | 80 máximo | 45 máximo |
| Videoconferencia | Máximo 30 simultáneos | Máximo 15 simultáneos |
| Ranuras de expansión | 2 | 3 |
| Interfaces de red | 1 de 10/100/1000 Mbps | 1 de 10/100 Mbps |
| Soporte del protocolo SIP | Si | Si |
| Soporte para códec G. 729a | Si | Si |
| Soporte de idiomas | Multi-lenguaje | Inglés, italiano y español |
| Garantía | 1 año | 1 año |

Tabla 3-1 Comparación entre Centrales Telefónicas IP

Luego de revisar las características de ambas soluciones, se ha optado por la central telefónica IP de Elastix. Los motivos para esta elección son los siguientes:

- Elastix tiene un merecido prestigio y gran acogida en el mercado, especialmente en el nacional debido a que es una solución para telefonía IP desarrollada dentro del país. Esto presenta varias ventajas, ya que ante alguna eventualidad que se presente con el equipo o por la necesidad de asistencia técnica, es mucho más fácil contratarse con un proveedor que se encuentre dentro del país.
- La empresa Palo Santo *Solution* comercializa las centrales telefónicas Elastix y ofrece capacitaciones, soporte técnico y mantenimiento para sus productos; además ofrece un periodo de garantía de 1 año.

En la Figura 3-8 se muestran más detalles técnicos de la central telefónica Elastix ELX-3000.

| ELX-3000 | |
|--|------------------------------|
| Telefonia | |
| Puertos Analógicos | Hasta 24 |
| Puertos Digitales | Hasta 4 E1/T1/J1 |
| Slots PCI de expansión | 2 |
| Extensiones (SIP/IAX) | Hasta 250* |
| Llamadas concurrentes (max. recomendado) | 80* |
| Hardware | |
| CPU | 1.8 GHz Dual Core |
| 2do CPU | No |
| RAM | 4 GB |
| Disco Duro | 500 GB |
| 2do Disco Duro | Opcional |
| RAID | Soft RAID 1 bajo demanda |
| Controlador RAID | No |
| Interfaz de Red | 10/100/1000 Mbps |
| Características de Operación | |
| Potencia Nominal | 180 W fanless, PSU eficiente |
| Voltaje de Operación | 120/240v Auto switching |
| Fuente de poder redundante | No |
| Sistema operativo | Elastix 32 bits |
| Características Físicas | |
| Alto | 2.63" (68 mm) - 1.5 U |
| Ancho | 16.73" (425 mm) |
| Profundidad | 11.96" (304 mm) |
| Peso | 5.5 Kg |
| Puertos USB | 4 en panel posterior |

Figura 3-8 Ficha técnica de la Central Elastix ELX-3000 ^[G7]

Elección de Teléfonos IP

La institución requiere de 2 modelos de teléfonos IP; el primer modelo deberá facilitar las funciones propias de la telefonía IP, el segundo modelo deberá disponer de las mismas funciones y además proporciona de servicio de video llamada. Ambos modelos deben contar con un mini *switch*, ya que se usara la misma salida de telecomunicaciones para el servicio de telefonía IP y datos.

El mercado existen varios fabricantes de teléfonos IP como Cisco, Polco, Yealink, Avaya entre otros. Todos estos equipos manejan protocolos y códec de audios estandarizados y compatibles con las centrales telefónicas IP, algunos de ellos son capaces de manejar conjuntamente sus propios protocolos.

Luego de comparar las prestaciones y costos de los diferentes modelos de teléfonos IP, se optó por los modelos IP *Video Phone* VP-2009P y *Enterprise* HD IP *Phone* SIP-T28P del fabricante Yealink. Las principales razones para la elección de este fabricante son:

- Se puede obtener soporte técnico en los teléfonos IP Yealink a través de “*IT Solutions*”, que es una de las empresas que comercializa esta marca de equipos en el Ecuador.
- La relación *prestaciones/costo* resulta bastante atractiva en comparación con otras marcas como Cisco o Panasonic.
- Manejan todos los protocolos y servicios requeridos para la prestación de este servicio.

En la Tabla 3-2 se muestran las principales características del teléfono IP *Video Phone* VP-2009P que facilitará el servicio de video llamada.


| IP Video Phone VP-2009P | |
|--|--|
|  | |
| Funciones de Vídeo | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Video codec: H.264 and H.263</i> • <i>Image codec: JPEG, GIF, PNG, BMP</i> • <i>Video format: up to D1 (720x480)@30fps</i> • <i>Video call output resolution: VGA and CIF</i> • <i>Bandwidth selection: 128kbps~1Mbps</i> • <i>Adaptive bandwidth adjustment</i> |
| Funciones de Voz | <ul style="list-style-type: none"> • <i>HD voice: HD codec, HD handset, HD speaker</i> • <i>Wideband codec: G.722</i> • <i>Narrowband codec: G.711, G.723.1, G.729AB, G.726</i> |
| Administración | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Configuration: browser/phone/auto-provision</i> • <i>Auto-provision via FTP/TFTP/HTTP/HTTPS</i> • <i>Auto-provision with PnP</i> |
| Funciones de Red y Seguridad | <ul style="list-style-type: none"> • <i>SIP v1 (RFC2543), v2 (RFC3261)</i> • <i>NAT Traversal: STUN mode</i> • <i>In-band, Out-of band (RFC2833)</i> • <i>and SIP INFO DTMF</i> • <i>Proxy mode and peer-to-peer SIP link mode</i> • <i>IP Assignment: Static/DHCP/PPPoE</i> • <i>HTTP/HTTPS web server</i> • <i>SNTP</i> • <i>VLAN QoS (802.1p/q)</i> • <i>Secure configuration file via AES encryption</i> • <i>Digest authentication using MD5/MD5-sess</i> • <i>Admin/user configuration mode</i> |
| Prestaciones Físicas | <ul style="list-style-type: none"> • <i>TI DaVinci dual-core chipset, Touch screen</i> • <i>7" digital TFT-LCD with 800x480 pixels resolution</i> • <i>Rotatable CMOS sensor camera with 2M pixels</i> • <i>128MB flash and 256MB DDR2 memory</i> • <i>27 keys including 4 soft keys</i> • <i>6 feature keys: Mute/Camera/Phonebook</i> • <i>Transfer/Redial/Hands-free</i> • <i>2xLEDs for power and status indication</i> • <i>2xRJ45 Ethernet 10/100M ports</i> • <i>1xUSB2.0 port, 1xSD card slot</i> • <i>Power over Ethernet (PoE)</i> • <i>IEEE 802.3af, Class 0</i> • <i>Power: 4~10W</i> |

Tabla 3-2 Ficha técnica del teléfono IP Video *Phone* VP-2009P

En la Tabla 3-3 se observan las características más importantes del modelo Enterprise HD IP *Phone* SIP-T28P seleccionado.


| Enterprise HD IP Phone SIP-T28P | |
|--|---|
|  | |
| Funciones de Voz | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Wideband codec: G.722</i> • <i>Narrowband codec: G.711μ/A, G.723.1 G.726, G.729AB</i> |
| Administración | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Auto-provision via FTP/TFTP/HTTP/HTTPS</i> • <i>Auto-provision with PnP</i> • <i>SNMP V1/2 optional</i> • <i>Configuration: browser/phone/auto-provision</i> |
| Seguridad | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Open VPN, 802.1x, VLAN QoS (802.1pq), LLDP</i> • <i>Transport Layer Security (TLS)</i> • <i>HTTPS (server/client), SRTP (RFC3711)</i> • <i>Digest authentication using MD5/MD5-sess</i> • <i>Secure configuration file via AES encryption</i> • <i>Phone lock for personal privacy protection</i> |
| Prestaciones Físicas | <ul style="list-style-type: none"> • <i>TI TITAN chipset</i> • <i>320x160 graphic LCD with 4-level grayscales</i> • <i>48 keys including 16 programmable keys</i> • <i>2xRJ45 10/100M Ethernet ports</i> • <i>Power over Ethernet (IEEE 802.3af)</i> • <i>Power: 1.6-2.6W</i> |

Tabla 3-3 Ficha técnica del teléfono Enterprise HD IP *Phone* SIP-T28P

3.1.2.10.5 Elementos Necesarios para el Servicio de Telefonía IP

La distribución de los componentes del servicio de telefonía IP se muestra en el esquema de la Figura 3-9.

La ubicación de los dispositivos de telefonía IP se muestra en los planos adjuntos en el Anexo E.

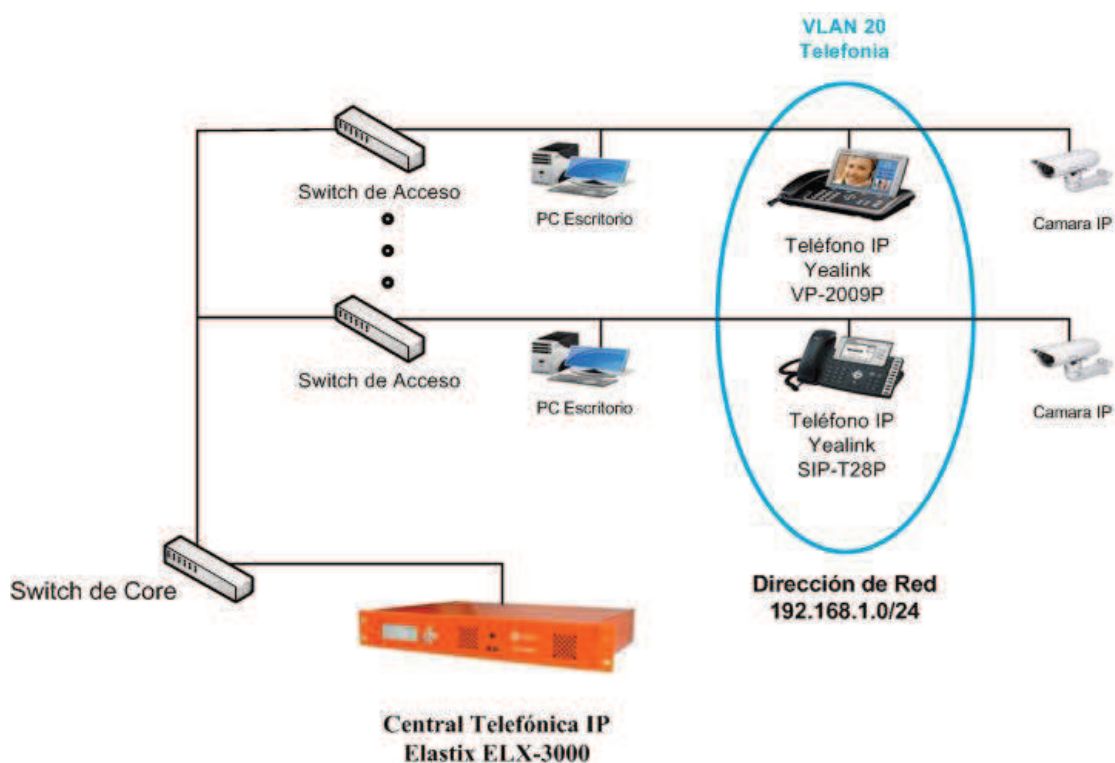


Figura 3-9 Esquema del servicio de telefonía IP

Seguidamente, se muestra en la Tabla 3-4 un listado con los equipos que conformarán el servicio de telefonía IP.

| Elemento | Cantidad |
|--|----------|
| Central Telefónica IP Elastix ELX-3000 | 1 |
| Teléfono IP Yealink Video VP-2009P | 4 |
| Teléfono IP Yealink Enterprise HD SIP-T28P | 108 |

Tabla 3-4 Equipos para el servicio de telefonía IP

3.1.2.11 Servicio de Videovigilancia IP ^[W10]

El servicio de videovigilancia IP utiliza la misma infraestructura de la red de datos para realizar funciones relacionadas con el sistema de vigilancia. Estas funciones permiten; el transporte y almacenamiento del video, enviar y recibir las señales de audio, enviar señales de control para manejar el zoom y el movimiento de las cámaras.

El servicio de videovigilancia IP ayudará a que el personal de guardianía mantenga un mejor control de las personas que transitan por los pasillos, gradas y accesos a los diferentes departamentos de la institución. Este servicio permite solventar las dificultades de vigilar un edificio de arquitectura compleja con un reducido personal de vigilancia.

3.1.2.11.1 Soluciones para el Servicio de Videovigilancia IP ^[W11]

En el mercado existen alternativas para la implementación del servicio de Videovigilancia IP, la mayoría de ellas contempla el uso de equipos de un único fabricante que usa *software* propietario para administrar las cámaras IP.

Otro tipo de solución contempla el uso de *software* de gestión de video que puede ser libre o propietario, y se ejecuta sobre un equipo que hace las funciones de servidor, y dispone de los recursos necesarios para el almacenamiento de las imágenes y el video generado por las cámaras IP que están bajo su administración.

El *software* de gestión de video montado sobre el servidor de videovigilancia permite realizar varias funciones como:

- Administrar y gestionar las cámaras.
- Grabación de audio y video.
- Gestión de eventos con video inteligente, esto permite la programación de actividades al registrar movimientos en las cámaras.
- Visualización simultánea de video desde varias cámaras.
- Opciones de búsqueda y reproducción.
- Control de acceso de usuarios y registro de actividades.

3.1.2.11.2 Cámaras de Seguridad IP

Las cámaras IP realizan las funciones de 2 dispositivos a la vez, una cámara y un computador. Las cámaras IP pueden conectarse a cualquier punto de la red de

datos y mediante su servidor *web*, cliente FTP o cliente de correo electrónico enviar video o imágenes a cualquier estación dentro de la Intranet o a cualquier parte del mundo a través de Internet.

En el mercado existe una gran variedad de cámaras IP, las cuales poseen diversas características dependiendo de los ambientes en los cuales se los vaya a utilizar. En la Tabla 3-5 se muestran varios modelos de cámaras IP y sus características principales.

| Modelos | Imagen | Características |
|-----------------------|---|---|
| Interiores |  | <ul style="list-style-type: none"> • Poseen carcasas sencillas. • Pueden compensar la falta de luz en lugares oscuros. |
| Exteriores |  | <ul style="list-style-type: none"> • Tienen carcasas que las protegen ante adversidades climáticas o vandalismo. |
| Fijas |  | <ul style="list-style-type: none"> • Vigilan siempre la misma área. |
| Móviles |  | <ul style="list-style-type: none"> • La cámara puede moverse en varios ejes permitiendo la vigilancia de distintas áreas. |
| Diurnas/ Nocturnas |  | <ul style="list-style-type: none"> • Durante el día usan la luz del ambiente para capturar las imágenes. • Durante la noche usan su propia fuente de luz infrarroja para capturar las imágenes. |

Continúa

| | | |
|-------------------|--|--|
| Cableadas |  | <ul style="list-style-type: none"> • Posee un conector RJ45 para conectarse a la red. • Algunos modelos soportan PoE (alimentación eléctrica a través del cable UTP). |
| Wireless |  | <ul style="list-style-type: none"> • Poseen el <i>hardware</i> necesario para conectarse con la red inalámbrica. • Algunos modelos también poseen el conector RJ45. |
| Ángulos de Visión |  | <ul style="list-style-type: none"> • Existen modelos de cámaras IP con distintos ángulos de visión: <ul style="list-style-type: none"> ○ 30° ○ 45° ○ 60° ○ 90°, etc. |

Tabla 3-5 Modelos y características de las cámaras IP

3.1.2.11.3 Elección de la Solución para el Sistema de Videovigilancia IP

La solución que se elija para el servicio de videovigilancia IP debe satisfacer los siguientes requisitos mínimos:

- La solución debe soportar al menos la integración de 18 cámaras de vigilancia.
- Las cámaras IP deben contar con una resolución adecuada que permita la identificación inequívoca de las personas.
- Las cámaras IP seleccionadas deben contar con un ángulo de visión amplio (alrededor de 90°), ya que las áreas a vigilar son muy anchas y poco profundas.

- Las cámaras deben soportar PoE (alimentación eléctrica a través de un mismo cable UTP), además deben ser diurnas y nocturnas.
- El diseño de este servicio requiere de cámaras interiores y exteriores, que sean tanto fijas como móviles.
- Además, al elegir la solución de videovigilancia IP se debe considerar una posible ampliación del servicio.

Luego de considerar las diferentes soluciones para este servicio, se optó por el uso de *software* de gestión Zoneminder montado sobre el Servidor HP ProLiant ML350 G4p que almacenará el tráfico generado por las cámaras IP de la marca D-Link. Se ha escogido esta solución ya que presenta las siguientes ventajas:

- El *software* de gestión de video seleccionado permite el monitoreo y administración de un número mayor de cámaras IP.
- El almacenamiento del tráfico generado por las cámaras IP se hará sobre un servidor genérico, lo cual abarata los costos de instalación.

En la Tabla 3-6 se muestran los modelos de cámaras IP del fabricante D-Link elegidas para brindar el servicio de vigilancia.

3.1.2.11.4 Elementos Necesarios para el Servicio de Videovigilancia IP

Para visualizar de mejor manera la distribución de los equipos que conformarán el sistema de vigilancia se muestra un esquema en la Figura 3-10.

La ubicación de las cámaras, servidor de video y la consola de vigilancia se muestran en los planos incluidos en el Anexo E.

En la Tabla 3-7 se muestra un listado con los elementos necesarios para la implementación del servicio de videovigilancia IP.




| Función | Modelo | Características |
|---------------------------------|--|--|
| Cámara IP Fija para Exteriores |  <p style="text-align: center;">DCS-7513</p> | <p>Perfil de hardware</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 1/2.8 "2 mega píxeles del sensor CMOS progresivo ○ 30 metros distancia de iluminación IR ○ Iluminación mínima: 0 lux con LEDs IR ○ Ángulo de visión (16:09): (H) 121,2 ° a 38.1 °, (V) 62,1 ° a 21,3 °, (D) 148.4 ° a 43.8 ° <p>Compresión de vídeo</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ H.264/MPEG-4/MJPEG simultánea ○ H.264/MPEG-4 transmisión <i>multicast</i> ○ JPEG para imágenes fijas <p>Soporte de audio</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ G.726 ○ G.711 <p>Interfaz de dispositivo externo</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Puerto Ethernet 10/100 BASE-TX con PoE |
| Cámara IP Fija para Interiores |  <p style="text-align: center;">DCS-3716</p> | <p>Perfil de hardware</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Sony Exmor Sensor CMOS 1/2.8" de 3 mega píxeles ○ Iluminación mínima: 0.5 lux (color), 0,05 lux (B / W) ○ Campo de visión horizontal: 96 ° a 39 ° <p>Compresión de vídeo</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ H.264/MPEG-4/MJPEG ○ JPEG para imágenes fijas <p>Soporte de audio</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ G.726 <p>Conectividad</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 1 x 10/100BaseT (Ethernet) con PoE |
| Cámara IP Móvil para Exteriores |  <p style="text-align: center;">DCS-6513</p> | <p>Cámara perfil de hardware</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 1/2.8 "3 mega píxeles del sensor CMOS progresivo ○ 20 metros IR distancia de iluminación ○ Iluminación mínima: 0,5 lux (modo de color), 0 lux (B / W, IR-LED) ○ Ángulo de visión (16:09), (H) 96,4 ° a 31,6 °, (V) 51,2 ° a 17,7 °, (D) 114.1 ° a 36.3 ° <p>Compresión de vídeo</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Simultánea Formato de compresión de H.264/MPEG-4/MJPEG ○ H.264/MPEG-4 transmisión de multidifusión ○ JPEG para imágenes fijas <p>Soporte de audio</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ G.726 ○ G.711 <p>Interfaz de dispositivo externo</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Puerto Ethernet 10/100 BASE-TX con PoE |

Tabla 3-6 Modelos de cámaras IP seleccionados

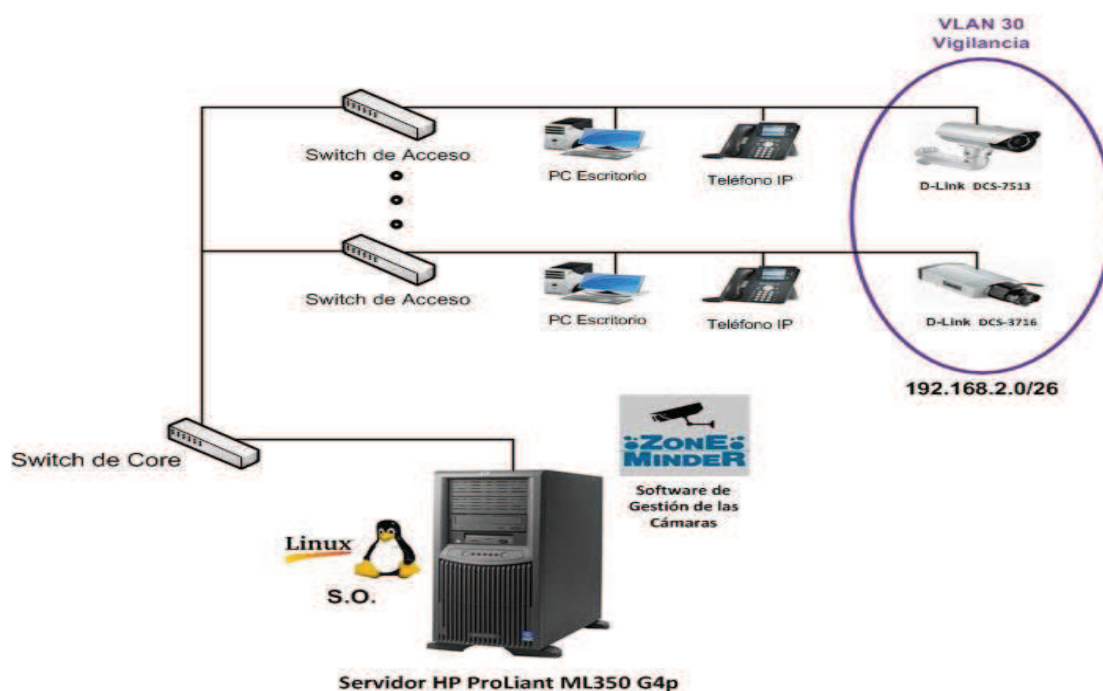


Figura 3-10 Esquema del servicio de video vigilancia IP

| Elemento | Cantidad |
|--|----------|
| Software de Gestión "Zoneminder" | 1 |
| Cámara IP Fija para Exteriores D-Link modelo DCS-7513 | 3 |
| Cámara IP Fija para Interiores D-Link modelo DCS-3716 | 14 |
| Cámara IP Móvil para Exteriores D-Link modelo DCS-6513 | 1 |

Tabla 3-7 Equipos para el servicio de vigilancia IP

3.1.2.12 Servicio de Videoconferencia ^[W12]

El servicio de videoconferencia permite establecer comunicaciones en tiempo real entre diferentes personas ubicadas en lugares geográficos distantes.

Los requerimientos del servicio de videoconferencia para la institución son bastante básicos, se dispone una Sala General de Reuniones en la cual se debe montar todo el equipamiento necesario para brindar este servicio.

Se ha seleccionado el equipo KX-VC300 del fabricante Panasonic para brindar el servicio de videoconferencia. Las características más importantes de este dispositivo se muestran en la Tabla 3-8.

| Equipo de Videoconferencia KX-VC300 | |
|--|--|
|  | |
| Codec de video | ○ ITU-T H.264 high profile, ITU-T H.264 |
| Resolución | ○ 1920 x 1080p *1 / 1920 x 1080i *1 / 1280 x 720p / 1280 x 540p / 960 x 540p / 704 x 480p / 352 x 240p |
| Resolución en la cámara | ○ 1920 x 1080i |
| Resolución de la PC | ○ XGA, SVGA, VGA |
| Códec de audio | ○ MPEG-4 AAC LD |
| Protocolo de comunicación | ○ SIP |
| Máximo participantes | ○ 2 |
| Entradas de video | ○ HDMI (Cámara) x 2, RGB (PC) x 1 (Switch 3 entradas) |
| Salida de video | ○ HDMI x 1, RCA (Componente) x 1 |
| Conexión de red | ○ RJ45 |

Tabla 3-8 Características del equipo de videoconferencia

3.1.2.13 Servidor de FAX

El servidor de fax almacena, envía, recibe, enruta y realiza todas las funciones necesarias para la transmisión, la recepción y la distribución adecuadas de los faxes.

El servidor de fax viene integrado en la solución de telefonía IP que se escogió para la institución (Elastix), por lo que no es necesario integrar ningún otro componente para el funcionamiento de servicio.

La solución Elastix está basada en Asterisk, y es una plataforma de comunicaciones unificadas con distintos módulos, uno de ellos es un completo servidor de faxes denominado Hylafax, éste será el encargado de proporcionar el servicio de fax a la institución.

3.1.2.14 Servidor de Impresión

El servidor de impresiones será configurado a través de *Active Directory*, el cual permite compartir las impresoras con las que cuenta la institución. Además, permite la administración centralizada de todos estos dispositivos.

3.1.2.15 Seguridad Perimetral

En el mercado existen varios equipos y *software* especializados en ofrecer cierto grado de seguridad tanto a los dispositivos de la red como a la información que éstos almacenan.

Por lo general, las soluciones de seguridad basadas en *hardware* suelen tener mejores prestaciones que aquellas que se basan en *software*. Esto se debe a que estos equipos están especializados en seguridad y poseen recursos de procesamiento, memoria, opciones de configuración, interfaces de conexión, y otras características que las soluciones de *software* difícilmente pueden igualar.

Los dispositivos especializados en seguridad se denominan UTM (*Unified Threat Management/Gestión Unificada de Amenazas*) y proporcionan varios servicios de seguridad integrados en diversos módulos. La elección de este dispositivo se lo hará en el inciso 3.1.6.2.3.

3.1.2.16 Sistema de Administración y Gestión de Red ^[W13]

Este sistema es de suma importancia para el correcto funcionamiento de la red, ya que permite detectar y corregir de una manera ágil los inconvenientes que se presentan con ciertos dispositivos.

El sistema permite el monitoreo y administración de los dispositivos de red, entre ellos están: las estaciones de trabajo, *switches*, *routers*, equipos de seguridad o cualquier otro dispositivo que este en capacidad de manejar protocolos de administración de red.

En cuanto a las herramientas de administración de red existen muchas opciones en el mercado, hay soluciones de *software* libre y comercial. La solución que se elegirá para la institución deberá provenir del *software* libre. Nagios, Zabbix, Cacti, Zenosson algunas de las alternativas de *software* libre más difundidas.

Se optó por Cacti como la herramienta de administración por que presenta las siguientes ventajas:

- Sondea, almacena y presenta estadísticas de la red y del sistema.
- Está diseñada alrededor de RRDTool⁴, con especial énfasis en la interfaz gráfica.
- La mayoría de las funcionalidades pueden configurarse a través de la *web*.
- Las fuentes datos pueden ser actualizadas vía SNMP o mediante la definición de scripts.

3.1.2.17 Internet

El servicio de Internet estará disponible para todas las estaciones de trabajo de la institución, y deberá ser proveído por una empresa seria que garanticen la calidad y disponibilidad de este servicio. Además, la institución deberá contar con el *software* y *hardware* adecuadamente configurados para poder administrar el acceso a este recurso y ofrecerlo en las condiciones más seguras.

⁴RRDtool es el acrónimo de *Round Robin Database Tool*. Se trata de una herramienta que trabaja con una base de datos que maneja planificación según *Round-Robin*. Esta técnica trabaja con una cantidad de datos fija, definida en el momento de crear la base de datos, y un puntero al elemento actual.

Cabe recalcar que el servicio de Internet es crítico en las actividades de la institución, ya que la gran mayoría de programas y plataformas informáticas que manejan los funcionarios del INFA se acceden a través de la *web*.

El ancho de banda requerido para Internet, así como el proveedor con el cual se contratara este servicio, se muestran detallados en el inciso 3.1.4.1.

3.1.2.18 Control de Asistencia Biométrico

Este sistema permite mantener un registro de las asistencias de los miembros de la institución. Actualmente, se encuentra en funcionamiento el dispositivo biométrico de huella digital y terminales de asistencia U560-C del fabricante AUTO-ID, y no requiere de ningún cambio o actualización, ya que cuenta con los recursos suficientes para soportar hasta 30.000 usuarios.

3.1.3 ESTIMACIÓN Y PROYECCIÓN DEL TRÁFICO

Es necesario estimar el tráfico generado por las aplicaciones y servicios que ofrece la red de la institución, esta información se utilizará para proyectar el incremento del tráfico para un período mínimo de 5 años. Las proyecciones servirán como base al momento de seleccionar los equipos de conmutación que estarán encargados de manejar de este tráfico, y también serán utilizadas como parámetro principal en la contratación de los servicios de Internet y telefonía.

Seguidamente se muestra la estimación del tráfico de red y la proyección de su incremento para un periodo de 5 años.

3.1.3.1 Estimación del Tráfico de Red

Para estimar el tráfico generado por las aplicaciones y servicios que ofrece la red se hará uso de las siguientes ecuaciones:

Para determinar el tráfico promedio creado por una aplicación al ser accedida por un solo usuario se recurrirá a la Ecuación 3-1. Se empleará esta relación debido a que el flujo de datos de ciertas aplicaciones no es constante, pero se conoce el tamaño promedio del recurso que se desea transmitir y el tiempo considerado como aceptable para la transferencia de dicho recurso.

$$\text{Tráfico}_{\text{Promedio}} = \frac{\text{Tamaño del Recurso}_{\text{Promedio}}[\text{bits}]}{\text{Tiempo de Carga}_{\text{Aceptable}}[\text{segundos}]}$$

Ecuación 3-1

Para establecer el tráfico total generado por los usuarios de una aplicación al ser accedida concurrentemente se empleará la Ecuación 3-2. Esta relación involucra el tráfico promedio generado por aplicación determinado en la Ecuación 3-1, el número de usuarios potenciales que podrían acceder al recurso, y la probabilidad que un determinado número de usuarios accedan al recurso al mismo tiempo.

$$\text{Tráfico}_{\text{Total}} = \text{Tráfico}_{\text{Promedio}}[\text{bps}] \times \# \text{Usuarios} \times \text{Indice de Simultaneidad}$$

Ecuación 3-2

Estas ecuaciones se utilizarán para valorar el tráfico promedio y tráfico total generado por las aplicaciones y servicios más relevantes ofrecidos por la red de la institución.

A continuación se mostrará un ejemplo del cálculo del tráfico promedio y tráfico total generado por el servicio de correo electrónico institucional. Para esto usaremos los valores mostrados en la Tabla 3-9 que corresponden a las variables requeridas en las Ecuaciones 3-1 y 3-2, estos valores han sido extraídos del Anexo F, en el que se enlistan ciertos parámetros bajo los cuales debería funcionar cada servicio.

| Tamaño Promedio (KB) | Tiempo Aceptable(seg) |
|----------------------|-----------------------------|
| 8.94 | 6 |
| Número de usuarios | Índice de simultaneidad (%) |
| 109 | 20 |

Tabla 3-9 Valores para estimación del tráfico de correo electrónico

Con estos valores se obtienen los siguientes resultados:

- Para el tráfico promedio

$$\text{Tráfico}_{\text{Promedio}} = \frac{8.94 \text{ Kbyte} \times \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}}}{6 \text{ segundos}}$$

$$\text{Tráfico}_{\text{Promedio}} = 11.92 \text{ [Kbps]}$$

- Para el tráfico total

$$\text{Tráfico}_{\text{Total}} = 11.92 \text{ [Kbps]} \times 109 \times \frac{20}{100}$$

$$\text{Tráfico}_{\text{Total}} = 259.86 \text{ [Kbps]}$$

Este método se empleará para obtener las estimaciones del tráfico de cada servicio. Los valores usados para los cálculos y sus respectivos resultados se muestran en la Tabla 3-10.

3.1.3.2 Proyecciones de Crecimiento del Tráfico

Luego de valorar el tráfico generado por cada servicio se debe proyectar su crecimiento para un determinado periodo de tiempo, para el presente estudio se escogió un periodo 5 años.

Se hará uso de la Ecuación 3-3 para proyectar el crecimiento del tráfico de cada servicio.

$$A_f = A_0(1 + f_c)^n$$

Ecuación 3-3

| Servicio | Tamaño Promedio (KB) | Tiempo Aceptable (seg) | Tráfico Promedio (Kbps) | Número de Usuarios | Índice Simult. (%) | Tráfico Total (Kbps) |
|----------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| Correo Corporativo | 8,94 | 6 | 11,92 | 109 | 20 | 259,86 |
| Correo Comercial | 10,14 | 6 | 13,52 | 109 | 15 | 221,05 |
| Mensajería Instantánea | --- | --- | 0,25 | 109 | 60 | 16,35 |
| Páginas Web | 19,60 | 4 | 39,20 | 109 | 25 | 1068,20 |
| Base de Datos | 23,60 | 4 | 47,20 | 13 | 60 | 368,16 |
| FTP | 250 | 4 | 500 | 109 | 10 | 5450 |
| Intercambio de Archivos | --- | --- | 1200 | 109 | 10 | 13080 |
| Servidor de Impresiones | --- | --- | 9,60 | 84 | 10 | 80,64 |
| Fax | --- | --- | 14,40 | 10 | 5 | 7,20 |
| Sistema Documental QUIPUX | 21,04 | 6 | 28,05 | 109 | 30 | 917,34 |
| Sistema SIPI | 24,40 | 6 | 32,53 | 58 | 40 | 754,77 |
| Sistema WORKFLOW | 21,31 | 6 | 28,41 | 91 | 20 | 517,12 |
| Sistema Financiero Olympos | --- | --- | 3,40 | 13 | 40 | 17,68 |
| Telefonía IP | --- | --- | 64 | 112 | 40 | 2867,20 |
| Videovigilancia IP | --- | --- | 5000 | 18 | 100 | 90000 |
| Videoconferencia | --- | --- | 448 | 1 | 100 | 448 |
| Control de Asistencia | --- | --- | 32 | 1 | 100 | 32 |

Tabla 3-10 Estimaciones del tráfico generado por cada servicio.

Esta ecuación manejar las siguientes variables:

- A_f = tráfico final
- A_0 = tráfico inicial
- f_c = factor de crecimiento anual
- n = número de años

Seguidamente se mostrará un ejemplo de cálculo para la proyección del tráfico del servicio de correo electrónico institucional. Este servicio presenta un tráfico inicial de 259,86 Kbps y un factor de crecimiento anual del 3%. Con estos parámetros se obtiene el valor mostrado en la Ecuación 3-4 para el tráfico final de correo institucional proyectado a un periodo de 5 años.

$$A_f = 259.86 \text{ Kbps}(1 + 0.03)^5 = 301.25 \text{ Kbps}$$

Ecuación 3-4

En la Tabla 3-11 se muestran las proyecciones de tráfico de cada servicio realizadas para un periodo de 5 años. Los valores para el factor de crecimiento anual (f_c) son apreciaciones personales proporcionadas por los técnicos del departamento de Tecnología Informática.

| Servicio | Tráfico Inicial (Kbps) | Factor Crecimiento Anual (%) | Tráfico Final (Kbps) |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| Correo Corporativo | 259,86 | 3 | 301,25 |
| Correo Comercial | 221,05 | 3 | 256,26 |
| Mensajería Instantánea | 16,35 | 3 | 18,95 |
| Páginas Web | 1.068,20 | 3 | 1.238,34 |
| Base de Datos | 368,16 | 1 | 386,94 |
| FTP | 5.450 | 3 | 6.318,04 |
| Intercambio de Archivos | 13.080 | 3 | 15.163,30 |
| Servidor de Impresiones | 80,64 | 3 | 93,48 |
| Fax | 7,20 | 1 | 7,57 |
| Sistema Documental QUIPUX | 917,34 | 3 | 1.063,45 |
| Sistema SIPI | 754,77 | 1 | 793,27 |
| Sistema WORKFLOW | 517,12 | 1 | 543,50 |
| Sistema Financiero Olympo | 17,68 | 1 | 18,58 |
| Telefonía IP | 2.867,20 | 3 | 3.323,87 |
| Videovigilancia IP | 90.000 | 10 | 144.945,90 |
| Videoconferencia | 448 | 0 | 448,00 |
| Control de Asistencia | 32 | 0 | 32,00 |
| TOTAL (Kbps) | | | 174.952,71 |

Tabla 3-11 Proyecciones de incremento del tráfico por cada servicio

Luego de calcular la proyección del tráfico de red para un periodo de 5 años, se determinó que el ancho de banda mínimo que deberán manejar los equipos de conmutación es 174.95 Mbps. Esto debe ser considerado al momento de seleccionar los equipos activos de la red, ya que estarán encargados de la conmutación de este tráfico.

3.1.4 PROVEEDORES DEL SERVICIO DE INTERNET Y TELEFONÍA

La contratación de los servicios de telefonía e Internet deben estar sujetos a ciertos parámetros de calidad, disponibilidad y un apropiado dimensionamiento que permita el correcto funcionamiento de estos servicios.

3.1.4.1 Proveedor del Servicio de Internet (ISP)

El principal parámetro para la contratación del servicio de Internet es el ancho de banda, para determinar este parámetro es necesario conocer qué aplicaciones requieren de la conexión a Internet para su funcionamiento, y además conocer el tráfico que estas aplicaciones generan. Toda esta información se recoge en la Tabla 3-12.

| Servicio | Tráfico (Kbps) |
|---------------------------|-----------------|
| Correo Corporativo | 301,25 |
| Correo Comercial | 256,26 |
| Páginas Web | 1.238,34 |
| Sistema Documental QUIPUX | 1.063,45 |
| Sistema SIPI | 796,27 |
| Sistema WORKFLOW | 543,50 |
| Videoconferencia | 448,00 |
| TOTAL | 4.644,06 |

Tabla 3-12 Tráfico dirigido hacia Internet

Esto quiere decir que el ancho de banda mínimo que se demanda para el buen desempeño de las aplicaciones que requieren conectarse hacia Internet debe ser de 4.64 Mbps.

Además del ancho de banda existen otros factores que deben tenerse en cuenta al momento de elegir el Proveedor del Servicio de Internet (ISP). A continuación mencionaremos algunos de estos factores:

- La institución requiere de enlaces *Clear Channel* relación 1/1 (sin compartición).
- El proveedor deberá ofrecer la facilidad de incrementar el ancho de banda a través del mismo enlace, en el caso de que luego de transcurridos ciertos años se requiera contratar mayor capacidad.
- El ISP debe garantizar la disponibilidad del servicio (= ó > al 99.6%).
- La conexión con el ISP requiere de redundancia, porque el servicio de Internet es crítico en las actividades de la institución. Para esto se contratará enlaces con 2 ISPs diferentes y se realizará un balanceado de carga en un esquema (activo/activo) que impida que alguno de los enlaces permanezca ocioso.

Seguidamente se presentarán las características principales de los 2 proveedores de Internet que se encuentran disponibles para la zona en la que se encuentra ubicada la institución.

Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT) ^[W14]

Suministra el servicio corporativo de Internet simétrico para empresas, seguro y confiable para uso de aplicaciones críticas y bidireccionales, enfocado en el mercado corporativo de conexión a Internet.

Políticas del servicio

- No se aplica compartición.
- 10 cuentas de correo electrónico y 300 Mb de almacenamiento en el buzón, 5 IP públicas, 8 dial up.
- *Anti spam* y anti virus para cuentas de correo electrónico.

- Instalación 7 días laborables; MTTR⁵ 3,5 horas.

Beneficios

- Capacidad de 160 STM-1 de salida internacional.
- Dos salidas internacionales de gran capacidad: Cable Panamericano.
- Red acceso de última generación con ADSL2+ y Fibra óptica.
- Planes simétricos de gran capacidad.
- Varias salidas internacionales de internet para asegurar la disponibilidad.
- Disponibilidad 99.8% FO; 99.6% cobre.

Tarifas (Tabla 3-13)

| Planes Internet Corporativo | Tarifa Mensual por 1 Mbps. | Precio de Inscripción. |
|--------------------------------|----------------------------|------------------------|
| Corporativo Plus 512 Kbps. | \$149.50 | \$150.00 |
| Corporativo Plus 1 Mbps. | \$130.00 | \$150.00 |
| Corporativo Plus 2 Mbps. | \$121.03 | \$300.00 |
| Corporativo Plus 3-5 Mbps. | \$113.49 | \$300.00 |
| Corporativo Plus 6-10 Mbps. | \$107.45 | \$300.00 |
| Corporativo Plus 11-20 Mbps. | \$101.56 | \$500.00 |
| Corporativo Plus 21-45 Mbps. | \$98.07 | \$500.00 |
| Corporativo Plus 46-60 Mbps. | \$95.68 | \$500.00 |
| Corporativo Plus 61 Mbps o más | \$93.29 | \$1.000.00 |

Tabla 3-13 Planes y tarifas de Internet Corporativo de CNT ^[W14]

TELCONET ^[W15]

El servicio de Internet Dedicado de TELCONET proporciona una conexión permanente a Internet y permite configurar las opciones de acuerdo a las necesidades específicas de cada empresa.

⁵MTTR (*Mean Time To Repair* / Tiempo Medio de Reparación), es una medida básica de la capacidad de mantenimiento de un dispositivo. Se representa como el tiempo promedio necesario para reparar un componente que ha fallado.

El servicio se brinda a través de una de las redes más avanzadas de América Latina, cuenta con todos los servicios de un Centro de Operaciones de Red (NOC), alta velocidad de interconexión al NAP⁶ local en Ecuador y al NAP internacional en Miami, redundancia de plataforma y redundancia de interconexión internacional a los principales proveedores TIER 1⁷.

SLA (*Service Level Agreement*) ofrecido en Internet

- Disponibilidad: 99.9%
- *Packet loss*: cercanos al 0%
- Latencias al *backbone* en USA: 100 ms
- MTTR: 2 horas

Luego de exponer las características principales que ofrecen ambos ISPs es necesario decidir que ancho de banda que se contratará con cada uno de ellos.

Las proyecciones de tráfico muestran que se necesita un ancho de banda de 4.64 Mbps para la conexión a Internet. Entonces, se contratará una conexión de 3 Mbps con la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT) y una conexión de 2 Mbps con la empresa TELCONET para configurarlas en un esquema activo/activo con balanceo de carga, y sacarle el mayor provecho a ambos enlaces.

3.1.4.2 Proveedor del Servicio de Telefonía

El servicio telefónico seguirá siendo suministrado por la CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones), pero debido al considerable incremento en el

⁶NAP (*Network Access Point* / Punto de Acceso a la Red), es el punto donde confluyen las redes de las distintas organizaciones proveedoras de servicios de internet (ISP). A través de los NAP se intercambia el tráfico de internet entre las diferentes ISP que conectan sus routers a la red de conmutación del NAP.

⁷ En el Internet hay diferentes redes de acceso que se conectan al resto de Internet formando una jerarquía de capas o niveles de proveedores de servicios de Internet (ISP). En el extremo más alto de la jerarquía hay un número relativamente pequeño de los llamados ISP de nivel 1 (TIER 1).

número de usuarios que tuvo este servicio se hace necesario determinar nuevamente el número de enlaces troncales que conectarán la red telefónica de la institución con la PSTN.

3.1.4.2.1 Determinación del Número de Líneas Troncales

Para determinar el número de troncales que conectarán la red telefónica institucional con la red telefónica pública se usará la Ecuación 3-5.

$$A = C * T \quad [Erlangs]$$

Ecuación 3-5

Para la que se definen las siguientes variables:

- **A** = Intensidad de tráfico o velocidad de flujo de llamadas, este valor está dado en Erlangs.
- **C** = Número de llamadas originadas en horas picos
- **T** = Tiempo promedio de duración de las llamadas

Los valores para las variables de la Ecuación 3-5 se han extraído del Anexo F, en el que se muestran los parámetros para la estimación del tráfico de red. Estos valores son:

- Número de llamadas originadas en hora pico = 34 llamadas/hora
- Tiempo promedio de duración de las llamada = 3 minutos/llamada

Con estos valores se obtiene el siguiente resultado para la intensidad de tráfico que registra la institución (Ecuación 3-6).

$$A = 43 \frac{\text{llamadas}}{\text{hora}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} \times 3 \frac{\text{minutos}}{\text{llamadas}} = 2.15 \quad [Erlangs]$$

Ecuación 3-6

También se debe considerar el incremento en la intensidad del tráfico para un periodo de 5 años. Para esto usaremos la Ecuación 3-7 en la cual se considera un crecimiento anual aproximado del 3%.

$$A_f = 2.15 \text{Erlangs} (1 + 0.03)^5 = 2.49 \text{ [Erlangs]}$$

Ecuación 3-7

Luego de obtener el valor de 2.49 Erlangs para la intensidad del tráfico y asignando un valor recomendado del 1% para la probabilidad de pérdida de llamadas, procedemos a ubicar los respectivos valores en los ejes de la gráfica de Erlang B (ver Figura 3-11) y al trazar perpendiculares a ambos ejes, estos se intersecan con una curva, la cual nos indica el número de canales de voz que se requieren.

Como se observa en la Figura 3-11, se necesitarán de 7 líneas troncales para manejar el tráfico de voz entre la red telefónica de la institución y la red telefónica pública.

Actualmente la institución cuenta con 9 líneas telefónicas contratadas con la Corporación Nacional de Telecomunicaciones, por lo que no se hace necesario realizar ningún incremento de las mismas.

3.1.5 DISEÑO DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO

El diseño del Sistema de Cableado Estructurado debe satisfacer las necesidades de comunicación tanto de datos, voz y video. El diseño deberá proyectarse a posibles ampliaciones para un periodo mínimo de 5 años.

El diseño del Sistema de Cableado Estructurado se realizará respetando la norma ANSI/TIA-568-C. Esta norma tiene varios componentes, en la Tabla 3-14 se dará una breve descripción de aquellos que han sido tomados en cuenta para el presente estudio.

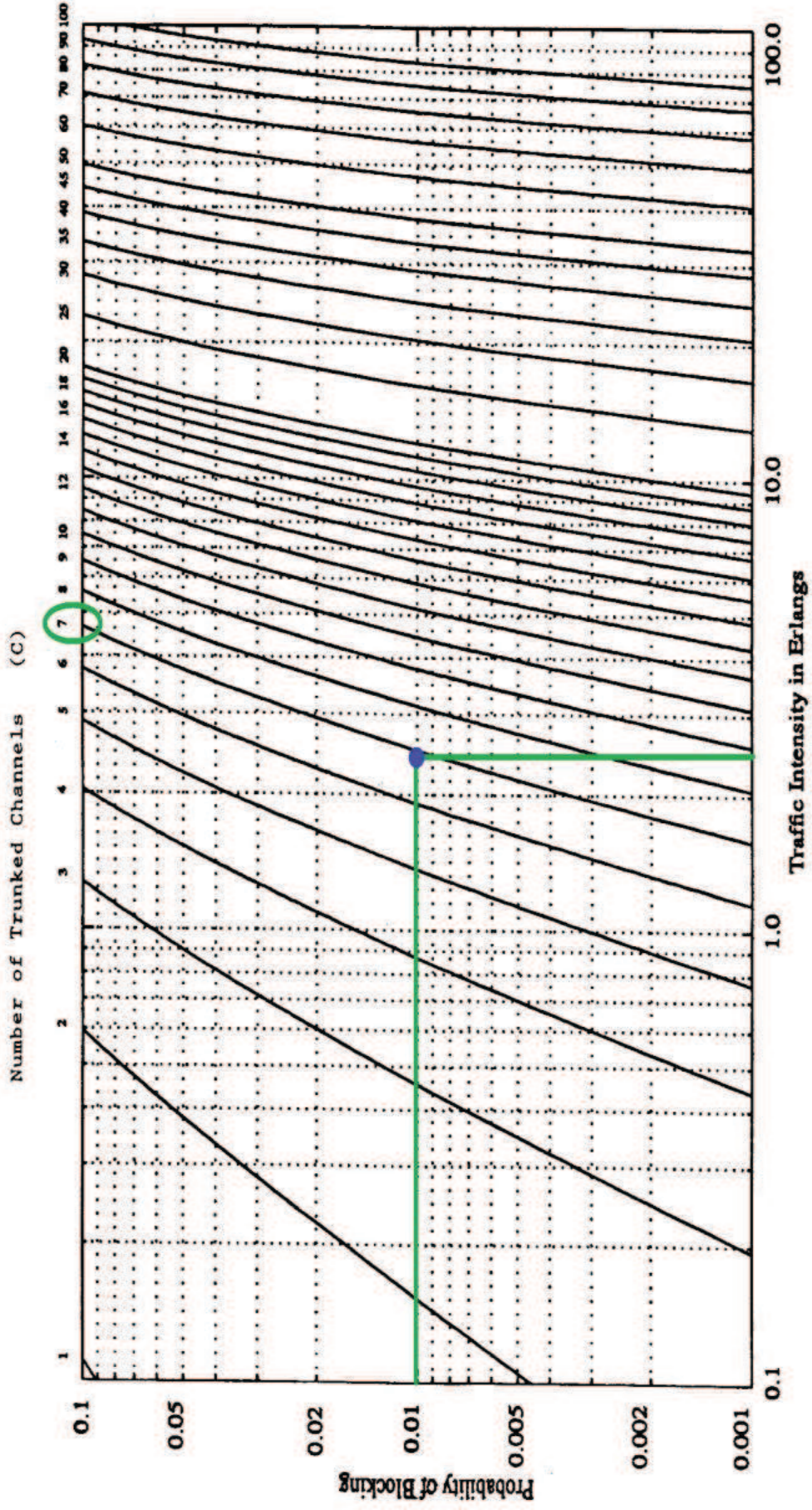


Figura 3-11 Gráfica de Erlang B [68]

| Estándar | Descripción |
|---|--|
| ANSI/TIA-568-C.0 "Cableado de telecomunicaciones genérico para instalaciones de clientes" | Define la infraestructura general del sitio para cableado de cobre y de fibra óptica. También se incluyen los requisitos detallados para la instalación de cableado y pruebas en el sitio. |
| ANSI/TIA-568-C.1 "Norma para sistemas de cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales" | Brinda los requisitos detallados de diseño para infraestructura de cableado horizontal y primario, y de distribución en las instalaciones. |
| ANSI/TIA-568-C.2 "Norma para sistemas de cableado de telecomunicaciones con pares trenzados balanceados" | Establecen los requisitos de desempeño y pruebas para niveles de componentes para <i>hardware</i> de conexión con cobre. |
| ANSI/TIA-568-C.3 "Norma para sistemas de cableado de telecomunicaciones en fibra óptica" | Establecen los requisitos de desempeño y pruebas para niveles de componentes para <i>hardware</i> de conexión con fibra óptica. |
| TIA/EIA-569 B "Estándares de rutas y espacios de telecomunicaciones para edificios comerciales" | Especifica las rutas y espacios para el sistema de cableado para edificios comerciales. |
| ANSI/TIA-606-B "Administración para infraestructura comercial de telecomunicaciones" | Esta norma establece las directrices básicas para fines de identificación, etiquetado y mantenimiento de registros. Estas prácticas son esenciales para la operación y mantenimiento continuo de una red cableada. |
| ANSI J-STD-607-A "Requerimientos para conexiones y puestas a tierra" | Describe los métodos estándares para distribuir las señales de tierra a través de un edificio. |

Tabla 3-14 Normas y estándares de cableado estructurado

3.1.5.1 Subsistemas de Cableado Estructurado

A continuación se muestra el diseño de los Subsistemas de Cableado Estructurado considerando las normas y recomendaciones descritas anteriormente.

3.1.5.1.1 Área de Trabajo

El Área de Trabajo es el espacio donde las personas interactúan con las computadoras, teléfonos, terminales de datos y otros dispositivos de una red de área local.

A continuación se señalan los criterios que han sido tomados en cuenta para el diseño de las áreas de trabajo.

- Salvo para ciertos casos especiales, cada estación de trabajo dispondrá de sólo un punto de red para el acceso a la red de datos y a la telefonía IP.
- El largo máximo para los *patch cord* en el área de trabajo es de 5 m. Estos deberán ser de cable trenzado CAT. 6A y ensamblados en fábrica para garantizar la resistencia a la corrosión debida a la humedad, temperatura o partículas contaminantes. Las terminaciones deberán ser de acuerdo a la norma T568B.

Un resumen de las salidas de telecomunicaciones y sus respectivos usos se muestra en la Tabla 3-15.

La distribución de los puntos de datos, voz y video se muestran en los planos adjuntos al Anexo E.

En la Tabla 3-16 se mostrará un listado con la cantidad de elementos que se necesitan para el diseño de las áreas de trabajo.

| Planta | Datos | Voz | Dato/ Voz | Video Vigilancia | Video Conferencia | Total Puntos |
|--------------|-----------|----------|--------------|---------------------|----------------------|-----------------|
| Planta Baja | 1 | - | 9 | 5 | - | 15 |
| Mezzanine | - | - | 19 | 2 | - | 21 |
| Primer Piso | 6 | 2 | 3 | 2 | 1 | 14 |
| Segundo Piso | - | - | 32 | 2 | - | 34 |
| Tercer Piso | - | - | 17 | 2 | - | 19 |
| Cuarto Piso | - | - | 26 | 3 | - | 29 |
| Quinto Piso | 3 | 1 | 3 | 2 | - | 9 |
| TOTAL | 10 | 3 | 109 | 18 | 1 | 141 |

Tabla 3-15 Resumen de Salidas de Telecomunicaciones requeridas.

| Planta/Elementos | P. Baja | Mezz. | 1 ^{er} Piso | 2 ^o Piso | 3 ^{er} Piso | 4 ^o Piso | 5 ^o Piso | Total |
|-------------------------------|---------|-------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-------|
| Patch Cords UTP CAT 6A (3 ft) | 14 | 21 | 5 | 34 | 19 | 29 | 5 | 127 |
| Patch Cords UTP CAT 6A (7 ft) | 10 | 19 | 12 | 32 | 17 | 26 | 7 | 123 |

Tabla 3-16 Materiales necesarios para el Área de Trabajo

3.1.5.1.2 Cableado Horizontal

El cableado horizontal en un edificio es la distribución de cables en un solo piso que van desde la interconexión en el cuarto de telecomunicaciones hasta la salida de pared en el área de trabajo. Los criterios que se tomaron en cuenta para el diseño del cableado horizontal se muestran a continuación.

- Para el tendido horizontal se usará cable UTP 24 AWG de 4 pares y cobre sólido, de Categoría 6A, sin blindaje y con una impedancia de 100 Ω . Las terminaciones del cableado horizontal deberán estar acordes con la norma T568B.
- Se debe considerar que para las terminaciones del cable, el largo máximo para los pares trenzados sueltos desde 0.5 pulgadas. Por esto, hay que mantener el trenzados natural de todos los pares del conductor lo más cerca posible al punto de terminado, para mejorar el desempeño de la pérdida de retorno.
- Cualquiera de los enlaces de cableado horizontal está limitado a 90 m de largo. Por esto hay que escoger adecuadamente la ubicación de los armarios de telecomunicaciones para intentar igualar los largos del tendido de los cables, además, hay que considerar que no se permite empalmes o *splitters* para estos trayectos.

- Los *patch cords* que interconectan el panel de conexión con el equipo activo de la red deben tener un máximo de 5 ensamblados en fábrica, y coincidir con la norma T568B en sus extremos.
- El cableado se tenderá sobre bandejas para cables, teniendo en cuenta que el llenado del cable no sobrepase el 40% de la capacidad de las bandejas. Para las bajantes y trayectos que llegan hasta las estaciones de trabajo se usará canaletas decorativas.
- En la instalación se deberá cuidar de no torcer el cable y de no sobrepasar el radio de curvatura mínimo que corresponde a 4 veces el diámetro del cable. Se debe usar las herramientas adecuadas para pelar el forro del cable y evitar cortes en los pares del conductor.
- El cableado se instalará maximizando las distancias de separación con los circuitos de alto voltaje y otros ductos que presenten altas temperaturas que puedan deteriorar el forro del cable y reducir su desempeño.
- La salida de telecomunicaciones se instalará a 40 cm por arriba del piso usando canaletas decorativas, cajas, *jacks* RJ-45 CAT. 6A y *face plate* simples o dobles según corresponda. Además, las salidas de telecomunicaciones deberán estar correctamente etiquetadas.
- Las cajas de las salidas de telecomunicaciones en el área de trabajo deberán ubicarse cerca de las salidas eléctricas, y de ser posible instalarse a la misma altura.
- Para estimar la cantidad de cable que se requiere para el tendido horizontal se hará uso de los planos que se muestran en el Anexo A.

El diseño de los trayectos que tendrá el cableado horizontal se muestra en los planos incluidos en el Anexo E.

En la Tabla 3-17 se muestra el listado de los materiales que se necesitan para el cableado horizontal.

| Planta/Elementos | P. Baja | Mezz. | 1 ^{er} Piso | 2 ^o Piso | 3 ^{er} Piso | 4 ^o Piso | 5 ^o Piso | Total |
|---|---------|-------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-------|
| Face Plate Simple | 15 | 21 | 6 | 34 | 19 | 29 | 5 | 129 |
| Face Plate Doble | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 2 | 6 |
| Jack CAT 6A | 15 | 21 | 14 | 34 | 19 | 29 | 9 | 141 |
| Cajas Plásticas Sobrepuestas | 15 | 21 | 10 | 34 | 19 | 29 | 9 | 137 |
| Canaleta Plástica Decorativa 20x12 (2m) | 7 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 14 |
| Canaleta Plástica Decorativa 40x25 (2m) | 15 | 19 | 12 | 52 | 17 | 17 | 17 | 149 |
| Derivación en T 40x25 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Codo Interno 40x25 | 0 | 4 | 1 | 5 | 4 | 5 | 2 | 21 |
| Codo Externo 40x25 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Codo Plano 40x25 | 3 | 3 | 1 | 5 | 3 | 4 | 0 | 19 |
| Bandeja Porta Cables x 2.4m | 15 | 16 | 12 | 11 | 11 | 13 | 10 | 88 |
| Cable UTP CAT 6A (metros) | 284 | 332 | 213 | 448 | 266 | 372 | 121 | 2036 |
| Patch Panel CAT 6A de 24 Puertos | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 |
| Patch Panel CAT 6A de 48 Puertos | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 |
| Patch Cords UTP CAT 6A (3 ft) | 15 | 21 | 14 | 0 | 19 | 0 | 9 | 78 |
| Patch Cords UTP CAT 6A (7 ft) | 0 | 0 | 0 | 34 | 0 | 29 | 0 | 63 |
| Amarras Plásticas 3M (50 unidades) | 5 | 3 | 3 | 6 | 3 | 4 | 1 | 25 |
| Tornillos 1" | 140 | 120 | 80 | 320 | 140 | 140 | 100 | 1040 |
| Tacos Fisher 6mm | 140 | 120 | 80 | 320 | 140 | 140 | 100 | 1040 |

Tabla 3-17 Materiales necesarios para el Cableado Horizontal

3.1.5.1.3 Cuarto de Telecomunicaciones

El edificio de la institución es bastante antiguo, y en su diseño y posterior construcción no se ha previsto los espacios correspondientes para los equipos de comunicación. Los gabinetes abatibles permiten resolver ágil y rápidamente este problema.

En el diseño de la red se prevé el seguir usando los gabinetes abatibles con los que cuenta la institución, siempre y cuando se encuentren en buen estado, o caso contrario se tendrán que remplazar los que estén obsoletos.

A continuación se presentan las consideraciones para el diseño de los armarios de telecomunicaciones de acuerdo a las normas y estándares antes mencionados.

- Se tendrá un armario de telecomunicaciones en cada piso del edificio. Para la ubicación del armario de telecomunicaciones se tendrá en cuenta las distancias máximas soportadas por el cableado horizontal.
- Los armarios de telecomunicaciones serán estandarizados y albergarán las terminaciones de cableado horizontal pertenecientes de los puntos de datos, voz y video.
- Los armarios de telecomunicaciones dispondrán de las seguridades físicas necesarias para restringir accesos no autorizados. Únicamente el personal del departamento de Tecnología Informática tendrá acceso al interior de los armarios de telecomunicaciones para realizar modificaciones o mantenimientos preventivos.
- Los armarios de telecomunicaciones serán abastecidos con energía eléctrica estabilizada. Estos circuitos son independientes el sistema eléctrico normal.
- Los armarios de telecomunicaciones deberán disponer de un sistema de ventilación que asegure una adecuada circulación de aire para el correcto funcionamiento de los equipos ubicados en su interior.

Los componentes necesarios para la implementación de los armarios de telecomunicaciones se muestran en la Tabla 3-18.

| Planta/Elementos | P. Baja | Mezz. | 1 ^{er} Piso | 2 ^o Piso | 3 ^{er} Piso | 4 ^o Piso | 5 ^o Piso | Total |
|---------------------------------|---------|-------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-------|
| Gabinete Abatible de 12 UR | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| Gabinete Abatible de 18 UR | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 |
| Organizador Horizontal | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 8 |
| Panel de Alimentación Eléctrica | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 |

Tabla 3-18 Materiales necesarios para los Armarios de Telecomunicaciones

3.1.5.1.4 Cableado Vertical (*Backbone*)

El *Backbone* provee interconexión entre los Armarios de Telecomunicaciones, la Sala de Equipos y la Entrada de Servicios.

Los criterios de diseño para el cableado vertical se muestran a continuación.

- La institución no cuenta con ductos verticales que faciliten la instalación del cableado de *backbone*. Por esto, se deberá instalar un ducto vertical con las dimensiones adecuadas para realizar la distribución del cableado de *backbone*.
- La distribución del cableado será tipo estrella. Además, se prevé la redundancia de enlaces entre los armarios de telecomunicaciones y el cuarto de equipos.
- La distancia máxima permitida la transmisión de datos sobre cable UTP en Cableado Vertical es de 90 metros. La velocidad que se manejará para estos enlaces desde 1 Gbps mediante la utilización de cable UTP Categoría 6A, por lo que el equipamiento activo debe soportar estas velocidades en sus puertos.

Los materiales necesarios para el diseño del Cableado Vertical se muestran en la Tabla 3-19.

| Elementos | Cantidad |
|----------------------------------|----------|
| Tubo Conduit EMT (4") x 3m | 8 |
| Caja de Paso | 5 |
| Codo 90° EMT (4") | 2 |
| Unión EMT (4") | 7 |
| Tuba Conduit EMT (3/4") x 3m | 4 |
| Codo 90° EMT (3/4") | 1 |
| Cable UTP CAT 6A (metros) | 680 |
| Patch Panel CAT 6A de 24 Puertos | 1 |
| Patch Cords UTP CAT 6A (3 ft) | 7 |
| Patch Cords UTP CAT 6A (7 ft) | 7 |

Tabla 3-19 Materiales necesarios para el Cableado Vertical

3.1.5.1.5 Cuarto de Equipos

El cuarto de equipos concentra la mayoría del equipamiento de comunicaciones y servicios que posee la institución.

A continuación se presentan los principales criterios que han sido tomados en cuenta para el diseño del cuarto de equipos.

- Se deberá cambiar la ubicación del cuarto de equipos, transfiriéndola del quinto piso a la planta baja. Para esto se deberán realizar las adecuaciones pertinentes en el área asignada para este fin.
- El espacio designado para el cuarto de equipos tiene 12.76 m² de superficie y una altura 2.80 m. Esta área resulta suficiente para instalar todo el equipamiento y los espacios de trabajo para el personal correspondiente.

- Se deben instalar las protecciones físicas correspondientes para evitar accesos no autorizados al cuarto de equipos, sólo el personal del departamento de Tecnología Informática tendrá acceso a estas áreas, para realizar posibles cambios en las configuraciones o dar mantenimientos preventivos a los equipos.
- La alimentación eléctrica para el cuarto de equipos será abastecida por un sistema de UPS's, los cuales deberán garantizar el flujo de corriente eléctrica mientras se enciende el generador de la institución.
- El cuarto de equipos necesita de un sistema de ventilación para controlar la temperatura (18-24 grados centígrados) y humedad (30%-55%) dentro del sitio. Además, debe incorporarse un sistema contra incendios apropiado para este tipo de instalaciones.

En la Tabla 3-20 se muestra una lista de los materiales necesarios para el nuevo diseño del Cuarto de Equipos.

| Materiales | Cantidad |
|---|----------|
| <p><i>Rack</i> Cerrado Desmontable</p> <ul style="list-style-type: none"> • 42 UR, 24 pulgadas de ancho y 40 de fondo. • Puerta frontal y posterior de acero laminado en frío. • Dos bandejas internas metálicas para soporte de equipos. • Bornera de conexión a tierra. • Ventiladores incorporados. | 1 |
| Organizador Horizontal | 2 |
| Organizador Vertical | 2 |
| Panel de Alimentación Eléctrica | 2 |

Tabla 3-20 Materiales necesarios para el Cuarto de Equipos

3.1.5.1.6 Entrada de Servicios

La entrada de servicios es también denominada como punto de demarcación de servicios, y corresponde a las terminaciones de cableado suministradas por cualquiera de las empresas dedicadas a brindar los servicios de telefonía, datos o Internet.

La responsabilidad del proveedor de servicios ante cualquier eventualidad llega exclusivamente hasta el punto de demarcación, de allí en adelante la responsabilidad pasa a las manos del cliente. Consta de los cables, *hardware* de conexión, dispositivos de protección, *hardware* de transición, y otros equipos necesarios para conectar las instalaciones de los servicios externos con el cableado local.

La acometida de los servicios de telefonía e Internet deben ingresar hasta el *rack* de la Sala de Equipos ubicado en la planta baja. El trayecto y la ubicación de la Entrada de Servicios se muestran en los planos adosados al Anexo E.

En la Tabla 3-21 se listan los elementos necesarios para crear los trayectos para la Entrada de Servicios.

| Elementos | Cantidad |
|----------------------------|----------|
| Tubo Conduit EMT (2") x 3m | 4 |
| Unión EMT (2") | 3 |
| Codo 90° EMT (2") | 2 |

Tabla 3-21 Materiales para la Entrada de Servicios

Para ilustrar de mejor forma la distribución que tendrán los elementos y equipos que integran o se ubican en el Cuarto de Telecomunicaciones, Cableado Vertical, Cuarto de Equipos o la Entrada de Servicios se presenta el diagrama de la Figura 3-12.

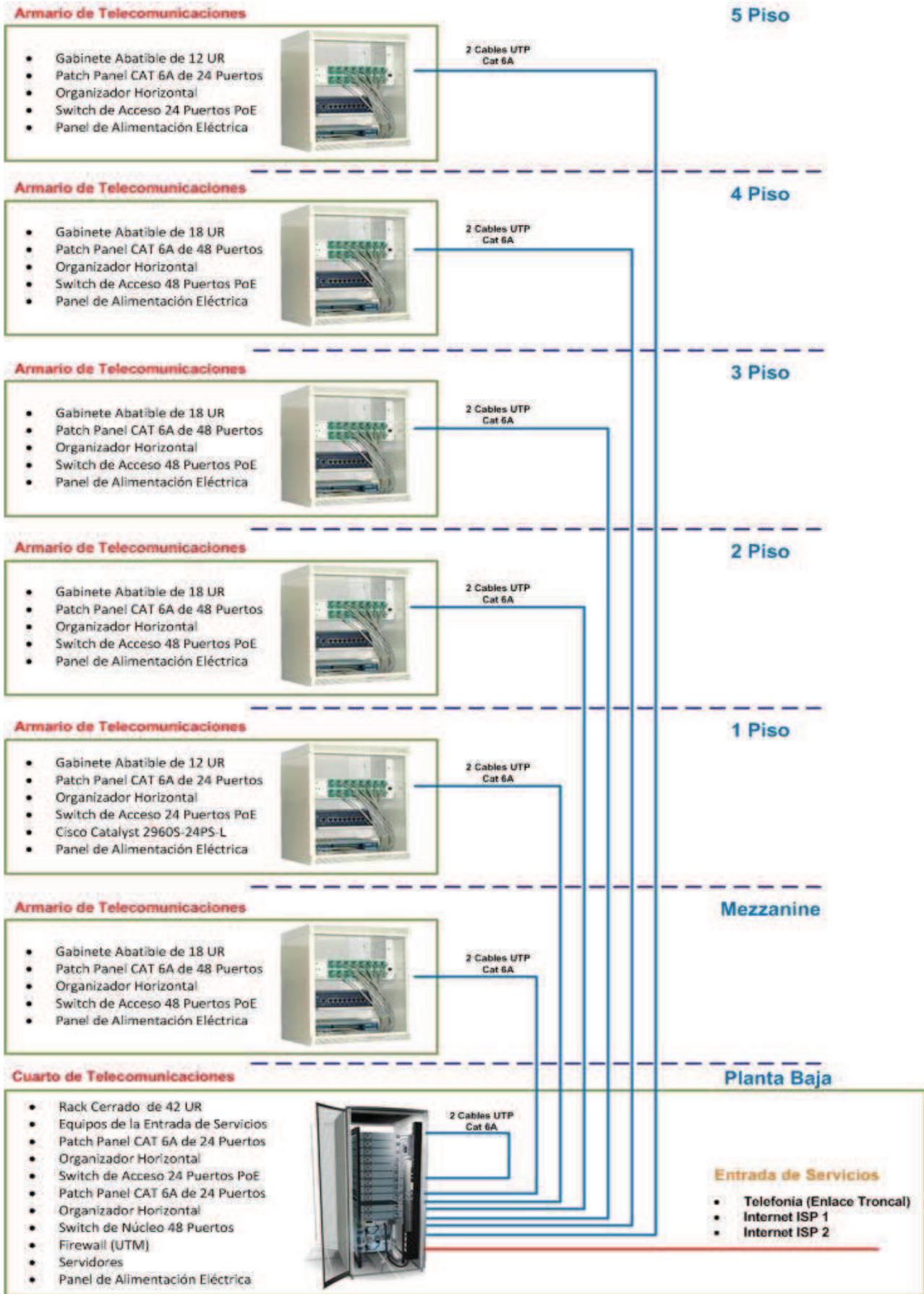


Figura 3-12 Distribución de elementos y equipos del SCE

3.1.5.1.7 Sistema de Puesta a Tierra

La puesta a tierra es un método de protección para evitar que las carcasas metálicas de los equipos adquieran un potencial eléctrico respecto a tierra, y puedan representar un peligro para las personas que manipulan estos elementos.

Los componentes de la red que serán conectados al Sistema de Puesta a Tierra serán elementos metálicos sin tensión de voltaje, tales como: *racks*, gabinetes abatibles, carcasa de equipos, bandejas metálicas, blindajes metálicos de los cables, tuberías, y accesorios pasivos del sistema de cableado estructurado. La ubicación de la malla de tierra será en el patio trasero del edificio.

Las especificaciones para el Sistema de Puesta a Tierra son las siguientes:

- Los gabinetes y los protectores de voltaje serán conectados a una barra de cobre de 2" x 1/4" y longitud variable, denominada TGB (*Telecommunications Main Grounding Busbar* / Barras de Tierra para Telecomunicaciones).
- Las barras TGB se deben conectar al sistema de tierras TBB (*Grounding Backbone* / *Backbone* de Tierra) mediante un cable de cobre cubierto con material aislante (mínimo número 6 AWG, de color verde o etiquetado de manera adecuada).
- El *Backbone* de Tierra debe ir conectado a la TMGB (*Telecommunications Main Grounding Busbar* / Barra Principal del Sistema de Telecomunicaciones) una barra de cobre de 4" x 1/4" y longitud variable ubicada en la acometida del sistema de telecomunicaciones. El TMGB debe estar conectado al sistema de tierras de la acometida eléctrica y a la estructura de acero de cada piso.

La Figura 3-13 muestra el diseño del Sistema de Puesta a Tierra. Se observará la distribución de las Barras de Tierra para Telecomunicaciones, el *Backbone* de

Tierra, la Barra Principal de Tierra para Telecomunicaciones y la interconexión con la Puesta a Tierra del Sistema Eléctrico.

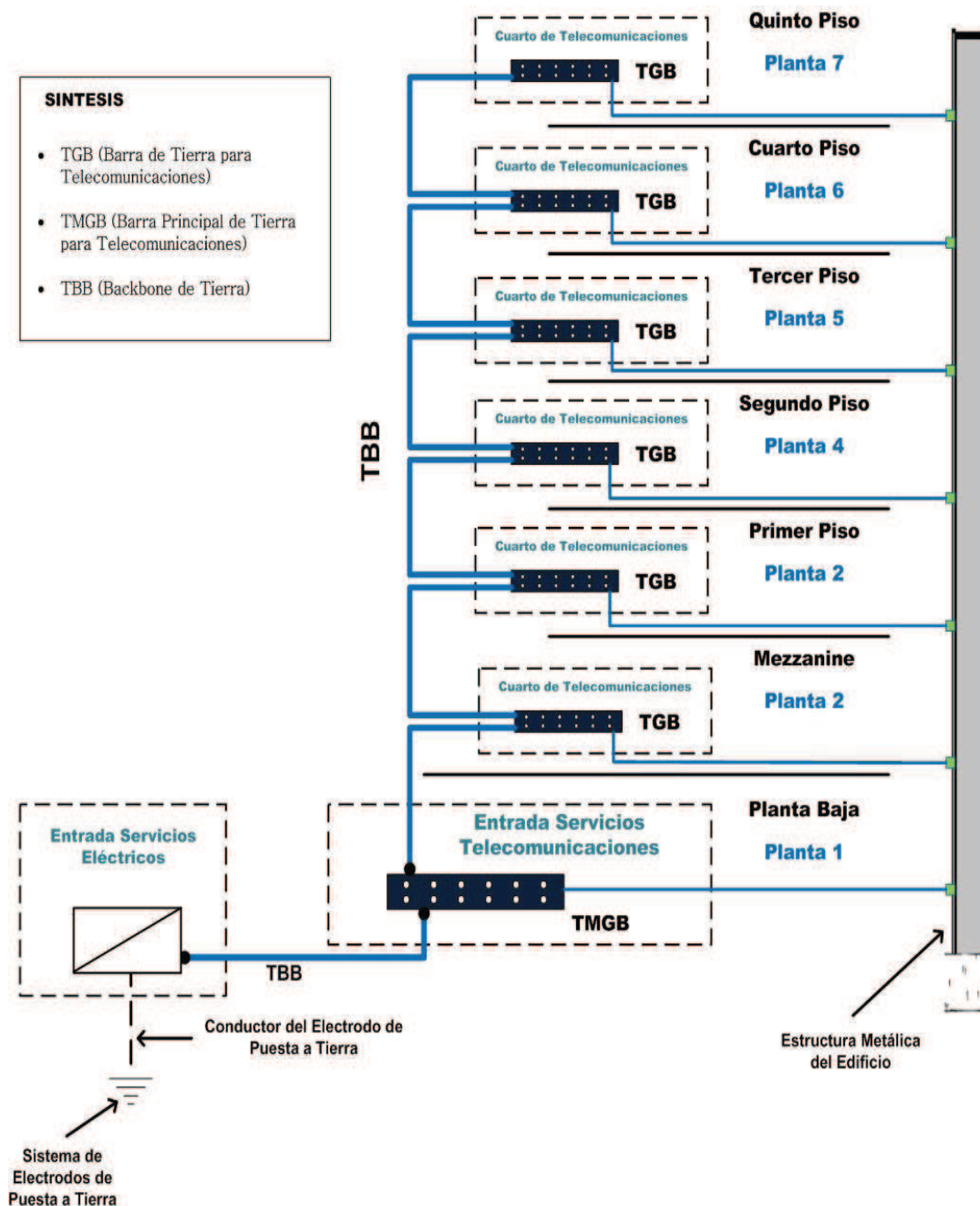


Figura 3-13 Diagrama del Sistema de Puesta a Tierra

En la Tabla 3-22 se muestran los materiales necesarios para el Subsistema de Puesta a Tierra.

| Elementos | Cantidad |
|---|----------|
| Tubo Conduit EMT (3/4") x 3m | 8 |
| Cajas de Paso | 5 |
| Codo 90° EMT (3/4") | 2 |
| Unión EMT (3/4") | 7 |
| Cable #6 AWG | 130 |
| Barras de Tierra para Gabinetes | 6 |
| Barras de Tierra para <i>Racks</i> | 1 |
| Canaleta Plástica Decorativa 20x12 (2m) | 7 |

Tabla 3-22 Materiales necesarios para el Sistema de Puesta a Tierra.

3.1.5.2 Sistema de Alimentación Ininterrumpida (UPS) ^[W16]

Los equipos activos de la red deben contar con un sistema de protección ante cortes de energía eléctrica. El UPS (*Uninterruptible Power Supply*) permite suministrar energía eléctrica regulada durante el lapso de tiempo en que entra a trabajar el generador eléctrico del edificio ante un fallo del suministro eléctrico.

Este sistema debe proporcionar estabilidad ante cortes de energía, caídas de tensión, sobretensión, picos de tensión, inestabilidad de la frecuencia y distorsión sinusoidal para evitar posibles daños en los equipos activos de la red.

Debido a las dificultades y molestias que causaría la instalación de un sistema UPS centralizado que abastezca a todos los equipos activos de la red, se ha optado por la siguiente solución:

- Instalar un sistema UPS centralizado que abastezca únicamente a los equipos de conmutación, servidores, equipo de seguridad perimetral y equipos del punto de demarcación de servicios.
- Los demás equipos activos de la red serán protegidos a través de dispositivos UPS individuales, cuya potencia y prestaciones garanticen un adecuado suministro eléctrico.

En la Tabla 3-23 se muestra la potencia de los equipos que serán protegidos por el sistema UPS centralizado. Con estos valores se calculará la potencia total que deberá suministrar este sistema.

| Equipo | Potencia(W) | Nº Equipos | T. Potencia (W) |
|--|-------------|------------|-----------------|
| <i>Switches</i> de Acceso 24 Puertos PoE | 370 | 3 | 1110 |
| <i>Switches</i> de Acceso 48 Puertos PoE | 740 | 4 | 2960 |
| <i>Switches</i> de Núcleo 48 Puertos | 350 | 1 | 350 |
| <i>Firewall</i> | 350 | 1 | 350 |
| Servidores | 800 | 4 | 3200 |
| Equipos Acometida de Internet | 80 | 2 | 160 |
| POTENCIA TOTAL (W) | | | 8130 |

Tabla 3-23 Potencia total del sistema UPS centralizado

Los resultados muestran que se requiere de un sistema UPS centralizado que proporcione una potencia mínima entre 8130 W. Se ha seleccionado el equipo Ups Vanguard 10 kva Online Powercom, ya que satisface los requerimientos de potencia demandados para el presente diseño y presenta un excelente rendimiento entrada/salida. En la Tabla 3-24 se muestran las características más importantes de este equipo.

Para la protección de los equipos terminales de datos se ha seleccionado los módulos UPS CDP BACK-UPS 750VA 120V 6U G-UPR756 que poseen tecnología de ahorro de energía y eliminan los gastos fantasmas cuando los equipos no necesitan energía. En la Tabla 3-25 se muestran las características principales de estos dispositivos.

En total se requieren 109 módulos UPS para la protección de los equipos terminales de datos que conforman la red activa de la institución.

UPS Vanguard 10 Kva Online Powercom



Especialmente diseñados para la protección de la microinformática. Un potente microprocesador controla todas las funciones integrando al UPS al sistema informático que protege y posibilitando su comunicación con el exterior.

Ventajas

- Excelente rendimiento entrada salida.
- Reducido número de componentes.
- Vigilancia y cuidado permanente de las baterías.
- Panel frontal digital que facilita y simplifica el uso.

Características Principales

- Tecnología interactiva con estabilizador incorporado.
- Control de todos los parámetros por microprocesador.
- Interface de comunicación UPS/CPU incorporado.
- Amplios rango de voltaje de entrada sin utilización de las baterías.
- Facilidad de conexión mediante tomas murales de entrada/salida (Tomas Nema 5 15R).
- *Software* de cierre automático de archivos incluido en todas las series: UPS MON PLUS.
- Posibilidad de comunicación de red a través de la tecnología inteligente de administración remota SNMP.

Tabla 3-24 Sistema UPS centralizado

CDP BACK-UPS 750VA 120V 6U G-UPR756



G-UPR es una línea interactiva de UPS con tecnología de ahorro de energía. Elimina los gastos "fantasma" de los equipos cuando no necesitan energía. El dispositivo posee 6 conectores; 3 verdes (ECO), 2 para el *router* y el módem (negro) y 1 *Bypass* (amarillo).

Características

- Selector de Función Ambiental u Operación normal.
- Tres (3) tomas que suspenden energía al apagar el PC.
- Dos (2) tomas diseñadas para *Router* y Modem que mantiene en operación el WI-FI por horas.
- Una toma de *bypass*.
- Regulador de voltaje incorporado.
- Advertencia de batería baja, audible y visual.
- Supresor de picos avanzado en CA y Data.
- Protecciones internas, externas y *firmware* de sobrecarga.

Tabla 3-25 Características de los módulos UPS

3.1.5.3 Etiquetado

El etiquetado del sistema de cableado estructurado se realizará acorde a la norma TIA/EIA-606-A.

El etiquetado facilita la administración del cableado estructurado, éste deberá ser implementado en los extremos y en un punto medio del cableado, identificando de forma única a cada trayecto de cableado. Además, se deberá etiquetar todos los *jacks*, conectores, *hardware* de conexión y salidas de telecomunicaciones. Todas las etiquetas deberán tener buenas características de adhesión y legibilidad que eviten su degradación.

El etiquetado para los puntos de datos, voz y video se realizará como se muestra en la Figura 3-14.



Figura 3-14 Nomenclatura usada al etiquetar

En la Tabla 3-26 se muestra la nomenclatura que será usada para el etiquetado e identificación de los puntos de red.

| Piso | Puerto del <i>Patch Panel</i> | Servicio |
|-------------------------|---|-----------------------------|
| PB: Planta Baja | Puerto del <i>Patch Panel</i> del 01 – al 48 | DT: Datos |
| MZ: Mezzanine | | VZ: Voz |
| PP: Primer Piso | | VV: Video Vigilancia |
| SP: Segundo Piso | | V/D: Voz y Datos |
| TP: Tercer Piso | | |
| CP: Cuarto Piso | | |
| QP: Quinto Piso | | |

Tabla 3-26 Nomenclatura usada para el etiquetado

A continuación se muestra un ejemplo del etiquetado:

TP - P05 - V/D26

Esto significa que es el punto de voz y datos número 26, conectado al puerto 05 del *patch panel* ubicado en el armario de telecomunicaciones del tercer piso.

Además, para facilitar la administración del cableado se hará uso de la codificación por color 606-B. El color que deberán tener los cables para ser usados en los diferentes componentes del sistema de cableado estructurado se muestran en la Tabla 3-27.

| Color | Uso |
|----------------|---------------------------------|
| Azul | Cableado Horizontal |
| Blanco | <i>Backbone</i> de Primer Nivel |
| Morado | Conexiones Cruzadas |
| Naranja | Proveedores Externos |

Tabla 3-27 Codificación por color 606-B

3.1.5.4 Pruebas de Certificación

Para garantizar el correcto funcionamiento del cableado vertical y horizontal es necesario realizar pruebas de certificación. Se usa la norma ANSI/TIA-568-C.2 para especificaciones de rendimiento de transmisión para cables de cobre. Esta norma especifica las siguientes pruebas.

- Mapa de cableado
- Longitud
- Pérdida de inserción
- Pérdida NEXT
- Pérdida PS NEXT
- Pérdida FEXT
- Pérdida PS NEXT
- Pérdida de retorno
- Retardo de propagación
- Sesgo de retardo

Para el cableado horizontal se realizará la certificación del enlace permanente, ya que los *patch cords* se pueden cambiar varias veces a lo largo de la vida útil del cableado. El diagrama para la certificación del enlace permanente se muestra en Figura 3-15.

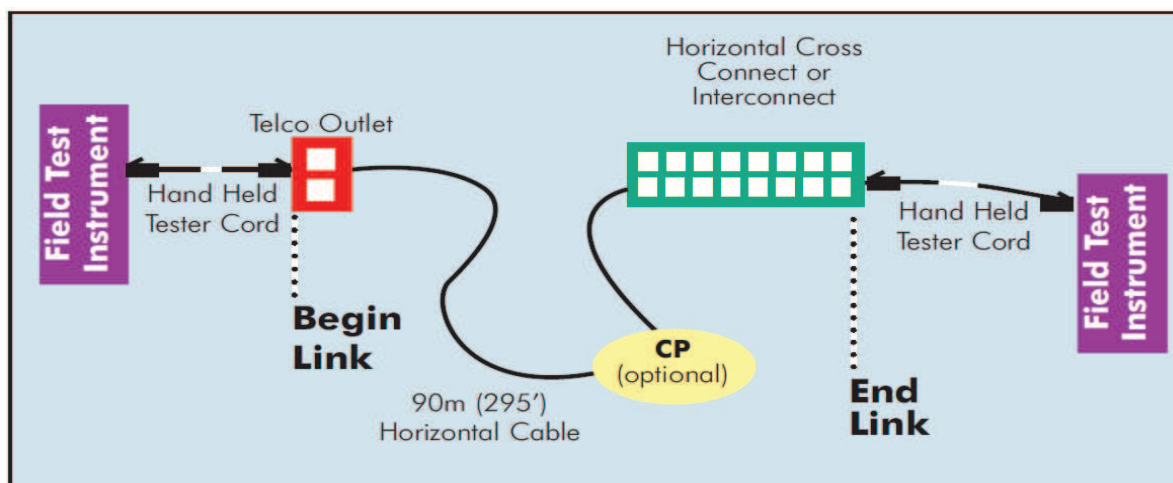


Figura 3-15 Diagrama para la certificación de un enlace permanente ^[G9]

En la Tabla 3-28 se muestran los parámetros máximos y mínimos que se deben cumplir para la certificación del cableado UTP Categoría 6A.

| Frecuencia (MHz) | IL Máximo (dB/100 m) | NEXT Mínimo (dB) | PSNEXT Mínimo (dB) | ELFEXT Mínimo (dB) | PSELFEXT Mínimo (dB) | Retardo Máximo (ns/100 m) | RL Mínimo (dB) | Impedancia Característica (Ω) | ACR Mínimo (dB) |
|------------------|----------------------|------------------|--------------------|--------------------|----------------------|---------------------------|----------------|--|-----------------|
| 4 | 3.7 | 65.3 | 63.3 | 55.8 | 52.8 | 552 | 23.0 | 100 \pm 15 | 61.0 |
| 8 | 5.2 | 60.8 | 58.8 | 49.7 | 46.7 | 547 | 24.5 | 100 \pm 15 | 55.0 |
| 10 | 5.9 | 59.3 | 57.3 | 47.8 | 44.8 | 545 | 25.0 | 100 \pm 15 | 53.0 |
| 16 | 7.4 | 56.2 | 54.2 | 43.7 | 40.7 | 543 | 25.0 | 100 \pm 15 | 49.0 |
| 20 | 8.3 | 54.8 | 52.8 | 41.8 | 38.8 | 542 | 25.0 | 100 \pm 15 | 46.0 |
| 25 | 9.3 | 53.3 | 51.3 | 39.8 | 36.8 | 541 | 24.3 | 100 \pm 15 | 44.0 |
| 31.25 | 10.4 | 51.9 | 49.9 | 37.9 | 34.9 | 540 | 23.6 | 100 \pm 15 | 41.0 |
| 62.5 | 14.9 | 47.4 | 45.4 | 31.9 | 28.9 | 539 | 21.5 | 100 \pm 15 | 32.0 |
| 100 | 19.0 | 44.3 | 42.3 | 27.8 | 24.8 | 538 | 20.1 | 100 \pm 15 | 24.0 |
| 150 | 23.6 | 41.7 | 39.7 | 24.3 | 21.3 | 537 | 18.9 | 100 \pm 15 | 16.8 |
| 200 | 27.5 | 39.8 | 37.8 | 21.8 | 18.8 | 537 | 18.0 | 100 \pm 15 | 10.6 |
| 250 | 31.0 | 38.3 | 36.3 | 19.8 | 16.8 | 536 | 17.3 | 100 \pm 15 | 5.3 |
| 300 | 34.2 | 37.1 | 35.1 | 18.3 | 15.3 | 536 | 16.8 | 100 \pm 15 | - |
| 500 | 45.3 | 33.8 | 31.8 | 13.8 | 10.8 | 536 | 15.2 | 100 \pm 15 | - |

Tabla 3-28 Parámetros de desempeño de un cable UTP Categoría 6A ^[G10]

3.1.6 DISEÑO DE LA RED ACTIVA

Para el diseño de la red activa se debe considerar el tipo y volumen de tráfico que circula por la red, ya que los equipos que se seleccionarán serán los encargados de conmutar y brindar calidad de servicio a este tráfico.

En el inciso 3.1.3.2 se determinó que el tráfico que deberán direccionar los equipos de conmutación de la red, es 174.95 Mbps.

La correcta selección de los equipos evitará que se produzcan cuellos de botella, y permitirá responder de una manera adecuada a las peticiones de servicios realizadas por los usuarios de la red.

Existen varias maneras de interconectar los dispositivos que conforman la red activa, para el presente estudio se usará el modelo jerárquico.

3.1.6.1 Modelo Jerárquico^[W17]

El modelo jerárquico tiene varios beneficios como: flexibilidad, modularidad, escalabilidad y una fácil administración. Este modelo está compuesto por las siguientes capas:

- **Capa de Acceso**

Provee una primera conexión a los usuarios de la red. Esta capa se encarga del control de acceso y de las políticas de acceso, así como de la creación de dominios de colisión separados.

- **Capa de Distribución**

Esta capa proporciona ruteo, filtrado, acceso a la WAN, y determinar los paquetes que deben llegar a la capa de *core*. La capa de distribución se encarga de determinar la forma más rápida para que la petición de un usuario pueda ser remitida al servidor. Una vez que la capa de distribución haya elegido la ruta, esta envía la petición a la capa de núcleo que se encarga de transportar la petición al servicio apropiado.

- **Capa de Núcleo**

Se encarga de desviar el tráfico lo más rápido que sea posible hacia los servicios

apropiados. Cuando un usuario necesita acceder a un servicio corporativo, la petición se procesa a nivel de capa de distribución y luego el dispositivo de la capa de distribución envía la petición del usuario a la capa de núcleo. El dispositivo de la capa de distribución se encarga de proporcionar un acceso controlado a la capa de núcleo.

El diseño de la red activa de la institución contará con la capa de acceso y capa de núcleo. Sus elementos serán seleccionados de acuerdo al tamaño y prestaciones de la red.

3.1.6.2 Equipos de Conmutación y Seguridad ^[W18]^[W19]

Los equipos de conmutación y seguridad deberán pertenecer a la gama de productos Cisco. Estos equipos deberán cumplir con las exigencias de escalabilidad, disponibilidad, redundancia y calidad de servicio que demandan una red multiservicios.

Los *switches* Cisco están divididos en 7 líneas de productos. Cada línea ofrece diferentes características y funciones que permiten elegir el *switch* correcto para los requerimientos que presenta cada red. Estas líneas de productos son:

- Catalyst Express 500
- Catalyst 2960
- Catalyst 3560
- Catalyst 3750
- Catalyst 4500
- Catalyst 4900
- Catalyst 6500

En la Tabla 3-29 se muestra un listado con las principales características que presenta cada línea de *switches* Cisco.

Catalyst Express 500



Esta serie de *switches* es apropiada para las implementaciones de la capa de acceso en condiciones en que no se requiera una densidad alta de puertos. Estos *switches* son escalados para ámbitos de pequeñas empresas con un número de empleados que oscila entre 20 y 250.

Características

- Velocidades de reenvío desde 8.8 Gbps a 24 Gbps.
- Seguridad de puerto de la Capa 2.
- Administración basada en la *Web*.
- Soporte de comunicaciones de datos convergentes/IP.
- Conectividad *Fast Ethernet* y Gigabit Ethernet.
- Hasta 24 puertos de 10/100 con PoE opcional o 12 puertos de 10/100/1000.

Catalyst 2960



Estos *switches* son apropiados para las implementaciones de la capa de acceso en empresas medianas y sucursales para prestar servicios LAN mejorados.

Características

- Velocidades de reenvío desde 16 Gbps a 32 Gbps.
- Conmutación de capas múltiples.
- Características de QoS para admitir comunicaciones IP.
- Listas de control de acceso (ACL).
- Conectividad *Fast Ethernet* y Gigabit Ethernet.
- Hasta 48 puertos de 10/100 o puertos de 10/100/1000 con enlaces Gigabit adicionales de doble propósito.

Continúa

Catalyst 3560

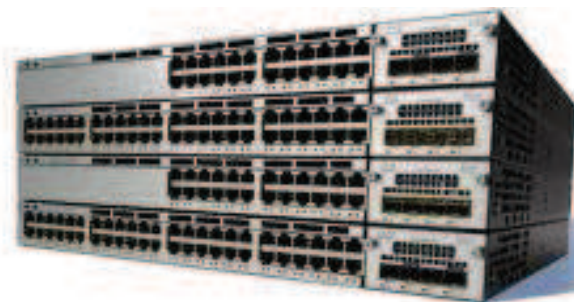


Son *switches* de clase empresarial que incluyen soporte para PoE, QoS y características de seguridad avanzada como ACL. Estos *switches* son ideales para el acceso a la LAN de pequeñas empresas o ámbitos de redes convergentes.

Características

- Admite velocidades de reenvío de 32 Gbps a 128 Gbps.
- Conectividad *Fast* Ethernet y Gigabit Ethernet.
- Hasta 48 puertos de 10/100/1000, más 4 puertos SFP.
- Conectividad opcional de 10 Gigabit Ethernet en los modelos Catalyst 3560-E.
- PoE integrada opcional; hasta 24 puertos con 15.4 vatios o 48 puertos con 7.3 vatios.

Catalyst 3750



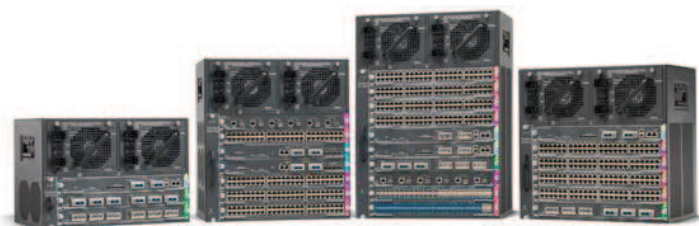
Son *switches* excelentes para organizaciones medianas y en sucursales empresariales. La serie Catalyst 3750 admite la tecnología *Stack Wise* que permite interconectar hasta 9 *switches* físicos Catalyst 3750 en un *switch* lógico con el uso de una conexión *backplane*, redundante, de alto rendimiento (32 Gbps).

Características

- Ofrece velocidades de reenvío de 32 Gbps a 128 Gbps.
- Conectividad *Fast* Ethernet y Gigabit Ethernet.
- Hasta 48 puertos de 10/100/1000, más 4 puertos SFP.
- Conectividad opcional de 10 Gigabit Ethernet en los modelos Catalyst 3750-E.
- PoE integrada opcional; hasta 24 puertos con 15.4 vatios o 48 puertos con 7.3 vatios.

Continúa

Catalyst 4500



Es la primera plataforma de conmutación modular de rango mediano que ofrece conmutación multicapa para empresas, compañías pequeñas o medianas. La capacidad modular permite densidades de puerto muy altas mediante el agregado de tarjetas de líneas del puerto de *switches* a su chasis modular.

Características

- Velocidades de reenvío de hasta 136 Gbps.
- Ofrece QoS de multicapas y funciones de enrutamiento sofisticadas.
- El chasis modular de 3, 6, 7 y 10 ranuras ofrece diferentes capas de escalabilidad.
- Alta densidad de puerto: hasta 384 puertos *Fast Ethernet* o *Gigabit Ethernet* disponibles en cobre o fibra con 10 enlaces *Gigabit*.
- PoE (Cisco pre estándar e IEEE 802.3af).
- Fuentes de energía CA o CC interna, dual, de intercambio en caliente.
- Capacidades de enrutamiento IP avanzadas asistidas por *hardware*.

Catalyst 4900



Estos *switches* están diseñados y optimizados para la conmutación del servidor al permitir velocidades de reenvío muy altas. Cisco Catalyst 4900 no es un *switch* típico de la capa de acceso. Es un *switch* especial de la capa de acceso diseñado para implementaciones del centro de datos en donde es posible que haya muchos servidores cercanos.

Los *switches* admiten características avanzadas de QoS y se convierten en los candidatos ideales para el *hardware* de telefonía IP de extremo posterior. Los *switches* no admiten la característica *Stack Wise* de la serie Catalyst 3750 ni admiten PoE.

Características

- Hasta 48 puertos de 10/100/1000 con cuatro puertos SFP o 48 puertos de 10/100/1000 con dos puertos de 10 GbE.
- Fuentes de energía CA o CC interna, dual, intercambiable en caliente.
- Bandejas de ventiladores intercambiables en caliente.

Continúa

Catalyst 6500



El *switch* modular de la serie Catalyst 6500 se optimiza para redes seguras y convergentes de voz, video y datos. Puede administrar el tráfico en las capas de distribución y núcleo. Son la línea de *switches* de Cisco de más alto rendimiento que admite velocidades de reenvío de hasta 720 Gbps. Catalyst 6500 es ideal para ámbitos de redes muy grandes hallados en empresas, compañías medianas y prestadores de servicios.

Características

- Chasis modular de 3, 4, 6, 9 y 13 ranuras.
- Módulos de servicio de LAN/WAN.
- Hasta 420 dispositivos PoE de Clase 3 (15.4 W).
- Hasta 1152 puertos de 10/100, 577 puertos de 10/100/1000, 410 puertos SFP Gigabit Ethernet o 64 puertos de 10 Gigabit Ethernet.
- Fuentes de energía CA o CC interna, dual, intercambiable en caliente.
- Capacidades de enrutamiento IP avanzadas asistidas por *hardware*.

Tabla 3-29 Líneas de *Switches* Cisco

Hay que recalcar que cada línea de *switches* Cisco está compuesta por varios modelos de *switches* que pertenecen la misma serie, pero presentan ciertas variaciones en cuanto al número de puertos, características de los IOS, puertos de Uplinks, disponibilidad de PoE o disponibilidad de *Flex Stack Stacking*.

3.1.6.2.1 Elección de *Switches* Acceso^[W20]

Luego de considerar los diferentes ámbitos en los cuales son usados los *switches* Cisco, se ha optado por la línea Catalyst 2960 como *switches* de acceso. Esta línea está compuesta por varios modelos, los cuales se exponen en las Tablas 3-30, 3-31, 3-32 y se muestra una comparativa entre los modelos para seleccionar aquellos que mejor satisfagan las necesidades de la institución.

| Switches Cisco Catalyst 2960-S | | | | | |
|---------------------------------------|---|----------------|------------|------------|-------------------------------|
| Modelo | Puertos Ethernet 10/100/1000 | Uplinks | IOS | PoE | FlexStack Stacking |
| Cisco Catalyst 2960S-48FPD-L | 48 | 2 SFP+ | LAN Base | 740W | Opcional |
| Cisco Catalyst 2960S-48LPD-L | 48 | 2 SFP+ | LAN Base | 370W | Opcional |
| Cisco Catalyst 2960S-24PD-L | 24 | 2 SFP+ | LAN Base | 370W | Opcional |
| Cisco Catalyst 2960S-48TD-L | 48 | 2 SFP+ | LAN Base | - | Opcional |
| Cisco Catalyst 2960S-24TD-L | 24 | 2 SFP+ | LAN Base | - | Opcional |
| Cisco Catalyst 2960S-48FPS-L | 48 | 4 SFP | LAN Base | 740W | Opcional |
| Cisco Catalyst 2960S-48LPS-L | 48 | 4 SFP | LAN Base | 370W | Opcional |
| Cisco Catalyst 2960S-24PS-L | 24 | 4 SFP | LAN Base | 370W | Opcional |
| Cisco Catalyst 2960S-48TS-L | 48 | 4 SFP | LAN Base | - | Opcional |
| Cisco Catalyst 2960S-24TS-L | 24 | 4 SFP | LAN Base | - | Opcional |
| Cisco Catalyst 2960S-48TS-S | 48 | 2 SFP | LAN Lite | - | No |
| Cisco Catalyst 2960S-24TS-S | 24 | 2 SFP | LAN Lite | - | No |

Tabla 3-30 Switches Cisco Catalyst 2960-S

| Switches Cisco Catalyst 2960-SF | | | | | |
|--|---|----------------|------------|------------|-------------------------------|
| Modelo | Puertos Ethernet 10/100/1000 | Uplinks | IOS | PoE | FlexStack Stacking |
| Cisco Catalyst 2960S-F48FPS-L | 48 | 4 SFP | LAN Base | 740W | Opcional |
| Cisco Catalyst 2960S-F48LPS-L | 48 | 4 SFP | LAN Base | 370W | Opcional |
| Cisco Catalyst 2960S-F24PS-L | 24 | 2 SFP | LAN Base | 370W | Opcional |
| Cisco Catalyst 2960S-F48TS-L | 48 | 4 SFP | LAN Base | - | Opcional |
| Cisco Catalyst 2960S-F24TS-L | 24 | 2 SFP | LAN Base | - | Opcional |
| Cisco Catalyst 2960S-F48TS-S | 48 | 2 SFP | LAN Lite | - | No |
| Cisco Catalyst 2960S-F24TS-S | 24 | 2 SFP | LAN Lite | - | No |

Tabla 3-31 Switches Cisco Catalyst 2960-SF

| Switches Cisco Catalyst 2960 | | | | |
|------------------------------|------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Conjunto de Funciones | Modelo | Puertos Ethernet 10/100 | Uplinks | Potencia de Alimentación AC |
| LAN Base Capa 2 | WS-C2960-24TT-L | 24 | 2x1000 BT | 30W |
| | WS-C2960-48TT-L | 48 | | 45W |
| | WS-C2960-24TC-L | 24 | 2 Doble Propósito | 30W |
| | WS-C2960-48TC-L | 48 | | 45W |
| LAN Lite Acceso Capa 2 | WS-C2960-24TC-S | 24 | Ninguno | 30W |
| | WS-C2960-24-S | 24 | | |
| | WS-C2960-48TC-S | 48 | 2 Doble Propósito | 45W |
| | WS-C2960-48TT-S | 48 | 2 x1000BT | |
| LAN Base Capa 2 | WS-C2960-48PST-L | 48 PoE | 2x1000BT y 2xSFP | 370W |
| | WS-C2960-24PC-L | 24 PoE | 2 Doble Propósito | |
| | WS-C2960-24LT-L | 8 PoE | 2x1000BT | 123W |
| LAN Lite Acceso Capa 2 | WS-C2960-48PST-S | 48 PoE | 2x1000BT y 2xSFP | 370W |
| | WS-C2960-24PC-S | 24 PoE | 2 Doble Propósito | 370W |
| | WS-C2960-24LC-S | 8 PoE | | 123W |
| LAN Base Capa 2 | WS-C2960-8TC-L | 8 | 1 Doble Propósito | 20W |
| | WS-C2960PD-8TT-L | 8 | 1x1000BT PoE | 11W PoE Input |
| | WS-C2960G-8TC-L | 7 10/100/1000 | 1 Doble Propósito | 30W |
| LAN Lite Acceso Capa 2 | WS-C2960-8TC-S | 8 | | 20W |

Tabla 3-32 Switches Cisco Catalyst 2960

De los *switches* pertenecientes a la línea Catalyst 2960-S mostrados en las tablas anteriores se han escogido los modelos Cisco Catalyst 2960S-24PS-L y Cisco Catalyst 2960S-48FPS-L, ya que cumplen con los requerimientos previstos para el diseño de la red.

En la Tabla 3-33 se muestra un resumen con las principales características que se tomaron en cuenta al momento de elegir los *switches* de acceso. Además, en el Anexo G se detallan las fichas técnicas pertenecientes a ambos *switches*.

| SWITCH DE ACCESO |
|--|
| Características Generales |
| <ul style="list-style-type: none"> • <i>Switches</i> de acceso de 24 y 48 puertos (capa 2 modelo OSI) • Puertos <i>full duplex</i> 10Base-T, 100Base-TX, 1000Base-T con detección automática • 2 Puertos SFP (Transceptor de Factor de Forma Pequeño Conectable) • Montable en bastidor • Protocolos de interconexión de datos; Ethernet, <i>Fast Ethernet</i>, Gigabit Ethernet |
| Protocolo y Servicio |
| <ul style="list-style-type: none"> • Soporte DHCP <i>Relay</i> • Soporte Auto QoS que simplifique la configuración de QoS • Soporte auto negociación para transmisión en modo <i>half</i> o <i>full duplex</i> • Soporte DTP (<i>Dynamic Trunking Protocol</i>), LACP (IEEE 802.3ad <i>Link Aggregation Control Protocol</i>) • Auto MDIX (Interfaz Cruzada Dependiente del Medio) • Soporte de <i>Spanning Tree</i> IEEE 802.1D (STP), 802.1 w (RSTP), 802.1 s (MSTP), <i>Spanning-Tree Root Guard</i> (STRG) • Soporte ARP (<i>Local Proxy Address Resolution Protocol</i>) • Soporte Vlan <i>Trunking Protocol</i> (VTP), VTP pruning, VTP trunks, VTP links • Soporte para optimizar diferentes tipos de tráfico: voz, video, <i>multicast</i>, y datos de alta prioridad (high priority) • Soporte IGMP (<i>Internet Group Management Protocol</i>) version 3, filtrado IGMP • Soporte IEEE 802.3af (<i>Power over Ethernet</i>) |
| Seguridad |
| <ul style="list-style-type: none"> • Soporte 802.1p CoS, <i>Weighted tail drop</i> (WTD) • Soporte SSHv2 y SNMPv3 • Soporte autenticación TACACS + y RADIUS • Soporte DHCP <i>snooping</i>, IGMP <i>snooping</i> y <i>Port security</i> |
| Administración |
| <ul style="list-style-type: none"> • SNMPv1, v2c y v3 • RMON 1, RMON 2, RMON 3, RMON 9 • Telnet • HTTP • SSH-2 |

Tabla 3-33 Características principales de los *switches* de acceso

3.1.6.2.2 Elección del Switch de Núcleo ^[W21]

El *switch* de núcleo será elegido de los modelos que conforman la serie Cisco Catalyst 3750-X. Esta serie agrupa a los modelos de *switches* según el tipo de licencias *software* IOS Cisco que usan los equipos. Los tipos de licencias son los siguientes:

- **Licencia Base LAN.-** Posee una amplia gama de funciones para un *switches* capa 2 (ver modelos en la Tabla 3-34).
- **Licencia Base IP.-** Brinda funciones de capa 3 como: enrutamiento estático, RIP e EIGRP (ver modelos en la Tabla 3-35).
- **Licencia de Servicios IP.-** Ofrece funciones avanzadas de capa 3 como: OSPF, EIGRP, BGP, ISIS, VRF-lite, WCCP, PBR (ver modelos en la Tabla 3-36).

| Licencia Base LAN | | | | | |
|--|--|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Característica | WS-C3750X-24T-L | WS-C3750X-48T-L | WS-C3750X-24P-L | WS-C3750X-48P-L | WS-C3750X-48PF-L |
| Puertos Ethernet 10/100/1000 | 24 | 48 | 24 POE + | 48 POE + | 48 POE + |
| Uplinks | Modular 4 x 1 GE, GE 2 x 10, 2 x 10 GB-T, y el módulo de servicio con 2 interfaces 10 GE SFP + | | | | |
| Alimentación con ranuras modulares duales | 350W | 350W | 715W | 715W | 1100W |
| Power over Ethernet | - | - | 370W | 370W | 740W |
| Stack Power | Sí, Disponible a partir de Cisco IOS versión 15.0. (2) SE. | | | | |

Tabla 3-34 Modelos de *switches* con Licencia Base LAN

| Licencia Base IP | | | | | | | |
|--|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|
| Característica | WS-C3750X-12S-S | WS-C3750X-24P-S | WS-C3750X-24S-S | WS-C3750X-24T-S | WS-C3750X-48P-S | WS-C3750X-48PF-S | WS-C3750X-48T-S |
| Puertos Ethernet 10/100/1000 | 12 SFP | 24 POE + | 24 SFP | 24 | 48 POE + | 48 POE + | 48 |
| Uplinks | Modular 4 x 1 GE, GE 2 x 10, 2 x 10 GB-T, y el módulo de servicio con 2 interfaces 10 GE SFP + | | | | | | |
| Alimentación con ranuras modulares duales | 350W | 715W | 350W | 350W | 715W | 1100W | 350W |
| PoE | - | 370W | - | - | 370W | 740W | - |
| Stack Power | Sí | | | | | | |

Tabla 3-35 Modelos de *switches* con Licencia Base IP

| Licencias de Servicios IP | | | | | | | |
|--|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|
| Característica | WS-C3750X-12S-E | WS-C3750X-24P-E | WS-C3750X-24S-E | WS-C3750X-24T-E | WS-C3750X-48P-E | WS-C3750X-48PF-E | WS-C3750X-48T-E |
| Puertos Gigabit Ethernet | 12 SFP | 24 POE + | 24 SFP | 24 | 48 POE + | 48 POE + | 48 |
| Uplinks | Modular 4 x 1 GE, GE 2 x 10, 2 x 10 GB-T, y el módulo de servicio con 2 interfaces 10 GE SFP + | | | | | | |
| Alimentación con ranuras modulares duales | 350W | 715W | 350W | 350W | 715W | 1100W | 350W |
| Alimentación PoE | - | 370W | - | - | 370W | 740W | - |
| Stack Power | Sí | | | | | | |

Tabla 3-36 Modelos de *switches* con Licencia de Servicios IP

Luego de comparar los distintos modelos se ha seleccionado el *switch* Cisco Catalyst 3750X-48T-S como *switch* de núcleo. Este modelo cumple satisfactoriamente con los requerimientos previstos para el diseño de la red. En la Tabla 3-37 se muestra un listado de estos requerimientos y en el Anexo G se detalla la ficha técnica perteneciente a este *switch*.

| SWITCH DE NÚCLEO |
|--|
| Características Generales |
| <ul style="list-style-type: none"> • <i>Switch</i> de 48 puertos (capa 3 OSI). • Puertos <i>full duplex</i> 10Base-T, 100Base-TX, 1000Base-T con detección automática. • Soportar la opción UPLINKS para 2 puertos Gigabit Ethernet SFP o 2 puertos 10 Gigabit Ethernet SFP+. • Montable en bastidor. • Protocolos de interconexión de datos; Ethernet, <i>Fast Ethernet</i>, Gigabit Ethernet. |
| Protocolo y Servicio de Capa 2 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Soporte ARP (<i>Local Proxy Address Resolution Protocol</i>). • Soporte DHCP, IGMP (<i>Internet Group Management</i>), DTP (<i>Dynamic Trunking Protocol</i>), LACP (<i>IEEE 802.3ad Link Aggregation Control Protocol</i>). • Soporte <i>Vlan Trunking Protocol</i> (VTP), <i>VTP pruning</i>, <i>VTP trunks</i>, VTP links. • Soporte Auto QoS que simplifique la configuración de QoS. • Auto-negociación automática para modo de transmisión <i>half</i> o <i>full duplex</i>. • Auto MDIX (Interfaz Cruzada Dependiente del Medio). • Soporte <i>Equal costrouting</i> (ECR) para proveer balanceo de carga y redundancia en los enlaces <i>uplinks</i> de la LAN. • Soporte STP (<i>Spanning Tree IEEE 802.1D</i>), 802.1 w (RSTP), 802.1 s (MSTP). |
| Protocolos y Servicios de Capa 3 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Soporte enrutamiento IP (estático, RIPv2, RIPng, OSPF, IGRP, BGPv4 y ISISv4). • Soporte enrutamiento con IPv6 (OSPFv3). • Soporte <i>Policy Based Routing</i> (PBR). • Soporte enrutamiento inter-VLAN IP. |
| Seguridad |
| <ul style="list-style-type: none"> • Soporte Kerberos, TACACS + and RADIUS. • Soporte ACL (Listas de Control de Acceso) de dirección MAC fuente y destino, dirección IP fuente y destino, puerto TCP/UDP fuente y destino. • IEEE 802.1x para el control de acceso a la red basada en puertos. • Soporte AAA, Port Security. • Soporte prevención para DHCP <i>Snooping</i>. • Soporte prevención para ARP <i>Spoofing</i>. • Soporte SSL. |
| Administración |
| <ul style="list-style-type: none"> • SNMPv1, v2c y v3. • RMON 1, RMON 2, RMON 3, RMON 9. • Telnet. • HTTP. • SSH-2. |

Tabla 3-37 Características principales del *switches* de núcleo

3.1.6.2.3 UTM (Gestión Unificada de Amenazas) ^[W22]

El equipo seleccionado para proporcionar de seguridad perimetral a la red de la institución es el UTM Cisco SA 540 de la línea Small Business (ver Figura 3-16).



Figura 3-16 UTM Cisco SA 540 ^[W22]

Este dispositivo pertenece a la gama Cisco *Small Business SA500 Series Security Appliance*, y sus principales funciones son:

- Protección *Firewall*
- Sistema de prevención de intrusos (IPS)
- Análisis de antivirus
- Protección anti-spam
- Protección *anti-spyware*
- Protección *anti-phishing*
- Protección frente a amenazas *Web*
- Inspector de estado de paquetes (SPI / *Stateful Packet Inspection*)
- Filtrado de contenido
- Registro de eventos
- VPN con SSL para acceso remoto seguro
- Balance de carga

La ficha técnica perteneciente al UTM Cisco SA 540 se muestra en el Anexo G.

3.1.6.3 Servidores ^[W23]

Se reutilizarán los 3 servidores HP que actualmente se encuentra operando en la institución; uno corresponde al modelo ProLiant ML350 G4p y los otros dos al modelo HP ProLiant ML350 G5 E5420. Estos equipos requieren de aditamento de *hardware* para operar adecuadamente con los servicios que ofrecerá la red. Las especificaciones más importantes de ambos modelos se muestran en la Tabla 3-38 y sus fichas técnicas se muestran en el Anexo G.

| Servidor HP ProLiant ML350 G4p | |
|--|---|
|  | |
| Procesador | <ul style="list-style-type: none"> • 2 procesadores • Intel Xeon 3.0 GHz/800 MHz - 2 MB |
| Memoria | <ul style="list-style-type: none"> • PC2-3200 DDR2 • Máximo 12 GB |
| Almacenamiento | <ul style="list-style-type: none"> • Conexión en caliente Serial ATA • Máximo 6 Slots • Máximo 4 dispositivo de exteriores compartidos |
| <i>Networking</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Integrado HP NC 7761 Gigabit |
| Fuente de Alimentación | <ul style="list-style-type: none"> • Redundante |
| Administración Remota | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Integrated Lights-Out</i> |

Continúa


| Servidor HP ProLiant ML350 G5 E5420 | |
|--|---|
|  | |
| Procesador | <ul style="list-style-type: none"> • (1) Quad-Core Intel® Xeon® E5420 Processor (2.50 GHz, 80 Watts, 1333 FSB) |
| Memoria | <ul style="list-style-type: none"> • 2 GB (2 x 1 GB) <i>standard</i> ampliable hasta 16 GB • 12 MB (2 x 6 MB) Level 2 cache |
| Slots de Expansión | <ul style="list-style-type: none"> • 6 |
| Networking | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Embedded NC 373i Multifunction Gigabit Server Adapter</i> |
| Almacenamiento | <ul style="list-style-type: none"> • Smart Array E200i/128 BBWC Controller (RAID 0/1/1+0/5) • 1.168 TB SFF SAS o 480 GB SFF SATA • Conexión en caliente SFF SAS o SFF SATA |
| Fuente de Alimentación | <ul style="list-style-type: none"> • Redundante |
| Administración Remota | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Integrated Lights-Out 2 (iLO 2)</i> |

Tabla 3-38 Especificaciones de los servidores HP ^[W23]

Ambos modelos de servidores son relativamente modernos y se les puede añadir componentes de *hardware* para ampliar su capacidad y dar soporte a los servicios que ofrecerá la red.

Para determinar el *hardware* que se añadirá a cada servidor es necesario conocer que servicios se le asignarán y el sistema operativo que se instalará en ellos. En la Tabla 3-39 se muestra los requerimientos mínimos de procesamiento, memoria

RAM y almacenamiento en disco duro que se necesita para el correcto funcionamiento del sistema operativo y los servicios asignados a cada equipo.

| Servidor HP | Servicios | Procesador | Memoria RAM | Disco Duro |
|------------------------------------|--------------------------|------------------|---------------|--------------|
| ProLiant ML350 G5 E5420 | S.O. Windows Server 2008 | 2 GHz | 2 GB | 40 GB |
| | DHCP | --- | --- | --- |
| | DNS (Interno) | --- | --- | --- |
| | Active Directory | --- | --- | 250 MB |
| | Base de Datos | 1 GHz | 512 MB | 5 GB |
| TOTAL | | 2 X 2 GHz | 2.5 GB | 46 GB |
| ProLiant ML350 G5 E5420 | S.O. Ubuntu | 700 MHz | 512 MB | 5 GB |
| | DNS (Externo) | --- | --- | 250 MB |
| | Web | 2 X 2 GHz | 2 GB | 80 GB |
| | Correo Electrónico | 2 GHz | 2 GB | 10 GB |
| TOTAL | | 4 X 2 GHz | 4.5 GB | 96 GB |
| ProLiant ML350 G4p | S.O. Ubuntu | 700 MHz | 512 MB | 5 GB |
| | Videovigilancia | 1 GHZ | 512 MB | 2 TB |
| TOTAL | | 2 GHz | 1 GB | 2 TB |

Tabla 3-39 Asignación de funciones a los servidores

Luego de conocer los recursos mínimos que necesita cada servidor, se puede determinar los dispositivos de *hardware* que se deben añadir a cada equipo. En la Tabla 3-40 se muestra la cantidad y capacidad de los dispositivos que se añadirán.

| Recurso | Capacidad Actual | Capacidad Requerida | Elementos a Añadir |
|---|------------------|---------------------|----------------------|
| Servidor 1: HP ProLiant ML350 G5 E5420 | | | |
| Procesamiento | 4 X 2.5 GHz | 2 X 2 GHz | --- |
| Memoria RAM | 2 GB | 2.5 GB | 1 Módulo de 2 GB |
| Disco Duro | 1 TB | 46 GB | --- |
| Tarjeta de Red | 1 | 1 | --- |
| Fuente Redundante | 0 | 1 | 1 Fuente Redundante |
| Servidor 2: HP ProLiant ML350 G5 E5420 | | | |
| Procesamiento | 4 X 2.5 GHz | 4 X 2 GHz | --- |
| Memoria RAM | 2 GB | 4.5 GB | 2 Módulos de 2 GB |
| Disco Duro | 1 TB | 96 GB | --- |
| Tarjeta de Red | 1 | 1 | --- |
| Fuente Redundante | 0 | 1 | 1 Fuente Redundante |
| Servidor 3: HP ProLiant ML350 G4p | | | |
| Procesamiento | 4 X 2.5 GHz | 1 X 2 GHz | --- |
| Memoria RAM | 8 GB | 1 GB | --- |
| Disco Duro | 1 TB | 2 TB | 1 Disco Duro de 1 TB |
| Tarjeta de Red | 1 | 1 | --- |
| Fuente Redundante | 0 | 1 | 1 Fuente Redundante |

Tabla 3-40 *Hardware* que se agregará a los servidores

3.1.6.4 Estaciones de Trabajo

La institución cuenta con 59 estaciones de trabajo con el *hardware* necesario para soportar los servicios que se agregarán a la red. Tomando en cuenta las exigencias de equipamiento del Capítulo 2 se observa que se necesitan 109 estaciones de trabajo, este déficit será llenado por 50 computadoras cuyas características se señalan en la Tabla 3-41.

| Computador de Escritorio | |
|--|--|
|  | |
| Procesador | <ul style="list-style-type: none"> • Intel Core i7 3770 de 3,4 GHz 3ra generación |
| Mainboard | <ul style="list-style-type: none"> • Intel DH61 |
| Disco Duro | <ul style="list-style-type: none"> • 1 TB (SATA) |
| Memoria RAM | <ul style="list-style-type: none"> • 4 GB DDR3 |
| Unidad Óptica | <ul style="list-style-type: none"> • DVD <i>Writer</i> |
| Monitor | <ul style="list-style-type: none"> • LED DE 18.5" SAMSUNG |
| Periféricos | <ul style="list-style-type: none"> • Teclado • Mouse óptico • Parlantes • Lector de memorias |
| Garantía | <ul style="list-style-type: none"> • 1 año |

Tabla 3-41 Características de los computadores de escritorio

Con este tipo de computadoras se garantiza el correcto funcionamiento de los servicios que se añadirán a la red, y además, la posibilidad de ampliar los recursos de *hardware* de los equipos, evitando que queden obsoletos al paso de pocos años.

3.1.6.5 Diagrama de la Red

En la Figura 3-17 se muestra el diagrama de la red, y se observa la distribución de los componentes activos (*switches*, servidores, UTM) y pasivos (PCs, teléfonos IP, cámaras IP) en las instalaciones de la institución.

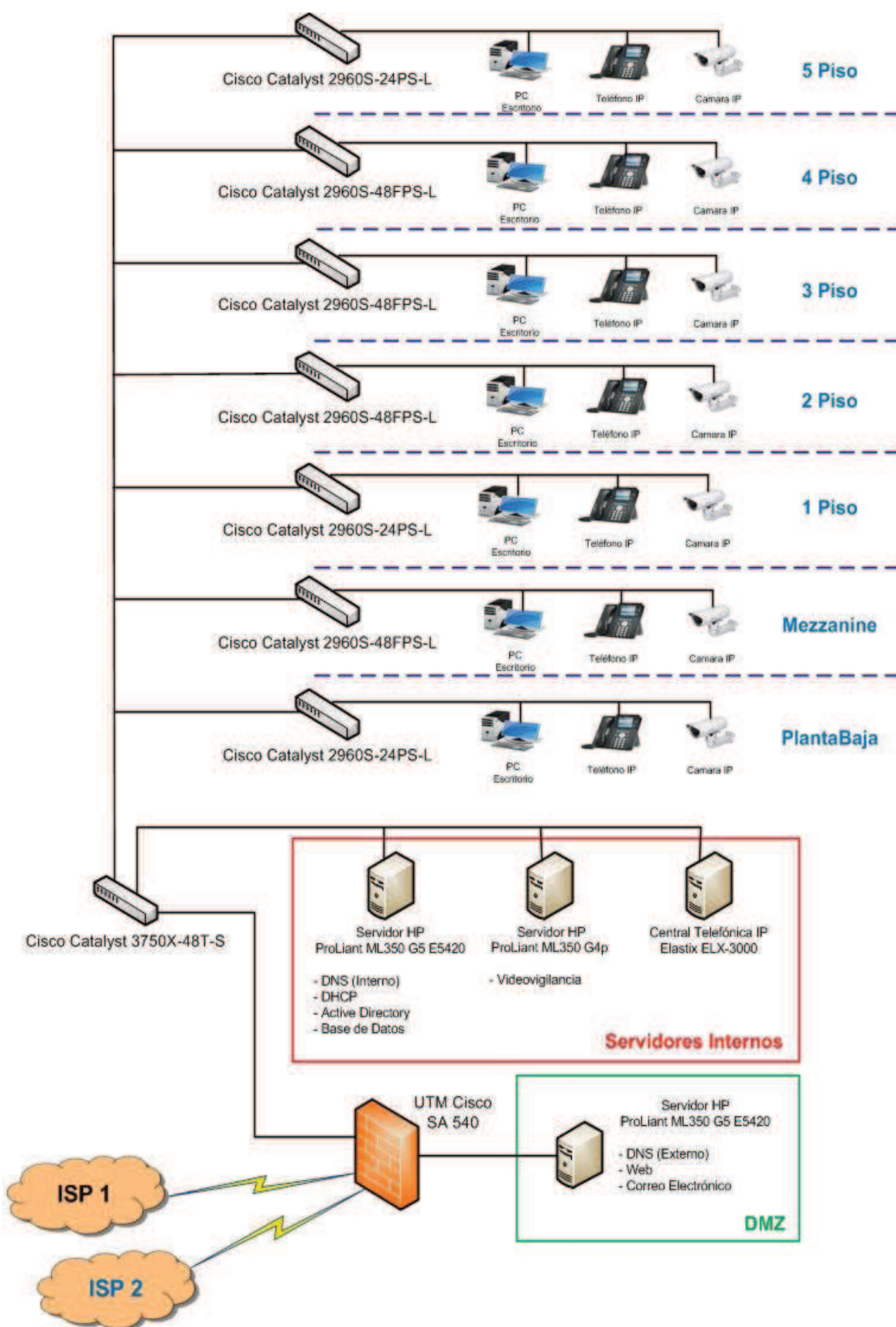


Figura 3-17 Diagrama de la red

3.1.6.6 Esquema de Direccionamiento IP

En el direccionamiento de red se emplearán VLANs basada en puerto, que definen una red virtual según el puerto de conexión en el conmutador.

En la Tabla 3-42 se muestran los parámetros bajo los cuales se crearán las VLANs y la cantidad de direcciones IP que necesita en cada una de ellas.

| Servicio/Función | Nombre VLAN | # VLAN | Direcciones IP |
|----------------------------|------------------|--------|----------------|
| Datos | Datos | 10 | 120 |
| Telefonía IP | Telefonía | 20 | 113 |
| Vigilancia IP | Vigilancia | 30 | 19 |
| Administración y Monitoreo | Administración | 40 | 12 |
| Equipos de Conectividad | Conectividad | 50 | 10 |
| Servidores Internos | Servidores_LAN | 60 | 4 |
| Servidores DMZ | DMZ | 70 | 2 |
| Videoconferencia | Videoconferencia | 80 | 2 |

Tabla 3-42 Parámetros para la creación de VLANs

Luego de conocer la cantidad de direcciones IP que requiere en cada VLAN, se presenta el esquema de direccionamiento IP en la Tabla 3-43.

| VLAN | Red/Subred | Máscara | Default Gateway | Primer Host | Último Host | Broadcast |
|------------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| Datos | 192.168.0.0 | 255.255.255.255 | 192.168.0.1 | 192.168.0.2 | 192.168.0.254 | 192.168.0.255 |
| Telefonía | 192.168.1.0 | 255.255.255.255 | 192.168.1.1 | 192.168.1.2 | 192.168.1.254 | 192.168.1.255 |
| Vigilancia | 192.168.2.0 | 255.255.255.192 | 192.168.2.1 | 192.168.2.2 | 192.168.2.62 | 192.168.2.63 |
| Administración | 192.168.2.64 | 255.255.255.224 | 192.168.2.65 | 192.168.2.66 | 192.168.2.94 | 192.168.2.95 |
| Conectividad | 192.168.2.96 | 255.255.255.224 | 192.168.2.97 | 192.168.2.98 | 192.168.2.126 | 192.168.2.127 |
| Servidores_LAN | 192.168.2.128 | 255.255.255.240 | 192.168.2.129 | 192.168.2.130 | 192.168.2.142 | 192.168.2.143 |
| DMZ | 192.168.2.144 | 255.255.255.240 | 192.168.2.145 | 192.168.2.146 | 192.168.2.158 | 192.168.2.159 |
| Videoconferencia | 192.168.2.160 | 255.255.255.240 | 192.168.2.161 | 192.168.2.162 | 192.168.2.174 | 192.168.2.175 |

Tabla 3-43 Esquema de direccionamiento IP

En la Tabla 3-44 se muestra el número máximo de direcciones IP que podría manejar cada VLAN, las direcciones IP ya asignadas, y la cantidad de direcciones IP libres que permitirían el incremento del número de usuarios o equipos.

| VLAN | Cantidad de Direcciones IP por VLAN | | |
|------------------|-------------------------------------|-----------|--------|
| | Máximo | Asignadas | Libres |
| Datos | 254 | 120 | 134 |
| Telefonía | 254 | 113 | 141 |
| Vigilancia | 62 | 19 | 43 |
| Administración | 30 | 12 | 18 |
| Conectividad | 30 | 10 | 20 |
| Servidores_LAN | 14 | 4 | 10 |
| DMZ | 14 | 2 | 12 |
| Videoconferencia | 14 | 2 | 12 |

Tabla 3-44 Uso de direcciones IP por VLAN

En la Figura 3-18 se observa un diagrama con la asignación de las VLANs y la dirección de red que manejan.

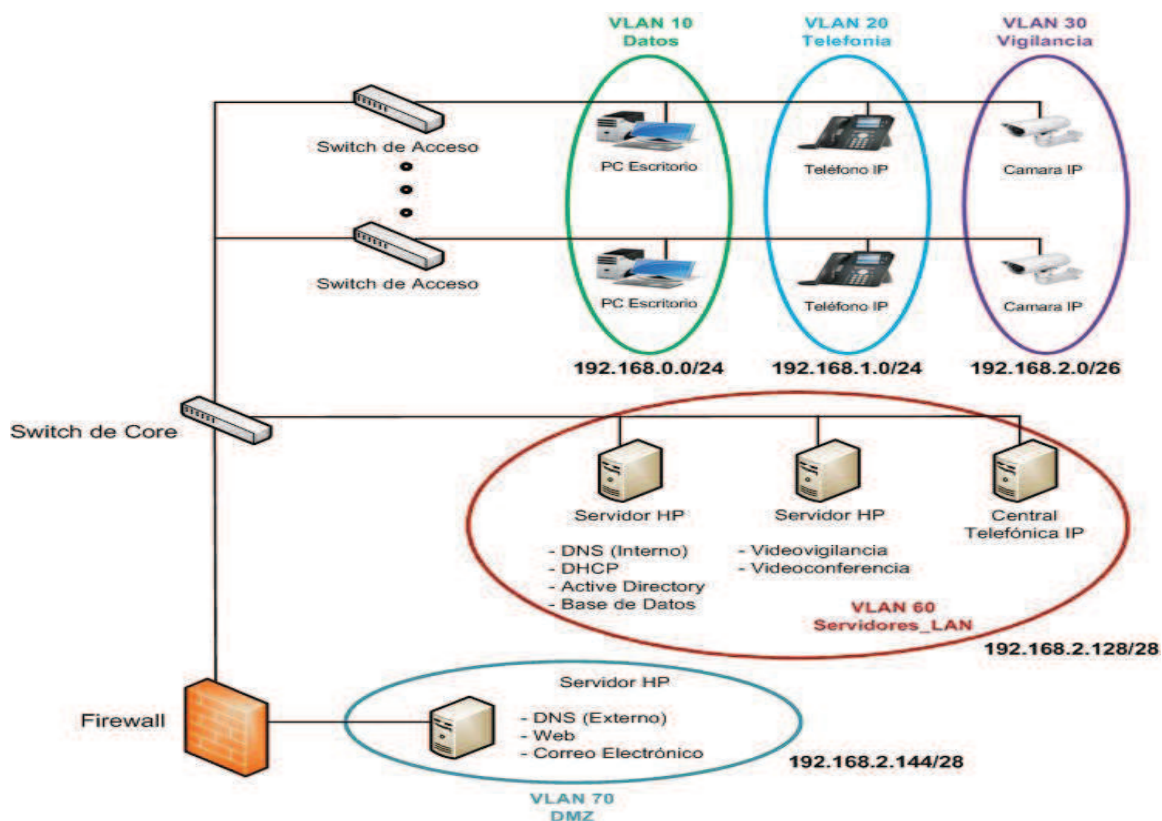


Figura 3-18 Asignación de VLANs y direccionamiento de red

3.2 COSTO REFERENCIAL DEL PROYECTO

En esta sección se presentan los costos referenciales de la posible implementación del proyecto. Esto comprende: la red pasiva, la red activa, la contratación de los servicios de telefonía e internet, las licencias de *software*, y la obra civil que se necesita para adecuar ciertas aéreas del edificio. Estos valores han sido extraídos de las proforma que se presentan en el Anexo H.

3.2.1 COSTO RED PASIVA

El costo de la red pasiva comprende: el sistemas de cableado estructurado, el sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) y el sistema contra incendios. El costo de cada sistema está dado por el precio de los elementos, su instalación y certificación.

3.2.1.1 Costo del Sistema de Cableado Estructurado

En la Tabla 3-45 se muestra un listado con los precios de los elementos necesarios para la implementación del Sistemas de Cableado Estructurado, así como el costo de su instalación y certificación.

| Elemento | Cantidad | V. Unitario (\$) | V. Total (\$) |
|---|----------|------------------|---------------|
| Bandeja Porta Cables x 2.4m | 88 | 18,45 | 1623,6 |
| Cable UTP CAT 6A (rollo 305m) | 9 | 198,25 | 1784,25 |
| Caja de Paso | 10 | 5,21 | 52,1 |
| Cajas Plásticas Sobrepuestas | 137 | 1,75 | 239,75 |
| Canaleta Plástica Decorativa 20x12 (2m) | 21 | 2,3 | 48,3 |
| Canaleta Plástica Decorativa 40x25 (2m) | 149 | 5,51 | 820,99 |
| Codo 90° EMT (2") | 2 | 0,97 | 1,94 |
| Codo 90° EMT (3/4") | 3 | 0,48 | 1,44 |
| Codo 90° EMT (4") | 2 | 1,94 | 3,88 |
| Codo Externo 40x25 | 1 | 1,13 | 1,13 |
| Codo Interno 40x25 | 21 | 1,24 | 26,04 |
| Codo Plano 40x25 | 19 | 0,87 | 16,53 |
| Derivación en T 40x25 | 2 | 1,78 | 3,56 |
| Face Plate Doble | 6 | 1,58 | 9,48 |

Continúa

| | | | |
|---|-----|--------|-----------------|
| Face Plate Simple | 129 | 1,58 | 203,82 |
| Gabinete Abatible de 12 UR | 2 | 287,7 | 575,4 |
| Gabinete Abatible de 18 UR | 4 | 353,25 | 1413 |
| Jack CAT 6A | 141 | 13,06 | 1841,46 |
| Organizador Horizontal | 10 | 16,5 | 165 |
| Organizador Vertical | 2 | 43,45 | 86,9 |
| Panel de Alimentación Eléctrica | 10 | 52,52 | 525,2 |
| Patch Cords UTP CAT 6A (3 ft) | 212 | 12,99 | 2753,88 |
| Patch Cords UTP CAT 6A (7 ft) | 193 | 24,23 | 4676,39 |
| Patch Panel CAT 6A de 24 Puertos | 4 | 114,99 | 459,96 |
| Patch Panel CAT 6A de 48 Puertos | 4 | 215 | 860 |
| Rack Cerrado Desmontable 42 UR | 1 | 840 | 840 |
| Tuba Conduit EMT (2") x 3m | 4 | 20,14 | 80,56 |
| Tuba Conduit EMT (3/4") x 3m | 12 | 7,46 | 89,52 |
| Tuba Conduit EMT (4") x 3m | 8 | 46,84 | 374,72 |
| Unión EMT (2") | 3 | 1,62 | 4,86 |
| Unión EMT (4") | 7 | 3,12 | 21,84 |
| Unión EMT (3/4") | 7 | 0,97 | 6,79 |
| Cable #6 AWG (metros) | 130 | 1,86 | 241,8 |
| Barras de Tierra para Gabinetes | 6 | 18,29 | 109,74 |
| Barras de Tierra para Racks | 1 | 26,47 | 26,47 |
| Misceláneos (tacos, tornillos, amarras plásticas) | --- | --- | 126,95 |
| Instalación de Gabinetes Abatibles y Rack Cerrado Desmontable | 1 | 2100 | 2100 |
| Instalación de los Puntos de Red | 141 | 35 | 4935 |
| Certificación de los Puntos de Red | 141 | 4 | 564 |
| Instalación del Cableado Vertical | 1 | 1050 | 1050 |
| Instalación del Sistema de Puesta a Tierra | 1 | 760 | 760 |
| SUBTOTAL (\$) | | | 29526,25 |
| IVA (12%) | | | 3543,15 |
| TOTAL (\$) | | | 33069,40 |

Tabla 3-45 Costo del Sistema de Cableado Estructurado

3.2.1.2 Costo del Sistema de Alimentación Ininterrumpida (UPS)

Seguidamente, se muestra en la Tabla 3-46 el costo de los módulos UPS y el costo de los elementos e instalación del sistema centralizado UPS (10 KVA) que abastecerá exclusivamente a los equipos de conmutación, *firewall*, servidores y equipos de la entrada de servicios.

| Elemento | Cantidad | V. Unitario (\$) | V. Total (\$) |
|-------------------------------------|----------|------------------|-----------------|
| CDP BACK-UPS 750VA 120V 6U G-UPR756 | 110 | 57,22 | 6294,2 |
| Ups Vanguard 10kva Online Powercom | 1 | 4750 | 4750 |
| Costo de Instalación del Sistema | 1 | 1110 | 1110 |
| SUBTOTAL (\$) | | | 12154,20 |
| IVA (12%) | | | 1458,50 |
| TOTAL (\$) | | | 13612,70 |

Tabla 3-46 Costo del Sistema de Alimentación Ininterrumpida

3.2.2 COSTO RED ACTIVA

En el costo de la red activa se incluyen los equipos de conmutación (*switches*, *routers*, *firewall*) y los equipos terminales de datos (computadores, teléfonos IP, cámaras de vigilancia, equipos de videoconferencia)

3.2.2.1 Equipos de Conmutación y Servidores

En la Tabla 3-47 se muestra el costo de los equipos de conmutación, el equipo de seguridad perimetral, los componentes de *hardware* que se añadirá a los servidores y el costo del servidor de telefonía IP.

| Elemento | Cantidad | V. Unitario (\$) | V. Total (\$) |
|--|----------|------------------|-----------------|
| Switch de Acceso Cisco Catalyst 2960S-24PS-L | 3 | 1150 | 3450 |
| Switch de Acceso Cisco Catalyst 2960S-48FPS-L | 4 | 2375 | 9500 |
| Switch de Núcleo Cisco Catalyst 3750X-48T-S | 1 | 3780 | 3780 |
| UTM Cisco SA 540 | 1 | 658,99 | 658,99 |
| Central Telefónica IP Elastix ELX-3000 | 1 | 1727 | 1727 |
| Misceláneos (Memoria RAM, Disco Duro, Fuente Redundante) | --- | 1615 | 1615 |
| Instalación y Configuración de los Equipos | 1 | 1600 | 1600 |
| Capacitación (10 horas) | 1 | 250 | 250 |
| SUBTOTAL (\$) | | | 22580,99 |
| IVA (12%) | | | 2709,72 |
| TOTAL (\$) | | | 25290,71 |

Tabla 3-47 Costo de los equipos de conmutación y *hardware* para servidores

3.2.2.2 Equipos Terminales de Datos

En la Tabla 3-48 se muestra el costo de los equipos terminales de datos previamente seleccionados.

| Elemento | Cantidad | V. Unitario (\$) | V. Total (\$) |
|---|----------|------------------|-----------------|
| Teléfono IP Yealink Video VP-2009P | 4 | 389 | 1556 |
| Teléfono IP Yealink Enterprise HD SIP-T28P | 108 | 110,5 | 11934 |
| Cámara IP Fija para Exteriores D-Link DCS-7513 | 3 | 672,13 | 2016,39 |
| Cámara IP Fija para Interiores D-Link DCS-3716 | 14 | 753,34 | 10546,76 |
| Cámara IP Móvil para Exteriores D-Link DCS-6513 | 1 | 973,93 | 973,93 |
| Equipo de Videoconferencia Panasonic KX-VC300 | 1 | 3360 | 3360 |
| Computadoras de Escritorio | 50 | 696,43 | 34821,5 |
| SUBTOTAL (\$) | | | 65208,58 |
| IVA (12%) | | | 7825,03 |
| TOTAL (\$) | | | 73033,61 |

Tabla 3-48 Costo de equipos terminales de datos

3.2.3 COSTO DEL SERVICIO DE INTERNET

La Tabla 3-49 se detalla el costo y los parámetros de contratación del servicio de Internet.

| Elemento | V. Total (\$) |
|---|----------------|
| Costo Mensual Plan Internet Corporativo 3 Mbps CTN | 340,47 |
| Costo Mensual Plan Internet Corporativo 2 Mbps TELCONET | 246,42 |
| Inscripción e Instalación | 560 |
| TOTAL (\$) | 1146,89 |

Tabla 3-49 Costo del servicio de Internet

3.2.4 COSTO DE LA OBRA CIVIL

El diseño de la red requiere de ciertas adecuaciones en las instalaciones de la institución. El costo de la obra civil se presenta en la Tabla 3-50.

| Elemento | Cantidad | V. Unitario (\$) | V. Total (\$) |
|--|----------|------------------|---------------|
| Construcción de pared (7m ²) para la Sala de Equipos | 7 | 150 | 1050 |
| Reparación de paredes Sala de Equipos (40m ²) | 40 | 30 | 1200 |
| TOTAL (\$) | | | 2250 |

Tabla 3-50 Costo de la obra civil

3.2.5 COSTO TOTAL DEL PROYECTO

Para finalizar, se muestra en la Tabla 3-51 el costo total del proyecto. Este valor se obtiene al sumar los diferentes componentes que lo integran.

| Elementos | Costo (\$) |
|--|------------------|
| Costo del Sistema de Cableado Estructurado | 33069,4 |
| Costo del Sistema de Alimentación Ininterrumpida | 13612,7 |
| Costo de los Equipos de Conmutación y Servidores | 25290,71 |
| Costo de Equipos Terminales de Datos | 73033,61 |
| Costo del Servicio de Internet | 1146,89 |
| Costo de la Obra Civil | 2250 |
| TOTAL (\$) | 148403,31 |

Tabla 3-51 Costo total del proyecto

CAPÍTULO IV

INTRODUCCIÓN

Este capítulo está dedicado al desarrollo de un prototipo de red, que servirá para realizar las pruebas de funcionamiento, documentar los principales procedimientos, y registrar los resultados de la implementación de los servicios de datos, telefonía IP, videovigilancia IP, videoconferencia y el sistema de administración de red. Además, se presentará la configuración de los equipos y programas que brindarán seguridad a la red y darán calidad de servicio el tráfico generado por las aplicaciones de datos, voz y video.

4 PROTOTIPO, PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1 PROTOTIPO DE RED

El prototipo de red se basa en la implementación de los principales servicios que fueron requeridos para el diseño de la red. El prototipo presenta las limitaciones propias de una maqueta, pero pretenderá reflejar la estructura de la red de la institución. El diagrama del prototipo de pruebas se detalla en la Figura 4-1.

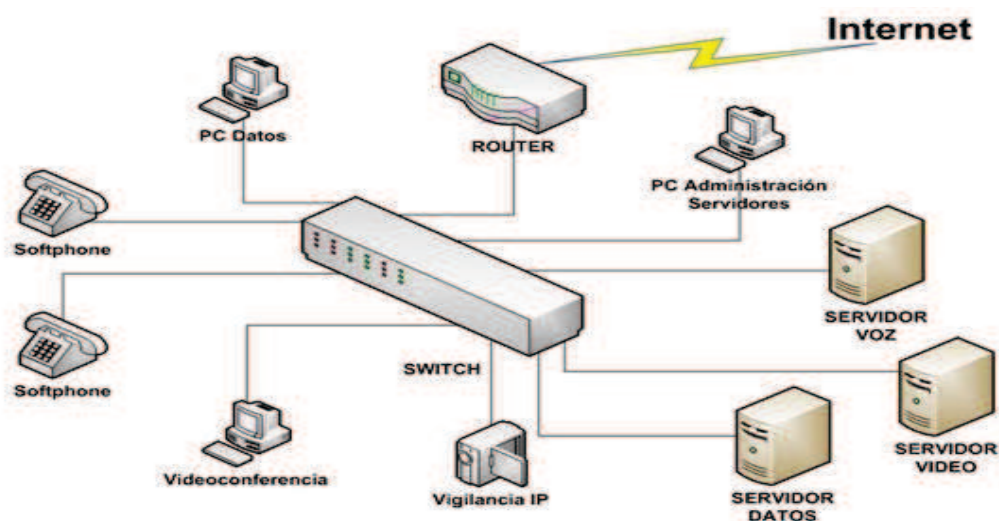


Figura 4-1 Diagrama del prototipo de la red.

Para el prototipo se utilizará un *router* cisco, un *switch* cisco, un computador de escritorio en el que se virtualizarán los servidores, una cámara IP FOSCAM, y por lo menos 2 laptops adecuadamente equipadas con el *hardware* y *software* necesario para la comprobación de los servicios.

4.1.1 ESQUEMA DE DIRECCIONAMIENTO IP

El direccionamiento IP del prototipo de red se realizará mediante el subneteo de la dirección de red 192.168.10.0/24. El subneteo permitirá obtener direcciones de red más pequeñas que se asignarán a las VLANs creadas para separar los flujos de tráfico y mejorar la administración.

4.1.1.1 Subredes y VLANs

El prototipo de red requiere la creación de 4 VLANs. Los parámetros bajo los cuales se crearán las VLANs se muestran en la Tabla 4-1 y el detalle del direccionamiento IP se define en la Tabla 4-2.

| Servicio/Función | Nombre de VLAN | # VLAN |
|----------------------------|----------------|--------|
| Datos | Datos | 10 |
| Telefonía IP | Telefonía | 20 |
| Vigilancia IP | Vigilancia | 30 |
| Administración y Monitoreo | Administración | 40 |

Tabla 4-1 Parámetros para la creación de las VLANs

| VLAN | Red/ Subred | Máscara | Default Gateway | Primer Host | Último Host | Broadcast |
|----------------|----------------|-----------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|
| Datos | 192.168.10.0 | 255.255.255.192 | 192.168.10.1 | 192.168.10.2 | 192.168.10.62 | 192.168.10.163 |
| Telefonía | 192.168.10.64 | 255.255.255.192 | 192.168.10.65 | 192.168.10.66 | 192.168.10.126 | 192.168.10.127 |
| Vigilancia | 192.168.10.128 | 255.255.255.192 | 192.168.10.129 | 192.168.10.130 | 192.168.10.190 | 192.168.10.191 |
| Administración | 192.168.10.192 | 255.255.255.192 | 192.168.10.193 | 192.168.10.194 | 192.168.10.254 | 192.168.10.255 |

Tabla 4-2 Esquema de direccionamiento IP

4.1.1.2 Configuración de los Equipos de Conmutación

A continuación se muestran los procedimientos más importantes en la configuración del *router* y el *switch* Cisco para la creación y funcionamiento de las VLANs, la diferenciación del tráfico de red, la seguridad, y la administración de estos dispositivos.

4.1.1.2.1 Configuración de VLANs

El prototipo requiere la creación de 4 VLANs, una de ellas pertenece el servicio de telefonía IP y debe ser configurada para que su flujo de tráfico tenga preferencia sobre los demás. A continuación se muestran los principales comandos usados para la configuración de las VLANs.

Creación de las VLANs (*switch*)

```
Switch#vlan database
Switch(vlan)# vlan 10 name Datos      (crea la VLAN de datos #10)
Switch(vlan)#vlan 20 name Telefonía
Switch(vlan)#vlan 30 name Vigilancia
Switch(vlan)#vlan 40 name Administracion
```

Asignación de la VLAN de datos (*switch*)

```
Switch#configure terminal
Switch(config)#interface fastEthernet 0/2
Switch(config-if)#switchport mode access      (Puerto en modo de acceso)
Switch(config-if)#switchport access vlan 10   (assign VLAN 10 al puerto 2)
```

Asignación de la VLAN de telefonía IP (*switch*)

```
Switch#configure terminal
Switch(config)# interface fastEthernet 0/6
Switch(config-if)#switchport mode access
```

```
Switch(config-if)#switchport access vlan 10
Switch(config-if)# switchport voice vlan 20    (VLAN 20 para telefonía IP)
```

Configuración del puerto trunk (switch)

```
Switch#configure terminal
Switch(config)# interface fastEthernet 0/1
Switch(config-if)# switchport mode trunk      (asigna como puerto troncal)
Switch(config-if)#switchport trunk allowed vlan 10,20,30,40,50
Switch(config-if)#no shutdown
```

En la Figura 4-2 se muestra la captura de la pantalla al configurar las VLANs en el *switch*.

```
Switch#
Switch#vlan database
! Warning: It is recommended to configure VLAN from config mode,
as VLAN database mode is being deprecated. Please consult user
documentation for configuring VTP/VLAN in config mode.

Switch(vlan)#vlan 10 name Datos
VLAN 10 added:
  Name: Datos
Switch(vlan)#vlan 20 name Telefonia
VLAN 20 added:
  Name: Telefonia
Switch(vlan)#vlan 30 name Vigilancia
VLAN 30 added:
  Name: Vigilancia
Switch(vlan)#vlan 40 name Administracion
VLAN 40 added:
  Name: Administracion
Switch(vlan)#
```

Figura 4-2 Configuración de VLANs

Configuración para el funcionamiento de la VLAN 10 (router)

```
Router(config)#interface fastEthernet 0/0.10
Router(config-subif)#encapsulation dot1Q 10  (encapsulación 802.1Q)
Router(config-subif)#ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#no shutdown
Router(config-subif)# exit
```

4.1.1.2.2 Configuración de Clase de Servicio

Las tramas de Capa 2 no tienen forma de indicar la prioridad o importancia de su contenido y transportan las tramas de acuerdo con la “Entrega de Mejor Esfuerzo”.

Sin embargo cuando las tramas se transportan por un puerto *Trunk*, estas son encapsuladas añadiendo el TAG ID de la vlan, y esta encapsulación incluye un campo que indica la Clase de Servicio (CoS) de cada trama. Este campo puede ser usado en los *switches* para tomar decisiones de QoS. Una vez que la trama se desencapsula cuando sale del Trunk la información CoS se elimina y pierde.

A continuación se muestra la configuración usada ^[W1].

```
Switch# configure terminal
Switch(config)# fastEthernet 0/11
Switch(config-if)#mls qos cos 5 (asigna 5 al CoS de la interfaz)
Switch(config-if)#mls qos cos override (sobrescribe CoS entrante)
```

4.1.1.2.3 Configuración de Administración

Para la administración de los equipos se usará SNMPv3. A continuación se muestra la configuración empleada ^[W2].

```
Switch(config)# snmp-server community public
Switch(config)# snmp-server group admin v3 noauth
Switch(config)# snmp-server user manageradmin remote 192.168.10.194
Switch(config)# snmp-server host 192.168.10.194 informs version 3 noauth
remoteuser config
Switch(config)# snmp-server group group2 v3 auth
Switch(config)# snmp-server user AuthUser group2 remote 192.168.10.194 v3
auth md5 password1
Switch(config)# snmp-server group group3 v3 priv
```

```
Switch(config)# snmp-server user administrar group3 remote 192.168.10.194 v3  
auth md5 INFA priv access des56
```

4.2 IMPLEMENTACIÓN DE SERVICIOS

La implementación de servicios se realizará sobre servidores virtualizados. Para esto se hará uso de la herramienta informática VMware Workstation.

VMware es un sistema de virtualización por *software* y simula un sistema físico con unas características de *hardware* determinadas. Cuando se ejecuta el programa simulador, proporciona un ambiente de ejecución similar a todos los efectos a un computador físico ^[W3]. Sin embargo al ser una capa intermedia entre el sistema físico y el sistema operativo que funciona en el *hardware* emulado, la velocidad de ejecución de este último es menor.

La instalación del paquete de *software* VMware se realizará sobre una computadora de escritorio que cuenta con 4 procesadores (2.3 GHz) y 3 tarjetas de red. Una captura de pantalla de la instalación se muestra la Figura 4-3.

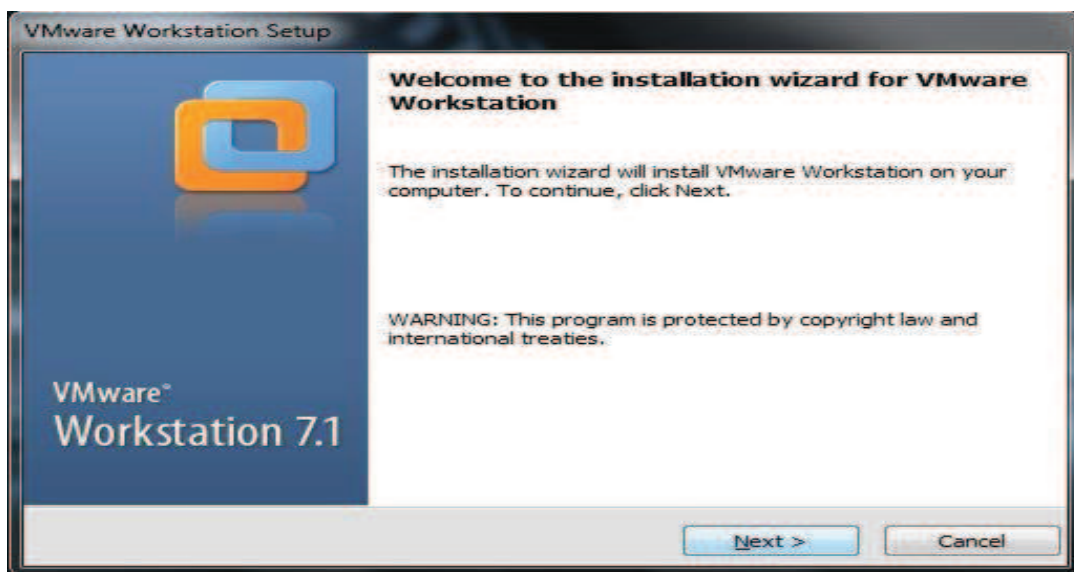


Figura 4-3 Proceso de instalación del *software* de virtualización (VMware)

4.2.1 SERVICIO DE DATOS

Los equipos conectados a la VLAN de datos dispondrán de los servicios de correo electrónico, mensajería instantánea e Internet. Además se implementarán los servidores de DNS, DHCP y *Active Directory* necesarios para el funcionamiento de todas las VLANs. Estos servicios se ejecutarán sobre el sistema operativo Windows Server 2008.

4.2.1.1 Instalación Windows Server 2008

Antes de la instalación de Windows Server 2008 es necesario considerar los requerimientos mínimos de *hardware* para su instalación (ver Tabla 4-3).

| Recursos | Configuración Mínima | Configuración Recomendada |
|-------------|----------------------|---------------------------|
| Memoria RAM | 512 MB | 2 GB o más |
| Disco Duro | 10 GB | 40 GB o más |
| Procesador | 1 GHz | 2 GHz o más |

Tabla 4-3 Requerimiento mínimos de instalación de Windows Server 2008

Luego de observar el cumplimiento de los requerimientos mínimos de *hardware*, se procede la instalación (limpia) del sistema operativo (ver Figura 4-4)

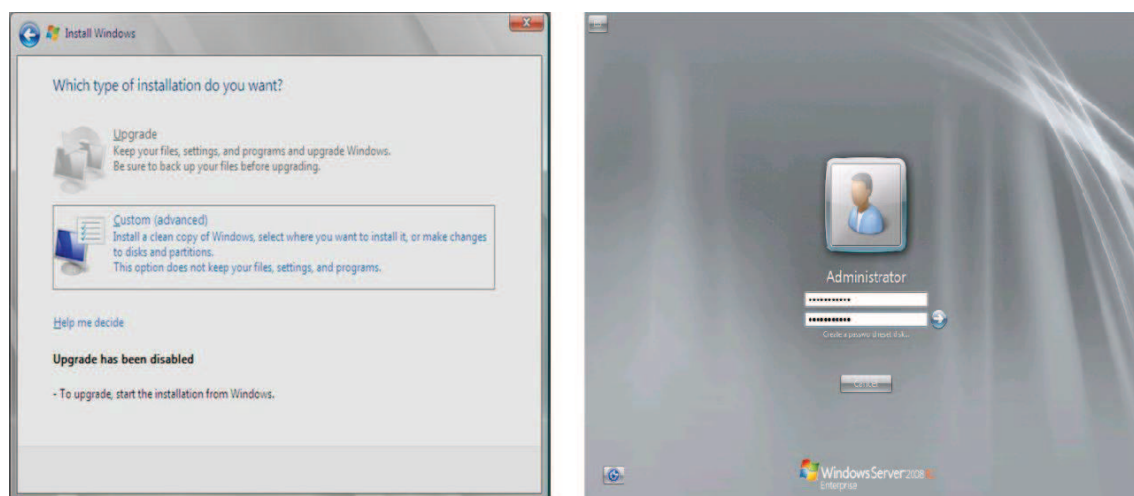


Figura 4-4 Proceso instalación *Windows Server* 2008

4.2.1.1.1 Configuración de DNS

Para instalar el servidor DNS ^[W4] (Sistemas de Nombres de Dominio) realizamos las siguientes acciones:

- 1.- Vamos a **inicio>herramientas administrativas>administrador del servidor**.
- 2.- Una vez ahí vamos a **funciones>agregar funciones**.
- 3.- Seleccionamos la opción **servidor DNS**. Presionamos la opción siguiente.
- 4.- En la siguiente ventana aparece un resumen del proceso de instalación. Si todo está correcto presionamos el **botón instalar**. Esperamos a que el proceso se complete (ver Figura 4-5).

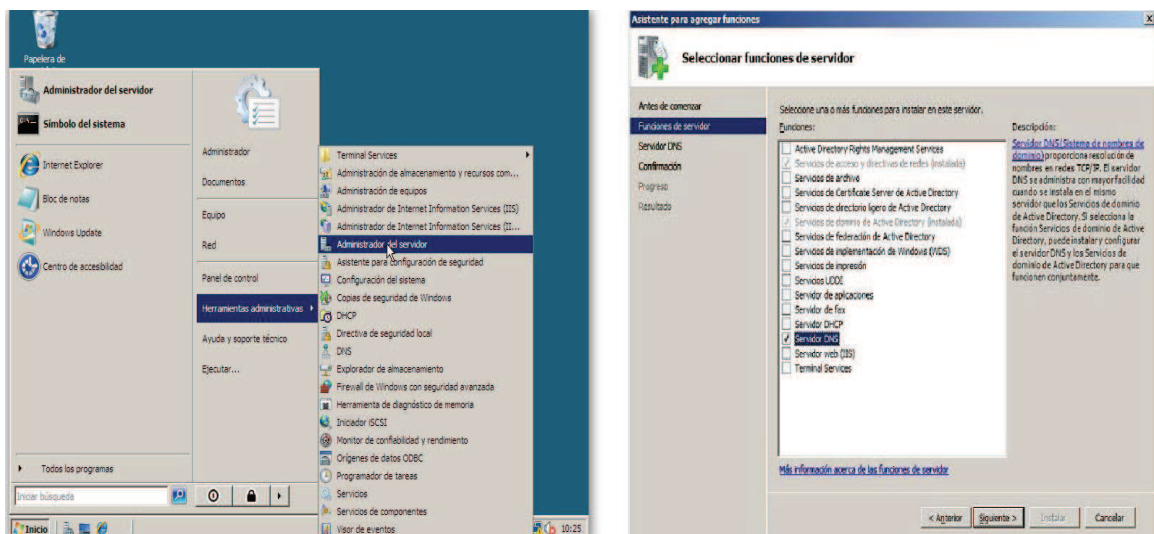


Figura 4-5 Proceso de instalación del DNS

Luego procedemos a la configuración del servidor DNS. Nos dirigimos a **inicio>herramientas administrativas** y seleccionamos **DNS**.

Llegado a este punto entraremos a configurar las zonas. En la zona se especifica el nombre de dominio, tipo de servidor si es **maestro** o **esclavo** y ruta del archivo.

Existen diferentes zonas con sus respectivas configuraciones las cuales son:

- **Zona Directa.-** La zona directa nos permite crear zonas primarias y secundarias. En dichas zonas podemos crear distintos tipos de registro tales como: A, CNAME, NS, MX, y asociarlos con una dirección IP. Las resoluciones de esta zona devuelven la IP correspondiente al nombre de dominio solicitado.
 - Registro A.- Este registro se usa para traducir nombres de servidores de alojamiento a direcciones IPv4.
 - Registro CNAME.- Se usa para crear nombres de servidores de alojamiento adicionales, o alias, para los servidores de alojamiento de un dominio.
 - Registro NS.- Define la asociación que existe entre un nombre de dominio y los servidores de nombres que almacenan la información de dicho dominio.
 - Registro MX.- Asocia un nombre de dominio a una lista de servidores de intercambio de correo para ese dominio.

- **Zona Inversa.-** Nos permite por el contrario crear registros PTR, los cuales nos permiten asociar una IP con un nombre. Es como hacer una pregunta ¿Cuál es el nombre DNS del equipo que utiliza la dirección IP 172.16.200.2?
 - Registro PTR.- También conocido como 'registro inverso', funciona a la inversa del registro A, traduciendo IPs en nombres de dominio.

Luego de aclarar estos conceptos procedemos a la configuración de una zona directa, damos clic derecho en **zona de búsqueda directa>nueva zona** y seguimos el asistente (ver Figura 4-6).

Seguidamente, en el cuadro de diálogo debemos configurar el nombre de la zona inversa. Como las zonas inversas hacen la traducción de IP a Nombre de dominio, el nombre de la zona debe ir ligado a los octetos de red del Identificador de nuestra red (ver Figura 4-7).

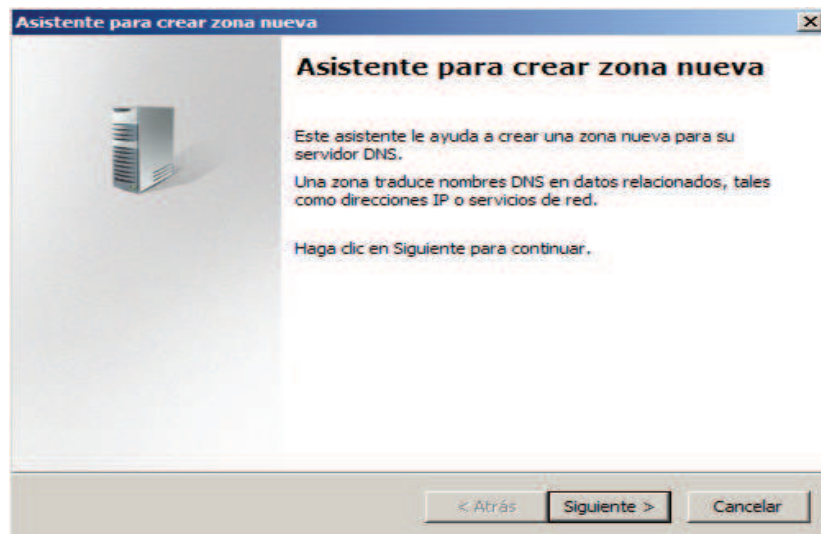


Figura 4-6 Configuración zona directa

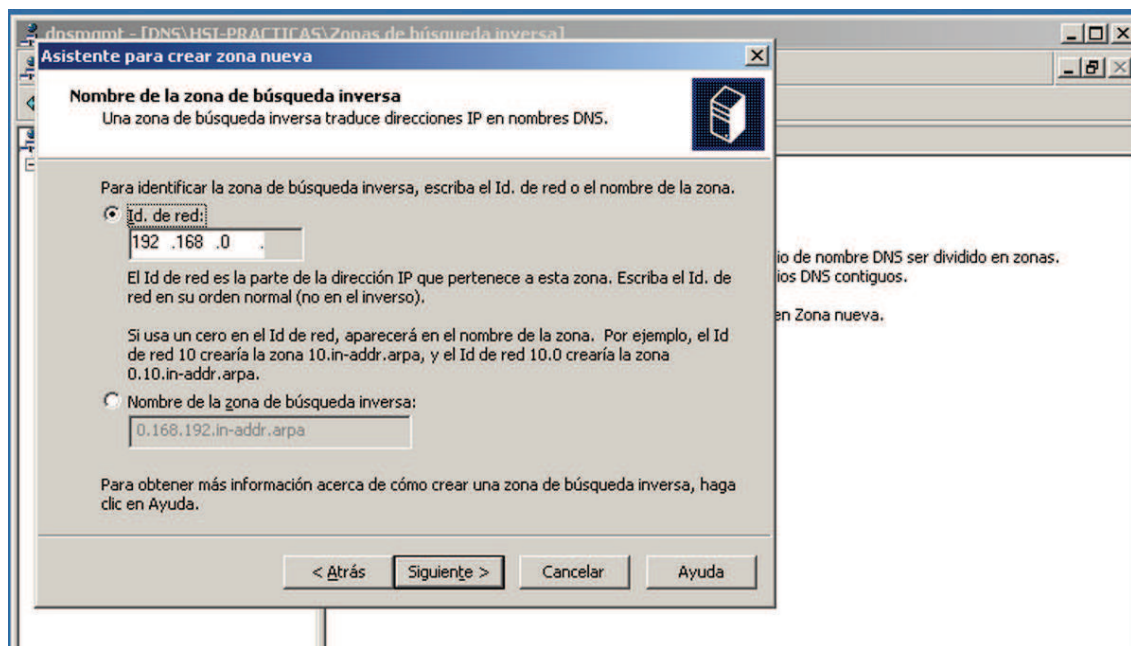


Figura 4-7 Configuración de zona inversa

4.2.1.1.2 Configuración de DHCP

La instalación del servidor DHCP ^[W5] es similar a la del servidor DNS con la salvedad de que hay que seleccionar la opción **servidor DHCP** en la ventana de **agregar funciones** (ver Figura 4-8).

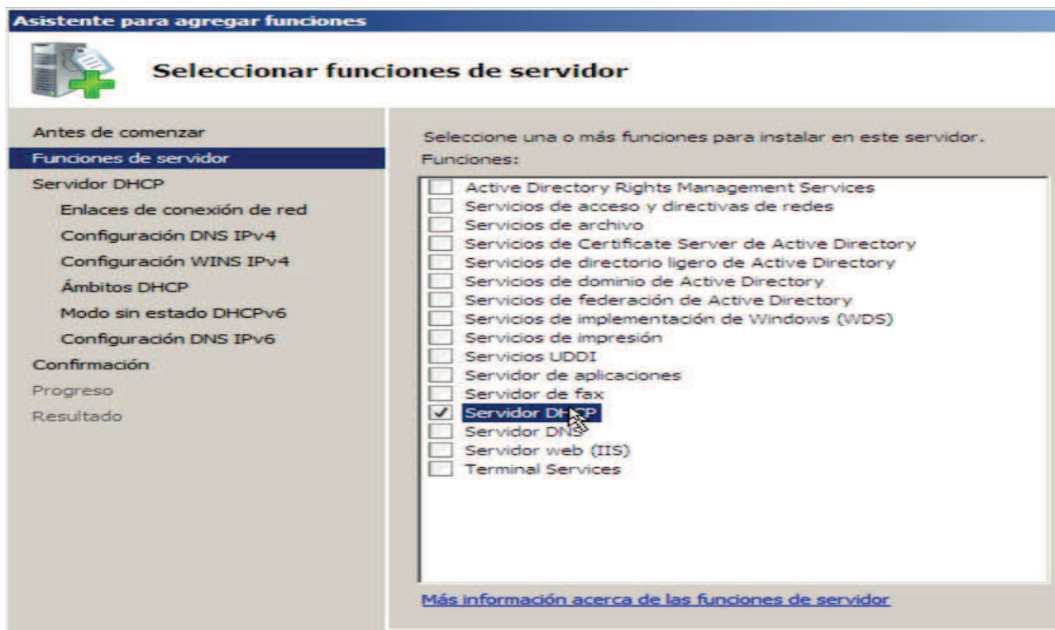


Figura 4-8 Proceso de instalación servidor DHCP

Luego se debe iniciar el asistente de configuración que nos permitirá especificar el servidor DNS de nuestra red y configurar los ámbitos DHCP. Para crear un nuevo ámbito presionamos el botón agregar y definimos todos los parámetros requeridos (ver Figura 4-9).

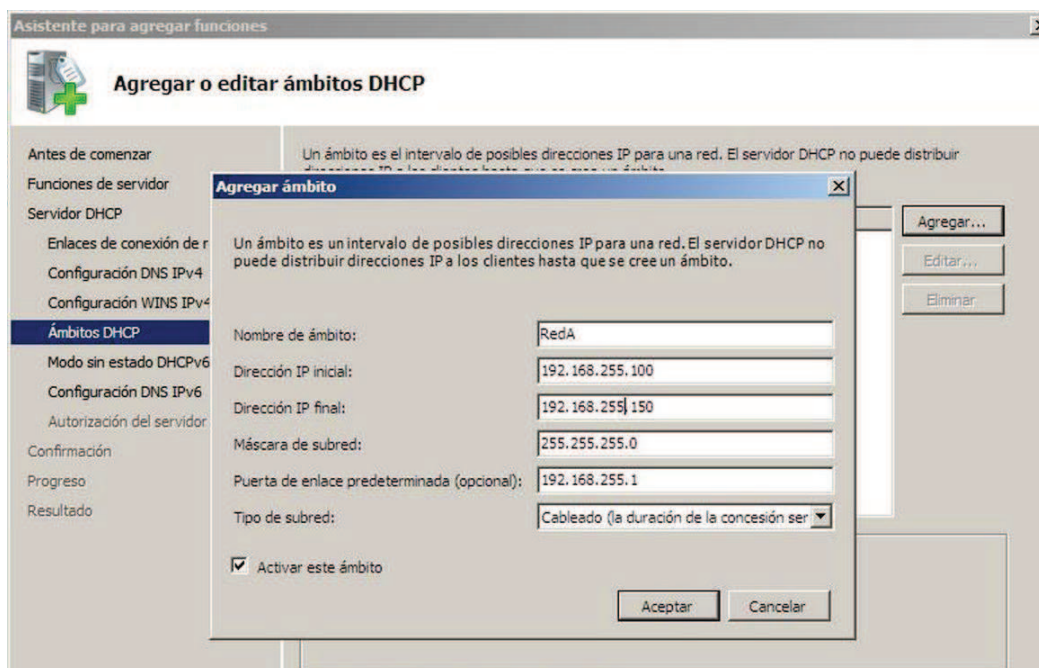


Figura 4-9 Configuración de ámbitos DHCP

4.2.1.1.3 Configuración de Active Directory

La instalación de *Active Directory* ^[W6] es similar a la instalación del servidor DNS, en la ventana **agregar funciones** hay que seleccionar **Active Directory Domain Services** (ver Figura 4-10).

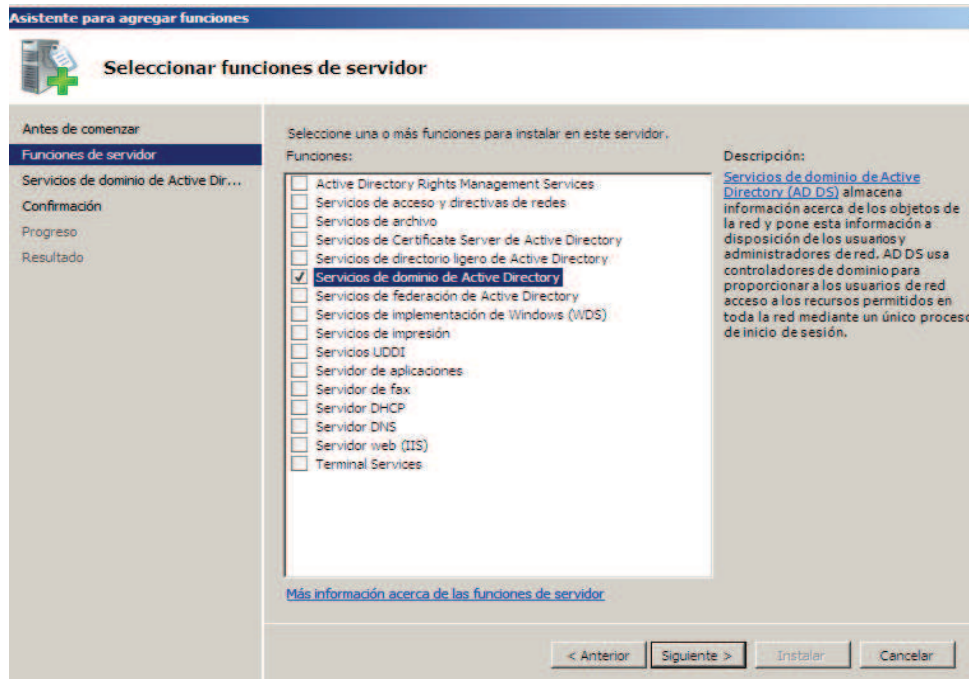


Figura 4-10 Proceso de instalación de *Active Directory*

Luego de finalizada la instalación debemos crear un Controlador de Dominio, para esto ejecutamos el comando “dcpromo.exe” (ver Figura 4-11).

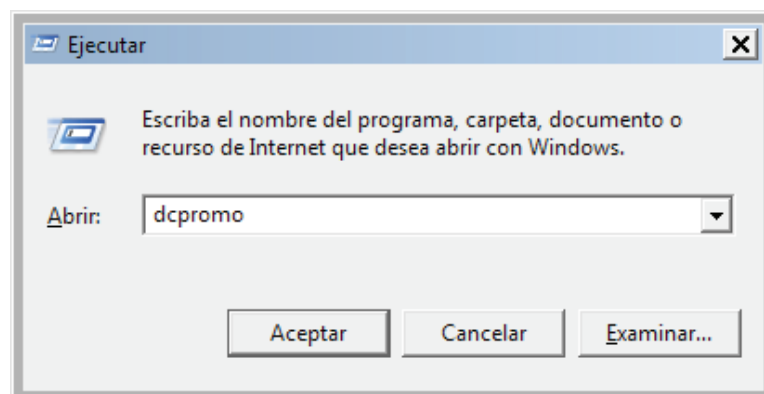


Figura 4-11 Ejecución del comando “dcpromo.exe”

La ventana emergente es el asistente de instalación que nos ayuda con la creación del nuevo Dominio (ver Figura 4-12), llenamos los campos con la información requerida y finalizamos la instalación.

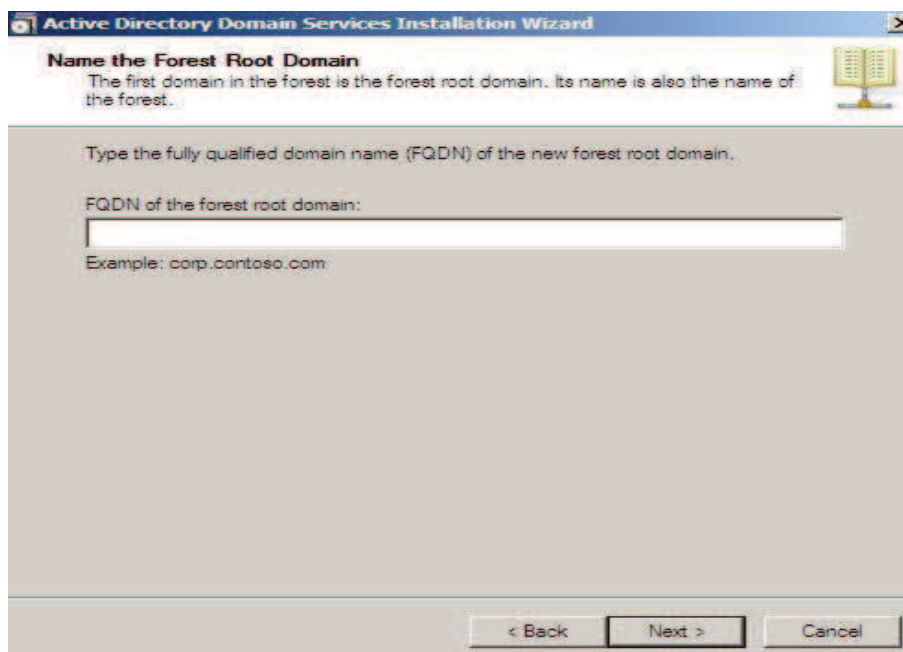


Figura 4-12 Creación del nuevo dominio

4.2.1.1.4 Configuración del Proxy Internet (Cproxy)

Para compartir y administrar el recurso de Internet se usará el paquete de software Ccproxy^[W7]. Ccproxy es un potente servidor *Proxy*, entre sus principales ventajas de están:

- Control de ancho de banda flexible.
- *Web Filter* puede prohibir los sitios *web* y nombrar sitios *web* específicos para la navegación.
- Filtrado de URL impide a los usuarios la descarga de archivos con extensiones designadas a través de Internet Explorer.
- Puede mantener un registro completo del acceso a Internet.

La instalación y configuración es bastante sencilla, ejecutamos el instalador y seguimos el asistente paso a paso (ver Figura 4-13).

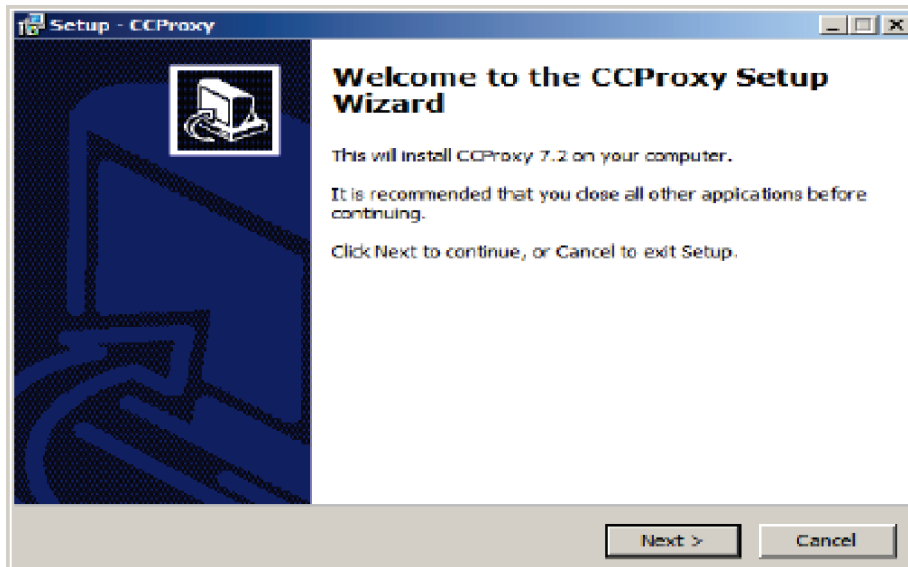


Figura 4-13 Proceso de instalación del servidor *Proxy*

Luego de finalizada la instalación, iniciamos el servidor y configuramos los puertos en que se atenderá a los diferentes servicios, configuramos las reglas y filtros de acceso (ver Figura 4-14).

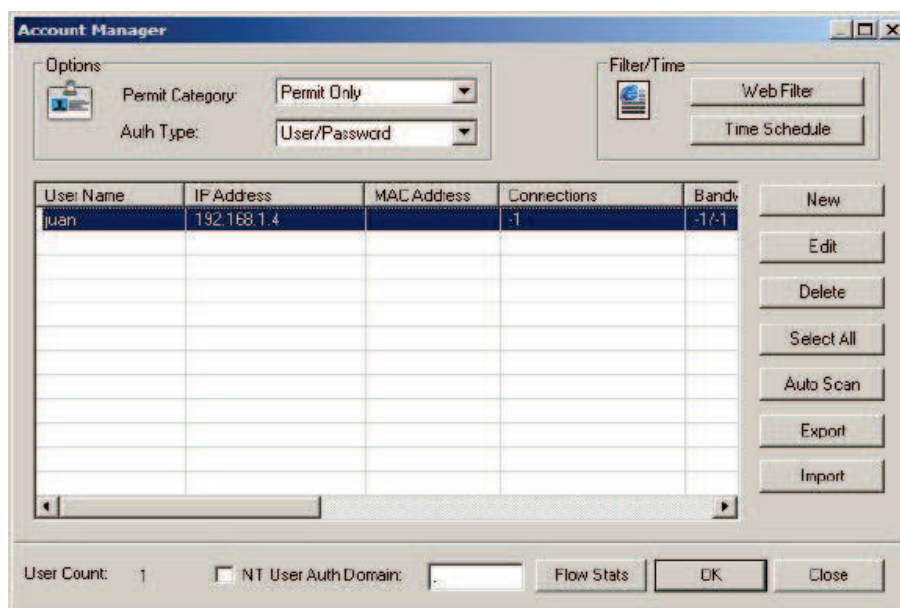


Figura 4-14 Configuración del servidor *Proxy*

4.2.1.1.5 Configuración de Servidor de Correo Electrónico (MDaemon)

Se usará el paquete de software MDAemon ^[W8] como servidor de correo electrónico corporativo. El servidor está basado en estándares SMTP/POP3/IMAP que soporta sistemas Windows 7/Vista/XP/2008/2003 y brinda un amplio rango de funcionalidades. Además, ofrece un servidor de correo SMTP, POP3, e IMAP escalable completo con soporte para *Active Directory* y LDAP, un cliente de correo basado en *web*, filtro de contenido, filtros de correo basura, amplias características de seguridad.

La instalación es sencilla, ejecutamos el instalador y seleccionamos el idioma y el tipo de instalación que deseamos ejecutar (ver Figura 4-15).

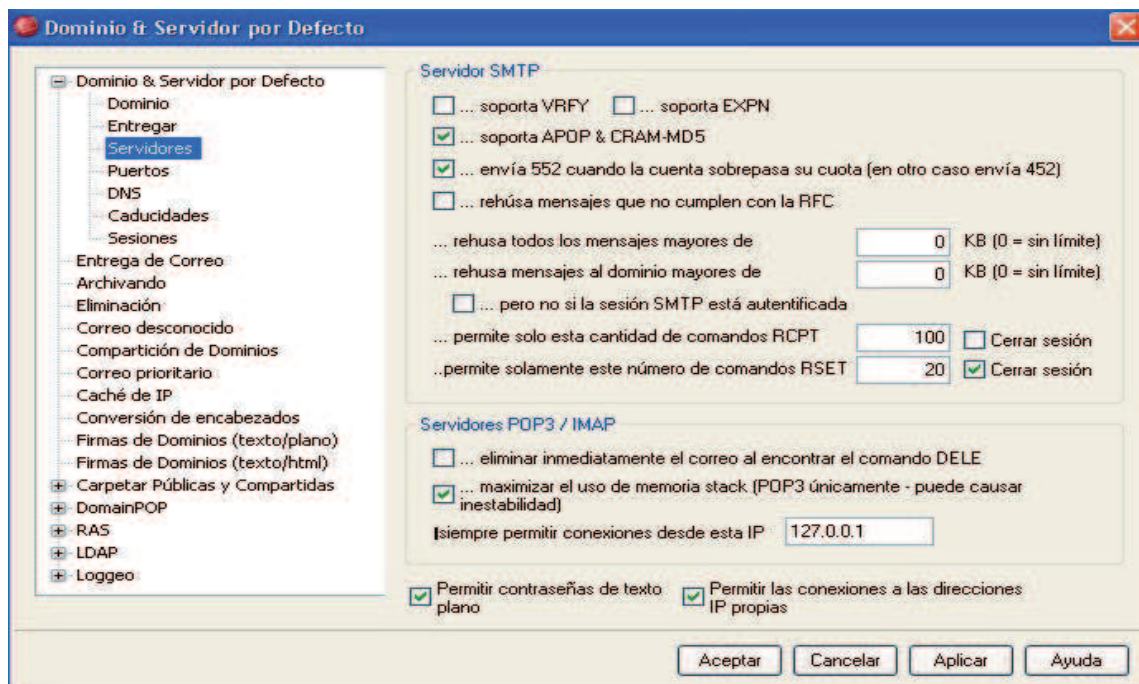


Figura 4-15 Proceso de instalación servidor de correo electrónico (MDaemon)

Luego debemos indicar el nombre del dominio de nuestro servidor y llenar los datos del usuario **Administrador**. Al finalizar la instalación se inicia el servidor de correo y se puede empezar a agregar y administrar las cuentas de usuario (ver Figura 4-16).

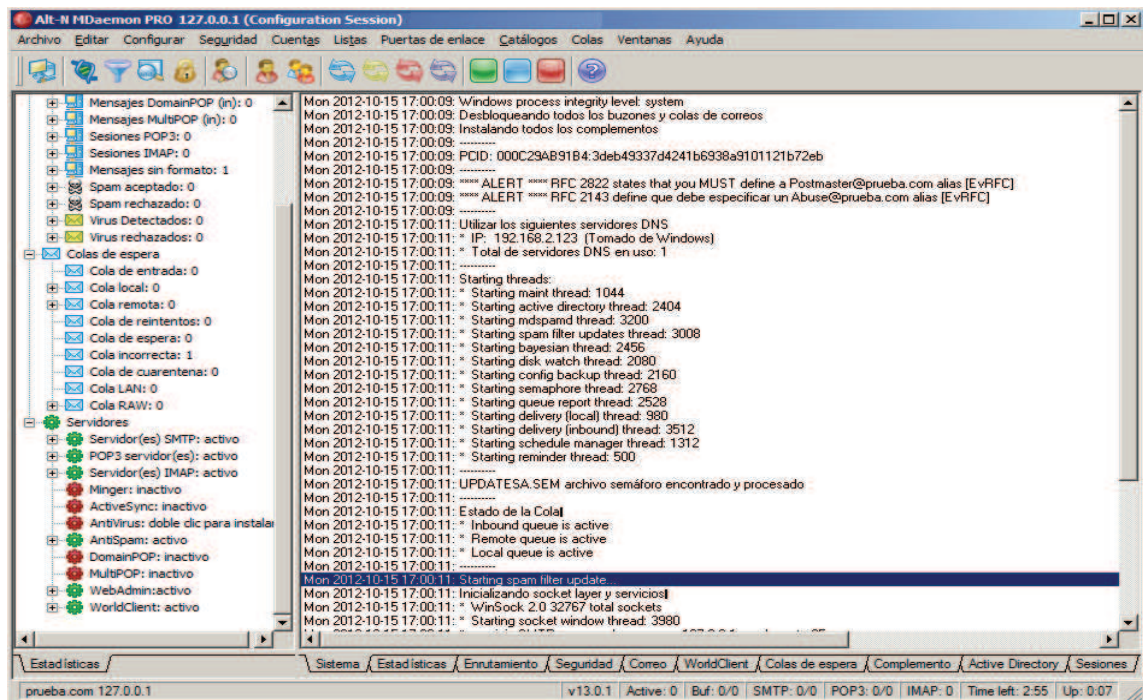


Figura 4-16 Creación y administración de cuentas de usuario

4.2.1.1.6 Configuración de Mensajería Instantánea (Openfire)

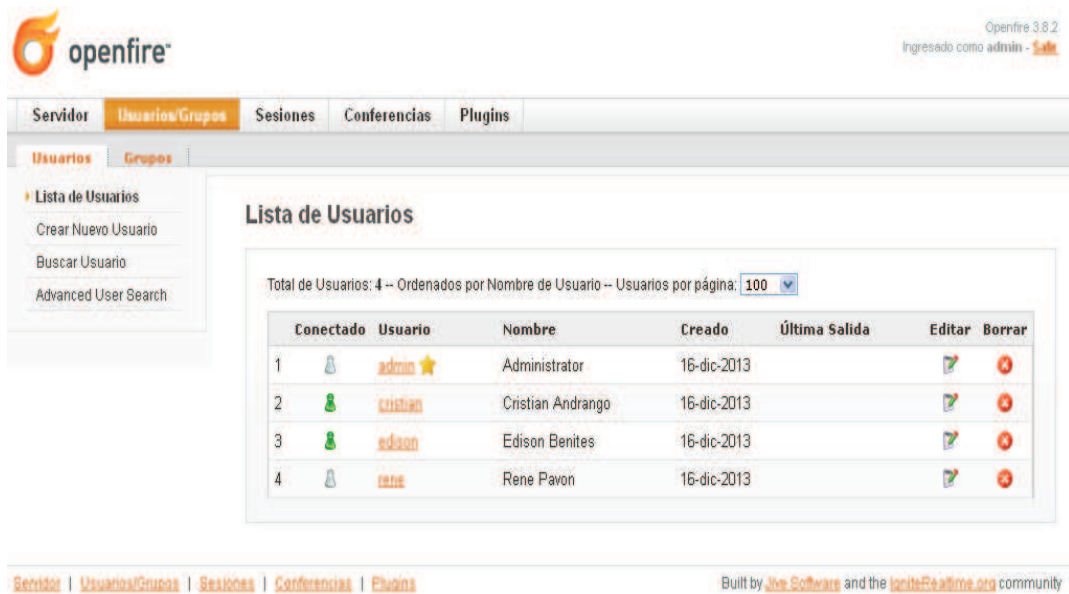
El servidor de mensajería instantánea seleccionado es Openfire ^[W9], está desarrollado bajo java y utiliza el protocolo XMPP. El servidor permite administrar los usuarios, compartir archivos, auditar mensajes, mensajes offline, mensajes *broadcast*, grupos, etc. Para su instalación sólo se requiere arrancar el ejecutable, seleccionar la carpeta de destino del programa, y empezar a crear y administrar las cuentas de usuario al finalizar la instalación (ver Figura 4-17).



Figura 4-17 Proceso de instalación del servidor de mensajería instantánea (Openfire)

Pruebas de Funcionamiento del Servicio de Mensajería Instantánea

En la Figura 4-18 se muestra la consola *web* de administración del servidor Openfire. En ella se puede observar el estado de los usuarios que han iniciado sesión.



Openfire 3.8.2
Ingresado como admin - 5:16

Servidor Usuarios/Grupos Sesiones Conferencias Plugins

Usuarios Grupos

Lista de Usuarios
Crear Nuevo Usuario
Buscar Usuario
Advanced User Search

Lista de Usuarios

Total de Usuarios: 4 -- Ordenados por Nombre de Usuario -- Usuarios por página: 100

| | Conectado | Usuario | Nombre | Creado | Última Salida | Editar | Borrar |
|---|-----------|----------|-------------------|-------------|---------------|--------|--------|
| 1 | | admin | Administrator | 16-dic-2013 | | | |
| 2 | | cristian | Cristian Andrango | 16-dic-2013 | | | |
| 3 | | edison | Edison Benites | 16-dic-2013 | | | |
| 4 | | rene | Rene Pavon | 16-dic-2013 | | | |

Servidor | Usuarios/Grupos | Sesiones | Conferencias | Plugins

Built by [Jive Software](#) and the [IgniteRealtime.org](#) community

Figura 4-18 Consola de administración de Openfire

Para realizar las pruebas de funcionamiento se ha utilizado el cliente de mensajería Spark. En la Figura 4-19 se muestra un ejemplo de la comunicación entre dos usuarios del servicio de mensajería instantánea.

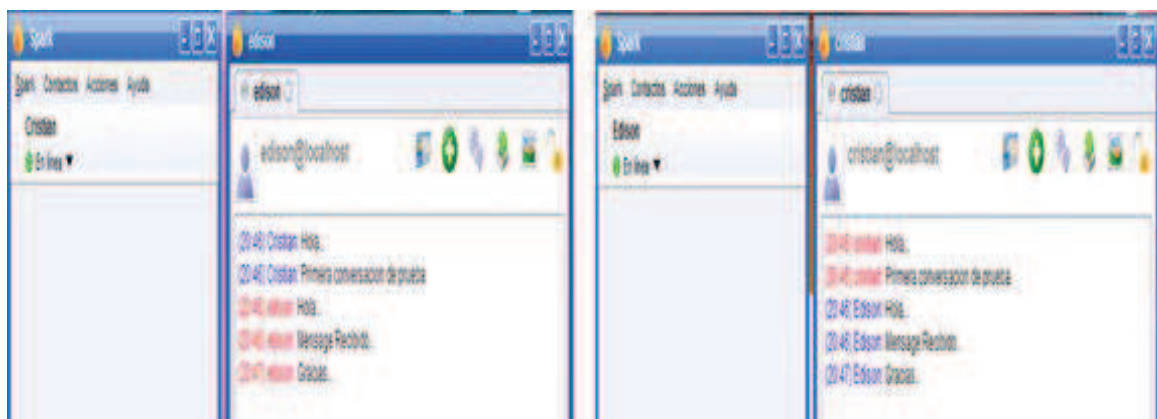


Figura 4-19 Comunicación entre 2 usuarios de mensajería instantánea

4.2.2 SERVICIO DE TELEFONÍA IP

Se ha seleccionado Elastix como servidor de telefonía IP. El servidor emplea CentOSOS como sistema operativo y será implementado sobre una máquina virtual. Elastix implementa gran parte de su funcionalidad sobre 4 programas de *software* muy importantes como son Asterisk, Hylafax, Openfire y Postfix. Estos brindan las funciones de PBX, Fax, Mensajería Instantánea y Correo electrónico respectivamente.

4.2.2.1 Implementación de la Central Telefónica Elastix

La implementación de la central telefónica Elastix se realizará sobre una máquina virtual VMware. Se instalará la versión 2.4.0, que a la fecha del presente estudio es la versión estable de Elastix, su descarga se realizó de la página oficial <http://www.elastix.org/index.php/es/descargas/distro-principal.html>.

Los puntos más relevantes para la instalación de Elastix ^[W10] se muestran a continuación:

Se debe iniciar la máquina virtual asegurándose de que se encuentre montada la imagen ISO de Elastix para empezar con la instalación (ver Figura 4-20).

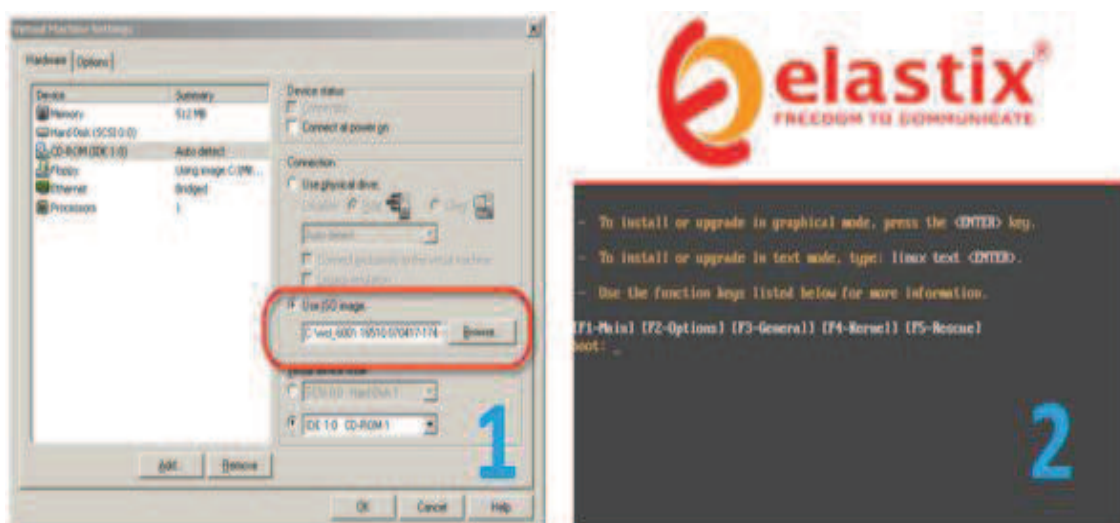


Figura 4-20 Iniciando la instalación de Elastix

Luego de iniciada la instalación se debe configurar los siguientes parámetros:

- Seleccionar idioma.
- Configurar la distribución de espacio del disco duro.
- Configurar la tarjeta de red.
- Configurar el direccionamiento IP.
- Seleccionar la zona horaria.
- Establecer la contraseña de Administración.

Una vez configurados los parámetros, se inicia la instalación. Al finalizar con la instalación la máquina se reinicia automáticamente y se debe asignar una contraseña para MYSQL, luego de lo cual se hace un chequeo comprobando que el servicio funcione correctamente (ver Figura 4-21).

```
vtigercrm521
vtigercrm521 database has been found it. Applying changes...
Iniciando postfix: [ OK ]
Iniciando httpd: httpd: Could not reliably determine the server's fully qualified domain name, using localhost.localdomain for ServerName [ OK ]
SETTING FILE PERMISSIONS Asterisk
Permissions Asterisk OK
Starting asterisk: [ OK ]
Iniciando crond: [ OK ]
Starting xfs: [ OK ]
Starting Elastix Update Helper: [ OK ]
Iniciando atd: [ OK ]
Starting HylaFAX queue manager (faxq): [ OK ]
Starting HylaFAX server (hfaxd): [ OK ]
Iniciando IAXmodem: [ OK ]
Iniciando saslauthd: [ OK ]

STARTING ASTERISK
Asterisk is already running

STARTING FOP SERVER
```

Figura 4-21 Comprobación del servidor de telefonía IP

Después de comprobar que el servidor se inicie, procedemos a crear y administrar las cuentas de usuario. Para esto, accedemos al servidor Elastix a través de un navegador *web* en cualquier máquina que se encuentre dentro de la misma VLAN digitando la dirección IP del servidor, seguidamente ingresamos nuestras

credenciales de administrador e iniciamos la configuración del servidor VOIP Elastix (Figura 4-22).

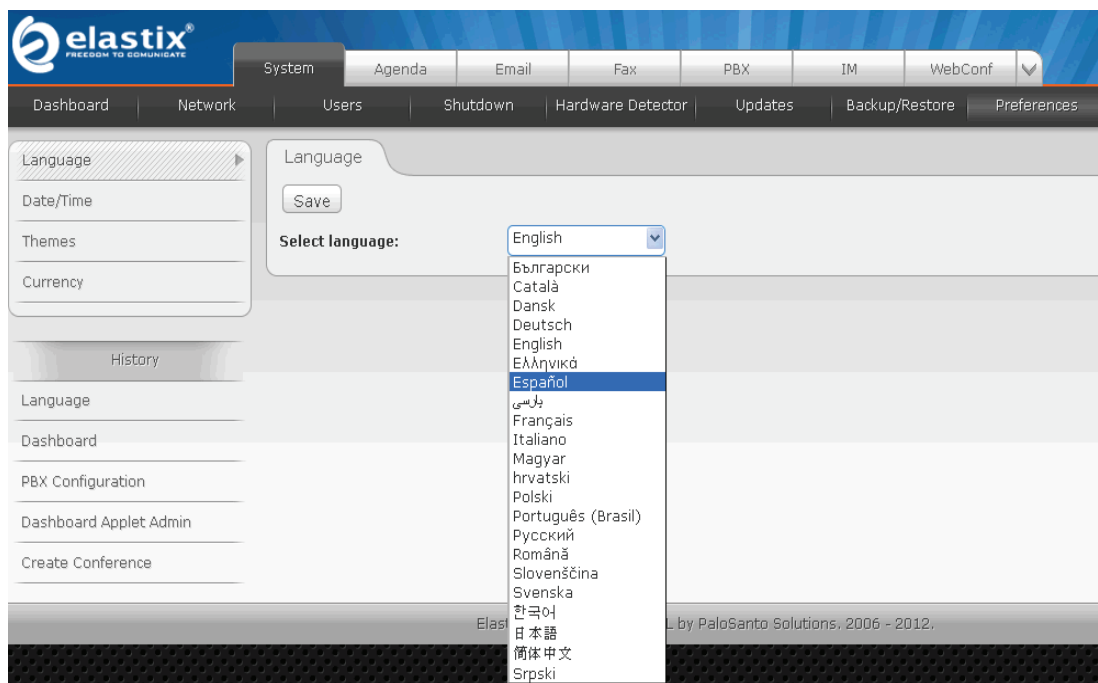


Figura 4-22 Interfaz *web* de administración del servidor de telefonía Elastix

La configuración de las extensiones se la hará acorde al Plan de Mercado que se muestra en la Tabla 4-4.

4.2.2.2 Instalación y Configuración del Teléfono Virtual X Lite

Lo primero es instalar el programa X Lite ^[W11], que se puede descargar sin costo de la página <http://www.xten.com/index.php?menu=download>.

La primera vez que se ejecuta el teléfono virtual aparece la pantalla de configuración de *hardware*, en esta ventana se seleccionará el micrófono y las bocinas que usará el teléfono virtual (ver Figura 4-23).

Luego de configurar el *hardware* se despliega la ventana (ver Figura 4-24) para la configuración del nombre, clave de acceso, dirección del servidor, etc.

| PLAN DE MARCADO | | |
|-------------------------|---|--|
| EXTENSIONES POR DEFECTO | # | Directorio Telefónico del Sistema |
| | *43 | Prueba de eco de llamadas |
| | *52 | Extensión no disponible OFF |
| | *53 | Extensión no disponible ON |
| | *60 | Hora del sistema |
| | *65 | Prueba de sonido audible de la extensión |
| | *69 | Último número que ha llamado |
| | *70 | Llamada en espera ON |
| | *71 | Llamada en espera OFF |
| | *72 | Desvío de llamada ON |
| | *73 | Desvío de llamada OFF |
| | *77 | Clavar mensaje de IVR |
| | *78 | Opción de "No molestar" ON |
| | *79 | Opción de "No molestar" OFF |
| | *91 | Teléfono ocupado no disponible ON |
| | *92 | Teléfono ocupado no disponible OFF |
| | *97 | Cambiar el mensaje de bienvenida del buzón |
| | *98 | Acceso al buzón de mensajes |
| | *99 | Oír en la grabación de mensajes de IVR |
| *70 | Poner en espera la transferencia de llamada PARKING | |
| EXTENSIONES PROPIAS | 1400 | Cristian Andrango |
| | 1401 | Xavier Benítez |
| | 1402 | René Pavón |

Tabla 4-4 Plan de marcado



Figura 4-23 Configuración de *hardware* del *Softphone*

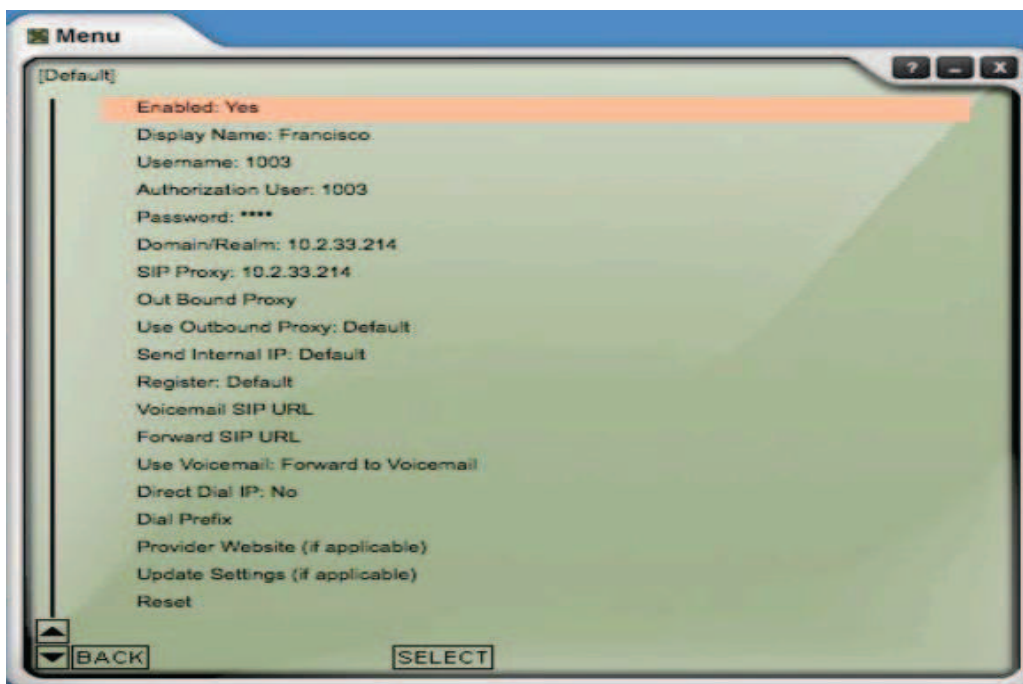


Figura 4-24 Configuración del nombre del usuario, contraseña y servidor

Después de finalizadas las configuraciones se muestra el teléfono virtual X Lite con su número de extensión asignado, y listo para realizar y recibir llamadas (ver Figura 4-25).



Figura 4-25 Teléfono virtual X Lite

4.2.3 SERVICIO DE VIDEO VIGILANCIA IP

Para el servicio de vigilancia se usará la cámara IP Vstarcam F6836w (ver Figura 4-26).



Figura 4-26 Cámara IP Vstarcam F6836w

Entre las principales características de la cámara están:

- Monitorización a través de Internet.

- Conexión por cables de red o inalámbrica mediante Wi-Fi.
- Video en tiempo real.
- Envío de imágenes vida correo electrónico cuando se active la función de "Detección de Movimiento".
- Configuración de hasta 8 usuarios con diferentes privilegios.
- Función de patrullamiento permanente horizontal y vertical.
- Control de hasta 4 cámaras en el mismo programa de monitoreo. V
- La cámara cuenta con LEDs infrarrojos para grabar en la oscuridad.
- Incluye sensor de movimiento integrado.
- Puerto para sensores externo.

4.2.3.1 Configuración de la Cámara IP Vstarcam F6836w

La instalación de la cámara Vstarcam ^[W12] es sencilla, requiere de conectar el cable de red a la cámara e iniciar el asistente de instalación que viene en el CD (ver Figura 4-27).



Figura 4-27 Proceso de instalación de la cámara IP Vstarcam F6836w

Durante el proceso de instalación se deben configurar los siguientes parámetros:

- Seleccionar el directorio donde se guardará el video (D:\VigilanciaIP).

- Asignar la dirección IP, el usuario y contraseña (ver Figura 4-28).
- Seleccionar el número de imágenes por segundo, la resolución y calidad de imagen.

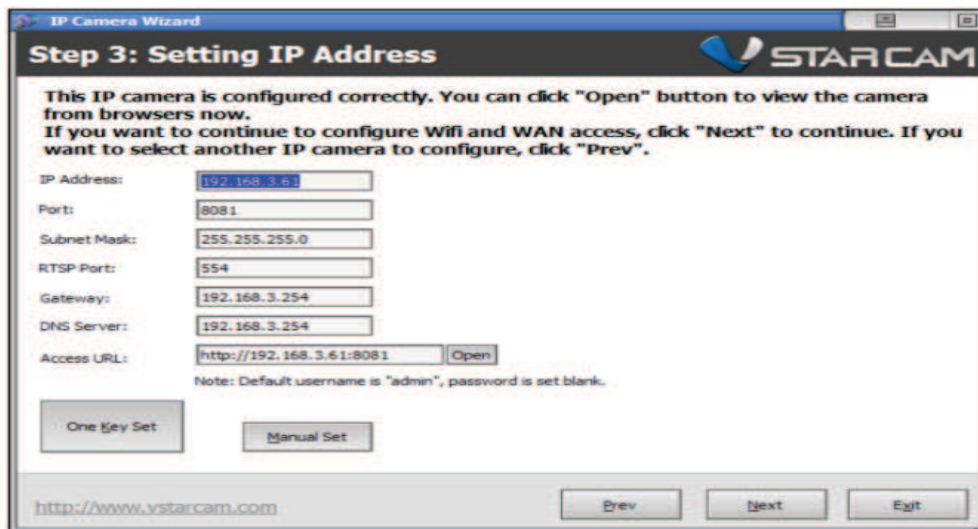


Figura 4-28 Configuración de parámetros de instalación de la cámara IP

Una vez finalizada la instalación se puede acceder a la consola *web* de administración de la cámara IP Vstarcam F6836w e iniciar el monitoreo (ver Figura 4-29).

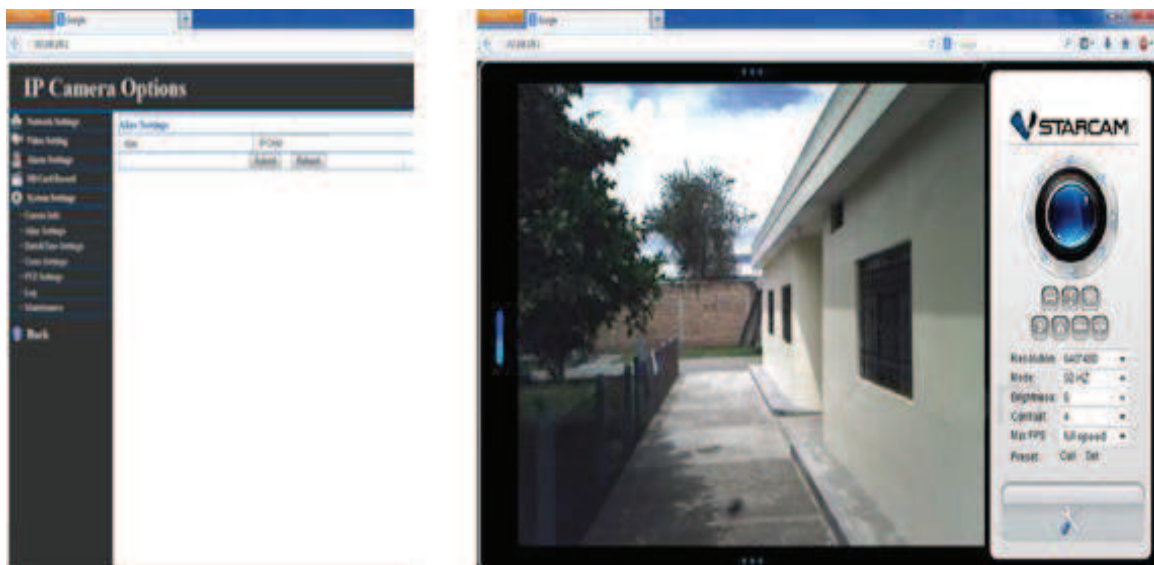


Figura 4-29 Consola de administración y monitoreo de cámara IP Vstarcam

4.2.4 SERVICIO DE VIDEOCONFERENCIA

El servicio de videoconferencia se realizará a través de algunas de las alternativas gratuitas que existen ya en el mercado, y requieren de una conexión a Internet para poder acceder al servicio. Entre estas alternativas están aquellas que requieren la instalación de un programa para poder acceder al servicio de videoconferencia y aquellas que permiten acceder al servicio a través del navegador *web*.

Se ha escogido esta opción debido a que la implementación de un servidor de videoconferencia requiere la contratación de un *Web Hosting*⁸ o el uso de alternativas como No-IP⁹ para poder acceder al servidor local de videoconferencia, pero esta opción presenta el inconveniente que los flujos de tráfico son bloqueados por los dispositivos de seguridad de la red.

A continuación mencionaremos las características más importantes algunas de las alternativas de videoconferencia que requieren la instalación de *software* adicional para acceder al servicio de videoconferencia.

Skype ^[W13]

Es una plataforma que permite conectar a los usuarios vía texto (mensajería instantánea), voz (VoIP) o vídeo. Su principal ventaja es la comunicación gratuita por voz y video entre usuarios de Skype desde y hacia cualquier punto del mundo. También permite realizar llamadas especiales, a muy bajo costo, entre computadoras y la red de telefonía fija o móvil (ver Figura 4-30).

Ekiga ^[W14]

Ekiga permite acceder al servicio de videoconferencia para los usuarios del sistema operativo Linux, ofrece una calidad alta de audio y video en HD y también

⁸ *Web Hosting* (alojamiento web).- Es el servicio que provee a los usuarios de Internet un sistema para poder almacenar información, imágenes, vídeo, o cualquier contenido accesible vía web.

⁹No-IP.- En un servicio que ofrece conexión DNS dinámico y redirección de URL.

puede usarse como *software* para acceder al servicio de telefonía IP. Su interfaz es muy simple y fácil de usar (ver Figura 4-31).



Figura 4-30 Programa Skype



Figura 4-31 Interfaz del programa Ekiga

Otras opciones para acceder al servicio de videoconferencia son aquellas que hacen uso del navegador *web* para acceder al servicio. A continuación mostraremos algunas de estas alternativas.

Google Hangouts ^[W15]

Es una de las opciones más empleadas ya que la mayoría de las personas cuentan actualmente con una cuenta de Gmail o Google+. Además de poder establecer charlas en video con múltiples usuarios, Google Hangouts facilita la opción de transferir archivos con Google Drive, compartir pantalla con el resto de los asistentes y editar documentos en tiempo real con Google Docs (ver Figura 4-32).

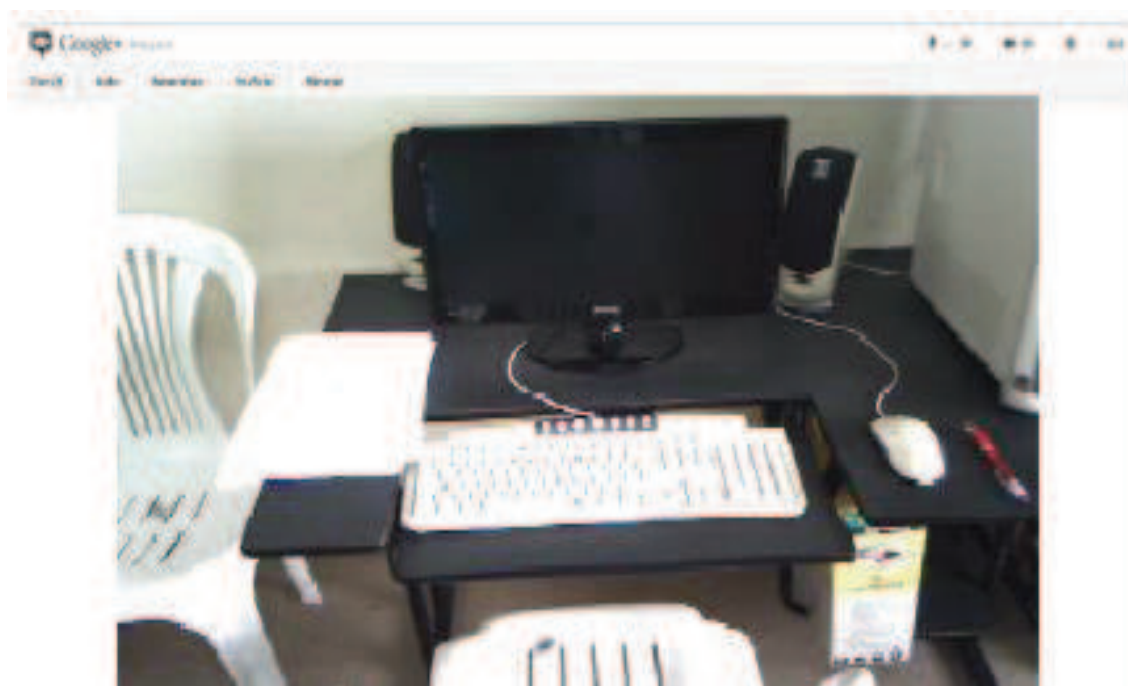


Figura 4-32 Interfaces de Google Hangouts

Meetings.io ^[W16]

Es una plataforma gratuita en la que podemos realizar videoconferencias 1:1 o reuniones de grupo de trabajo (máximo 5 personas por sala) con la posibilidad de compartir archivos de manera fácil e intuitiva sin que se necesite registro ni descarga de *software*.

Al acceder con el navegador *web*, la sala de reuniones virtual está lista y se nos proporciona una dirección URL que es la que tenemos que compartir con el resto de los integrantes del grupo (ver Figura 4-33).



Figura 4-33 Interfaz de Meetings.io

Las alternativas mencionadas anteriormente son sólo una muestra de las diferentes opciones que existen para acceder al servicio de videoconferencia. En el prototipo se usará Meetings.io, ya que no requiere de la instalación de ningún *software* adicional y el acceso al servicio se lo hace mediante el navegador *web* que presenta un interfaz sencilla y fácil de manejar.

4.2.5 ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN DE RED

Para la administración de la red se usará la herramienta CACTI. Esta herramienta está desarrollada en PHP y proporcionan herramientas gráficas avanzadas, además de múltiples métodos para la recopilación de datos que permiten el monitoreo de los dispositivos de red. Presenta un interfaz fácil de usar que resulta conveniente para la administración de una red de LAN pequeña o también para redes complejas con varios terminales.

4.2.5.1 Instalación de CACTI

A continuación se muestran los principales procedimientos y comandos usados en la instalación del *software* Cacti ^[W17], implementado sobre el sistema operativo Linux.

El primer paso previo a la instalación de Cacti es instalar el Servidor *Web* con Apache, MySQL y PHP.

- `apt-get install php5-cli php5-mysql php5-snmp snmp snmpd rrdtool cacti`

Durante el proceso de instalación se deben configurar una contraseña de administrador para la base de datos de MySQL y una contraseña para el usuario Cacti.

Luego se debe descargar e instalar la versión pre-empaquetada de CACTI

- `wget http://www.cacti.net/downloads/cacti-0.8.7b.tar.gz`
- `apt-get install cacti`

Después de finalizada la instalación es necesario configurar el agente SNMP, para esto accedemos del fichero de configuración ***/etc/snmp/snmpd.conf*** y realizamos los siguientes cambios.

- `SNMPDOPTS='-Lsd -Lf /dev/null -u snmp -I -smux -p /var/run/snmpd.pid 127.0.0.1'`

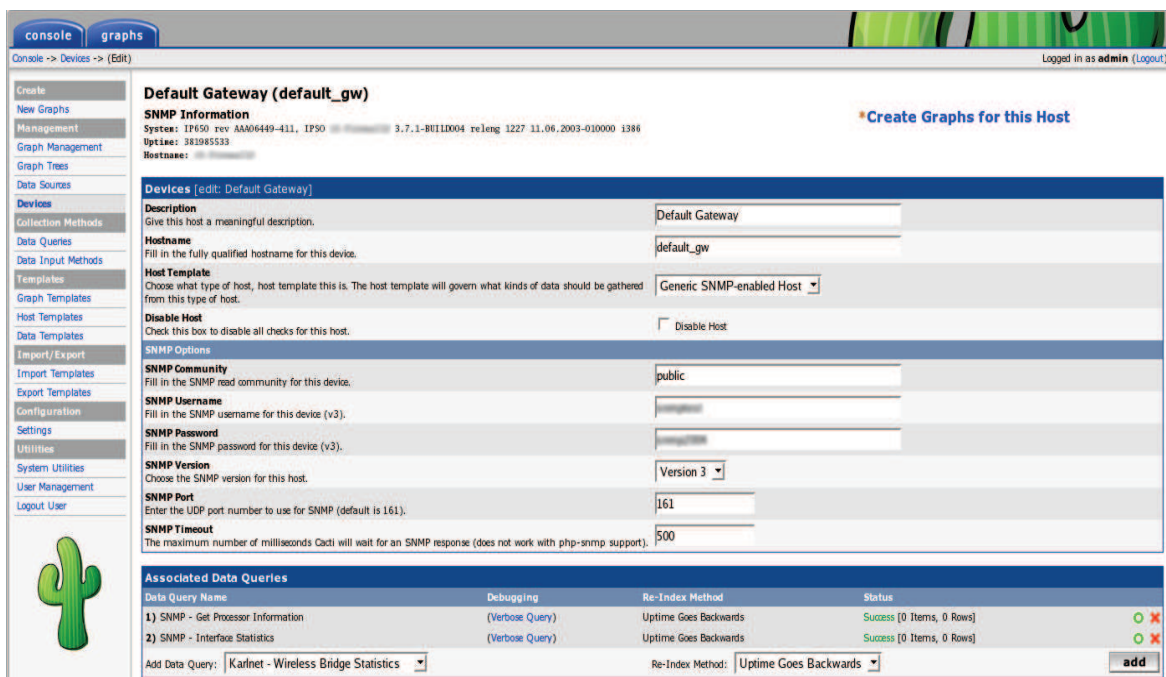
en:

- `SNMPDOPTS='-Lsd -Lf /dev/null -u snmp -I -smux -p /var/run/snmpd.pid'`

Este cambio permite que el agente acepte las peticiones provenientes de la red LAN. Seguidamente se debe reiniciar el demonio SNMP.

- `/etc/init.d/snmpd restart`

Para acceder a la consola de configuración de Cacti (ver Figura 4-34) ejecutamos el navegador *web* y escribimos la dirección IP del servidor en la URL. Luego ingresamos el nombre de usuario y la contraseña, y ya podemos comenzar a agregar dispositivos para monitorizarlos.



The screenshot shows the Cacti configuration page for a device named "Default Gateway (default_gw)". The page is divided into several sections:

- SNMP Information:** Displays system details like IP address, system version, uptime, and hostname.
- Devices [edit: Default Gateway]:** Contains fields for Description, Hostname, Host Template, and a checkbox for "Disable Host".
- SNMP Options:** Includes fields for SNMP Community, SNMP Username, SNMP Password, SNMP Version, SNMP Port, and SNMP Timeout.
- Associated Data Queries:** A table listing data queries and their status.

| Data Query Name | Debugging | Re-Index Method | Status |
|-------------------------------------|-----------------|-----------------------|---------------------------|
| 1) SNMP - Get Processor Information | (Verbose Query) | Uptime Goes Backwards | Success [0 Items, 0 Rows] |
| 2) SNMP - Interface Statistics | (Verbose Query) | Uptime Goes Backwards | Success [0 Items, 0 Rows] |

At the bottom, there is a form to "Add Data Query" with a dropdown menu showing "Karlnet - Wireless Bridge Statistics" and a "Re-Index Method" dropdown showing "Uptime Goes Backwards".

Figura 4-34 Interfaz de configuración de CACTI

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El crecimiento desorganizado de la red de comunicaciones de la Dirección Provincial de Pichincha del Instituto de la Niñez y la Familia se debe a varios factores, el principal es la fusión de los programas ORI, FODI, INNFA y AINA para la creación de lo que en la actualidad se denomina MIES-INFA. Esta fusión implicó que las redes de estas instituciones deban interconectarse, y a pesar que las instituciones funcionaban en el mismo edificio, cada una de ellas trabajaba de forma independiente.
- La falta de continuidad en los cargos de los funcionarios públicos que administran la red, ha sido uno de los factores que ha contribuido en que no exista una documentación formal sobre los cambios y ampliaciones que ha ido experimentando la red de comunicaciones en el transcurso del tiempo.
- La institución funciona sobre un edificio de construcción antigua, y no cuenta con los espacios que se recomiendan en las Normas de Cableado Estructurado. Las adecuaciones que se han hecho al edificio han sido para mejorar el estado de la fachada y no han creado ningún trayecto que facilite la acometida de servicios o la instalación del cableado horizontal o vertical.
- Los principales inconvenientes que presenta el Sistema de Cableado Estructurado son: no asignar los espacios adecuados para el funcionamiento de la sala de equipos y los cuartos de telecomunicaciones, el deterioro de las salidas de telecomunicaciones, la falta de etiquetado, la

inobservancia de las normas en la instalación de los recorridos de cableado horizontal y vertical, no contar con ductos que faciliten el cableado de *backbone*.

- La saturación de los puertos en los *switches* de acceso ha sido otro factor que ha impedido el crecimiento ordenado del número de terminales y usuarios. Se han ido añadiendo *switches* domésticos para incrementar el número de puertos, si bien esta práctica soluciona momentáneamente el problema, esta viola las normas de cableado estructurado.
- La reutilización de los componentes de cableado horizontal o vertical quedan descartados, debido a que no se puede afectar el desempeño normal de las actividades en la institución. La solución más conveniente, es la instalación de un sistema de cableado paralelo, para que luego de finalizada su instalación y entrada en funcionamiento, permita eliminar el cableado anterior.
- El no contar con información confiable sobre el estado de la red, ni tampoco disponer de un sistema de monitorización que ofrezca datos estadísticos sobre el tráfico que circula por la red, entorpecen y retarda cualquier proceso de actualización o aumento de componentes o servicios en la red de comunicaciones.
- Al recopilar información sobre el tráfico que circula por la red, se observó que uno de los recursos más usados es el servicio de Internet, y durante ciertas horas se llegaba a utilizar todo el ancho de banda contratado con el ISP. La sobredemanda de este recurso da la percepción de un rendimiento deficiente de toda la red.
- Los usuarios de la red utilizan las herramientas comunes de ofimática, pero sobre todo los sistemas Financiero Olympo, SIPI, WORKFLOW y QUIPUX. Estos sistemas no son administrados en la Intranet y requieren de una

conexión a Internet para acceder a ellos. Por esto, el correcto dimensionamiento y confiabilidad del servicio de Internet resulta ser tan trascendente.

- El nuevo diseño de la infraestructura de red está basado en la información recopilada al momento de determinar el estado actual y los requerimientos de servicios y equipamiento que presenta de la institución. Para el dimensionamiento de los equipos y contratación de los servicios se tomó en cuenta el número de usuarios, el tráfico que éstos generarían y la proyección de su crecimiento.
- El diseño del Sistema de Cableado Estructurado se realizó acorde a la norma ANSI/TIA/EIA-568C, y por ser el soporte para una red multiservicios se ha seleccionado un sistema de cableado categoría 6A, que garanticen un adecuado rendimiento para las aplicaciones actuales y futuras.
- El esquema del Sistema de Alimentación Ininterrumpida comprende la instalación de un sistema UPS centralizado que abastezca a los equipos de conmutación, servidores, equipo de seguridad perimetral y equipos del punto de demarcación de servicios. Los demás equipos de la red serán protegidos a través de dispositivos UPS individuales, cuya potencia y prestaciones garanticen un adecuado suministro eléctrico.
- El diseño de la red presenta un esquema jerárquico que implementa la capa de acceso y la capa de núcleo. Los equipos de conmutación soportan Gigabit Ethernet en todos sus puertos y se mantienen enlaces redundantes entre la capa de acceso y la capa de núcleo. El esquema seleccionado facilita el diseño, la implementación, el mantenimiento y la escalabilidad de la red.
- A pesar de que uno de los objetivos del presente estudio era la reutilización de los equipos de conmutación, este cometido no se pudo cumplir, debido

a que estos se encuentran en la lista de dispositivos Cisco **End-of-Life**, esto significa que los equipos quedan huérfanos y dejan de recibir soporte, actualizaciones o sustitución de productos.

- El esquema de red jerárquico y los equipos de conmutación seleccionados permitirán la integración de los servicios de datos, voz y video, ofreciendo calidad de servicio a las aplicaciones que así lo requieran. Durante el diseño se consideró un posible incremento en el número de usuarios y terminales de datos para un periodo mínimo de 5 años.
- Las instituciones públicas deben fomentar el uso de *software* libre, es por esto que, para la implementación de la mayoría de servicios se recomiendan aquellos paquetes informáticos que cuentan con licencia GLP (Licencia Pública General).
- Brindar seguridad a la red es un proceso complejo, que debería empezar por difundir las normas y prácticas seguras en el uso de las herramientas informáticas y finalizar en la adquisición de los dispositivos de seguridad. El equipo seleccionado para proteger a la red, es un UTM Cisco, que ofrecen las funciones de *firewall*, antivirus, sistemas de detección y prevención de intrusos entre otros.
- El diseño del sistema de videovigilancia IP permitirá monitorizar todos los accesos y corredores del edificio con un número reducido de dispositivos. Esto se logró con el uso de cámaras IP con un ángulo de visión superior a 90° y una adecuada ubicación de las mismas.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se hace obligatorio considerar los espacios y trayectos necesarios para la instalación de un sistema de cableado estructurado al momento de diseñar

un edificio que será utilizado para ambientes de oficina. De lo contrario, se convierte en una tarea tediosa y costosa realizar las adecuaciones luego de que el edificio entre en funcionamiento.

- El personal encargado de administrar la red debe mantener una documentación formal, en la que se registren los cambios y ampliaciones que sufre la red. En caso de que exista la remoción o traslado de algún funcionario público perteneciente al departamento de Tecnología Informática, este deberá proporcionar la mencionada documentación, y así facilitar a los nuevos funcionarios la administración de la red.
- Existe inconformidad con el tiempo que toma en ser atendida y resuelta alguna eventualidad en la red. El sistema de monitoreo alertará tempranamente la existencia de algún fallo en los servicios, pero las soluciones vendrán de un reducido personal del departamento de Tecnología Informática, por esto se recomienda la integración de más funcionarios, y una mejor distribución de sus actividades.
- Las encuestas realizadas a los usuarios de la red reflejaron que un importante número de ellos no se encuentran familiarizados con las nuevas herramientas informáticas. Es por esto que, se hace importante desarrollar capacitaciones en el uso de las nuevas tecnologías informáticas, y así, éstas cumplan con su papel de facilitar el trabajo de los funcionarios y más no de entorpecer su desempeño.
- La institución cuenta con un listado de normas de seguridad para el uso de las herramientas informáticas. Es necesario difundir esta información a los usuarios finales de la red, para que mejoren sus prácticas en el uso de las nuevas tecnologías. Esto en muchos casos resulta ser más conveniente que invertir en sofisticados y costosos dispositivos de seguridad.

- La integración de métodos y políticas de seguridad como por ejemplo, el mantener un control de acceso a las áreas críticas de la red, o bloquear los puertos que no estén siendo utilizados, dificultan el acceso a posibles atacantes que podrían poner en peligro el funcionamiento de la red.
- Se recomienda establecer un programa regular de mantenimiento preventivo para los dispositivos de la red, principalmente los servidores, seguidos por los dispositivos UPS y finalmente los equipos terminales de datos. La periodicidad de cada mantenimiento dependerá de factores como la acumulación de polvo o las recomendaciones realizadas por los fabricantes de los equipos.

REFERENCIAS

Capítulo 1

Libros [L]

- [1] **Tanenbaum, Andrew S., David J. Wetherall**, *Computer Networks*, Quinta Edición, Prentice Hall, 2011, pág. 37 - 40.
- [2] **Tanenbaum, Andrew S., David J. Wetherall**, *Computer Networks*, Quinta Edición, Prentice Hall, 2011, pág. 41 - 45.
- [3] **Tanenbaum, Andrew S., David J. Wetherall**, *Computer Networks*, Quinta Edición, Prentice Hall, 2011, pág. 290 - 292.
- [4] **Tanenbaum, Andrew S., David J. Wetherall**, *Computer Networks*, Quinta Edición, Prentice Hall, 2011, pág. 59 - 64.

Proyectos de Titulación [T]

- [1] Edison Guambugete, "Diseño de la Infraestructura de Comunicaciones de Voz, Datos y Video para el PPA", Enero 2012.

Publicaciones Web [W]

- [1] Direccionamiento IP
<http://mikrotikxperts.com/index.php/2013-03-28-19-49-36/conocimientos-basicos/161-direcciones-ip>, página visitada en julio 2012.
- [2] Subredes, VLSM, CIR
<http://mikrotikxperts.com/index.php/2013-03-28-19-49-36/conocimientos-basicos/160-tutorial-vlsm-cidr>, página visitada en julio 2012.
- [3] ANSI/TIA-568-C Series
http://www.lanster.com/pub/files/file/okablowanie_normy/TIA_568_C_Series.pdf, página visitada en agosto 2012.

[4] Subsistemas del Cableado Estructurado

<http://148.202.105.18/webcucsur/sites/default/files/Subsistemas%20de%20Cableado%20Estructurado%20JAIME%20%20U%205.pdf>, página visitada en agosto 2012.

[5] Calidad de Servicio

http://www.uv.es/~montanan/ampliacion/ampli_6.pdf, página visitada en agosto 2012.

[6] Clases de Servicios

http://es.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.1p, página visitada en agosto 2012.

[7] Digitalización de Voz y Códecs de Audio

[http://iee.fing.edu.uy/ense/asign/ccu/material/docs/Codificacion%20de%20voz%20y%20video%20\(presentacion\).pdf](http://iee.fing.edu.uy/ense/asign/ccu/material/docs/Codificacion%20de%20voz%20y%20video%20(presentacion).pdf), página visitada en agosto 2012.

[8] Voz sobre IP

http://www.cisco.com/web/ES/solutions/es/voice_over_ip/index.html, página visitada en agosto 2012.

[9] Recomendación H.323

<http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No5/MMata.htm>, página visitada en agosto 2012.

[10] SIP (Session Initiation Protocol)

http://efort.com/media_pdf/SIP_ESP.pdf, página visitada en agosto 2012.

[11] Protocolos de Transporte en Tiempo Real

<http://www.uco.es/~i62gicaj/RTP.pdf>, página visitada en agosto 2012.

[12] Codecs para Video

http://www.fpdigital.com/Resource/Files/lossless_codecs_test_en.pdf, página visitada en agosto 2012.

[13] Video Seguridad IP

http://demos.novo.com.mx/sitios/bluewire/contenido/video_ip.htm, página visitada en agosto 2012.

[14] Firewall

<http://www.informatica-hoy.com.ar/aprender-informatica/Que-es-un-Firewall-y-como-funciona.php>, página visitada en agosto 2012.

[15] Sistema de Prevención de Intrusos

<http://www.juniper.net/es/es/products-services/software/router-services/ips/>, página visitada en agosto 2012.

[16] Administración de Red

http://www.cisco.com/web/LA/soluciones/la/network_administration/index.html, página visitada en agosto 2012.

Gráficas [G]**[1]** Modelo OSI

<http://1.bp.blogspot.com/-fjYw2QI7KNI/UKg2a2pecBI/AAAAAAAAAV4/26sDhr46Jlk/s1600/modelo+Osi.jpg>, página visitada en julio 2012.

[2] Modelos TCP/IP e ISO/OSI

<http://www.textoscientificos.com/imagenes/redes/tcp-ip-osi.gif>, página visitada en julio 2012.

[3] Normas LAN adoptadas por la IEEE

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ae/Snap_en_ieee802.gif, página visitada en julio 2012.

[4] CSMA/CD

<http://3.bp.blogspot.com/-QIRgBafzKdc/UI3N5dhVvzI/AAAAAAAAAEo/d42qcAgnFfU/s640/csm-cd.gif>, página visitada en julio 2012.

- [5]** Alcance máximo Gigabit Ethernet
<http://www.fibraopticahoy.com/imagenes/2011/08/Diferentes-alcances-m%C3%A1ximos.jpg>, página visitada en julio 2012.
- [6]** Direcciones Públicas y Privadas
http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/images/upload/1observatorio/monografico_red_del_centro/ips-router.png, página visitada en julio 2012.
- [7]** VLANs
<http://www.textoscientificos.com/imagenes/redes/lan-tradicional.gif>, página visitada en julio 2012.
- [8]** Elementos del SCE genérico
http://smr.iesharia.org/wiki/lib/exe/fetch.php/rde:ut2:sce:imagenes:gcaableadoes_estructurado-subsistemas.png?w=800&tok=a47f06, página visitada en julio 2012.
- [9]** Parámetros de rendimiento de fibra óptica
http://3.bp.blogspot.com/_ypmFrAPE2CE/SZD5TXY7IUI/AAAAAAAAAAs/u1bBYcwaKC8/s320/fibra+optica.bmp, página visitada en julio 2012.
- [10]** Asignación de pines T568A y T568B
http://4.bp.blogspot.com/_V3js1Z4NmLE/SKjqPOS9snI/AAAAAAAAAAs/GYoywXfyuls/s400/cableado+de+red.jpg, página visitada en julio 2012.
- [11]** Clases de servicio
<http://www.scielo.sa.cr/img/revistas/am/v24n1/a08t2.gif>, página visitada en agosto 2012.
- [12]** Características de los codecs para transmisión de voz
<http://www.monografias.com/trabajos33/estandar-voip/Image5209.gif>, página visitada en agosto 2012.
- [13]** Componentes de la Arquitectura H.323
https://lh4.googleusercontent.com/jxfGjIAnoyg/TYuF_zlVc0I/AAAAAAAAAEo/Arquitectura+H.323.bmp, página visitada en agosto 2012.

[14] Funcionamiento de RTP

<http://www.reftek.com/images/rtpd-1.png>, página visitada en agosto 2012.

[15] Esquema de funcionamiento de un firewall

<http://www.aplicacionesempresariales.com/files/2008/06/firewall.gif>, página visitada en agosto 2012.

[16] Diagrama de funcionamiento de un IDS

<http://virusinformatico.net/wp-content/uploads/2010/12/ips1.gif>, página visitada en agosto 2012.

[17] Diagrama de funcionamiento de un IPS

http://www.dosbytes.com.mx/company/arch_w_ids.jpg, página visitada en agosto 2012.

Capítulo 2

Publicaciones Web [W]

[1] Antecedentes del INFA

http://www.infa.gob.ec/micasa/index.php?option=com_content&view=article&id=15&Itemid=1, página visitada en febrero 2013.

[2] Objetivo Institucional

http://www.infa.gob.ec/micasa/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=13, página visitada en febrero 2013.

[3] Valores Institucionales

http://www.infa.gob.ec/micasa/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=30, página visitada en marzo 2013.

[4] Estructura Organizacional del INFA

http://www.infa.gob.ec/micasa/index.php?option=com_content&view=article&id=58&Itemid=161, página visitada en marzo 2013.

[5] Características *switch* Cisco Catalyst 2900 serie XL
<http://www.net130.com/tutorial/cisco-px/Catalyst%202900-3500.pdf>, página visitada en marzo 2013.

[6] Central Siemens HIPATH 3550
<http://aquinegocio.co/p5307-central-telefonica-siemens.html>, página visitada en marzo 2013.

Gráficas [G]

[1] Gabinete de telecomunicaciones
<http://www.neotecperu.com/images/GABINETE%20DE%20PARED%202.jpg>, página visitada en febrero 2013.

[2] Sistema de Gestión Documental QUIPUX
gestiondocumentalquipux-100430083138-phpapp02-110114072434-phpapp02.pdf, documento PDF facilitado por el INFA.

Capítulo 3

Publicaciones Web [W]

[1] Active Directory
[http://technet.microsoft.com/es-es/library/cc771188\(v=ws.10\).aspx](http://technet.microsoft.com/es-es/library/cc771188(v=ws.10).aspx), página visitada en julio 2013.

[2] Servidor WEB
<http://httpd.apache.org/docs/2.0/es/install.html>, página visitada en julio 2013.

[3] Correo Institucional
<http://webmailzimbra.galeon.com/productos2145952.html>, página visitada en agosto 2013.

- [4]** Servidor de Mensajería Instantánea
<http://www.soporteavanzado.com/a5/index.php/productos/sistemas-de-comunicacion/openfire>, página visitada en agosto 2013.
- [5]** Servidor de Base de Datos
<http://basededatosblog.wordpress.com/2012/06/18/manual-instalacion-de-mysql-5-5/>, página visitada en agosto 2013.
- [6]** Solución de Telefonía IP Mediante Servidores
<http://www.telefoniavozip.com/voip/que-es-la-telefonía-ip.htm>, página visitada en agosto 2013.
- [7]** Solución de Telefonía IP con Equipos Dedicados
http://www.anixtersoluciones.com/latam/ar/convergencia/16957/10_razones_para_implementar_telefonia_ip_es.htm, página visitada en agosto 2013.
- [8]** Elastix
<http://www.elastix.org/index.php/es/appliances.html>, página visitada en agosto 2013.
- [9]** SwitchVox
<http://www.switchboxinc.com/>, página visitada en agosto 2013.
- [10]** Servicio de Videovigilancia IP
<http://www.videovigilancia.com/camarasip.htm>, página visitada en agosto 2013.
- [11]** Soluciones para el Servicio de Videovigilancia IP
<http://www.dlink.com/es/es/business-solutions/ip-surveillance/business-ip-cameras>, página visitada en agosto 2013.
- [12]** Servicio de Videoconferencia
<http://www.panasonic.com/business/psna/products-home-business/hd-visual-communications/KX-VC300.aspx>, página visitada en agosto 2013.

- [13]** Sistema de Administración y Gestión de Red
<http://docs.cacti.net/>, página visitada en agosto 2013.
- [14]** Corporación Nacional de Telecomunicaciones
https://www.cnt.gob.ec/cntwebregistro/04_cntglobal/productos_detalle.php?txtCodiSegm=2&txtCodiLine=4&txtCodiProd=72&txtCodiTipoMovi=0, página visitada en agosto 2013.
- [15]** TELCONET
<http://www.telconet.net/nuestros-servicios-2/internet>, página visitada en agosto 2013.
- [16]** Sistema de Alimentación Ininterrumpida
<http://www.xatakahome.com/iluminacion-y-energia/sai-sistemas-de-alimentacion-ininterrumpida-por-que-son-recomendables>, página visitada en agosto 2013.
- [17]** Modelo Jerárquico
<http://www.redes.org/m-jerarquico.html>, página visitada en agosto 2013.
- [18]** Equipos de Conmutación Cisco
http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/switches/ps5718/ps6406/product_data_sheet0900aecd80322c0c.html, página visitada en agosto 2013.
- [19]** Equipos de Seguridad Cisco
http://www.cisco.com/web/ES/solutions/smb/products/routers_switches/catalyst_2960_series_switches/index.html, página visitada en agosto 2013.
- [20]** Listado de Switches Catalyst 2960
http://www.cisco.com/web/ES/solutions/smb/products/routers_switches/catalyst_2960_series_switches/index.html, página visitada en agosto 2013.
- [21]** Switches de Núcleo Cisco
http://www.cisco.com/web/ES/products/switches_lan.html, página visitada en agosto 2013.

[22] UTM Cisco

http://www.cisco.com/cisco/web/solutions/small_business/products/security/SA_500/index.html-tab-Models, página visitada en agosto 2013.

[23] Servidores HP

<http://h18004.www1.hp.com/products/servers/proliantml350/index-g4p.html>, página visitada en agosto 2013.

Gráficas [G]**[1]** Tarjeta PCI con puertos FXS / FXO

<http://i00.i.aliimg.com/wsphoto/v0/578611300/4-ports-Asterisk-FXS-font-b-FXO-b-font-font-b-PCI-b-font-font-b.jpg>, página visitada en julio 2013.

[2] Solución de telefonía IP basada en servidores

<http://portal2.conlinux.net/files/asteriskSetup.gif>, página visitada en julio 2013.

[3] Solución de telefonía IP con equipos dedicados

http://www.almada3.com.mx/img/sch_Voip01.png, página visitada en agosto 2013.

[4] Modelos y funciones de teléfonos IP

http://www.electrotel.net/images/prod_sip_server_terminales.jpg, página visitada en agosto 2013.

[5] Alternativas de Softphone

<http://www.llamadasacelular.com/wp-content/uploads/2013/01/Softphone-3cx.jpg>, página visitada en agosto 2013.

[6] Adaptador telefónico ATA

http://mla-s1-p.mlstatic.com/adaptador-telefonico-ata-cisco-spa112-con-2-fxs-9464-MLA20016276656_122013-O.jpg, página visitada en agosto 2013.

[7] Ficha técnica de la Central Elastix ELX-3000

http://www.teletiemendasweb.com/pictures/MiniUCS_TechSheet.jpg, página visitada en agosto 2013.

[8] Gráfica de Erlang B

http://clusterfie.epn.edu.ec/ibernal/html/CURSOS/AbrilAgosto06/Trafico/Pruebas/prueb_4_files/image006.jpg, página visitada en agosto 2013.

[9] Diagrama para la certificación de un enlace permanente

<http://www.gonzalonazareno.org/certired/p15f/imagenes/P14I02.JPG>, página visitada en agosto 2013.

[10] Parámetros de desempeño de un cable UTP Categoría 6A

<http://www.monografias.com/trabajos93/cable-categoria-5/image004.png>, página visitada en agosto 2013.

Capítulo 4

Publicaciones Web [W]

[1] Configuración de Clase de Servicio

<http://www.the-evangelist.info/2011/06/ccnp-switch-14-telefonía-ip/>, página visitada en julio 2013.

[2] Configuración SNMPv3

<http://www.cisco.com/en/US/docs/ios-xml/ios/snmp/configuration/xen-3se/3850/nm-snmp-snmpv3.html>, página visitada en octubre 2013.

[3] Maquinas virtual VMware

<http://es.wikipedia.org/wiki/VMware>, página visitada en noviembre 2013.

[4] Configuración del Servidor DNS

<http://serviciosderednoona.wordpress.com/dns/manual-de-instalacion-y-configuracion-del-dns-en-windows-server-2008/>, página visitada en noviembre 2013.

[5] Configuración del Servidor DHCP

<http://serviciosderednoona.wordpress.com/servicio-dhcp/dhcpwindowsserver/>, página visitada en noviembre 2013.

[6] Configuración de Active Directory

<http://www.aprendeinformaticaconmigo.com/windows-server-2008-instalar-active-directory-domain-services>, página visitada en noviembre 2013.

[7] Configuración del Proxy Internet

<http://es.scribd.com/doc/57769757/Tutorial-de-Instalacion-y-Configuracion-de-Ccproxy-en-Windows-Server-2k8>, página visitada en noviembre 2013.

[8] Configuración de Servidor de Correo Electrónico (MDaemon)

<http://help.altn.com/mdaemon/es/>, página visitada en noviembre 2013.

[9] Configuración de Mensajería Instantánea (Openfire)

<http://cmu->

itc191.wikispaces.com/Installing+OpenFire+on+Windows+Server+Standard+Edition+2008, página visitada en noviembre 2013.

[10] Instalación de-Elastix

<http://www.taringa.net/posts/linux/15025713/Instalacion-de-Elastix.html>, página visitada en noviembre 2013.

[11] Instalación y Configuración del Teléfono Virtual X Lite

http://www.itson.mx/micrositios/asterisk/Documents/manual_xlite_1.pdf, página visitada en noviembre 2013.

[12] Configuración de la Cámara IP Vstarcam F6836w

<http://www.marix.com.sg/downloads/vstarcam/Vstarcam%20H6837WI%20Installation%20Guide%20V1.1.pdf>, página visitada en noviembre 2013.

[13] Skype

<http://es.wikipedia.org/wiki/Skype>, página visitada en noviembre 2013.

[14] Ekiga

<http://www.ekiga.org/>, página visitada en noviembre 2013.

[15] Google Hangouts

<http://www.inca-trade.com/blog/marketing-con-google/como-usar-hangouts-google-negocio/>, página visitada en noviembre 2013.

[16] Meetings.io

<http://nuevastecsomamfyc.wordpress.com/2012/09/12/plataformas-alternativas-para-realizar-videoconferencias-ii/>, página visitada en noviembre 2013.

[17] Cacti

<http://www.linuxparatodos.net/web/comunidad/base-de-conocimiento/-/wiki/Base+de+Conocimiento/CACTI>, página visitada en noviembre 2013.