

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**IMPLEMENTACIÓN DE SOLUCIONES DE RED EN LA
INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES DE ACERÍA DEL
ECUADOR C.A.**

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

RAMIRO ALEJANDRO CASTILLO OLEAS
ramiroco852@hotmail.com

FERNANDO JAVIER TASINTUÑA CONDOY
lloporock@hotmail.com

DIRECTOR: ING. FABIO GONZÁLEZ
fabio.gonzalez@epn.edu.ec

Quito, octubre 2011

DECLARACIÓN

Nosotros, Ramiro Alejandro Castillo Oleas y Fernando Javier Tasintuña Condoy, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Ramiro Alejandro Castillo Oleas

Fernando Javier Tasintuña Condoy

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Ramiro Alejandro Castillo Oleas y Fernando Javier Tasintuña Condoy, bajo mi supervisión.

Ing. Fabio González

DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Más allá de lo pomposo y ceremonial que puede llegar a ser la culminación este proyecto que, paralelamente marca el fin de la etapa de pregrado de mi carrera profesional y mi graduación, creo fervientemente que resulta más valioso e importante reconocer y agradecer a todas las personas que de una u otra manera han hecho posible la realización y culminación de este trabajo, y de estos casi seis años de estudios.

Es así que quiero expresar mi infinita gratitud a toda mi familia, a los que hemos sido y a los que seremos, por todas las palabras, las risas y sobre todo, por el cariño y la generosidad a lo largo de todos estos años que han estado junto a mí en todas las etapas de mi vida.

De la misma manera, también extendiendo estas palabras a mis amigos/as quienes, en su mayoría, no son conscientes de las muchas maneras en que me han ayudado proporcionándome información valiosa en centenares de conversaciones informales, mientras almorzábamos, e incluso entrada la noche, siempre con la perspicacia, asertividad, inteligencia pero sobre todo, con la generosidad y predisposición de quienes han compartido largo trecho conmigo.

También quiero extender mi reconocimiento a la empresa Acería del Ecuador C.A, por abrirnos las puertas y brindarnos total apoyo para la realización de este proyecto; es así que no puedo dejar de mencionar la colaboración directa del Departamento de Sistemas en todos los aspectos técnicos y logísticos de este proyecto. De igual manera, expreso mi gratitud a todo el equipo que conforma el Departamento de Gestión Integral por la amistad y colaboración brindadas durante la realización de este trabajo, de manera muy especial a mi tío por la confianza y el apoyo de siempre.

Igualmente, quiero expresar mi agradecimiento al Director de este proyecto por todo el tiempo dedicado, por su experiencia y conocimiento, por sus sugerencias y correcciones que han permitido que este trabajo se perfeccione.

Finalmente agradezco también a los miembros del tribunal de calificación quienes de igual manera han dedicado su tiempo y han extendido sus observaciones y sugerencias, lo cual ha contribuido al mejoramiento de este trabajo.

Ramiro Castillo Oleas

AGRADECIMIENTO

Especialmente al Ing. Fabio González por permitirnos ser partícipe de su experiencia y conocimiento y por las horas de dedicación. Al Ing. Marco Oleas de ADELCA C.A. por ser además de un ejemplo de rectitud y profesionalismo un gran amigo. Al Ing. Patricio Arias y al Ing. Luis López del departamento de Sistemas de ADELCA C.A. por apoyarnos incondicionalmente en la realización del proyecto de titulación durante todo el tiempo que estuvimos en la empresa y por la confianza depositada en nosotros, A todas las personas que conforman el departamento de Gestión Integral de ADELCA C.A. por brindarnos su amistad sincera. A la pandilla, amigos incondicionales con los cuales he compartido muchos momentos felices, y finalmente a Ramiro que tuvo la gran idea e iniciativa de realizar este proyecto.

Fernando Tasintuña

DEDICATORIA

A toda mi familia, ya pronto seremos veintiocho...de manera muy especial, a "Luchis", mi abuelita y a "Ivo", mi mamá.

Ramiro Castillo Oleas

DEDICATORIA

A mis padres, Alfredo y Faviola, quienes fueron un apoyo incondicional durante todos los años de mi vida, sin ellos no lo hubiera logrado. A mi hermana Sandra, quien con sus consejos me ha sabido guiar en los momentos más difíciles de mi vida. A mi hermano Beto, quien además de ser un gran amigo ha sido mi guía tanto personal como profesionalmente. A mi sobrina Natasha, quien ha sido mi pequeña hermana y a la cual quiero mucho y a mi gordita bella por ser sobre todo un apoyo muy importante en estos años.

Fernando Tasintuña

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	xiii
PRESENTACIÓN.....	xiv
CAPÍTULO 1 MARCO TEÓRICO Y DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	1
1.1 MARCO TEÓRICO.....	1
1.1.1 REDES DE INFORMACIÓN.....	1
1.1.1.1 Clasificación por la tecnología de red utilizada.....	2
1.1.1.2 Clasificación por el área de cobertura.....	3
1.1.1.3 Modelo de referencia OSI.....	4
1.1.1.4 Red de área local (LAN).....	5
1.1.1.4.1 Topologías LAN.....	6
1.1.1.4.2 Tecnologías LAN.....	8
1.1.1.4.2.1 Ethernet.....	8
1.1.1.4.2.2 Redes de área local inalámbricas (WLAN).....	12
1.1.1.4.2.3 Estándares IEEE 802.11.....	17
1.1.1.5 Equipamiento utilizado en redes.....	17
1.1.1.6 Cableado Estructurado.....	20
1.1.1.7 Servicios.....	27
1.1.1.7.1 Arquitectura TCP/IP.....	27
1.1.1.7.2 Protocolos de la capa Transporte.....	30
1.1.1.7.3 Internet Protocol.....	31
1.1.1.7.4 Sistema de nombres de dominio.....	32
1.1.1.7.5 Protocolo de configuración de host dinámico.....	34
1.1.1.7.6 Protocolo de transferencia de hipertexto.....	35
1.1.1.7.7 Correo.....	37
1.1.1.7.8 Firewall.....	38
1.1.1.7.9 Zona desmilitarizada.....	40
1.1.1.7.10 Active Directory.....	42
1.1.1.7.10.1 Estructura lógica.....	42
1.1.1.7.10.2 Estructura física.....	44
1.1.1.7.10.3 Espacios de nombres.....	44
1.1.1.7.10.4 Políticas de grupo.....	45

1.1.2	TELEFONÍA IP.....	46
1.1.2.1	Arquitectura de Telefonía IP.....	47
1.1.2.1.1	Arquitectura centralizada	47
1.1.2.1.2	Arquitectura distribuida	47
1.1.2.2	Protocolos	48
1.1.2.2.1	Protocolo H.323.....	48
1.1.2.2.1.1	Componentes H.323	49
1.1.2.2.2	Protocolo SIP.....	51
1.1.2.2.2.1	Componentes SIP	51
1.1.3	VIDEOCONFERENCIA	53
1.1.3.1	Estándares.....	53
1.1.3.2	Tipo de enlaces	53
1.1.3.3	Componentes de un sistema de videoconferencia.....	54
1.2	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	56
1.2.1	PERFIL HISTÓRICO DE ADELCA	57
1.2.2	MISIÓN Y VISIÓN DE LA COMPAÑÍA	58
1.2.3	PRODUCTOS	59
1.2.4	INSTALACIONES.....	59
1.2.5	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	59
CAPÍTULO 2 EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES DE ACERÍA DEL ECUADOR C.A.....		60
2.1	INSTALACIONES FÍSICAS.....	61
2.2	PERSONAL DE TECNOLOGÍA.....	63
2.2.1	DEPARTAMENTO DE SISTEMAS	63
2.2.2	DEPARTAMENTO ELECTRÓNICO	67
2.3	EQUIPAMIENTO ACTIVO, CABLEADO ESTRUCTURADO APLICACIONES, ENLACES Y EQUIPOS DE USUARIO FINAL	68
2.3.1	EQUIPOS DE INTERCONEXIÓN PLANTA ALÓAG	68
2.3.2	SERVIDORES	71
2.3.3	ESTACIONES DE TRABAJO Y DIRECCIONAMIENTO IP.....	80
2.3.4	ENLACES INTERSUCURSALES	86
2.3.5	CABLEADO ESTRUCTURADO	87
2.3.5.1	Cableado Horizontal.....	88

2.3.5.2	Cableado Vertical.....	95
2.3.5.3	Cuarto de Telecomunicaciones	96
2.3.5.4	Cuarto de Equipos	102
2.3.6	ANÁLISIS DE INFRAESTRUCTURA, SERVICIOS Y EQUIPOS	106
2.4	ANÁLISIS DE TRÁFICO	109
2.4.1	ANÁLISIS EN EL SEGMENTO LAN	110
2.4.2	ANÁLISIS EN EL SEGMENTO WAN	118
2.5	SISTEMA DE TELEFONÍA.....	138
2.5.1	DESCRIPCIÓN DE LA RED DE VOZ EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE ALÓAG.....	138
2.5.1.1	Troncales	140
2.5.1.2	Descripción del cableado telefónico	140
2.5.1.3	Descripción del equipo de telefonía.....	141
2.5.1.3.1	Armario de Telefonía.....	141
2.5.1.3.2	Central Telefónica	143
2.5.1.3.2.1	Servicios prestados por la central telefónica	144
2.5.1.3.3	Descripción del distribuidor principal	147
2.5.1.3.4	Voice Mail System	152
2.5.1.3.5	Gateway de voz	152
2.5.1.3.6	Terminales Telefónicos.....	154
2.5.1.3.7	Plan de Marcación	160
2.5.1.4	Extensiones telefónicas	163
2.5.2	CONEXIÓN TELEFÓNICA ENTRE SUCURSALES.....	166
2.5.3	ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA DE VOZ.....	167
CAPÍTULO 3 PLANTEAMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE SOLUCIONES		
.....		170
3.1	ESQUEMA REDUNDANTE DE CABLEADO	171
3.2	AMPLIACIÓN DE LA RED DE ÁREA LOCAL DE ALÓAG	177
3.2.1	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA LA AMPLIACIÓN DE DIRECCIONAMIENTO	179
3.2.2	IMPLEMENTACIÓN DE DHCP	188
3.2.2.1	Análisis de alternativas.....	189
3.2.2.2	Implementación.....	193

3.3	IMPLEMENTACIÓN DE ACTIVE DIRECTORY.....	194
3.3.1	REQUERIMIENTOS DE LA EMPRESA.....	195
3.3.2	DISEÑO DEL ESQUEMA ORGANIZACIONAL.....	198
3.3.3	DEFINICIÓN DE DIRECTIVAS DE GRUPO	200
3.3.4	PRUEBAS.....	208
3.3.5	LICENCIAMIENTO	211
3.3.6	DIMENSIONAMIENTO DEL SERVIDOR	216
3.3.7	IMPLEMENTACIÓN.....	220
3.3.8	INTEGRACIÓN DE ACTIVE DIRECTORY CON LOTUS	230
3.3.8.1	Diseño de la solución	230
3.3.8.1.1	Configuraciones.....	231
3.3.8.2	Registro de usuarios desde el directorio activo hacia el servidor de correo Domino.	233
3.3.8.3	Registro de usuarios desde el servidor de correo hacia el directorio activo	234
3.3.8.4	Consideraciones adicionales	235
3.4	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA DMZ.....	235
3.4.1	REQUERIMIENTOS DE LA EMPRESA.....	236
3.4.2	DISEÑO DE LA SOLUCIÓN	236
3.4.2.1	Definición del segmento DMZ	237
3.4.2.2	Configuraciones	238
3.4.3	PRUEBAS REALIZADAS.....	243
3.4.3.1	Proceso de envío de correo desde la red corporativa hacia Internet	243
3.4.3.2	Recepción de correo electrónico desde Internet en la LAN corporativa. .	247
3.5	DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA EN PUNTOS ESTRATÉGICOS DE LA EMPRESA	251
3.5.1	CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE LA WLAN.....	253
3.6	DISEÑO DEL SISTEMA DE VIDEOCONFERENCIA	275
3.6.1	REQUERIMIENTOS	275
3.6.2	DEFINICIÓN DEL ENLACE DE COMUNICACIÓN	277
3.6.3	ANÁLISIS DE OPCIONES DE EQUIPOS DE VIDEOCONFERENCIA. .	277
3.6.4	PLANIFICACIÓN PARA LA FASE DE PRUEBAS.....	278
3.6.5	PRUEBAS REALIZADAS Y RESULTADOS OBTENIDOS	279

3.6.5.1	Pruebas realizadas con equipos Tandberg	279
3.6.5.2	Pruebas realizadas con equipos Polycom	282
3.6.6	CONSIDERACIONES ADICIONALES	285
3.6.6.1	Dispositivos de audio y video a usar en las sucursales involucradas	286
3.7	TELEFONÍA	286
3.7.1	CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR DE VPN	290
3.7.2	PROPUESTA DE EXTENSIÓN DE COBERTURA DEL SISTEMA DE TELEFONÍA A LAS SUCURSALES DE LOJA Y MACHALA	293
3.7.2.1	Configuración del cliente.....	294
3.7.2.1.1	Requisitos del software	294
3.7.2.1.2	Instalación y configuración	295
3.7.3	PRUEBAS REALIZADAS.....	300
3.8	COSTOS REFERENCIALES	302
3.9	ESTUDIO TÉCNICO FINANCIERO DE IMPLEMENTACIÓN DE SOLUCIONES	307
CAPÍTULO 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		317
4.1	CONCLUSIONES	317
4.2	RECOMENDACIONES	327
ANEXOS		
BIBLIOGRAFÍA		

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO Y DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Tabla 1.1 Parámetros de Ethernet	11
Tabla 1.2 Características de las implementaciones para Ethernet a 10 y 100 Mbps	11
Tabla 1.3 Características de las implementaciones para Ethernet a 1000 Mbps	11
Tabla 1.4 Características de la capa física WLAN	14
Tabla 1.5 Estándares IEEE 802.11	18

CAPÍTULO 2: EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES DE ACERÍA DEL ECUADOR C.A.

Tabla 2.1 Distribución de equipos de conectividad en la planta de ADELCA	69
Tabla 2.2 Equipamiento físico de servidores	80
Tabla 2.3 Equipos y Sistemas Operativos de ADELCA	83
Tabla 2.4 Utilización de la red 192.168.120.0/24	85
Tabla 2.5 Enlaces WAN contratados por ADELCA	87
Tabla 2.6 Zonas de cableado	89
Tabla 2.7 Puntos de voz y datos en la Dirección Técnica Laminados	91
Tabla 2.8 Puntos de voz y datos en Administración	94
Tabla 2.9 Interconexión de fibra óptica para el cableado vertical	96
Tabla 2.10 Resumen de procedimiento de análisis con Ntop	111
Tabla 2.11 Paquetes procesados en la LAN de ADELCA	112
Tabla 2.12 Tráfico por aplicación en la red de ADELCA	114
Tabla 2.13 Hosts activos en la red de ADELCA	117
Tabla 2.14 Resumen de procedimiento de análisis con Cacti	119
Tabla 2.15 Ocupación del enlace de Internet Alóag-Internet	123
Tabla 2.16 Ocupación del enlace Cumbayá-Planta Alóag	125
Tabla 2.17 Ocupación del enlace Guayaquil-Planta Alóag	127
Tabla 2.18 Ocupación del enlace Portoviejo-Planta Alóag	129
Tabla 2.19 Ocupación del enlace Ambato-Planta Alóag	131
Tabla 2.20 Ocupación del enlace Sto. Domingo--Planta Alóag	133
Tabla 2.21 Ocupación del enlace de Cuenca--Planta Alóag	135
Tabla 2.22 Resumen de recolección de datos para los enlaces WAN	136
Tabla 2.23 Enlaces troncales y bases celulares en Alóag	140
Tabla 2.24 Pares por sección	141
Tabla 2.25 Características principales de la central HiPath3800	143
Tabla 2.26 Roles de autorización	145
Tabla 2.27 Distribución de tarjetas en la central HiPath 3800	151
Tabla 2.28 Líneas Troncales en el MDFU-E	161
Tabla 2.29 Tabla de enrutamiento para llamadas locales, regionales e internacionales ...	161
Tabla 2.30 Tabla de enrutamiento para llamadas celulares	162

Tabla 2.31 Número de extensiones por departamento.	164
Tabla 2.32 Extensiones por tipo.	165
Tabla 2.33 Extensiones por sucursales	166

CAPÍTULO 3: PLANTEAMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE SOLUCIONES

Tabla 3.1 Áreas afectadas en el sistema de F.O. actual	173
Tabla 3.2 Áreas afectadas en caso de desastre con el esquema planteado.....	176
Tabla 3.3 Características mínimas de equipamiento para la implementación de un esquema redundante en la red de ADELCA.	176
Tabla 3.4 Crecimiento en equipos y usuarios en 5 años	178
Tabla 3.5 Paquetes enviados entre VLANs y latencias registradas.	181
Tabla 3.6 Paquetes enviados desde la nueva subred hacia las demás redes de la compañía y latencias registradas.	185
Tabla 3.7 Parámetros para el nuevo segmento de red.....	186
Tabla 3.8 Resumen de prestaciones de las alternativas para DHCP.....	192
Tabla 3.9 Número de llamadas recibidas por motivos de soporte.	196
Tabla 3.10 Requerimientos de la empresa para la implementación de Directorio Activo.	197
Tabla 3.11 Unidades organizativas definidas para Active Directory.	199
Tabla 3.12 Perfiles y directivas asociadas para la implementación de Active Directory .	207
Tabla 3.13 Resumen de problemas presentados durante la fase de pruebas.	210
Tabla 3.14 Principales semejanzas y diferencias entre las prestaciones de Active Directory en Microsoft Windows Server 2003 y 2008.....	217
Tabla 3.15 Características principales del Blade Center de ADELCA.....	219
Tabla 3.16 Tiempo de implementación de Active Directory en los departamentos de ADELCA.....	224
Tabla 3.17 Parámetros de red del nuevo segmento DMZ.	238
Tabla 3.18 Características del servidor SMTP GATEWAY.	241
Tabla 3.19 Roles participantes en el proceso de reenvío.	243
Tabla 3.20 Velocidad de transmisión en los estándares comerciales	255
Tabla 3.21 Equipos (laptops y desktops) en el área administrativa.	262
Tabla 3.22 Equipos (laptops y desktops) en el área de la Dirección Técnica de Laminados.	263
Tabla 3.23 Número máximo de usuarios simultáneos soportados por los estándares comerciales.	264
Tabla 3.24 Direccionamiento para la WLAN.....	271
Tabla 3.25 SSIDs WLAN ADELCA.	272
Tabla 3.26 Requerimientos mínimos para equipos WLAN.	274
Tabla 3.27 Requerimientos de la alta gerencia.	275
Tabla 3.28 Requerimientos del Departamento de Sistemas.	276
Tabla 3.29 Requerimientos de equipos de videoconferencia.	276
Tabla 3.30 Análisis de cumplimiento de requerimientos.....	278
Tabla 3.31 Matriz de tiempo de implementación.	279

Tabla 3.32 Características de Polycom RMX 1000.....	285
Tabla 3.33 Elementos de audio y video.	286
Tabla 3.34 Requerimientos de PC.	295
Tabla 3.35 Costos referenciales para enlaces redundantes de fibra óptica.	303
Tabla 3.36 Costos referenciales para la ampliación de la red de área local de Alóag.	303
Tabla 3.37 Costos referenciales para la implementación de DHCP.	304
Tabla 3.38 Costos referenciales para la implementación de Active Directory.	304
Tabla 3.39 Costos referenciales para la implementación de la DMZ.	305
Tabla 3.40 Costos referenciales para el diseño de la WLAN de la empresa.	305
Tabla 3.41 Costos referenciales para el diseño del sistema de videoconferencia.	306
Tabla 3.42 Costos referenciales para la telefonía a través de VPN.	306
Tabla 3.43 Resumen y costo referencial final de las soluciones en ADELCA.	307
Tabla 3.44 Gastos operativos en mantenimiento sin AD.	308
Tabla 3.45 Cálculo de gastos por improductividad.	309
Tabla 3.46 Gastos operativos en mantenimiento con AD.	310

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO Y DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Figura 1.1 Redes de difusión	2
Figura 1.2 Red punto a punto	3
Figura 1.3 Modelo de referencia OSI.....	4
Figura 1.4 Topología en estrella	7
Figura 1.5 Topología bus	7
Figura 1.6 Topología en anillo	8
Figura 1.7 Estructura de las tramas Ethernet/IEEE 802.3	9
Figura 1.8 Diseño básico de una WLAN.	12
Figura 1.9 Espacios entre tramas WLAN.....	15
Figura 1.10 Detección del canal virtual basado en CSMA/CA y MACAW.....	16
Figura 1.11 Relación de la nomenclatura utilizada en 568 C.0 y 568 C.1.....	23
Figura 1.12 Cableado horizontal.....	26
Figura 1.13 Arquitectura TCP/IP.....	28
Figura 1.14 Proceso de encapsulación en TCP/IP.	30
Figura 1.15 Jerarquía de nombres de dominio.	34
Figura 1.16 Proceso de comunicación en DHCP.....	35
Figura 1.17 Ejemplo de un mensaje GET.	36
Figura 1.18 Proceso de envío de correo.	38
Figura 1.19 Esquema básico de implementación de una DMZ.	41
Figura 1.20 Políticas de grupo en Active Directory.	45
Figura 1.21 Arquitectura Centralizada.	47
Figura 1.22 Arquitectura Distribuida	48

Figura 1.23 Modelo H.323.	49
Figura 1.24 Componentes H.323.	49
Figura 1.25 Terminal H.323.	50
Figura 1.26 Componentes de una red SIP.	52
Figura 1.27 Conexión Punto a Punto	54
Figura 1.28 Conexión Multipunto	54
Figura 1.29 Sistema de Videoconferencia.....	55

CAPÍTULO 2: EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES DE ACERÍA DEL ECUADOR C.A.

Figura 2.1 Esquema de ubicación de áreas en la planta de ADELCA.....	62
Figura 2.2 Ubicación de las sucursales y oficinas de ADELCA.....	63
Figura 2.3 Esquema físico de interconexión en la planta de ADELCA	71
Figura 2.4 Esquema de conexión a Internet de la red de ADELCA.....	74
Figura 2.5 Módulos del software E-volution para administración de RRHH.	78
Figura 2.6 Porcentaje de Sistemas Operativos en la planta de ADELCA.	84
Figura 2.7 Ocupación de direcciones IP en la red de ADELCA.	86
Figura 2.8 Esquema de interconexión con sucursales de ADELCA.	88
Figura 2.9 Disposición de oficinas en la Dirección Técnica de Laminados.	90
Figura 2.10 Disposición de oficinas en el área Administrativa.	93
Figura 2.11 Rack Dirección Técnica Laminados.	97
Figura 2.12 Rack Horno Laminados.....	98
Figura 2.13 Rack Bodega Laminados.....	98
Figura 2.14 Rack planta baja Acería.....	99
Figura 2.15 Rack Dirección Técnica Acería.	100
Figura 2.16 Rack Dirección Técnica Trefilados.....	101
Figura 2.17 Rack del departamento de Gestión Integral.....	102
Figura 2.18 Rack principal del cuarto de telecomunicaciones.	104
Figura 2.19 Gabinete de servidores.	105
Figura 2.20 Promedio de tráfico Multicast, Unicast y Broadcast.....	113
Figura 2.21 Usuarios en la red de Alóag.....	118
Figura 2.22 Carga del enlace de Alóag-Internet.....	123
Figura 2.23 Carga del enlace de Cumbayá-Planta Alóag.	125
Figura 2.24 Carga del enlace de Guayaquil-Planta Alóag.	127
Figura 2.25 Carga del enlace de Portoviejo-Planta Alóag.	129
Figura 2.26 Carga del enlace de Ambato-Planta Alóag.....	131
Figura 2.27 Carga del enlace de Sto. Domingo-Planta Alóag.....	133
Figura 2.28 Carga del enlace de Cuenca-Planta Alóag.....	135
Figura 2.29 Esquema de conexión telefónica en Alóag.....	139
Figura 2.30 Armario Telefónico y Central Telefónica HiPath 3800.	142
Figura 2.31 Distribución de tarjetas en la central HiPath 3800.....	146
Figura 2.32 Pantalla principal del Gateway HG 1500 administrado vía Web.	154

Figura 2.33 OptiPoint 500 Entry.	155
Figura 2.34 OptiPoint 500 standard.	156
Figura 2.35 Optiset E memory	157
Figura 2.36 OptiPoint 410 Economy.	158
Figura 2.37 OptiPoint 410 Standard.	159
Figura 2.38 Extensiones telefónicas en la sucursal Alóag.	163
Figura 2.39 Estadísticas de extensiones por departamento.	165
Figura 2.40 Estadísticas por tipo de extensiones.	165
Figura 2.41 Central HiCom 150 E.	166
Figura 2.42 Estadísticas de extensiones a nivel de sucursales.	167

CAPÍTULO 3: PLANTEAMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE SOLUCIONES

Figura 3.1 Esquema actual de interconexión de F.O.	173
Figura 3.2 Enlaces redundantes planteados para la LAN de ADELCA.	175
Figura 3.3 Estadísticas de crecimiento en equipos de conectividad	178
Figura 3.4 Estadísticas de crecimiento en usuarios del sistema	178
Figura 3.5 Esquema de ampliación de red basado en VLANs	180
Figura 3.6 Desempeño de la solución 1.	182
Figura 3.7 Incorporación de un router para la ampliación de la red de ADELCA.	183
Figura 3.8 Esquema de ampliación de la red de ADELCA utilizado para pruebas.....	184
Figura 3.9 Desempeño de la solución 3.	185
Figura 3.10 Ambiente de pruebas para evaluar las alternativas de DHCP.	190
Figura 3.11 Soporte a usuarios en una semana promedio.	196
Figura 3.12 Ambiente de pruebas para Active Directory.....	209
Figura 3.13 Licenciamiento CAL por asiento.	213
Figura 3.14 Licenciamiento CAL por servidor.	214
Figura 3.15 Sincronización de los servicios involucrados.	230
Figura 3.16 Instalación del complemento ADSync.	231
Figura 3.17 Opciones de sincronización.	232
Figura 3.18 Creación del nuevo usuario en el servidor de correo.	233
Figura 3.19 Opciones de creación de un usuario en Active Directory desde el servidor de correo	234
Figura 3.20 Inclusión de un segmento DMZ a la red corporativa.	238
Figura 3.21 Diseño de la DMZ para correo electrónico.	239
Figura 3.22 Entrada DNS interno que corresponde al servidor SMTP GATEWAY.	241
Figura 3.23 Proceso de envío de correo desde el usuario hasta el servidor interno.	245
Figura 3.24 Envío de correo desde el servidor interno hacia el SMTP GATEWAY a través del firewall.....	245
Figura 3.25 Consulta DNS externa para el dominio hotmail.com.....	246
Figura 3.26 Envío de correo desde el segmento DMZ hacia la Internet.....	247
Figura 3.27 Entrada DNS externa para el dominio adelca.com.	248

Figura 3.28 Consulta del servidor de correo electrónico externo para el dominio adelca.com.	249
Figura 3.29 Recepción del correo electrónico en el servidor SMTP GATEWAY.	250
Figura 3.30 Envío de correo electrónico hacia la red interna corporativa.	251
Figura 3.31 Nivel de señal en las oficinas Administrativas.	257
Figura 3.32 Nivel de señal en las oficinas de la Dirección Técnica de Laminados.	257
Figura 3.33 Nivel acumulado por canal en las bandas de 2.4 GHz y 5 GHz.	261
Figura 3.34 Relación porcentual entre equipos.	262
Figura 3.35 Relación porcentual entre equipos (Dirección Técnica Laminados).	263
Figura 3.36 Cobertura de la WLAN en las oficinas administrativas.	267
Figura 3.37 Cobertura del AP-1 en las oficinas administrativas.	267
Figura 3.38 Cobertura del AP-3 en las oficinas administrativas.	268
Figura 3.39 Cobertura de la WLAN en las oficinas de la Dirección Técnica Laminados.	269
Figura 3.40 Cobertura del AP-1 en las oficinas de Laminados.	270
Figura 3.41 Cobertura del AP-3 en las oficinas de Laminados.	270
Figura 3.42 Conexión con salida a Internet.	280
Figura 3.43 Conexión punto a punto.	280
Figura 3.44 Esquema de conexión de equipos de videoconferencia entre las sucursales Alóag y Guayaquil.	284
Figura 3.45 Polycom RMX 1000.	285
Figura 3.46 Esquema de conexión con MCU Polycom RMX 1000.	286
Figura 3.47 Esquema de la VPN de la empresa.	291
Figura 3.48 Consola de administración ATFirewall.	291
Figura 3.49 Creación de objetos de red para los clientes VPN.	292
Figura 3.50 Reglas de acceso desde y hacia la VPN.	292
Figura 3.51 Esquema de interconexión del sistema telefónico a través de VPN para las sucursales de Loja y Machala con extensiones IP.	293
Figura 3.52 Selección del proveedor HiPath para el cliente telefónico.	296
Figura 3.53 Configuración de red del softphone OptiClient 130.	297
Figura 3.54 Parámetros de configuración de acceso a la PSTN.	298
Figura 3.55 Configuración de la conexión VPN para OptiClient 130.	299
Figura 3.56 Parámetros de red del cliente VPN.	300
Figura 3.57 Ubicación del certificado digital provisto por AlphaTechnologies.	300
Figura 3.58 Establecimiento de la conexión VPN.	301
Figura 3.59 Funcionamiento del OptiClient 130.	301
Figura 3.60 Recepción de una llamada telefónica.	302
Figura 3.61 Proyección de costos de operación bajo los dos escenarios.	311
Figura 3.62 Relación costo-ahorro de la implementación.	312
Figura 3.63 Flujo de efectivo del proyecto de implementación de AD.	313

RESUMEN

Este proyecto aborda el mejoramiento de la infraestructura corporativa de voz y datos de la empresa Acería del Ecuador C.A ADELCA para lo cual se han estructurado cuatro capítulos que abarcan fundamentos teóricos relacionados a los temas que se trata en el desarrollo de las soluciones, análisis de la situación actual de las redes de voz y datos, planteamiento e implementación de las soluciones y, conclusiones relacionadas a puntos relevantes de lo expuesto a lo largo del documento.

El primer capítulo se divide en dos secciones: en la primera se hace referencia a los conceptos referentes a comunicaciones y redes de información enmarcados en el contexto de estudio del proyecto con el fin de contar con un preámbulo conceptual a lo que posteriormente se analiza en los capítulos subsiguientes; en este sentido, se presenta información referente a los modelos de redes, cableado estructurado, tecnologías de red, aplicaciones y servicios. En la segunda sección en cambio se mencionan aspectos referentes a la empresa ADELCA, haciendo hincapié en la línea de negocio, la estructura organizacional, el mercado al que apunta y las sucursales de las que dispone.

El capítulo dos analiza la situación actual de la infraestructura de comunicaciones de ADELCA para lo cual se lo ha dividido en cinco etapas de análisis con el fin de tener un lineamiento base que contemple: la infraestructura física de la empresa, el personal destinado al manejo y gestión de la red de voz y datos, la evaluación del equipamiento activo y pasivo, las aplicaciones, los enlaces, y el equipos de usuario final, un análisis de tráfico que refleje el desempeño del canal interno y de los enlaces de interconexión con las diferentes sucursales, y finalmente la red de voz de la compañía.

El capítulo tres hace referencia a la implementación de soluciones y servicios así como también a diseños de alternativas que podrían tomarse en cuenta para contrarrestar inconvenientes detectados a lo largo del estudio; en este sentido, los temas tratados son: análisis para la implementación de un esquema redundante de cableado, ampliación de la red de área local de la Planta Industrial de la

empresa, implementación de DHCP, implementación de Active Directory, diseño e implementación de DMZ, diseño de segmentos WLAN para puntos estratégicos de la empresa, diseño de un sistema de videoconferencia punto a punto entre dos sucursales de la empresa, y ampliación de la cobertura de la red telefónica corporativa a través de VPNs. Finalmente se presentan los costos referenciales de cada proyecto implementado con el fin de reflejar viabilidad técnica y financiera.

El último capítulo presenta conclusiones y recomendaciones referentes a los diferentes puntos tratados a lo largo del desarrollo del proyecto. Adicionalmente, se presentan anexos de planos, esquemas y cotizaciones utilizadas en las implementaciones y diseños.

PRESENTACIÓN

En los años ochenta las empresas se esforzaron por entender y actuar bajo el esquemas de calidad; los noventas en cambio marcaron la reingeniería de procesos para las grandes compañías, y el primer decenio del siglo XXI estuvo determinado por la rapidez en la toma de decisiones y el desarrollo de transacciones más y más complejas con el fin de abarcar la mayor cantidad de procesos de negocio de una compañía; en este sentido, la demanda tecnológica y la dependencia de la misma por parte de las empresa se ha evidenciado en la constante adquisición de elementos de hardware y software con el objetivo de alinearlos a los objetivos y metas corporativas tratando de alcanzarlos de manera rápida y eficiente. Acería del Ecuador C.A ha entendido este cambio y se ha enfocado en girar en torno a este boom tecnológico por lo que constantemente se ha dedicado a invertir parte de sus recursos en el continuo mejoramiento de su infraestructura de comunicaciones con el fin de garantizar a sus clientes y colaboradores el correcto desempeño de las herramientas tecnológicas necesarias para llevar a cabo las diferentes transacciones y procesos que una corporación de la naturaleza de ADELCA requiere.

En este sentido, y consientes del papel que juegan por un lado el sector Industrial, y por otro el de Telecomunicaciones y Tecnología para el desarrollo del país, este proyecto presenta un conjunto de soluciones orientadas al mejoramiento de la infraestructura de comunicaciones de una de las empresas más grandes del Ecuador en lo referente a reciclaje y producción de acero para la construcción, poniendo especial énfasis en la implementación de soluciones de red que permitan manejar el crecimiento de los usuarios, y el manejo de nuevas tecnologías, alineándose a las políticas y directrices de la compañía.

CAPÍTULO 1 MARCO TEÓRICO Y DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1.1 MARCO TEÓRICO

1.1.1 REDES DE INFORMACIÓN

En la actualidad, la evolución tecnológica de los sistemas de comunicaciones ha contribuido en gran medida al dinamismo de las empresas y de los procesos de negocio de las mismas; en el último decenio, la evolución de Internet y de las redes de información en general, han transformado los viejos paradigmas que se venían utilizando para llevar a cabo las actividades bursátiles de las pequeñas, medianas y grandes empresas, y en general, las de la mayoría de personas que forman parte de la sociedad del conocimiento. En este sentido, y desde el punto de vista técnico, es importante determinar y analizar la tecnología que da soporte a esta tendencia informática que permite acceder a la información en tiempo real

Se define a una red de datos o red de información como el conjunto de equipos autónomos, interconectados entre sí a través de una subred de comunicaciones con el propósito de compartir recursos entendiéndose como tal a hardware, software e información. La definición anteriormente señalada brinda una panorámica general de lo que es una red, sin embargo, es importante clasificar de acuerdo a características específicas los tipos de redes existentes (o al menos los más importantes) los cuales pueden categorizarse de acuerdo a varios parámetros:

- Por la tecnología de red que manejan:
 - Redes de difusión
 - Redes punto a punto
- Por el área de cobertura:
 - Redes de área personal (PAN)
 - Redes de área local (LAN)
 - Redes de área Metropolitana (MAN)

- Redes de área extendida (WAN)
- Internet
- Por el tipo de medio de transmisión:
 - Redes cableadas
 - Redes inalámbricas

1.1.1.1 Clasificación por la tecnología de red utilizada

Se distinguen dos tipos de tecnologías de transmisión: difusión y punto a punto.

Redes de difusión: son aquellas que tienen un único canal de comunicaciones el cual es compartido entre todos los elementos de la red. Dentro de este tipo de redes, se distinguen varios tipos de comunicaciones en función de hacia quien se dirige la información:

- Unicast: la información parte de una máquina y se dirige a otra (una sola).
- Multicast: la información parte de una máquina y se dirige a un grupo (varios receptores).
- Broadcast: la información parte de una máquina y se dirige hacia todas las demás que se hallen conectadas al medio compartido.

La Figura 1.1 muestra un esquema de dos redes de difusión en las cuales los equipos comparten un único medio de transmisión.

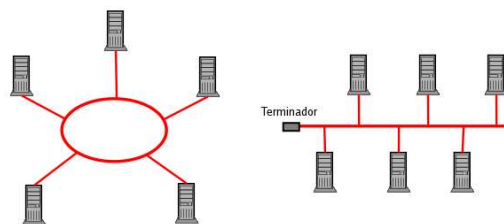


Figura 1.1 Redes de difusión

Redes punto a punto: consisten en muchas conexiones entre pares individuales de máquinas. Para ir del origen al destino la información podrá pasar por una o más máquinas intermedias. Se pueden originar múltiples rutas hacia el destino,

por lo que los algoritmos de ruteo serán muy importantes en estas redes. La Figura 1.2 muestra un esquema de una red punto a punto.

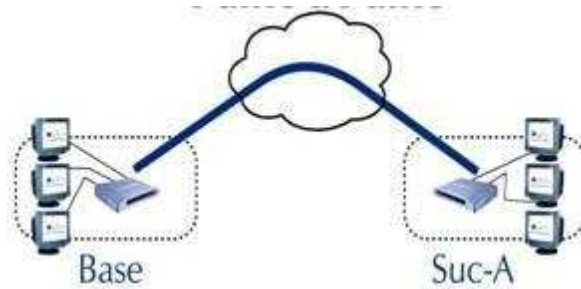


Figura 1.2 Red punto a punto

1.1.1.2 Clasificación por el área de cobertura

El área de cobertura de una red se mide por el alcance o por el área en la que la red opera. Dentro de este contexto, se puede mencionar fundamentalmente a los siguientes tipos de redes:

- Redes de área personal (PAN): son redes cuyo alcance de cobertura es de muy pocos metros y se usan como una forma emergente de comunicación. A menudo este tipo de redes se asocia a la tecnología Bluetooth, no siendo la única en la que se puede implementar.
- Redes de Área Local (LAN)
- Redes de Área Metropolitana (MAN): son redes cuyo alcance de cobertura está limitado a un área mucho mayor que una LAN, como por ejemplo una ciudad completa. No se detallarán este tipo de redes puesto que en este proyecto no se aplican.
- Redes de Área Extendida (WAN): son redes de cobertura extendida, que pueden abarcar regiones, países o inclusive continentes; existen diversas tecnologías que han sido desarrolladas, sin embargo en este documento se hará referencia únicamente a los que el proveedor de servicio de Acería del Ecuador C.A utilice.

1.1.1.3 Modelo de referencia OSI¹

Con el afán de establecer un estándar que permita normar la implementación de tecnologías de red, la organización de estándares internacionales (ISO por sus siglas en inglés) estableció un modelo referencial para interconexión de sistemas abiertos constituido por siete capas perfectamente definidas las cuales establecen las funciones y los parámetros que deberán tenerse en cuenta al momento de implementar una determinada tecnología de red; cada una de las capas es independiente entre sí y se comunica virtualmente con su par correspondiente en el otro extremo.

En este punto, cabe recalcar que el modelo OSI no es una arquitectura de red, no especifica protocolos en ninguna de las capas, sino que más bien señala la funcionalidad de cada una de ellas. La Figura 1.3 muestra el modelo OSI con sus siete capas.



Figura 1.3 Modelo de referencia OSI. ^[1]

Capa Física: describe los medios mecánicos, eléctricos, funcionales y d procedimiento para activar, mantener y desactivar conexiones físicas para la transmisión de bits hacia y desde un dispositivo de red.

Capa Enlace de datos: describe los métodos para intercambiar tramas entre dos nodos adyacentes de la red. Se encarga del control de flujo y control de errores de las datos provenientes de la capa superior.

¹ OSI: Open System Interconnection.

Capa red: garantiza que los paquetes de información lleguen del nodo origen al nodo destino sin errores, a través de la subred.

Capa transporte: acepta los datos de la capa sesión, los divide si es necesario y los pasa a la capa Red, asegurándose que lleguen correctamente a su destino.

Capa sesión: permite a los usuarios de diferentes máquinas establecer sesiones entre ellos.

Capa presentación: maneja la sintaxis de los datos de tal manera que estos sean legibles a los procesos de aplicación.

Capa aplicación: proporciona la interfaz final entre el usuario y la red.

En redes de área local exclusivamente, la capa de enlace se subdivide en dos subcapas: LLC y MAC.

La subcapa LLC proporciona un interfaz único entre las capas superiores y la subcapa MAC; sus principales funciones son: direccionamiento lógico, control de errores y control de flujo. Está definida en 802.2.

La subcapa MAC es la encargada del ensamblaje/des ensamblaje de las tramas, así como también de la detección de errores y de definir procedimientos de acceso a un canal de comunicaciones compartido.

1.1.1.4 Red de área local (LAN)

De acuerdo a la IEEE², una red de área local constituye un sistema de comunicación de datos que permite a un número de dispositivos independientes, comunicarse entre ellos, dentro de un área geográfica moderada a través de un canal de comunicaciones físico de una moderada velocidad de transmisión.

Dentro de la definición antes señalada, se debe distinguir a “*área geográfica moderada*” como el espacio de cobertura de no más de 300 m, aunque utilizando repetidores y medios de transmisión de gran capacidad (como la fibra óptica),

² IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers.

este valor puede incrementarse hasta aproximadamente 1Km. utilizando la tecnología adecuada. En el contexto de la definición, también vale la pena destacar que en este tipo de redes, las velocidades de transmisión suelen ser superiores y pueden estar en el orden de 100 Mbps, alcanzando en ciertos casos hasta las decenas de Gbps.

A más del alcance y la velocidad de transmisión, otra característica importante de las LAN es que constituyen redes privadas que permiten la compartición de recursos (impresoras por ejemplo), y el intercambio de información, por lo que están presentes en entornos empresariales, fabriles, educativos e inclusive, domésticos.

1.1.1.4.1 Topologías LAN

La topología de una red, hace referencia a la forma en la que cada elemento constitutivo de la red es conectado con su correspondiente, tanto física como lógicamente. De acuerdo a esta última distinción, la topología física señala la manera real en la que los equipos se hallan dispuestos, incluyendo el cableado. En cambio, la topología lógica se refiere a la forma en la que cada una de las máquinas se comunica entre sí a través del medio físico.

Se distinguen varias topologías propuestas, de donde las más importantes son: estrella, bus y anillo; adicionalmente se pueden distinguir varias más pero todas resultan combinaciones de las anteriores.

Topología estrella: es aquella en la que todas las conexiones confluyen a un único concentrador el cual alberga a todas las máquinas de la red. Ha sido muy difundida ya que es fácil de implementar, y simple de monitorear, aunque por otro lado tiene la desventaja de que si el concentrador falla, las estaciones perderán conectividad con el resto de la red. La Figura 1.4 muestra un esquema de la topología estrella.

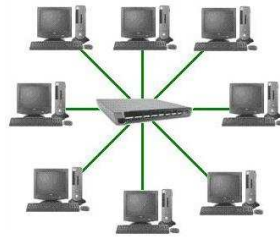


Figura 1.4 Topología en estrella

Topología bus: en esta topología todas las máquinas se hallan conectadas a un único medio de transmisión el cual debe ser compartido por todos los elementos que constituyen la red; por tal motivo, en este tipo de topologías es necesario un mecanismo que controle el acceso de las estaciones al medio de transmisión. Para transmitir en esta topología, los datos deben ser divididos en segmentos de información denominados tramas en los que se especifican direcciones origen y destino. El principal inconveniente de esta topología radica en que si existe una ruptura en el medio de transmisión, la red quedará totalmente inoperante. Por otra parte, este tipo de topología es simple y barata de instalar y de expandir por lo que ha sido adoptada por varias tecnologías como Ethernet o ArcNet³. La Figura 1.5 muestra un ejemplo de la topología tipo bus.

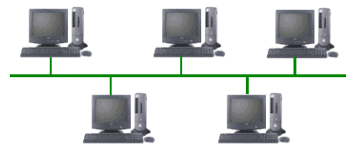


Figura 1.5 Topología bus

Topología anillo: se la conoce así dado que la transmisión se lleva a cabo en forma circular, cerrando un anillo, aunque físicamente las máquinas se hallan dispuestas en estrella. Se la asocia con tecnologías como FDDI⁴ o TokenRing las cuales utilizan paso de testigo (permisos de transmisión) para poder poner información en el medio físico. Por la naturaleza de transmisión, el método de acceso al medio es más ordenado; por otra parte, este tipo de topología brinda un

³ ArcNet: Attached Resource Computer Network.

⁴ FDDI: Fiber Distributed Data Interface.

alto nivel de confiabilidad y tolerancia a fallos, aunque suele resultar costosa de implementar y adicionalmente, no se halla ampliamente difundida. La Figura 1.6 muestra un ejemplo de una red en anillo.

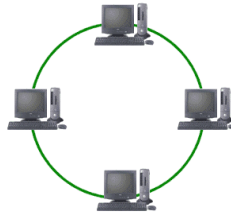


Figura 1.6 Topología en anillo

Además de las tres topologías señaladas anteriormente, pueden existir esquemas de interconexión en árbol, malla, doble anillo, o mixtas las cuales se derivan de las tres principales por lo que no cabe detallar al respecto.

1.1.1.4.2 Tecnologías LAN

A lo largo del desarrollo de los sistemas de comunicaciones, se han definido varias tecnologías para redes de área local; algunas de éstas han sido muy difundidas al punto que luego de muchos años de uso, su presencia en el mercado sigue siendo importante, en contraposición a otras cuya difusión no fue muy alta por lo que hoy en día prácticamente han desaparecido. A continuación se describen varias de las tecnologías de red más utilizadas, y se detallarán los aspectos más importantes de las más usadas.

- Redes Ethernet/802.3
 - 802.3i: Ethernet de par trenzado 10 Base-T
 - 802.3u: Fast Ethernet 100 Base-T
 - 802.3z: Gigabit Ethernet
- Redes Wi-Fi (IEEE 802.11)

1.1.1.4.2.1 Ethernet

Es una tecnología LAN que nació por la necesidad de alcanzar un sistema de comunicaciones fiable en un medio compartido sorteando el problema de las

colisiones presentes en infraestructuras de esa naturaleza. Esta tecnología en sus inicios utilizaba cable coaxial, y presentaba tasas de transmisión relativamente bajas, sin embargo fue llamativa por su relativa facilidad de implementación y sus bajos costos en comparación con otras tecnologías. En la actualidad, el estándar Ethernet ha evolucionado de manera exponencial, alcanzando tasas de hasta decenas de Gbps.

La tecnología Ethernet suele relacionarse generalmente con el estándar IEEE 802.3 sin que ambos sean la misma cosa, ya que existe una ligera diferenciación debido a un campo de ambas tramas; a pesar de ello, en una misma red pueden coexistir estas dos tecnologías por lo que generalmente se las usa como sinónimos aunque desde el punto de vista técnico no es totalmente correcto hacerlo. La Figura 1.7 muestra las tramas que ambas tecnologías emplean correspondientemente.

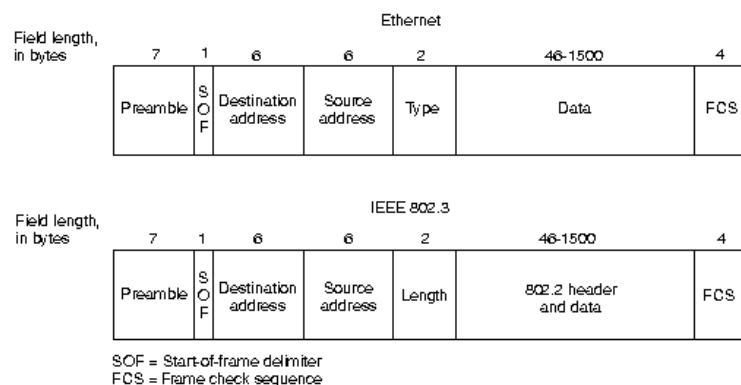


Figura 1.7 Estructura de las tramas Ethernet/IEEE 802.3 [2]

Para reducir el alto número de colisiones, Ethernet utiliza el método de acceso al medio CSMA/CD⁵ el cual funciona de acuerdo al siguiente mecanismo.

1. La estación que desea transmitir sólo podrá hacerlo si al escuchar el canal, éste se encuentra libre

⁵ CSMA/CD: Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones.

2. Si el medio se encuentra ocupado, la estación continúa escuchando hasta que el canal se libere, únicamente en ese instante podrá transmitir.
3. Durante la transmisión, la estación continúa escuchando el canal. Si durante ese periodo ha ocurrido una colisión, las máquinas involucradas enviarán una señal de advertencia (señal de *jamming*) que indicará a los demás miembros lo ocurrido por lo que las estaciones involucradas esperarán un tiempo aleatorio para empezar de nuevo el intento de alcanzar el canal.
4. Las estaciones involucradas en la colisión deben esperar un intervalo de tiempo el cual reduce exponencialmente las probabilidades de colisiones futuras; este intervalo de tiempo es calculado en función del algoritmo de retroceso exponencial binario el cual sostiene que el número máximo de intervalos de espera es $2^n - 1$ donde n corresponde al número de colisiones.
5. Para evitar retardos excesivos, el número de intervalos deja de duplicarse tras la décima colisión sucesiva, a partir de la cual se intentará transmitir la trama seis veces más; si las colisiones no seden tras 16 intentos, la trama es descartada y el evento es comunicado a la capa superior.

De lo anterior, se define a un dominio de colisión como una colección de máquinas de las cuales solo una puede transmitir a la vez.

La Tabla 1.1 muestra los parámetros fundamentales del esquema inicial de Ethernet.

En la actualidad, Ethernet comercialmente ofrece velocidades de 10, 100, 1000 y hasta 10000 Mbps utilizando principalmente par trenzado y fibra óptica; Las tablas 1.2 y 1.3 resumen los parámetros esenciales de los esquemas Ethernet, FastEthernet y Giga Ethernet

PARÁMETRO	Valores
Velocidad de transmisión	10 Mbps
Longitud máxima extremo a extremo	2.5 Km
Longitud máxima del segmento	500 m
Máximo número de estaciones	1024
Codificación	Manchester
Impedancia del cable coaxial	50 Ω
Conector Transceiver	Tipo D 15 pines
Longitud del preámbulo	56 bits
Longitud del CRC	32 bits
Longitud de los campos de dirección	48 bits

Tabla 1.1 Parámetros de Ethernet ^[3]

	10 Base-T/802.3i	100 Base-T	
		100 Base-TX	100 Base-FX
Medio de transmisión	UTP ⁶ cat3, cat5, cat 5e	Par trenzado (STP o UTP cat5)	Fibra óptica
Número de pares	2	2	2 hilos
Codificación	Manchester	MLT-3	4B5B, NRZI
Longitud segmento [m]	100	100	100
Topología	Estrella	Estrella	Estrella

Tabla 1.2 Características de implementaciones para Ethernet a 10 y 100 Mbps ^[3]

	1000 Base-T	1000 Base-X		
		1000 Base-SX	1000 Base-CX	1000 Base-LX
Medio de transmisión	UTP 6a	Fibra Óptica (multimodo)	Par trenzado STP	Fibra óptica (multimodo o monomodo)
Número de pares	4		2	
Codificación	PAM 5	8B10B	8B10B	8B10B
Longitud segmento [m]	100	275-550 ⁷	25	550-5000 ⁸

Tabla 1.3 Características de las implementaciones para Ethernet a 1000 Mbps. ^[3]

⁶ UTP: Unshielded Twisted Pair

⁷ La distancia máxima es alcanzada con fibra multimodo de 50 μm , mientras que la mínima se alcanza con fibra multimodo de 62,5 μm .

⁸ La distancia mínima se alcanza al utilizar fibra multimodo 62,5 μm ; la distancia máxima se alcanza al utilizar fibra monomodo de 10 μm .

1.1.1.4.2.2 Redes de área local inalámbricas (WLAN)

Es una red que cubre un área equivalente a la red local de una empresa, con un alcance aproximado de cien metros. En los últimos años, se ha difundido su utilización por la facilidad que conllevan, especialmente en áreas de difícil acceso en las que el tendido de cable resultaría complicado y costoso. Este tipo de redes son definidas por el comité IEEE 802.11 el cual ha presentado varios estándares, de los cuales, los más aceptados en el mercado son: 802.11b, 802.11g y 802.11n. A continuación se describe brevemente la base conceptual sobre la que este tipo de redes se sustenta. La Figura 1.8 esquematiza la topología básica de una WLAN.

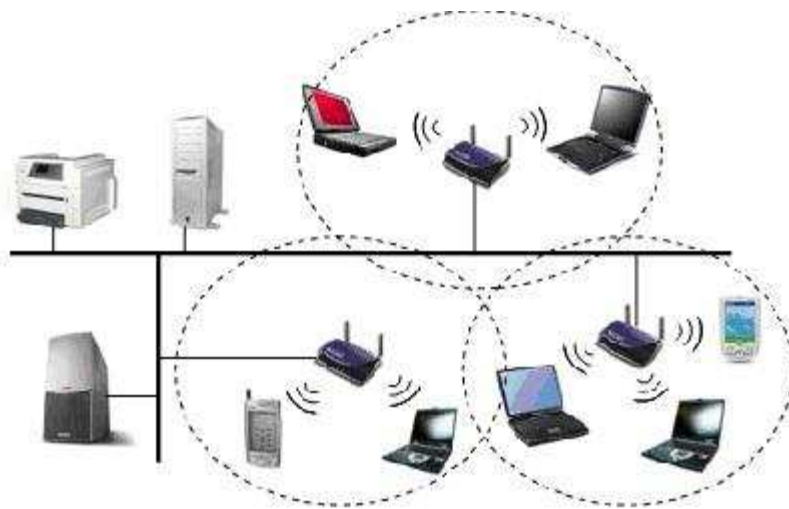


Figura 1.8 Diseño básico de una WLAN. [4]

Una LAN inalámbrica se constituye fundamentalmente por un conjunto de servicios básicos (BSS: Basic Services Set) formado por un grupo de estaciones, ejecutando el mismo protocolo que coordina su acceso al medio compartido. Un BSS puede operar de manera aislada, o conectado a un sistema troncal de distribución a través de un punto de acceso (AP) presente en cada BSS, el cual funciona como puente.

También se define al conjunto de servicios de ampliación (*ESS: Extended services Set*) como el conjunto de BSS interconectados por un sistema de distribución, el cual generalmente está constituido por una LAN troncal cableada.

En una WLAN, se definen dos tipos de topologías:

- AdHoc: constituida por un grupo de estaciones que generalmente se agrupan temporalmente. El BSS de este tipo de redes momentáneas se denomina IBSS (BSS independiente).
- Infraestructura: conjunto de varios BSS interconectados por un sistema de distribución.

Dentro de 802.11, y en función de la movilidad, se definen tres tipos de estaciones

- Sin transición: la estación permanece estática, o únicamente se mueve en el rango de comunicaciones directas de un único BSS.
- Transición BSS: comprende a estaciones que se desplazan entre BSS pero en el mismo ESS.
- Transición ESS: considera el desplazamiento de una estación de un BSS a otro en diferentes ESS.

Dentro de las especificaciones de la capa física, se definen dos esquemas de transmisión: infrarrojos y radio frecuencia los cuales utilizan técnicas de *spread spectrum* (espectro expandido); estas técnicas consisten en distribuir la energía de una señal de banda convencional en un rango más amplio de frecuencia. El estándar define dos técnicas de salto de frecuencia a considerar para redes de área local inalámbrica: secuencia directa (*DSSS Direct Sequence Spread Spectrum*) y de salto de frecuencia (*FHSS: Frequency Hopping Spread Spectrum*). La Tabla 1.4 muestra las características de la capa física de WLAN.

Control de acceso al medio: IEEE consideró dos propuestas para el algoritmo MAC: un protocolo de acceso distribuido combinado con CSMA/CD, y otro de acceso centralizado. Como resultado de dichas propuestas, se obtiene el algoritmo MAC inalámbrico de principio distribuido (*DFWMAC: Distributed*

Foundation Wireless MAC) el cual proporciona un mecanismo de control de acceso distribuido con un control centralizado opcional implementado sobre él.

	Salto de frecuencia	Secuencia directa
Velocidad de transmisión [Mbps]	Hasta 3 Mbps	Hasta 20 Mbps
Movilidad	Móvil	Estacionario/móvil
Frecuencia de operación	902-928 Mhz 2.4-2.4835 Ghz 5.725-5,85 Ghz	
Alcance [m]	35-100	35-300
Modulación	FSK ⁹	QPSK ¹⁰

Tabla 1.4 Características de la capa física WLAN. ^[5]

Adicionalmente, las WLAN tienen dos modos de funcionamiento propuestos por el comité 802.11 para solucionar problemas de estación oculta y estación expuesta presentes en este tipo de redes: DCF (*Función de Control Distribuida*) y PCF (*Función de Coordinación Puntual*).

Para la transmisión de datos se divide el tiempo en slots, los cuales se definen como unidades de tiempo del sistema, a los que se les acompaña de un conjunto de retardos entre la transmisión de tramas (*IFS: Inter Frame Space*) con la finalidad de proporcionar acceso basado en prioridades. Existen cuatro tipos de IFS:

- SIFS (Short IFS), el cual se utiliza para separar las tramas de una misma comunicación en las acciones de respuesta inmediata como por ejemplo confirmación (ACK), permiso para enviar (Clear To Send CTS) o respuesta ante sondeo.
- PIFS (*Point Coordination IFS*) proporciona prioridad de acceso al punto coordinador. $1 \text{ PIFS} = 1 \text{ SIFS} + 1 \text{ slot}$

⁹ FSK: Frequency Shift Keying

¹⁰ QPSK; Quadrature Phase Shift Keying

- DIFS (Distributed IFS), empleado por las estaciones que desean acceder al medio compartido. 1 DIFS = 1 PIFS + 1 slot.
- EIFS (*Extended IFS*), empleado cuando la transmisión no ha sido recibida correctamente.

Los valores de IFS difieren entre los diferentes estándares existentes. La Figura 1.9 muestra los diferentes intervalos de separación entre tramas en relación al espacio de tiempo que utilizan.

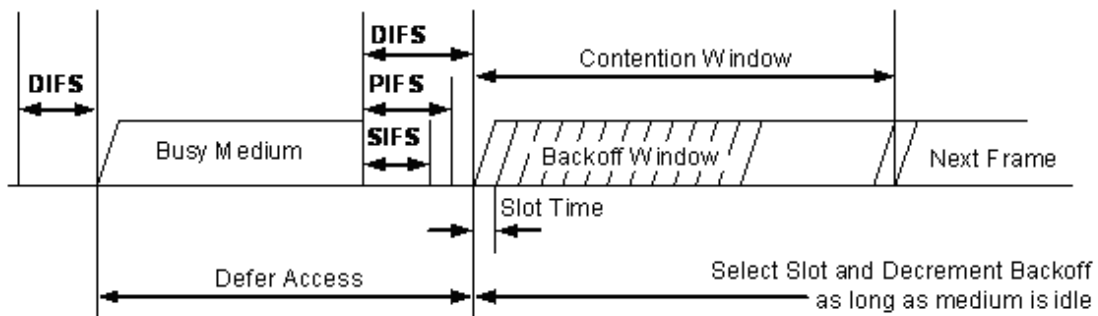


Figura 1.9 Espacios entre tramas WLAN. [6]

DCF (Función de Control Distribuida), este modo de funcionamiento se basa en el algoritmo CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/ Colision Avoidance), y es empleado únicamente por las redes AdHoc para la detección del canal físico así como del virtual.

Para detectar el canal físico, una estación transmite, únicamente, si al censar el canal, éste se encuentra libre; de lo contrario, deberá aguardar hasta que aquello suceda. En caso de que se presente una colisión, las estaciones esperarán un tiempo aleatorio establecido por el algoritmo de BackOff, de manera análoga a Ethernet.

En lo concerniente a la detección del canal virtual, se emplea CSMA/CA basada en MACAW (Multiple Access Colision Avoidance Wireless). El funcionamiento de este mecanismo de detección se menciona a continuación: si una estación A desea transmitir a otra denominada B, la primera enviará una trama Request To Send (RTS) a la segunda solicitando permiso para la transmisión; si ésta última

decide aceptar la petición, responderá a la estación solicitante con una trama Clear To Send (CTS). Al recibir la trama CTS, A transmite su trama e inicia el temporizador de ACK (Acknowledgement). Si B recibe correctamente la trama, enviará de retorno un acuse de recibo para finalizar el proceso; si este último ACK no llegara hasta la culminación del temporizador iniciado por A, el proceso deberá iniciar nuevamente. Las estaciones restantes que se hallen dentro del alcance de las participantes en el proceso de transmisión, tienen conocimiento de una transmisión inminente (debido a que recibieron el CTS o el RTS) por lo que deciden esperar a que la transmisión culmine. A partir de la información proporcionada en la trama RTS, una estación estima el tiempo de duración de la secuencia, incluyendo el ACK final, por lo que impone un NAV¹¹ (Network Assigned Virtual) para indicar un canal virtual ocupado. Se procede de igual manera con la señal CTS. La figura 1.10 muestra el proceso de detección de canal virtual de acuerdo a lo señalado anteriormente.

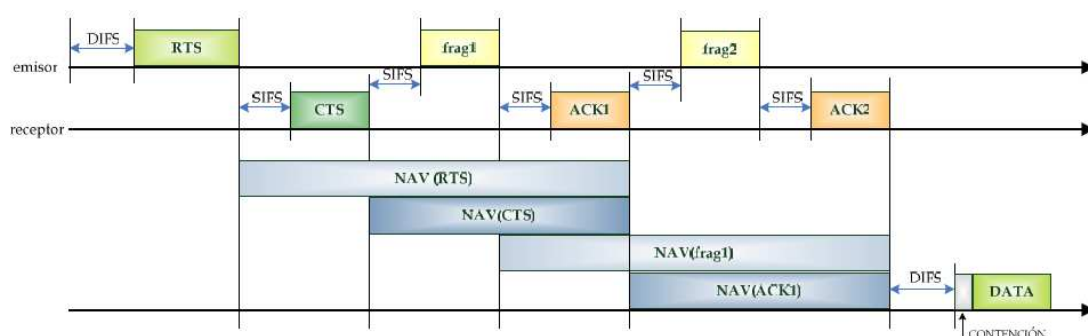


Figura 1.10 Detección del canal virtual basado en CSMA/CA y MACAW. [7]

PCF (Función de Coordinación Puntual), generalmente empleado en combinación con DCF para redes de infraestructura, aunque éstas pudieran emplear solo DCF.

PCF emplea una estación base que sondea a las demás estaciones, sobre si poseen tramas a transmitir, para lo cual envían periódicamente una *trama beacom* (trama guía enviada de 10 a 100 veces por segundo). Dado que en este modo, la

¹¹ Network Assigned Virtual: constituyen recordatorios internos de las estaciones para no transmiir durante un período.

estación base controla el orden de la transmisión, no se presentan colisiones. La transmisión de una trama se resume a continuación:

1. La estación que desea transmitir sondea el medio, si éste se encuentra libre, la estación espera un tiempo IFS, para evaluar la permanencia de ese estado; si esto ocurre, la estación transmite.
2. Si el medio está ocupado (inicialmente o durante el tiempo IFS), la estación continúa esperando, sondeando el medio.
3. Cuando la estación detecta que el medio está libre, espera un tiempo IFS. Si continúa así, durante este período, se espera un tiempo aleatorio, establecido por el algoritmo de backoff, y vuelve a sondear el medio. Si lo encuentra libre aún, empieza la transmisión.

1.1.1.4.2.3 Estándares IEEE 802.11

Una vez que sea descrito el esquema básico de funcionamiento de este tipo de redes, cabe mencionar las características principales de los estándares más utilizados y con mayor aceptación comercial.

Desde la aparición del estándar inicial, hasta la actualidad, se han desarrollado varias modificaciones generando de ese modo nuevos estándares, con el fin de alcanzar velocidades de transmisión más altas, mejorar el alcance o utilizar técnicas de modulación más robustas que permitan aumentar el desempeño de la red en cuanto a inmunidad al ruido. En este sentido, la tabla 1.5 resume las características principales de las versiones b, g y n del estándar 802.11.

1.1.1.5 Equipamiento utilizado en redes

Dentro de un entorno de red se distinguen varios elementos que lo constituyen; básicamente se puede hablar de dos topos de equipamiento:

- Equipos activos: formados por switches, routers, servidores etc.
- Cableado Estructurado

ESTANDAR	802.11a	802.11 b	802.11g	802.11n ¹²
Frecuencia [Ghz]	5	2.4	2.4	2.4 y 5
Velocidad máxima [Mbps]	54	11	54	150
Alcance [m]	120	140	140	250
Usuarios simultáneos	64	32	50	253
Modulación	OFDM	DSSS	OFDM,DSSS	OFDM

Tabla 1.5 Estándares IEEE 802.11 ^[8]

Antiguamente, existieron dispositivos tales como repetidor, hub y bridge, que servían para interconectar redes. El modo de operación de estos dispositivos cumplían con su cometido: Permitir la comunicación entre equipos de usuarios. Pero no fue hasta que la velocidad de transmisión de datos aumentó, que los problemas surgieron: los datos se perdían, los equipos dejaban de funcionar, etc. En el caso de los hubs la colisión entre las tramas aumentó de forma muy significativa, lo que degradaba en gran medida la eficiencia de la red, mientras que los bridges no eran muy flexibles en cuanto a número de usuarios soportados debido a que estos equipos poseían pocos puertos de conexión.

Todos estos problemas permitieron el surgimiento de nuevos equipos tales como switches y routers, que operan a alta velocidad.

Switch: es un dispositivo que funciona de manera similar a un puente, se diferencia de éste en que el switch posee muchos más puertos donde cada uno de ellos constituye un dominio de colisión independiente.

Los switches se clasifican de acuerdo a su esquema de rconmutación y también de acuerdo a la capa del modelo OSI en la que operan del siguiente modo:

¹² Este estándar aún no está completamente aprobado, por lo que todos los equipos que hasta la fecha se comercializan están apoyados en el último borrador (que no es definitivo) del mismo.

- ❖ **Store-and-Forward:** los switches Store-and-Forward guardan cada trama en un buffer antes del intercambio de información hacia el puerto de salida. Mientras la trama está en el buffer, el switch calcula el CRC y mide el tamaño de la misma. Si el CRC falla, o el tamaño es muy pequeño o muy grande la trama es descartada. Este método asegura operaciones sin error y aumenta la confianza de la red, en desmedro de la latencia.
- ❖ **Cut-Through:** estos equipos leen únicamente los primeros 6 bytes de la trama Ethernet correspondientes a la MAC destino, e inmediatamente realizan la conmutación, reduciendo de este modo la alta latencia que presenta el esquema anterior; sin embargo, por su mecanismo de funcionamiento, estos switches son susceptibles al envío de tramas corruptas, las cuales podrían reducir drásticamente la eficiencia, dependiendo de la naturaleza de la red en cuanto a errores y colisiones.
- ❖ **Fragment-free:** para equilibrar velocidad y tramas erradas, se diseñó un tercer esquema de conmutación el cual lee los primeros 64 bytes de la trama para asegurarse que al menos ésta tenga el tamaño adecuado, evitando así que se ocupe el canal con tramas no válidas.

Considerando el nivel del modelo OSI en el que operan, los switches pueden ser:

- ❖ **Capa 2:** se les denomina así a los switches que operan como un bridge multipuerto, y que basan su decisión de conmutación en la dirección MAC de destino. Este tipo de equipos, en términos generales, segmentan el dominio de colisión pero no el de broadcast; sin embargo, pudieran hacerlo a través de 802.1q (VLANs)
- ❖ **Capa 3:** son equipos que a más de cumplir su funcionalidad de switch incorpora características de enrutamiento. Por su naturaleza, este tipo de equipos separan dominios de broadcast por lo que son ideales para segmentar redes grandes.

Router: dispositivo o componente de software en una computadora que envía y enruta paquetes entre redes; opera en la capa tres del modelo de referencia OSI, para lo cual examina las direcciones de red, y toma decisiones acerca de si el

paquete está dirigido a la red a la que pertenece, o si deberá ser retransmitido hacia una red diferente.

Los routers se ubican en cualquier punto de unión de redes, y cumplen con las siguientes funciones:

- Dividir los dominios de broadcast.
- Generar y actualizar las tablas de enrutamiento de acuerdo a la topología de la red.
- Utilizar las tablas de enrutamiento para retransmitir los paquetes por la interfaz adecuada.

Servidor: es un computador que se interconecta a otros computadores denominados clientes a través de una infraestructura de comunicaciones (local o remotamente) para brindarles un servicio como por ejemplo: aplicaciones, direccionamiento, almacén de archivos, bases de datos, entre muchos otros.

El equipo que cumple la funcionalidad de servidor dentro de la red, generalmente está estructurado por componentes especiales de hardware debido a que éstos deben soportar altas demandas de servicio. En este contexto, es importante dimensionar adecuadamente las fuentes, las memorias RAM, el o los discos duros, la tarjeta de red, el o los procesadores, la capacidad de atención a conexiones concurrentes y los ventiladores. Sin embargo, no necesariamente el computador que cumple las funciones de servidor debe estar constituido por una arquitectura especial, por el contrario, puede ser un computador común; el dimensionamiento del recurso va íntimamente relacionado con la naturaleza del servicio y con el número de usuarios que requieran acceder a ese servicio.

1.1.1.6 Cableado Estructurado

Un sistema de cableado estructurado está constituido por una única red de cableado dentro de una edificación, permitiendo la interconexión de todos los dispositivos de comunicaciones dentro del edificio y con redes externas a él. Toda ésta configuración se realiza en base a estándares internacionales con el fin de

homologar todos los aspectos referentes a interconexión de sistemas de comunicaciones.

Los objetivos de contar con un sistema de cableado estructurado son:

- Definir un normativo genérico independiente de la marca y el fabricante
- Aprovechar el ancho de banda del medio de transmisión
- Permitir ampliaciones, modificaciones, y cambios de manera rápida
- Brindar flexibilidad para incorporar actualizaciones tecnológicas en un futuro proyectado al menos a 10 años.
- Asegurar compatibilidad de tecnologías
- Reducir el tiempo de detección de fallas

En este contexto, las normas más difundidas (existen otras tantas como las definidas por ISO, sin embargo no son ámbito de estudio de éste proyecto) para sistemas de cableado estructurado son:

- ❖ **TIA/EIA¹³ 568 A:** Estándar para cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales, especifica los requisitos mínimos de cableado para telecomunicaciones, la topología recomendada y los límites de distancia. Actualmente este estándar está siendo desplazado por
- ❖ **TIA/EIA 568 B:** estándar para cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales; se subdivide en:
 - TIA/EIA 568 B.1 Especifica un sistema genérico de cableado para edificios comerciales que admite múltiples productos y múltiples proveedores.
 - TIA/EIA 568 B.2 especifica los componentes de cableado, transmisión, modelos de sistemas y los procedimientos de medición necesarios para la verificación del cableado de par trenzado.
 - TIA/EIA 568 B.3 Especifica los componentes de cableado y requisitos de transmisión para sistemas de fibra óptica.
- ❖ **TIA/EIA 568 C:** cada cinco años la asociación de industrias electrónicas y

¹³ TIA/EIA: Telecommunications Industry Association/Electronic Industries Alliance

de telecomunicaciones reúne sus comités con el fin de analizar y mejorar las diferentes normas y publicaciones que rigen a las diferentes áreas de la electrónica y las comunicaciones. En este sentido, los estándares de cableado estructurado han cumplido con esas revisiones y actualizaciones, así en 2001 se publicó el EIA/TIA 568 B como estándar para cableado estructurado en edificios comerciales, y posteriormente, se publicaron varias adendas con el fin de mejorar esa norma. Desde 2009, el comité de la EIA/TIA ha trabajado en un nuevo estándar con el fin de mejorar la versión 568B y ajustarse a los últimos avances relacionados a cableado estructurado, incorporándolos en la nueva norma la cual se ha denominado ANSI TIA 568 C.

En esta nueva normativa resalta el hecho de que está compuesta por cuatro documentos principales (y no por tres como se lo había manejado en el estándar anterior EIA/TIA 568 B) los cuales se concibieron de ese modo por la necesidad de disponer de un estándar común que pudiera solventar las necesidades de una normativa genérica que brinde soporte a la industria cuando un estándar específico previo no exista. La nueva familia de estándares ANSI TIA 568 C está compuesta por los siguientes documentos principales:

- ANSI TIA 568 C.0 Cableado de Telecomunicaciones Genérico para instalaciones de clientes: elaborado para servir de base a otros estándares que puedan desarrollarse en el futuro y que no están contemplados en la normativa actual. Incluye cambios en aspectos técnicos como los siguientes:
 - Modificación del radio de curvatura para su instalación.
 - Modificación del radio de curvatura para el cable flexible de patch cord.
 - Se define el máximo desentorchado para la terminación de un cable Cat 6A en 1/2" (igual que para el cable Cat 6.).
 - Se incluye como medio de transmisión reconocido al cable UTP Cat 6A.

- Se trasladan a este documento los requisitos de pruebas y desempeño de cableado en fibra óptica.
- Se enfatiza en la necesidad de dar cabida a desarrollo sustentable con el ambiente y a la conservación de combustibles fósiles (tecnología verde).
- Con el fin de mantener un estándar genérico se realizó un ajuste en la nomenclatura con respecto a 568 B.1 (lo cual no ocurre con 568 C.1). La figura 1.11 muestra la relación de la nomenclatura utilizada en 568 C.0 y 568 C.1.

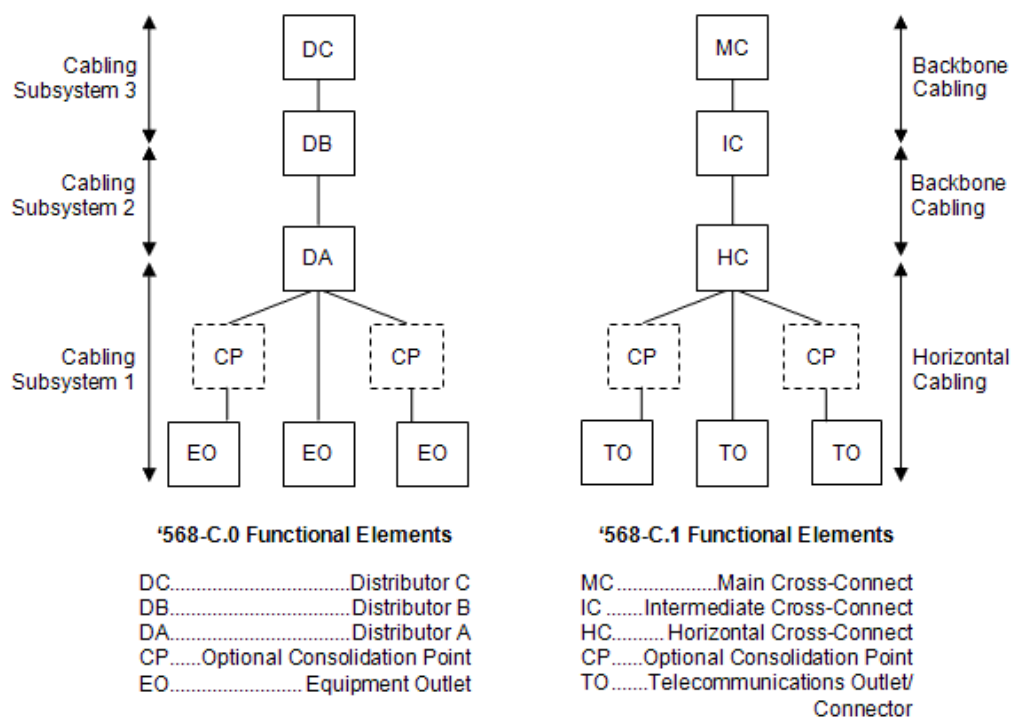


Figura 1.11 Relación de la nomenclatura utilizada en 568 C.0 y 568 C.1. ^[9]

- ANSI TIA 568 C.1 Estándar para Cableado de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales: consiste en una revisión del documento 568 B.1, y la principal diferencia con este último radica en que no es un estándar independiente ya que para la normativa 568 C el cableado para edificios comerciales será cubierto por el documento 568 C.0 y complementado por C.1. En cuanto a nomenclatura, y como se había mencionado anteriormente, este documento no cambia la utilizada en 568 B.1. Los

cambios relevantes de este documento son los siguientes:

- La categoría 6A ha sido añadida como medio de transmisión reconocido.
- Se incluye la recomendación de utilizar fibra 50/125 um@ 850 nm si se utiliza fibra monomodo para el tendido vertical.
- Los cables UTP Cat 5, STP de 150 ohms, y cable coaxial de 75 ohms de impedancia característica fueron removidos del listado de medios de transmisión reconocidos por el estándar.
- ANSI TIA 568 C.2 Estándar y Componentes para Cableado de Telecomunicaciones de Par Trenzado: incluye principalmente los parámetros de pruebas y desempeño. Las inclusiones técnicas relevantes en este documento son:
 - El cable UTP Cat 5e es el recomendado para dar soporte a aplicaciones de hasta 100 Mhz.
 - Los valores de desempeño para UTP Cat 5 se han mantenido como informativo en un anexo a este documento.
 - Las ecuaciones individuales de desempeño para parámetros individuales de transmisión están descritas en una única tabla para todas las categorías de cable en este documento.
- ANSI TIA 568 C.3 Estándar y Componentes para Cableado de Fibra Óptica: introduce los siguientes cambios:
 - Se ha añadido la nomenclatura de ISO 11801 para identificar tipos de cable de fibra óptica en las tablas de desempeño de transmisión de este medio.
 - Se recomienda la codificación de colores para la bota del conector, la envoltura y el color de adaptador para situaciones en las que el conector se utiliza para identificar el tipo de fibra.
 - Se ha incrementado el ancho de banda mínimo para los cables de fibra óptica 62.5/125 mm de 160 MHz/Km a 850 nm a 200MHz/Km.
- ❖ **TIA/EIA 569 B:** corresponde al estándar para recorridos y espacios en edificios comerciales, especifica las prácticas de diseño y construcción

dentro de los edificios y entre los mismos.

- ❖ **TIA/EIA 606 A:** estándar de administración para la infraestructura de telecomunicaciones en edificios comerciales y rotulación de cableado.
- ❖ **TIA/EIA 607 A:** requisitos de conexión a tierra para equipos de telecomunicaciones, especifica los puntos exactos de interfaz entre los sistemas de conexión a tierra y la configuración de la conexión a tierra para los equipos de telecomunicaciones.

Dentro de la norma TIA/EIA 568 B, el cableado estructurado dentro de una edificación comercial se distingue de acuerdo a los siguientes elementos o subsistemas:

- Cableado horizontal
- Cableado vertical
- Área de trabajo
- Cuarto de telecomunicaciones
- Cuarto de equipos
- Facilidades de entrada de servicios.

Cableado horizontal: Está definido por el cable que va desde el área de trabajo hasta el cuarto de telecomunicaciones; está compuesto por el cable, la salida en el área de trabajo, las terminaciones mecánicas y los patch cords o jumpers en el cuarto de telecomunicaciones. Debe cumplir los siguientes condicionamientos:

- Topología tipo estrella
- Cada salida debe conectarse al cuarto de telecomunicaciones
- El cableado debe finalizar en el mismo piso del área a la que da servicio
- Distancia máxima: 90 metros, más diez metros de interconexión
- Cables reconocidos: UTP o ScTP de 4 hilos y 100 Ω de impedancia característica, dos o más cables de fibra óptica de 62.5/125 o 50/125 micras.

La figura 1.12 esquematiza los parámetros generales del cableado horizontal.

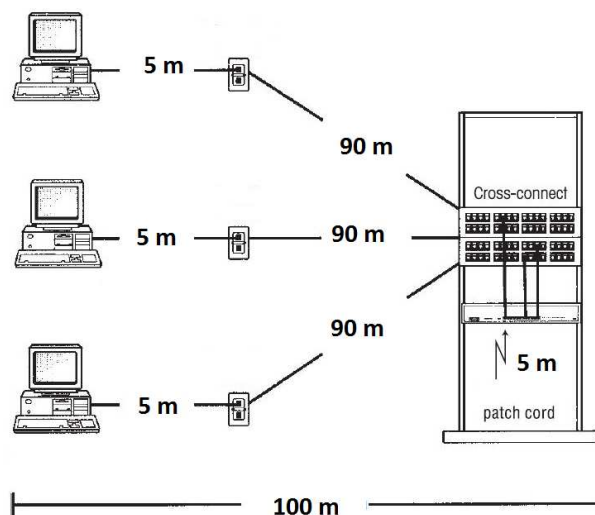


Figura 1.12 Cableado horizontal¹⁴ [10]

Área de trabajo: se define como el espacio en el que el usuario está ubicado con sus equipos terminales; debe contar con al menos dos salidas habilitadas en las que se podrá conectar independientemente, equipos de voz o datos según convenga. Debe diseñarse de forma tal que los cambios o adiciones se puedan realizar fácilmente. Adicionalmente, el cable debe terminar en un jack modular.

Cableado vertical: Se define como la interconexión entre cuartos de telecomunicaciones, cuarto de equipos y entrada de servicios; también puede definir interconexión entre edificios. Incluye lo siguiente:

- Cables
- Conexiones cruzadas, principales e intermedias
- Terminaciones mecánicas

¹⁴ Las distancias señaladas en la normativa de cableado estructurado indican que no se debe superar los 100m en el cableado horizontal permitiéndose máximo 90m de tendido desde el área de trabajo hacia el patch panel del cuarto de telecomunicaciones. Adicionalmente se permite máximo 10m de patch-cords tanto en el área de trabajo como desde el panel hacia el equipo activo en el cuarto de telecomunicaciones.

- Patch cords

Cuarto de telecomunicaciones: área exclusiva dentro de cada piso o área (de acuerdo a la distancia) dedicada principalmente a la concentración del cableado horizontal. En este espacio se distinguen elementos como:

- Patch cords
- Racks
- Patch Pannels
- Jacks

Cuarto de equipos: corresponde al área exclusiva dentro de un edificio, destinada para equipos de telecomunicaciones; su función principal es la terminación del cableado horizontal y vertical.

Entrada de servicios: está conformado por accesorios de conexión, dispositivos de protección y otros equipos necesarios para conectar el edificio con servicios externos; generalmente, incluye el punto de demarcación de esos servicios.

1.1.1.7 Servicios

1.1.1.7.1 *Arquitectura TCP/IP*¹⁵

El primer modelo de protocolo en capas para comunicaciones de red se creó a principios de la década de los setenta y se conoce con el nombre de modelo de Internet. Define cuatro categorías de funciones que deben tener lugar para que las comunicaciones sean exitosas. La arquitectura de la suite de protocolos TCP/IP sigue la estructura de este modelo. Por esto, es común que al modelo de Internet se lo conozca como modelo TCP/IP.

La mayoría de los modelos de protocolos describen un stack de protocolos específicos del proveedor. Sin embargo, puesto que el modelo TCP/IP es un estándar abierto, una compañía no controla la definición del mismo. Las definiciones del estándar y los protocolos TCP/IP se explican en un foro público y

¹⁵ TCP/IP: Transmission Control Protocol/Internet Protocol.

se definen en un conjunto de documentos abiertos denominados Solicitudes de Comentarios (RFC ¹⁶ son sus siglas en inglés) los cuales contienen las especificaciones formales de los protocolos de comunicación de datos y los recursos que describen el uso de los mismos.

Los RFC también contienen documentos técnicos y organizacionales sobre Internet, incluyendo las especificaciones técnicas y los documentos de las políticas producidos por el Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet (IETF¹⁷). La figura 1.13 presenta la arquitectura TCP/IP.

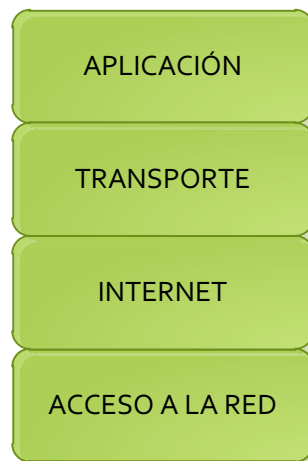


Figura 1.13 Arquitectura TCP/IP.

Proceso de comunicación en TCP/IP

El modelo TCP/IP describe la funcionalidad de los protocolos que forman la arquitectura TCP/IP. Esos protocolos, que se implementan tanto en el host emisor como en el receptor, interactúan para proporcionar la entrega de aplicaciones de extremo a extremo a través de una red.

Un proceso completo de comunicación incluye estos pasos:

¹⁶ RFC: Request For Comments.

¹⁷ IETF: Internet Engineering Task Force.

1. Creación de datos a nivel de la capa de aplicación del dispositivo final origen.
2. Segmentación y encapsulación de datos cuando pasan por el stack de protocolos en el dispositivo final de origen.
3. Generación de los datos sobre el medio en la capa de acceso a la red del stack.
4. Transporte de los datos a través de la Internetwork, que consiste de los medios y de cualquier dispositivo intermediario.
5. Recepción de los datos en la capa de acceso a la red del dispositivo final de destino.
6. Desencapsulación y reensamblaje de los datos cuando pasan por el stack en el dispositivo final.
7. Traspaso de estos datos a la aplicación de destino en la capa de aplicación del dispositivo final de destino.

Unidad de datos de protocolo y encapsulación

Cuando los datos realizan el paso a través del stack de protocolos, éstos lo hacen de forma descendente atravesando cada una de las capas que componen el stack. En cada una de las capas agrega información adicional que sirve para identificación y control, resultando en la creación de una unidad de datos de protocolo (PDU).

Durante el proceso de encapsulación, cada capa encapsula las PDU que recibe de la capa superior de acuerdo al protocolo correspondiente. En cada etapa del proceso, una PDU tiene un nombre distinto para reflejar su nuevo aspecto, nombrándose de la siguiente manera:

- ❖ Datos: PDU de la capa de aplicación.
- ❖ Segmento: PDU de la capa de transporte.
- ❖ Paquete: PDU de la capa de Internet.
- ❖ Trama: PDU de la capa de acceso a la red.
- ❖ Bits: una PDU que se utiliza cuando se transmiten físicamente datos a través de un medio de transmisión (alámbrico o inalámbrico).

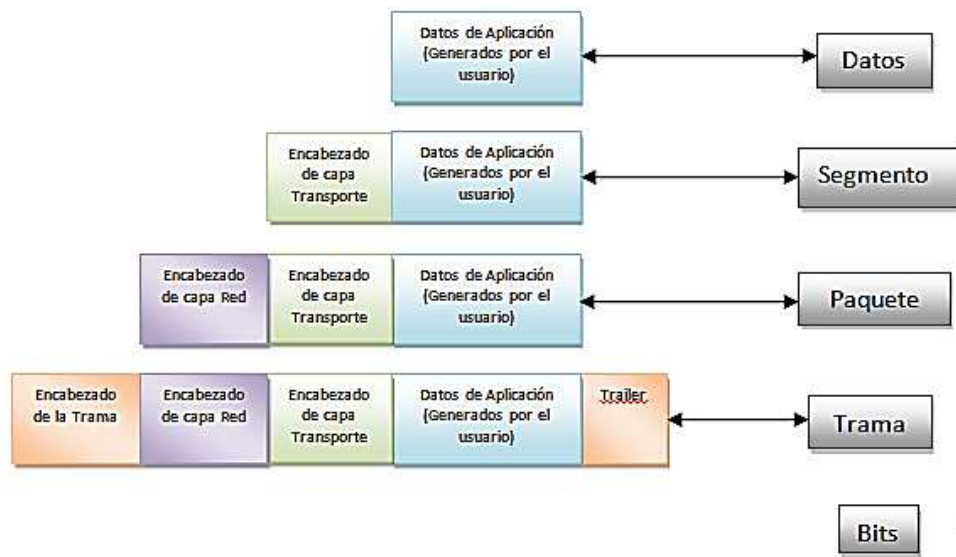


Figura 1.14 Proceso de encapsulación en TCP/IP. [11]

1.1.1.7.2 Protocolos de la capa Transporte

En la capa transporte se identifican dos tipos de servicio que son fundamentales en la transmisión de información:

- Orientado a conexión: este tipo de servicio provee confiabilidad al momento de la transmisión de información. La confiabilidad se refleja en control de errores, retransmisión de la información, segmentación y rearmado de segmentos de información.
- No orientado a conexión: se lo utiliza para transmisión de información sin confiabilidad, por lo que es adecuado para tráfico en tiempo real.

De la clasificación mencionada anteriormente, y según la funcionalidad, el protocolo TCP (Transmission Control Protocol) es usado para brindar confiabilidad. Implementa un control de 3 vías en el cual se contemplan las funciones de control de errores, retransmisión de información, segmentación y rearmado. Para la transmisión no confiable y en tiempo real, el protocolo UDP (User Data Protocol) es el adecuado brindando prioridad a la rapidez de entrega de información sobre la confiabilidad de la misma.

Todos los servicios que la capa aplicación brinda son clasificados de acuerdo a las funcionalidades tanto de TCP como de UDP, así se tiene por ejemplo:

- FTP, Telnet, SMTP, HTTP son transportados a través de TCP.
- DNS es transportado a través de UDP.

Puertos y servicios

Cada servicio provisto por la capa aplicación está asociado con un número de puerto. Los números de puerto son utilizados para identificar a un servicio y poder establecer una comunicación en conjunto con la dirección IP de cada dispositivo. A esta unión se la conoce como socket.

En consecuencia se ha definido un rango de puertos entre 0 y 65535 para la identificación de los servicios, teniendo en total 65536 puertos. Del rango mencionado con anterioridad se puede clasificar de la siguiente manera:

- Puertos bien conocidos: de 0 a 1023.
- Puertos registrados: de 1024 a 49151.
- Puertos privados y/o dinámicos: de 49152 a 65535.

Dentro de los puertos bien conocidos se encuentran aquellos servicios de mayor ocupación como lo son FTP, Telnet, SMTP, TFTP, etc. Dichos puertos son fijos y generalmente se asocian a aplicaciones en servidores públicos y privados.

1.1.1.7.3 Internet Protocol

El protocolo de Internet (IP) es un protocolo no orientado a conexión utilizado para la transmisión de paquetes entre origen y destino a través de la red de comunicaciones de forma no confiable. Específicamente brinda 2 servicios:

- Identificación de dispositivos conectados a una red: al ser configurados con una dirección IP.
- Ruteo del tráfico de red: consiste en dirigir la información desde un origen hacia un destino

Direccionamiento IP

El direccionamiento IP es de mucha utilidad al momento de definir parámetros de configuración de red ya que permite que el tráfico originado en un dispositivo de red sea identificado y mediante el proceso de enrutamiento sea entregado al dispositivo destino, también configurado con parámetros IP. Cada dirección IP está conformado por 32 bits en total, agrupados en cuatro grupos de 8 bits cada uno, por lo que en cada grupo se cuenta con un rango de 0 a 255.

Enrutamiento IP

Se conoce como enrutamiento al proceso por el cual se busca y encuentra el mejor camino para llegar desde un origen hacia un destino.

En este proceso entran en funcionamiento los conocidos protocolos de enrutamiento. Su función principal es la de encontrar el mejor camino para transportar la información. La elección del mejor camino depende de cada protocolo ya que cada uno cuenta con parámetros distintos de análisis del mejor camino (número de saltos, ancho de banda, confiabilidad, etc.)

Dentro de los principales protocolos de enrutamiento se tiene: RIP, RIPv2, EIGRP, OSPF, BGP.

1.1.1.7.4 Sistema de nombres de dominio

El protocolo DNS (Domain Name System) es un sistema de nomenclatura jerárquico-distribuido basado en la arquitectura cliente/servidor. Su función principal es traducir o resolver nombres inteligibles y fáciles de recordar en identificadores binarios (direcciones IP) asociados con los equipos conectados a la red, esto con el propósito de poder localizar y direccionar estos equipos ya sea de forma local o en Internet.

Registros

Un servidor DNS proporciona la resolución de nombres utilizando el servicio "named". El servidor DNS almacena diferentes tipos de registros de recursos

utilizados para resolver nombres. Estos registros contienen el nombre, la dirección y el tipo de registro.

Algunos de estos tipos de registro son:

- A (Address): se utiliza para traducir nombres de host en direcciones IP.
- NS (Name Server): Define la asociación que existe entre un nombre de dominio y los servidores de nombres que almacenan la información de dicho dominio.
- CNAME (Canonical Name): se utiliza cuando varios servicios tienen una única dirección de red pero cada servicio tiene su propia entrada en DNS.
- MX (Mail Exchange): Asocia un nombre de dominio a una lista de servidores de intercambio de correo para ese dominio.
- PTR (Pointer): conocido como registro inverso, es utilizado para traducir direcciones IP en nombres de host.

Jerarquía de resolución de nombres

El sistema de nombres de dominio basa su funcionamiento en la estructuración de un esquema jerárquico para proveer el servicio de resolución de nombres. Dicho esquema se encuentra compuesto por 3 niveles principales: Raíz, superior y secundario, siendo el raíz el de más alta jerarquía y el que mantiene registros de cómo contactar a los servidores de dominio de nivel superior. De forma análoga, los servidores de nivel superior contienen registros para contactar a servidores de nivel secundario.

Los diferentes dominios de primer nivel o raíz representan el tipo de organización o el país de origen. Algunos ejemplos de dominios de primer nivel son:

- .au: identifica al país de Australia.
- .edu: una entidad educativa.
- .com: una empresa o industria.
- .gov: una entidad gubernamental.
- .org: una organización sin fines de lucro.

La figura 1.15 presenta un esquema de la jerarquía de nombres de dominio.

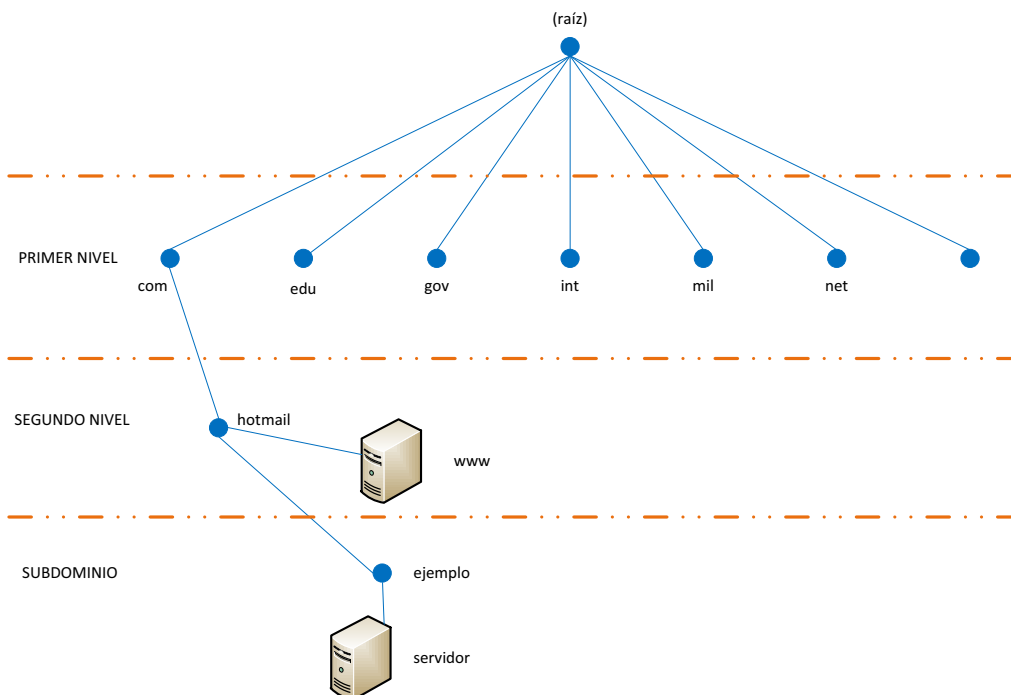


Figura 1.15 Jerarquía de nombres de dominio. [12]

1.1.1.7.5 Protocolo de configuración de host dinámico

El Protocolo DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) permite a dispositivos conectados a una red obtener parámetros válidos de configuración. Este servicio automatiza la asignación de direcciones IP, máscaras de subred, puertas de enlace y otros parámetros de redes IP.

Cuando un servidor DHCP es contactado, éste elige una dirección de un rango de direcciones IP denominado "pool" y se la asigna ("alquila") al host por un período establecido.

Las direcciones de DHCP distribuidas no se asignan a los hosts en forma permanente, sólo se alquilan durante un período de tiempo. Si el host se apaga o se desconecta de la red, la dirección regresa al pool para volver a utilizarse.

El proceso de comunicación entre el servidor y el cliente DHCP empieza cuando este último envía un paquete de Descubrimiento (DHCP Discover). Cualquier

servidor DHCP configurado en la red puede recibir este paquete ya que se transmite en forma BROADCAST. El o los servidores DHCP responden al cliente a través de un paquete de oferta (DHCP Offer) en el cual se especifica parámetros de red como dirección IP, máscara de red, etc. El cliente entonces envía un paquete de solicitud (DHCP Request) en el cual se identifica al servidor elegido. Finalmente, el servidor envía un paquete de confirmación (DHCP ACK) hacia el cliente. La figura 1.16 muestra el proceso de comunicación entre el cliente y el servidor para el servicio DHCP.

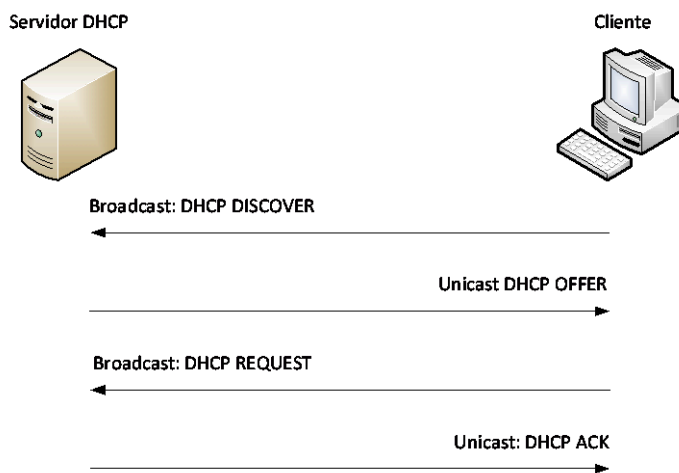


Figura 1.16 Proceso de comunicación en DHCP. [12]

1.1.1.7.6 Protocolo de transferencia de hipertexto

El protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP) permite a usuarios conectados a una red acceder a las diferentes páginas web que se encuentran disponibles, ya sea en una intranet o en Internet a través de un esquema de petición/respuesta.

Cuando un cliente, generalmente un explorador Web, envía un mensaje de solicitud a un servidor, el protocolo HTTP define los tipos de mensajes que el cliente utiliza para solicitar la página Web y envía los tipos de mensajes que el servidor utiliza para responder. Los tres tipos de mensajes más comunes son GET, POST y PUT.

- GET es una solicitud de datos del cliente. Un explorador Web envía el mensaje GET para solicitar las páginas desde un servidor Web. Como se

muestra en la figura 1.17, una vez que el servidor recibe la solicitud GET, responde con una línea de estado, como HTTP/1.1 200 OK, y un mensaje cuyo cuerpo puede ser el archivo solicitado, un mensaje de error o alguna otra información.

- POST y PUT se utilizan para enviar mensajes que contienen datos provenientes desde el cliente hacia el servidor Web. Por ejemplo, cuando el usuario ingresa datos en un formulario incorporado en una página Web, POST incluye los datos en el mensaje enviado al servidor. PUT carga los recursos o el contenido al servidor Web.

Aunque es muy flexible, HTTP no es un protocolo seguro. Los mensajes POST cargan información al servidor en texto plano el cual puede ser interceptado y leído. Para una comunicación segura se utiliza el protocolo HTTP seguro (HTTPS) para acceder o subir información al servidor Web. HTTPS puede utilizar autenticación y encriptación para asegurar los datos cuando viajan entre el cliente y el servidor. HTTPS especifica reglas adicionales para pasar los datos entre la capa de Aplicación y la capa de Transporte.

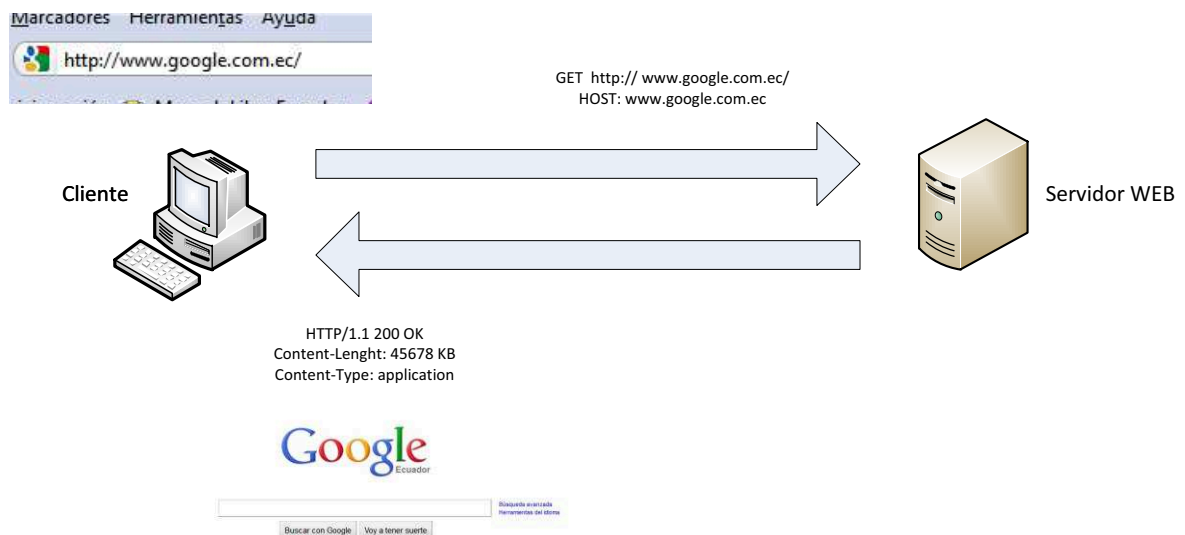


Figura 1.17 Ejemplo de un mensaje GET. ^[12]

1.1.1.7.7 Correo

El correo electrónico es un servicio de red que permite el envío de mensajes entre dos o más usuarios a través de una infraestructura de red, ya sea en un ambiente local (Red LAN) o a través de Internet.

Al igual que HTTP, el correo electrónico define procesos cliente-servidor. Cuando una persona escribe mensajes de correo electrónico, generalmente utiliza una aplicación denominada Agente de usuario de correo (MUA) o cliente de correo electrónico. MUA permite enviar los mensajes y colocar los mensajes recibidos en el buzón del cliente.

Para recibir e-mails desde un servidor de e-mail, el cliente de correo electrónico puede utilizar POP¹⁸. Al enviar un e-mail desde un cliente o un servidor, se utilizan formatos de mensajes y cadenas de comando definidas por el protocolo SMTP¹⁹. En general, un cliente de correo electrónico proporciona la funcionalidad de ambos protocolos dentro de una aplicación.

Procesos del servidor de correo: MTA y MDA

El servidor de e-mail ejecuta dos procesos individuales:

- ❖ Agente de transferencia de correo (MTA, Mail Transfer Agent).
- ❖ Agente de entrega de correo (MDA, Mail DeliveryAgent).

El proceso Agente de transferencia de correo (MTA) se utiliza para enviar correos electrónicos. Como se muestra en la figura 1.18, el MTA recibe mensajes desde el MUA u otro MTA en otro servidor de e-mail. Según el encabezado del mensaje, determina cómo debe reenviarse un mensaje para llegar al destino. Si el correo está dirigido a un usuario cuyo buzón está en el servidor local, el correo se pasa al MDA. Si el correo es para un usuario que no está en el servidor local, el MTA enruta el e-mail al MTA en el servidor correspondiente.

¹⁸ POP: Post Office Protocol.

¹⁹ SMTP: Simple Mail Transfer Protocol.

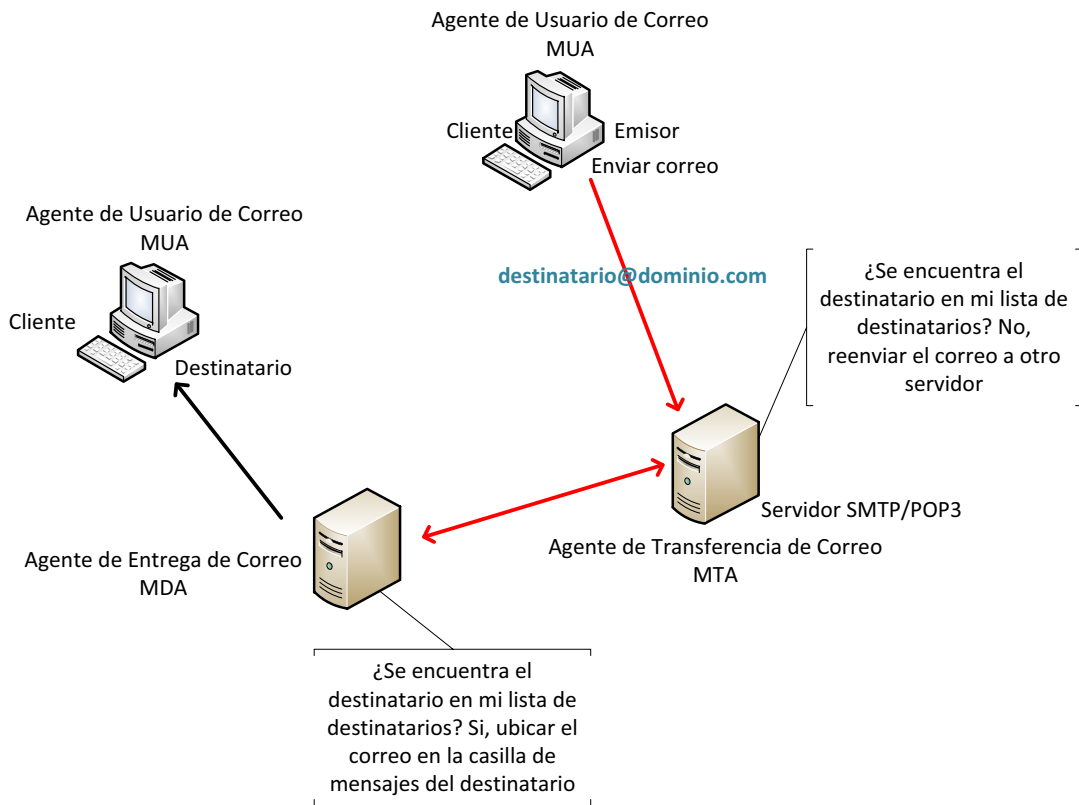


Figura 1.18 Proceso de envío de correo. [12]

1.1.1.7.8 Firewall

Un Firewall es un sistema ubicado entre dos redes y que ejerce una política de seguridad establecida. Es el mecanismo encargado de proteger una red confiable de una que no lo es (por ejemplo Internet).

En sí, todos los firewalls cumplen con dos objetivos específicos:

1. Analizar todo el tráfico proveniente desde todas sus interfaces y,
2. Permitir o denegar el paso de tráfico a través de la definición de una política de seguridad.

Cabe decir que al colocarse en el límite de dos redes de comunicación, el firewall sólo permite implementar políticas de seguridad que protejan de ataques externos, mas no ofrece ninguna garantía que permita proteger los recursos si es que el ataque se origina desde el interior de la red local. Algunos Firewalls

proveen servicios de seguridad adicionales como la encriptación del tráfico de la red.

Consideraciones de diseño de esquemas de seguridad a través de Firewall

Como primera parte en el proceso de diseño de un esquema de seguridad se debe considerar cuáles son los recursos que se desean proteger. Al hablar de recursos se contemplan tanto dispositivos físicos como servicios de red por lo que es indispensable saber identificar cuáles de estos recursos son críticos.

Por otro lado es fundamental analizar los riesgos o huecos de seguridad que existen en la red de comunicaciones de la empresa. De este análisis dependerán las diferentes políticas de seguridad a ser implementadas así como el impacto de las mismas en el desempeño de la red de comunicaciones.

Después de haber identificado tanto los recursos a proteger como los riesgos y las amenazas a esos recursos es necesario definir el tipo de firewall que se desea implementar. Básicamente existen 2 tipos de firewall, definidos por su funcionalidad:

- Por software: este tipo de firewall se implementa a través de la instalación de un software en un servidor y es útil para realizar las tareas más básicas de un firewall (permitir y denegar el paso de tráfico). Al tratarse de un software las tareas que se deban desarrollar dependerán de cuan robusto sea el equipo en el que se encuentre instalado.
- Por hardware: este tipo de firewall es más robusto y se lo implementa a través de un equipo orientado específicamente a proveer seguridad a la red de comunicaciones de la empresa. Al tratarse de un equipo específico, todas las operaciones a las cuales sea sometido se realizarán de forma rápida.

Realizar un esquema de tipos de usuarios resulta de gran utilidad al momento de aplicar las distintas políticas con las cuales el firewall contará. Según el cargo de

cada persona es recomendable crear un perfil en el cual se aplique una u otra política de seguridad. Estas políticas de seguridad básicamente contemplan la denegación o el paso de cierto tipo de tráfico dependiendo de servicios específicos. (Navegación web, correo electrónico, servicios de chat, descarga de archivos, etc.). De esta manera se logra tener una administración y gestión de recursos a través de la aplicación de políticas de seguridad que permita gestionar de mejor manera los recursos tanto internos como externos a la empresa.

1.1.1.7.9 Zona desmilitarizada

Una zona desmilitarizada (DMZ) o red perimetral es un segmento de red que se ubica en el firewall y que permite implementar esquemas de seguridad para accesos externos.

El objetivo de una DMZ es que las conexiones desde la red interna y la externa a ésta estén permitidas, mientras que las conexiones desde la DMZ sólo se permitan a la red externa, es decir: los equipos locales en la DMZ no pueden conectar con la red interna.

Esto permite que los equipos de la DMZ puedan dar servicios a la red externa a la vez que protegen la red interna en el caso de que intrusos comprometan la seguridad de los equipos situados en la zona desmilitarizada. Para cualquier equipo perteneciente a la red externa que quiera conectarse ilegalmente a la red interna, la zona desmilitarizada se convierte en un callejón sin salida.

En la DMZ generalmente se ubican todos los servidores que serán accedidos desde una red externa, como servidores de correo electrónico, web y DNS. La figura 1.19 muestra un esquema básico de una red perimetral con un segmento DMZ.

Las conexiones que se realizan desde la red externa hacia la DMZ se controlan generalmente utilizando PAT (Port Address Translation).

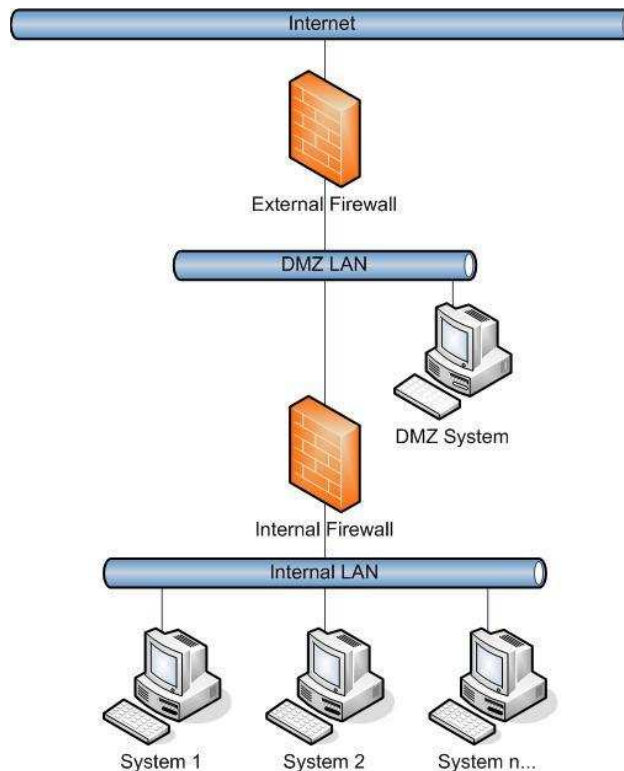


Figura 1.19 Esquema básico de implementación de una DMZ. ^[13]

Habitualmente una configuración DMZ usa dos firewalls, donde la DMZ se sitúa en medio y se conecta a ambos firewalls, uno conectado a la red interna y el otro a la red externa. Esta configuración ayuda a prevenir configuraciones erróneas accidentales que permitan el acceso desde la red externa a la interna. Este tipo de configuración también es llamado firewall de subred monitoreada (screened-subnet firewall).

Por lo general, la política de seguridad para la DMZ es la siguiente:

- El tráfico de la red externa a la DMZ está autorizado.
- El tráfico de la red externa a la red interna está prohibido.
- El tráfico de la red interna a la DMZ está autorizado.
- El tráfico de la red interna a la red externa está autorizado.
- El tráfico de la DMZ a la red interna está prohibido.
- El tráfico de la DMZ a la red externa está denegado.

De esta manera, la DMZ posee un nivel de seguridad intermedio, el cual no es lo suficientemente alto para almacenar datos imprescindibles de la compañía.

Debe observarse que es posible instalar las DMZ en forma interna para aislar la red interna con niveles de protección variados y así evitar intrusiones internas.

1.1.1.7.10 Active Directory

Servicios de directorio activo es una base de datos distribuida que permite almacenar información relativa de los recursos de una red con el fin de facilitar su localización y administración.

Los servicios de directorio también ofrecen la ventaja de suponer un único punto de entrada para los usuarios a la red de toda la empresa. Los usuarios pueden buscar y usar recursos en la red sin conocer el nombre o la ubicación exactos del recurso. Igualmente, puede administrar toda la red con una vista lógica y unificada de la organización de la red y de sus recursos.

Para crear un diseño eficiente y confiable de Active Directory, se necesita conocer tanto la estructura lógica como física de la red. El conocimiento de la estructura organizacional de la empresa también resulta importante puesto que Active Directory refleja dicha estructura al administrar los recursos de la red.

1.1.1.7.10.1 Estructura lógica

La estructura lógica de una red se compone de elementos intangibles como objetos, dominios, árboles y bosques.

El bloque de construcción básico de Active Directory es el objeto, un conjunto de atributos diferenciado y con nombre que representa un recurso de la red. Los atributos del objeto son características de objetos del directorio. Los objetos se pueden organizar en clases, que son agrupaciones lógicas de objetos. Los usuarios, grupos y equipos son ejemplos de clases de objeto diferentes.

En el nivel más bajo, algunos objetos representan entidades individuales de la red, como un usuario o equipo. Estos objetos se denominan hoja y no pueden contener otros objetos. Sin embargo, para facilitar la administración y simplificar la organización del directorio, se puede colocar objetos hoja dentro de otros objetos denominados objetos contenedor. Los objetos contenedor también pueden contener otros contenedores de forma anidada, o jerárquica.

El tipo más común de objeto contenedor es una unidad organizativa (OU, *Organizational Unit*). Se puede usar una unidad organizativa para organizar objetos de un dominio en algún tipo de agrupación lógica administrativa que represente un área o departamento de la empresa, por ejemplo Contabilidad, Tesorería, Sistemas, etc. Es importante tener en cuenta que la estructura y jerarquía de una unidad organizativa dentro de un dominio es independiente de la estructura de cualquier otro dominio.

Todos los objetos de la red, ya sean hojas o contenedores, sólo pueden existir dentro de un dominio. Los dominios se usan para agrupar objetos relacionados con el fin de reflejar el organigrama de una empresa. Cada dominio que se crea almacena información acerca de los objetos que contiene, únicamente. Actualmente, el límite admitido para el número de objetos que se puede mantener en un dominio es de un millón.

Cada dominio representa un límite de seguridad. El acceso a los objetos dentro de cada dominio se controla mediante entradas de control de acceso (ACE, *Access Control Entries*) contenidas en listas de control de acceso (ACL, *Access Control Lists*). Estas opciones de seguridad no cruzan los límites de los dominios.

Cuando se agrupa dominios relacionados para permitir el uso compartido de los recursos globales, se está creando un árbol. Aunque un árbol se puede componer de un único dominio, se pueden combinar varios dentro del mismo espacio de nombres en una estructura jerárquica. Los dominios del árbol se conectan de forma transparente a través de relaciones de confianza en ambos sentidos. Estas confianzas son permanentes, no se pueden eliminar, y transitivas; en otras

palabras, si el dominio A confía en el dominio B y el dominio B confía en el dominio C, entonces el dominio A confía en el dominio C.

Todos los dominios dentro de un árbol comparten una definición formal de todos los tipos de objetos denominada esquema. Además, dentro de un árbol determinado, todos los dominios comparten el catálogo global. El catálogo global es un repositorio central para los objetos del árbol.

Cada árbol también se representa por un espacio de nombres contiguo. Por ejemplo, si el dominio raíz de una compañía es "compania.com" y crea dominios diferentes para las divisiones de ventas y soporte, los nombres de dominio serían "ventas.compania.com" y "soporte.compania.com". A estos dominios se les denomina secundarios.

En el nivel más alto, pueden agruparse árboles dispares para formar un bosque. Un bosque permite combinar divisiones diferentes en una organización o, incluso, pueden agruparse organizaciones distintas. Éstas no tienen que compartir el mismo esquema de denominación y pueden operar de forma independiente y seguir comunicándose entre sí. Todos los árboles de un bosque comparten el mismo esquema, catálogo global y contenedor de configuración.

1.1.1.7.10.2 Estructura física

Los controladores de dominio y los sitios son los dos componentes básicos que tienen que ver con la estructura física de una configuración de red de área local.

Un controlador de dominio (Domain Controller, DC) almacena una copia duplicada de la base de datos del directorio.

1.1.1.7.10.3 Espacios de nombres

Un espacio de nombres es un área designada que tiene límites específicos donde se puede resolver un nombre lógico asignado a un equipo. El uso principal de un espacio de nombres es organizar las descripciones de los recursos para permitir a los usuarios localizarlos por sus características o propiedades. La base de datos

del directorio para un espacio de nombres determinado se puede usar con el fin de localizar un objeto sin conocer su nombre. Si un usuario sabe el nombre de un recurso, puede consultar información útil acerca de ese objeto.

1.1.1.7.10.4 Políticas de grupo

Las Políticas de Grupo y la infraestructura de servicios de Active Directory permiten a los administradores de TI automatizar la gestión "uno-a-muchos" de usuarios y máquinas, simplificando las tareas administrativas y reduciendo los costes de TI. Los administradores pueden implantar de forma efectiva los parámetros de seguridad, aplicar de forma obligatoria las políticas de TI y distribuir software adecuadamente dentro de un sitio, un dominio o un rango de unidades organizativas (OUs).

Cada política que se crea es almacenada en un objeto llamado GPO (Group Policy Object). Este objeto solo puede ser aplicado a un sitio, un dominio o a una OU. La figura 1.20 muestra una estructura general de políticas de grupo.

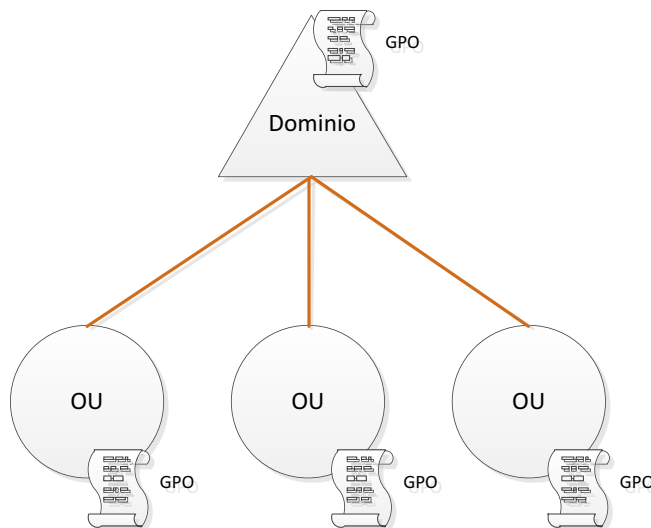


Figura 1.20 Políticas de grupo en Active Directory.

Al definir una configuración de política de grupo, se definen las políticas que determinan cómo las aplicaciones y los sistemas operativos son configurados. Dentro de las principales características se tiene:

Configuraciones de seguridad: Mediante estas configuraciones, un administrador puede especificar parámetros de seguridad para computadores y usuarios dentro del ámbito de una GPO.

Restricciones de software: Para defenderse contra virus, aplicaciones desconocidas y ataques a computadores, las políticas de grupo incluyen políticas de restricción de software, por lo que los administradores pueden usar políticas para identificar software corriendo en un dominio y controlar la capacidad de ejecución de los mismos.

Distribución e instalación de software: Los administradores pueden gestionar la instalación, actualización y desinstalación de aplicaciones de forma centralizada.

Mantenimiento de Internet Explorer: Los administradores pueden gestionar y personalizar la configuración de Internet Explorer en computadores que soportan políticas de grupo.

1.1.2 TELEFONÍA IP

El rápido desarrollo de las redes de comunicaciones, abrió un gran abanico de posibilidades que permitieron transmitir sobre una misma infraestructura de red varios tipos de servicios. A este tipo de infraestructura se le asocia el nombre de red convergente. Con la convergencia vino la posibilidad de poder transmitir voz sobre redes basadas en paquetes, específicamente en redes IP.

VoIP (Voz sobre IP) es una tecnología que permite la transmisión de voz a través de redes IP en forma de paquetes de datos.

La telefonía IP es la aplicación inmediata a la tecnología VoIP de forma que permite la realización de llamadas telefónicas ordinarias sobre redes IP u otras redes de paquetes utilizando PCs, terminales telefónicas, Gateway de voz, etc.

1.1.2.1 Arquitectura de Telefonía IP

En el pasado, todas las redes de voz fueron construidas usando una arquitectura centralizada en la cual los teléfonos fueron controlados por los conmutadores centralizados. Este esquema permitió implementar los requerimientos básicos de la telefonía.

Uno de los beneficios de la tecnología VoIP, es que permite a las redes ser construidas usando una arquitectura centralizada o distribuida. Esta flexibilidad permite a las compañías construir redes caracterizadas por una administración simplificada e incorporación de nuevas funcionalidades en el sistema telefónico.

1.1.2.1.1 Arquitectura centralizada

En general, la arquitectura centralizada está asociada con los protocolos MGCP²⁰ y MEGACO²¹, y centraliza la administración, la ejecución y el control de llamadas.

La figura 1.21, muestra la arquitectura centralizada VoIP con protocolo MEGACO.

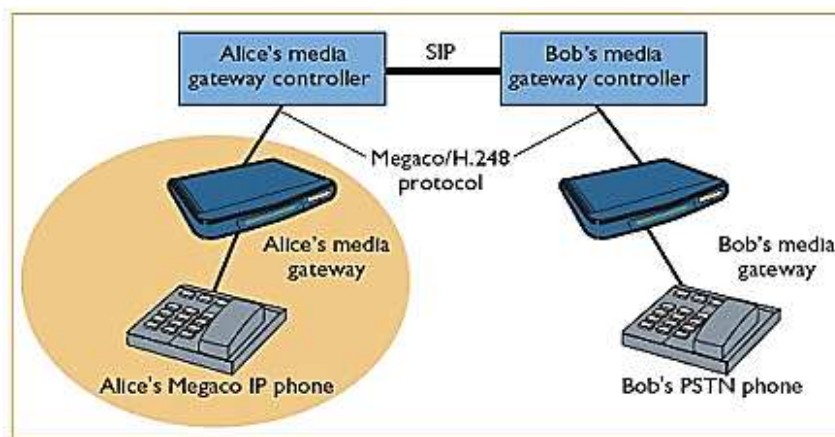


Figura 1.21 Arquitectura Centralizada. ^[14]

1.1.2.1.2 Arquitectura distribuida

La arquitectura distribuida está asociada con los protocolos H.323 y SIP. Estos protocolos permiten que la inteligencia de la red sea distribuida entre dispositivos

²⁰ MGCP: Media Gateway Control Protocol.

²¹ MEGACO: Sucesor del protocolo MGCP

de control de llamadas y endpoints. La inteligencia en esta instancia se refiere a establecer las llamadas, características de llamadas, enrutamiento de llamadas, facturación o cualquier otro aspecto de manejo de llamadas. Los Endpoints pueden ser Gateways VoIP, teléfonos IP, servidores media, o cualquier dispositivo que pueda iniciar y terminar una llamada VoIP. Los dispositivos de control de llamadas son llamados Gatekeepers en una red H.323, y servidores Proxy o servidores Redirect en una red SIP.

La figura 1.22 muestra la arquitectura de control VoIP distribuida con protocolo SIP.

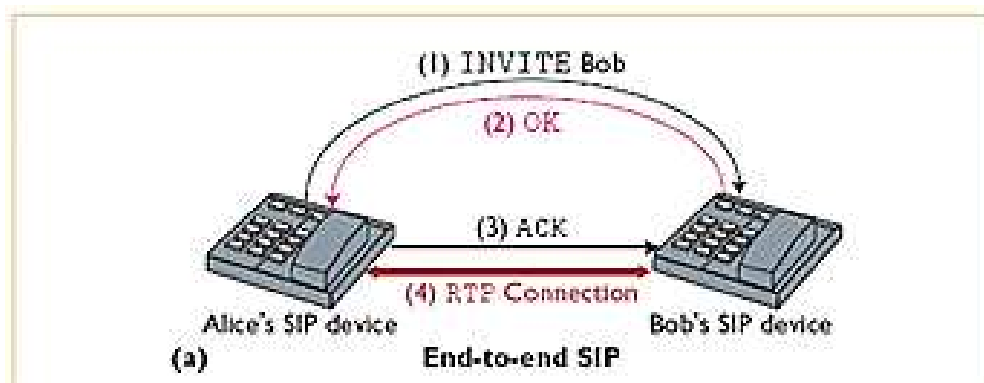


Figura 1.22 Arquitectura Distribuida ^[14]

1.1.2.2 Protocolos

1.1.2.2.1 Protocolo H.323

H.323 es un protocolo de VoIP desarrollado por la ITU. Fue creado casi al mismo tiempo que el protocolo SIP, pero fue ampliamente adoptado y desarrollado de forma temprana. La fortaleza del protocolo recae en su habilidad para adoptar una variedad de roles incluyendo comunicaciones multimedia (voz, video y datos), así como aplicaciones donde la interconexión con la PSTN²² es vital. La figura 1.23 muestra el modelo definido para H.323.

²² PSTN: Public Switched Telephone Network o Red de Telefonía Pública Conmutada

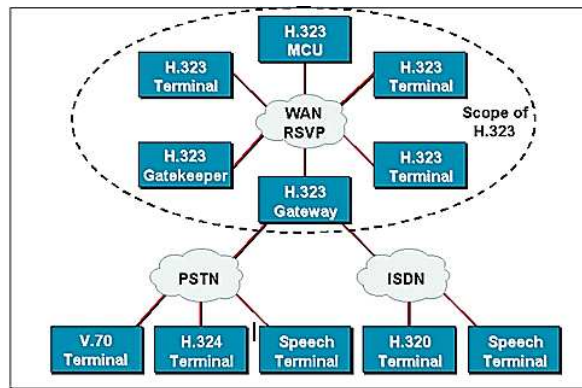


Figura 1.23 Modelo H.323. [14]

1.1.2.2.1.1 Componentes H.323

Una red VoIP que trabaja con el protocolo H.323 suele contener los siguientes componentes fundamentales, según se muestra en la figura 1.24.

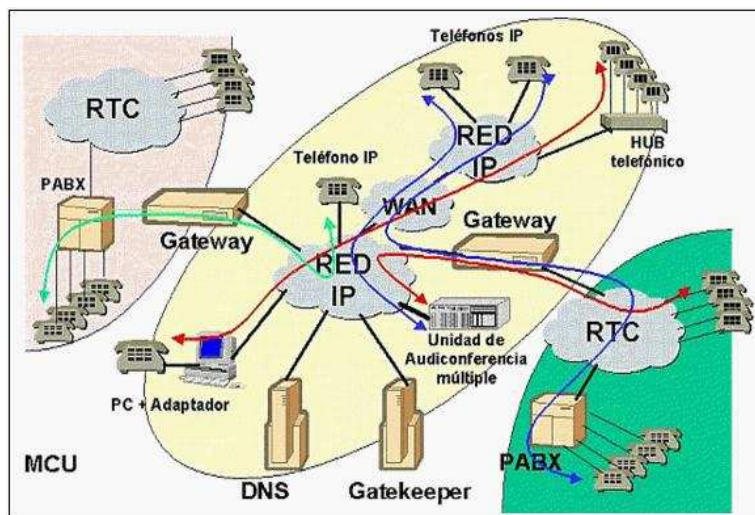


Figura 1.24 Componentes H.323. [14]

Gatekeeper: Actúa en conjunto con uno o varios Gateways, y se encarga de realizar tareas de autenticación de usuarios, control de ancho de banda, enrutamiento IP, contabilidad de llamadas, determinación de tarifas, etc. Es el cerebro de la red de telefonía IP.

Entre las funciones básicas están:

- Autenticación y control de admisión, para permitir o denegar el acceso de usuarios.

- Proporciona servicios de control de llamada.
- Servicio de traducción de direcciones (DNS).
- Gestión y control de los recursos de la red: Administración de ancho de banda.
- Localización de los distintos gateways y MCU's cuando se necesita.

Gateway: Es el elemento encargado de conectar la red telefónica convencional y la red IP. Cuando un teléfono convencional trata de hacer una llamada IP, alguien tiene que encargarse de convertir la señal analógica en un flujo de paquetes IP, y viceversa. Esta es una de las funciones del Gateway, que también ofrece una manera de que un dispositivo no IP pueda comunicarse con otro IP.

Terminal H.323: Son los clientes que inician una conexión VoIP. Pueden ser de dos tipos:

- TELÉFONO IP: se muestra en la figura 1.25.



Figura 1.25 Terminal H.323. ^[14]

- SOFT PHONE: se trata normalmente de una PC multimedia que simula un teléfono IP a través de un software.

MCU: utilizado cuando se establece una comunicación entre varios sitios a través de videoconferencia. La MCU (Multimedia Conference Unit) es responsable de controlar las sesiones y de efectuar el mezclado de los flujos de audio, datos y video.

Adaptadores análogos para teléfono: más conocidos como ATA (por sus siglas en inglés) son pequeños dispositivos que permiten conectar un teléfono analógico a una red de VoIP.

1.1.2.2.2 Protocolo SIP

SIP es un protocolo de señalización simple utilizado para telefonía y videoconferencia por Internet. SIP es definido completamente en la RFC 2543 y en la RFC 3261. Basado en el Protocolo de Transporte de Correo Simple (SMTP) y en el Protocolo de Transferencia Hipertexto (HTTP), fue desarrollado dentro del grupo de trabajo de Control de Sesión Multimedia Multipartidaria (MMUSIC).

SIP especifica procedimientos para telefonía, videoconferencia y otras conexiones multimedia sobre Internet. SIP es un protocolo de la capa de aplicación independiente de los protocolos de paquetes subadyacentes (TCP, UDP, ATM, X.25). Es un protocolo abierto basado en estándares, es ampliamente soportado y no es dependiente de un solo fabricante de equipos.

1.1.2.2.2.1 Componentes SIP

La figura 1.26 muestra la interacción entre los componentes de una red SIP.

El sistema SIP contiene dos componentes: el agente usuario (User Agent – UA) y los servidores de red.

AGENTE USUARIO (UA): Un agente usuario es un endpoint SIP, el cual realiza y recibe llamadas SIP. Los tipos de agente usuario son:

- Cliente Agente Usuario (UAC) y es usado para iniciar peticiones de llamadas SIP.
- Servidor Agente Usuario (UAS), que recibe las peticiones del UAC y retorna una respuesta al usuario.

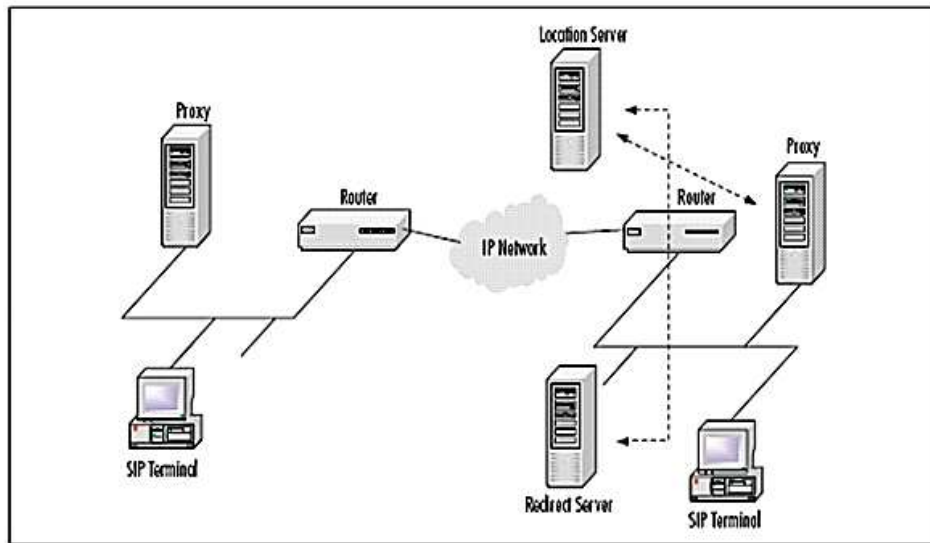


Figura 1.26 Componentes de una red SIP. [14]

Los clientes SIP pueden ser:

- Teléfonos IP actuando en la capacidad de UAC o UAS.
- Gateways: provee control de llamada para un ambiente de VoIP.

SERVIDORES DE RED:

- Servidor Proxy SIP: es el encargado de decidir a qué servidor se envía una petición de llamada. La petición puede atravesar muchos servidores Proxy SIP antes de alcanzar su destino. La respuesta atraviesa entonces en el orden inverso. Un servidor proxy puede actuar como Cliente y Servidor y puede enviar peticiones y responder.
- Servidor de Redirección: al contrario del servidor Proxy, el servidor de redirección no envía peticiones a otros servidores. En lugar de ello, notifica a la parte llamante de la ubicación actual de destino.
- Servidor de Registro: provee servicios de registro para los UAC's para su localización permanente. Los servidores de registro son ubicados a menudo con un servidor Proxy y de Redirección.
- Servidor de Localización: para consultar la ubicación actual del usuario.

1.1.3 VIDEOCONFERENCIA

La videoconferencia es una tecnología que proporciona un sistema de comunicación bidireccional de audio, video y datos que permite que dos lugares físicos geográficamente separados mantengan una comunicación simultánea interactiva en tiempo real. Para ello se requiere utilizar equipo especializado que permita realizar una conexión a cualquier parte del mundo sin la necesidad de trasladarse a un punto de reunión.

Este proceso de comunicación involucra la preparación de la señal digital, la transmisión digital y el proceso de la señal que se recibe.

1.1.3.1 Estándares

Durante muchos años, el mercado de equipos de videoconferencia se vio gravemente afectado debido a que las soluciones propuestas por los fabricantes no eran compatibles entre sí acarreado un monopolio del mercado. Es así que surgieron varios tipos de estándares que buscaron la compatibilidad de equipos de distintos fabricantes. Entre éstos tenemos:

Estándar H.320: Describe normas para la videoconferencia punto a punto y multipunto en las Redes Digitales de Servicios Integrados (ISDN). Este estándar gobierna los conceptos básicos para el intercambio de audio y vídeo en el proceso de comunicación.

Estándar H.323: Proporciona una base para las comunicaciones basado en el protocolo de Internet IP, definiendo la forma cómo los puntos de la red transmiten y reciben llamadas, compartiendo las capacidades de transmisión de audio, vídeo y datos.

1.1.3.2 Tipo de enlaces

Para la implementación de un sistema de videoconferencia existen diversas formas en las cuales los equipos se conectan, dependiendo del número de participantes en la videoconferencia.

Punto a Punto: Es una conexión entre dos sitios a través de una red de comunicaciones, su gestión se realiza mediante la negociación bilateral entre los dos sitios, marcando a una IP o a un número ISDN. La figura 1.27 muestra un esquema general de conexión.



Figura 1.27 Conexión Punto a Punto

Multipunto: Conexión a través de videoconferencia entre tres o más sitios, cada terminal recibe así permanentemente las imágenes de las otras salas y las visualiza simultáneamente en pantallas separadas o en una sola pantalla utilizando la técnica de división de pantalla. Se utiliza un MCU para poder realizar la conexión entre las sedes participantes. Se puede emplear varios equipos para participar en la videoconferencia, por ejemplo: proyectores, televisores, computadores portátiles, e incluso teléfonos móviles. La figura 1.28 muestra un esquema general de conexión.

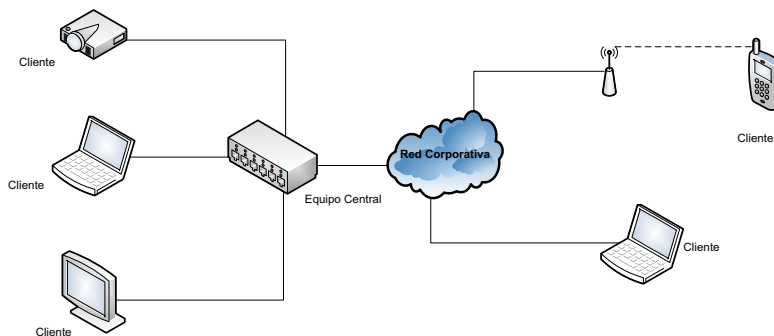


Figura 1.28 Conexión Multipunto

1.1.3.3 Componentes de un sistema de videoconferencia

Codec: Captura las señales de audio y video y las comprime para ser transmitidas a un sitio remoto. Dependiendo del fabricante, las salidas de video pueden ir desde VGA (proyector) hasta salidas de alta definición HDMI

(Televisores plasmas, LCD, LED). En cuanto a las salidas de audio, los codecs pueden soportar desde salidas simples 1.5mm (parlantes de computador) hasta salidas compuestas tipo teatro en casa 5:1.

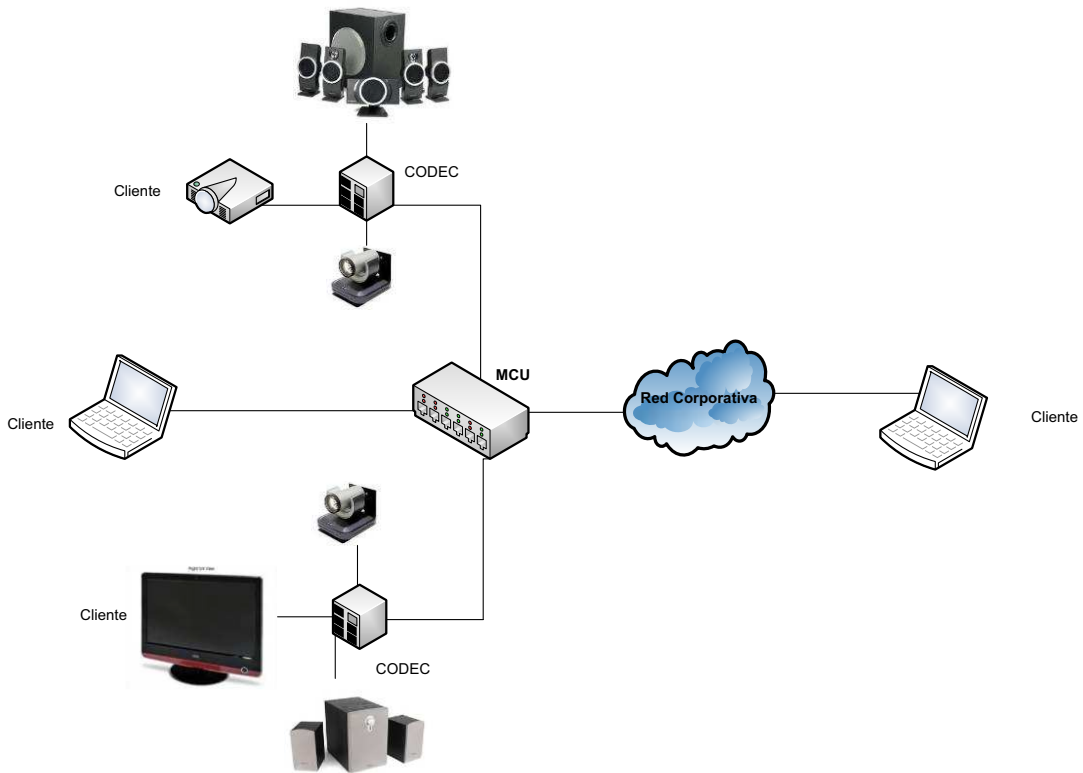


Figura 1.29 Sistema de Videoconferencia

Sistema de audio: El sistema de audio es el encargado de transmitir y recibir la señal de audio entre las sedes involucradas. Como sistema de audio, se puede lograr lo siguiente: Acústica, cancelación de eco y supresión de ruidos, adaptándose a las características acústicas de la sala.

El sistema de audio se conforma por:

- Micrófonos: del tipo inalámbrico y/o alámbrico.
- Parlantes: tipo plato o normales
- Ecuación de la sala.
- Audio externo.

Sistema de video: El sistema de video permite observar la imagen del sitio remoto y del sitio local, permite ver diapositivas, gráficas, videos, etc., de manera local o las que envían desde el sitio remoto.

El sistema de video se puede conformar por:

- Cámara de video.
- Proyector.
- Televisor(es).
- Pantalla de proyección.

MCU (Multipoint Control Unit): Es un dispositivo de red que se usa como puente en conexiones de audioconferencia y videoconferencia. La ITU a través de la recomendación H.231 formalizó su especificación.

La función principal de un MCU es gestionar la comunicación entre diferentes terminales en un esquema de transmisión multipunto. En general, cada puerto del MCU actúa como un interfaz de red a la cual se conectan los dispositivos que deseen participar en la videoconferencia (llamados Terminales)

Los terminales envían toda la información de video, audio, datos y control, encapsulada al puerto del MCU. Dicho flujo al ser recibido por el puerto pasa al bloque de demultiplexación que separa las diferentes señales y las entrega a diferentes procesadores especializados. Dentro del MCU existe uno para cada componente de la señal y cada uno de ellos realiza un tratamiento específico para al final entregarla al bloque multiplexor el cual las recombina para ser distribuidas a los demás puertos del MCU.

1.2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

El presente proyecto de titulación se desarrolla e implementa en las instalaciones de la empresa privada Acería del Ecuador C.A, una de las principales siderúrgicas del país, por lo que en este apartado se describirá brevemente el perfil de esta empresa, describiendo su evolución histórica, su misión, visión, instalaciones

físicas, estructura organizacional, y líneas de negocio como preámbulo al análisis técnico de infraestructura de comunicaciones que se detallará en el capítulo subsiguiente.

1.2.1 PERFIL HISTÓRICO DE ADELCA

Acería del Ecuador C.A fue fundada en 1963 por un grupo de empresarios ecuatorianos con el objetivo de proveer al país productos de acero para la construcción que hasta ese entonces provenían exclusivamente del extranjero.

Geográficamente ADELCA se ubica desde sus comienzos en Alóag y empieza sus operaciones con un tren laminador manual con una capacidad de aproximadamente 250 toneladas/mes. La primera producción de varilla laminada en caliente se la realiza en 1966.

ADELCA se caracteriza por la renovación continua de sus procesos y la inversión en tecnología, por lo que en 1977 el tren manual es cambiado por uno semi-automatizado y en el año 1981 se disponía de dos trenes semi-automatizados, uno para varilla delgada con una capacidad de aproximadamente 8000 toneladas/mes y el otro para varilla gruesa de aproximadamente 4000 toneladas/mes y un tren manual recuperador.

En 1971 se crea la empresa Heliacero y Preformados S.A. - Hepresa que opera también en Alóag y cuenta con dos máquinas trefiladoras, una máquina electrosoldadora y dos máquinas enderezadoras de varilla trefilada con una capacidad de aproximadamente 400 toneladas/mes hasta antes de 1993.

Con la inversión en máquinas para la fabricación de clavos y alambre Hepresa es fusionada comercialmente con ADELCA en el año 1993 y en 1997 deja de existir como compañía y pasa a ser una unidad de negocio de ADELCA que se dedica a la fabricación de productos trefilados.

En 1993 tiene lugar la modificación de los trenes de laminación de varilla, en donde se aumenta la longitud de los hornos y la capacidad de los equipos desbastadores. En 1997 tiene lugar una nueva modificación, la más

representativa hasta el presente, de los trenes de laminación de varilla para mejorar la productividad, en la cual se aumentó la capacidad los hornos y se implementó el desbaste continuo. En el año 2005 se da comienzo al proyecto de la Acería o Planta de reciclaje de chatarra que empieza su operación desde Junio del 2008.

Comercialmente ADELCA empieza su evolución con las oficinas en Guayaquil que existen desde antes de 1981. En 1993 se completa la canasta de productos de acero al fusionarse con Hepresa. En el 2003 nace la primera oficina regional en Cuenca, en el 2005 las oficinas regionales en Portoviejo y Santo Domingo y en el 2008 la oficina regional en Ambato. A partir del 2009 se realiza un nuevo proceso de expansión con la implementación de una bodega satélite en la ciudad de Loja, bajo la gerencia de la oficina regional de Cuenca y la regional en Machala. Estas oficinas regionales son centros de distribución de los productos fabricados en la planta de Alóag.

Actualmente la empresa cuenta con tres unidades de negocio con aproximadamente 1000 empleados distribuidos en:

- Planta de reciclaje de chatarra para fabricación de palanquilla de acero
- Planta de productos laminados
- Planta de productos trefilados
- Oficinas regionales y oficinas administrativas.

1.2.2 MISIÓN Y VISIÓN DE LA COMPAÑÍA

Visión de la empresa *“Siempre pensando en el CLIENTE, con el mejor servicio y los mejores productos de acero.”*

Misión de la empresa *“Líderes en el reciclaje para la producción de acero, con excelencia en el servicio, calidad, tecnología, sistemas de gestión, recursos humanos, seguridad industrial, protección ambiental y responsabilidad social.”*

1.2.3 PRODUCTOS

ADELCA ofrece a sus clientes productos de acero para la construcción y afines tales como: varillas laminadas en caliente, ángulos, platinas, tees, barras redondas lisas, barras cuadradas, varillas trefiladas, mallas electrosoldadas, vigas, viguetas, mallas de tumbado, alambre galvanizado, alambre recocido, alambre con púas, clavos, grapas, malla de cerramiento y varillas figuradas.

1.2.4 INSTALACIONES

Acería del Ecuador C.A cuenta para sus operaciones con instalaciones ubicadas en varios puntos del país. La planta de producción se encuentra en la población de Alóag, y desde allí se coordina toda la producción y distribución a las sucursales y regionales. Adicionalmente, ADELCA cuenta con una matriz ubicada en Cumbayá y regionales y sucursales en Quito, Guayaquil, Cuenca, Ambato, Santo Domingo, Loja, Portoviejo, Manta, Machala y un centro de acopio de chatarra en Samborondón y otro en San Alfonso (Machachi).

1.2.5 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

El motor de la producción de ADELCA está reflejado en gran parte en sus colaboradores; actualmente la empresa cuenta con 1080 trabajadores que laboran en todas las instalaciones de la compañía.

La estructura organizacional de la empresa refleja una línea de mando compleja, con varios niveles jerárquicamente estructurados que permiten tener un control general del sistema de producción y comercialización de la empresa. En este contexto, la empresa ha estructurado su organigrama en cuatro mandos fundamentales: Presidentes ejecutivos, Directores, Gerentes y Jefes, a partir de los cuales se desglosan los mandos medios y el nivel operativo, constituido fundamentalmente por obreros y operarios.

Cabe señalar además que, si bien se presentan 3 líneas de negocio bien definidas, para mantener un control global de todos los procesos involucrados, se distinguen más de 15 áreas de control.

CAPÍTULO 2 EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES DE ACERÍA DEL ECUADOR C.A.

En esta sección se analizará lo referente a la situación actual de la empresa en cuanto a su infraestructura de comunicaciones, con la finalidad de obtener una línea base que permita determinar el comportamiento de la misma, para posteriormente plantear las soluciones para el mejoramiento continuo del sistema de comunicaciones de la empresa. En este sentido, este capítulo contemplará cinco ejes importantes dentro del contexto de análisis, y éstos son:

Instalaciones físicas: describirá la infraestructura física en la cual la empresa desenvuelve sus operaciones, concretamente las áreas de trabajo de la planta y de las sucursales.

Evaluación del personal: se contempla las funciones del Departamento de Tecnología, sus procedimientos y su función en la compañía.

Evaluación del equipamiento activo, cableado estructurado aplicaciones, enlaces, y equipos de usuario final: se analiza la infraestructura de cableado, y los equipos de interconexión con los que cuenta la empresa; en esta sección también se describirán las aplicaciones y servicios con los que la compañía trabaja a nivel de red, y también los enlaces con los que la compañía interconecta sus sucursales.

Análisis de tráfico: se describe el número de usuarios con los que cuenta actualmente la empresa, y se determina un espacio de tiempo en el que se ejecutarán herramientas de captura de tráfico, con el fin de determinar la demanda y la ocupación del canal de comunicaciones de la empresa en la planta de Alóag y en los enlaces de interconexión con sucursales.

Red de voz: se analiza la situación actual en cuanto a comunicaciones de voz con la que cuenta la empresa, para lo cual se determina la disposición de los

equipos, el plan de numeración, los protocolos de señalización y el esquema de interconexión con redes públicas externas (fijas y celulares).

2.1 INSTALACIONES FÍSICAS

PLANTA

Acería del Ecuador C.A tiene como eje de operaciones, a su Planta Industrial de Alóag en donde se encuentra centralizada la producción y la administración de todos los procesos de negocio de la empresa. En este sentido, en la planta industrial se encuentran todos los departamentos administrativos y de producción; dentro de los primeros, se distingue: Presidencia Ejecutiva, Direcciones, Gerencias, Departamento Contable, Tesorería, Cartera, Sistemas, Gestión Integral, Recursos Humanos, Bienestar Social, y Servicios Generales. Por otra parte, en el área de producción se distinguen tres plantas directamente relacionadas con el área de negocio de la empresa, y éstas son: Acería, Laminados, Trefilados y Chatarra cada una con sus departamentos de dirección, mantenimiento, y bodegas. La figura 2.1 esquematiza la distribución de las instalaciones físicas de la planta en la cual se realizan las operaciones antes mencionadas.

En la planta de Laminados se hallan todos los equipos y maquinaria industrial correspondiente al proceso que en esa planta se realiza, por ejemplo: motores, cizallas, hornos de calentamiento, mesas de enfriamiento, y demás maquinaria industrial que no cabe detallar. En la planta de Acería, se ubica el horno de arco eléctrico, las lingoteras, el tren de colada continua y demás mecanismos destinados a la fundición de chatarra y producción de palanquilla; en este punto cabe señalar que la materia prima para la producción de acero está constituida por chatarra ferrosa. En éste sentido, el patio de chatarra al que hace referencia la figura anterior constituye un depósito de dicho material, sin embargo la coordinación del área se lleva a cabo bajo las directrices del área técnica de acería. En la planta de Trefilados se encuentran las tejedoras de alambre, las

máquinas de clavos y grapas y demás equipamiento destinado a la producción de alambre galvanizado, púas, mallas entre otros elementos derivados del acero.

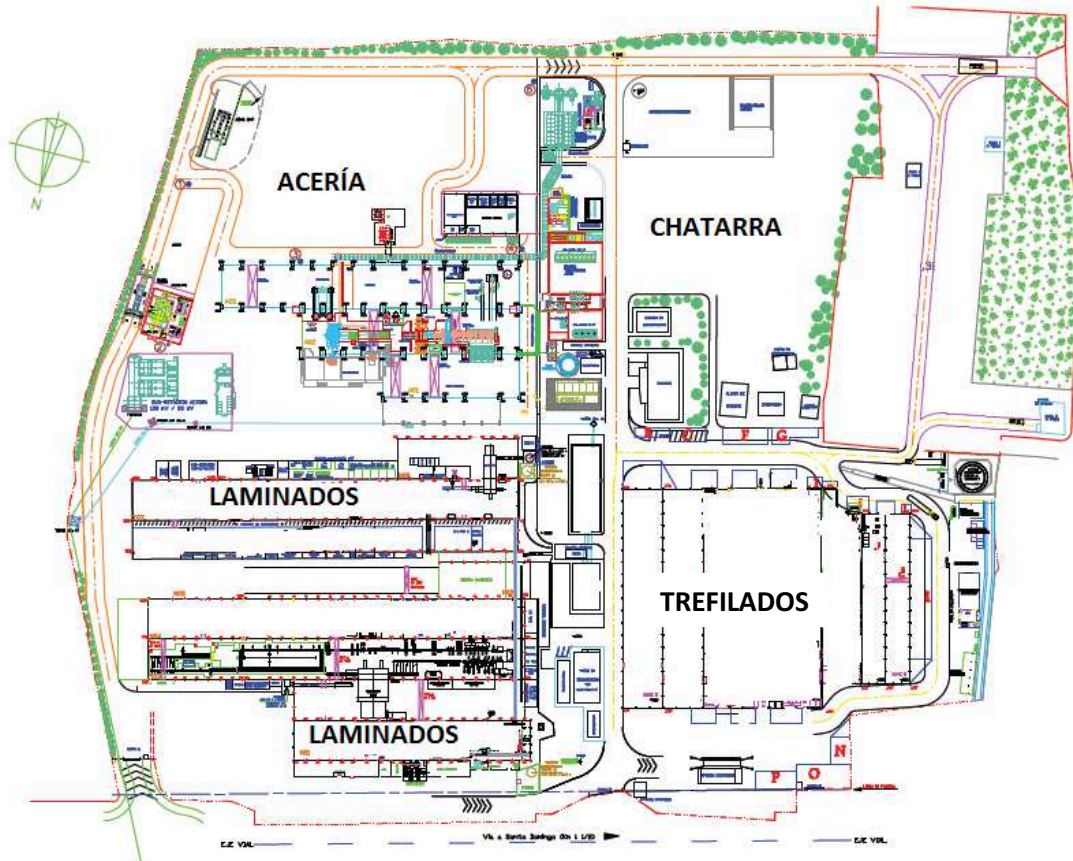


Figura 2.1 Esquema de ubicación de áreas en la planta de ADELCA

Cabe decir que un plano más detallado del cómo están estructuradas las instalaciones físicas de la planta de Alóag de ADELCA se encuentra disponible en el Anexo 1.

Cada una de las tres plantas tiene su correspondiente Dirección Técnica, en la que labora el personal Administrativo y de Dirección correspondiente a cada sector. Adicionalmente, en cada sección de todas las plantas se puede hallar talleres de mantenimiento y bodegas, en las cuales, debido a las actividades que en estas áreas se realizan, el personal cuenta con equipos electrónicos de

comunicaciones (generalmente computador y teléfonos) conectados a la infraestructura de la empresa.

SUCURSALES

Como se había señalado en el capítulo anterior, ADELCA cuenta con varias sucursales y oficinas distribuidas a lo largo del territorio ecuatoriano, destinadas únicamente a la distribución y venta del producto terminado. La Figura 2.2 muestra la ubicación de las oficinas y sucursales de la empresa.



Figura 2.2 Ubicación de las sucursales y oficinas de ADELCA

Adicionalmente, se tiene la matriz administrativa en Cumbayá, y una distribuidora en Manta.

Cada una de las sucursales cuenta con personal administrativo y operativo, el cual realiza todas sus funciones a través del sistema de comunicaciones de la empresa (telefonía y datos), permitiéndoles así, registrar sus actividades en la planta central de Alóag.

2.2 PERSONAL DE TECNOLOGÍA

2.2.1 DEPARTAMENTO DE SISTEMAS

ADELCA cuenta actualmente con un Departamento de Sistemas, encargado de la administración de la infraestructura de comunicaciones a nivel de datos, y de la

administración de las aplicaciones y servicios que aportan a la empresa para la gestión de la información y el cumplimiento de los objetivos corporativos.

El personal de este departamento está integrado por profesionales altamente cualificados en el área de software, comunicaciones y hardware de redes, de tal manera que tienen la atribución de resolver cualquier inconveniente o problema que pudiera ocurrir en la infraestructura empresarial. El Departamento de Sistemas está estructurado de la siguiente manera:

- Jefe de Sistemas: persona encargada de gestionar los recursos necesarios para la operatividad del departamento, y de la inversión de los mismos. Se encarga también de la toma de decisiones final en cuanto a la adquisición de equipos y de software, así como también de la aprobación de proyectos y de la evaluación general del sistema y del personal que trabaja en el departamento. También está a su cargo la definición de procedimientos referentes a mantenimiento de hardware en servidores y equipos terminales, y se responsabiliza del cumplimiento de los mismos.
- Administrador de red: persona encargada del correcto funcionamiento de la infraestructura de datos de la empresa. Concretamente, sus funciones se relacionan con mantener los servicios de red que fueran necesarios para llevar a cabo las actividades empresariales dependientes del sistema de comunicaciones: mantenimiento de servidores, configuración de equipos de conectividad, evaluación de alternativas para la adquisición de equipos, administración de servicios de red, ejecución de los procedimientos de respaldos, contratación de enlaces para interconexión con sucursales y HelpDesk.
- Administrador de aplicaciones: persona encargada del correcto funcionamiento de las aplicaciones y software que coadyuva a las áreas de la empresa, concretamente a Contabilidad, Tesorería, Producción, Cartera. Se encarga de generar los reportes y la administración del sistema ERP²³

²³ Enterprise Resource Planning: sistema integrado computarizado, utilizado para gestionar y administrar recursos internos y externos de una empresa con el fin de facilitar el flujo de información entre todas las áreas de negocio de la organización.

de la empresa para todas las áreas que lo utilizan. Adicionalmente, diseña y analiza los nuevos módulos que deban incorporarse al sistema de acuerdo a los requerimientos de las diferentes áreas de la compañía.

- Analista de Sistemas: encargado de la administración y mantenimiento de la base de datos de la empresa, la misma que trabaja directamente con el sistema ERP.
- Personal de mantenimiento: encargado de brindar soporte a los usuarios, actualizar software en las terminales, ejecutar el procedimiento de mantenimiento en los equipos, configurar impresoras, y poner a punto las herramientas computacionales de los usuarios finales.

En cuanto al perfil profesional del personal de Sistemas (excepto mantenimiento), todos cuentan con título de tercer nivel en el área de Ingeniería en Sistemas Informáticos y de Computación, con especialización a nivel de Diplomado o Maestría en cada una de las áreas antes indicadas.

En lo referente a la formación profesional del personal de mantenimiento, todos cuentan con título técnico de mantenimiento de sistemas informáticos y electrónicos que les califica como aptos para la realización de sus actividades.

Las actividades del Departamento de Sistemas (y de la empresa en general), se llevan a cabo de acuerdo a procedimientos definidos por las respectivas jefaturas, gerencias y direcciones; dichas actividades deberán registrarse en los respectivos formatos y bitácoras con el fin de mantener un control documental adecuado que sirva de respaldo para las auditorías internas y externas que podrían presentarse. Los procedimientos principales de los que se encarga el departamento de Sistemas son:

- Mantenimiento de hardware en estaciones de trabajo: especifica la periodicidad con la que los equipos de usuario de la compañía deben recibir mantenimiento, así como los componentes de software y hardware que cada equipo debe contener; como responsables de la ejecución de

este procedimiento están el jefe de sistemas y el administrador de red. Los ejecutores directos en cambio son el personal de mantenimiento.

- Mantenimiento de hardware en servidores: especifica el procedimiento que se debe llevar a cabo para dar mantenimiento a los servidores de la compañía; el responsable directo de este procedimiento es el Administrador de Red, de la mano con el personal de mantenimiento. El cronograma de mantenimiento de estos equipos se planifica anualmente.
- Ejecución de respaldos: procedimiento realizado para mantener respaldada en medios externos la información de tal forma que esté disponible al momento de ser requerida, en especial aquella correspondiente a procesos y equipos críticos. Para la ejecución de este procedimiento se han desarrollado scripts de respaldo en cada servidor; estas rutinas se ejecutan periódicamente en etapas de uso mínimas (generalmente en las madrugadas), copiando la información en cintas magnéticas, CDs y DVDs. Los principales responsables de este procedimiento son: Jefe de Sistemas, Administrador de Red y persona de turno. El primero analiza e identifica los servidores en producción que se consideran críticos para la compañía; el segundo revisa periódicamente la correcta ejecución de los scripts de respaldo, verifica los logs de los servidores para corroborar que la copia se ha efectuado, y registra su ejecución en la bitácora. La persona de turno es el responsable de ejecutar el procedimiento, es decir, de colocar el medio externo, etiquetarlo y guardarlo en el lugar asignado. Esta persona cambia periódicamente de acuerdo al calendario de ejecución, y se selecciona de entre el personal de sistemas.
- Restauración: permite restablecer la información de un respaldo en un momento dado, con el menor impacto posible en los datos del sistema respectivo. Es llevado a cabo directamente por el Administrador de red.
- Identificación de equipos y procesos críticos para el negocio: permite determinar el nivel de criticidad de los equipos y de los procesos que se llevan a cabo en los equipos de la compañía, para lo cual se mide el nivel de uso, la cantidad de operaciones que soporta, el nivel de transferencias

realizadas, y las áreas de la empresa a las que atiende. Este procedimiento está definido por el Administrador de red, y se revisa periódicamente por parte de la Jefatura de Sistemas.

Adicionalmente, se han definido varios instructivos para estos procedimientos, y formatos para el registro de las actividades llevadas a cabo en los procedimientos antes señalados.

2.2.2 DEPARTAMENTO ELECTRÓNICO

El departamento de mantenimiento electrónico de ADELCA tiene a su cargo, fundamentalmente, la ejecución de procedimientos diarios de afinamiento y calibración de equipos y maquinaria, concerniente al área de laminación en caliente; no obstante, por políticas empresariales, también se encarga de la puesta en marcha, administración y mantenimiento de proyectos relacionados con comunicaciones de voz dentro de la Planta Industrial, y en las sucursales de la empresa. En este sentido, este departamento maneja dos áreas relacionadas:

- Administración de la central telefónica y mantenimiento de la misma.
- Administración de los canales de radiofrecuencia para comunicación interna half-dúplex.

Para lo referente a telefonía, el departamento realiza tareas de configuración de la central, tendido de cableado para comunicaciones internas, configuración de radio-bases celulares, análisis técnico para la adquisición de equipos de telefonía y licencias y también para la contratación de servicios externos.

El Departamento Electrónico está estructurado por un jefe, quien se encarga de aprobar y controlar la puesta en marcha de los proyectos de telefonía y también de mantenimiento en los trenes de laminación, y por personal operativo quien se encarga de ejecutar los procedimientos y actividades relacionadas con tareas de mantenimiento tanto del tren de la planta de Laminados como de la central telefónica de la empresa.

En cuanto a la formación profesional del personal que labora en este departamento, todos cuentan al menos con título de tercer nivel de Ingeniería en Electrónica y Control o Telecomunicaciones, de tal manera que puedan responder satisfactoriamente ante requerimientos, tanto en el área de mantenimiento electrónico industrial de la planta de laminación, como en el área de telecomunicaciones, concretamente de la central telefónica.

2.3 EQUIPAMIENTO ACTIVO, CABLEADO ESTRUCTURADO APLICACIONES, ENLACES Y EQUIPOS DE USUARIO FINAL

En esta sección se analiza la infraestructura de comunicaciones de datos existente a nivel de planta, considerando el cableado, los equipos de interconexión, los servidores, la interconexión de la red corporativa y los equipos terminales de usuario con el fin de evaluar la infraestructura de comunicaciones de la compañía, concretamente la LAN de Alóag y los enlaces WAN entre sucursales.

2.3.1 EQUIPOS DE INTERCONEXIÓN PLANTA ALÓAG

La red de datos de Acería del Ecuador C.A cuenta con un tendido de fibra óptica, y otro de cable de par trenzado, dependiendo de las distancias. Las plantas y el sector administrativo están interconectadas entre sí a través de ese tendido, con equipamiento activo multi marca, concretamente switches.

Los equipos de interconexión se detallan en la Tabla 2.1, considerando su ubicación física, el modelo del equipo y el número de puertos.

AREA	EQUIPO	CANTIDAD	MARCA	MODELO	PUERTOS
LAMINADOS	Switch	2	Cisco	2950	48
	Switch	2	NetGear	FS-516	16
	Transceiver	1	TPLINK	MC-100CM	N/A
SISTEMAS	Switch	2	Huawei	S3952P-SI	48
	Switch	1	D-Link	DES 1024D	24
	Router	1	Cisco	1841	N/A
	Router	1	Cisco	2800	N/A
	Wireless	1	D-Link	DI-624	4
	Transceiver	5	D-Link	MC300SC	N/A
ACERÍA	Switch	2	Netgear	FS-516	16
	Transceiver	2	D-Link	MC300SC	N/A
	Transceiver	4	TPLINK	MC-100CM	N/A
TREFILADOS	Switch	1	NetGear	FS-524	24
	Wireless	1	D-Link	DI-624	4
	Transceiver	1	TPLINK	MC100CM	N/A
	Transceiver	1	D-Link	MC300SC	N/A
GESTIÓN²⁴ INTEGRAL	Switch	1	D-Link	DES 1024D	24
	Transceiver	1	TPLINK	MC100CM	N/A

Tabla 2.1 Distribución de equipos de conectividad en la planta de ADELCA.

La interconexión de los equipos antes indicados forma una estrella jerárquica en la que el centro de la misma se encuentra confluyendo hacia los switches de Sistemas, en la mayoría de los casos, a través de fibra óptica.

El núcleo de la red está compuesto por dos switches capa tres marca Huawei de 48 puertos; a estos equipos se conectan directamente los enlaces con los equipos que están ubicados a lo largo de las áreas especificadas anteriormente, los enlaces con los routers de salida a Internet y de interconexión con las sucursales, y la granja de servidores. Por constituir equipos de alta importancia, debido a sus capacidades y a los servicios que deben soportar, se describirá los detalles y características técnicas más importantes de los dos switches que conforman el núcleo de la red de datos:

- Número de puertos Fast Ethernet: 48

²⁴ Gestión Integral constituye un departamento dedicado a la administración de procesos de ADELCA, concretamente los relacionados con control de calidad, ambiente y seguridad industrial. No constituye una planta sino un departamento de apoyo. Se lo ha considerado en la tabla 2.1 debido a que físicamente dispone de un cuarto de telecomunicaciones.

- Número de puertos Giga Ethernet para up-link: 4.
- Soporte para conmutación L2/L3.
- Filtrado de paquetes.
- Agregación de enlaces.
- Soporte para RMON²⁵.
- Soporte para protocolos de enrutamiento estático y dinámico.
- PoE²⁶ para todos los puertos FastEthernet con alimentación de 15,4 W.
- Soporte para VLANs y manejo de tráfico etiquetado 802.1Q
- Soporte para STP/RSTP basado en 802.1d/802.1w
- Soporte para servicio de DHCP
- Soporte de listas de control de acceso (ACL)
- Compatibilidad con RADIUS²⁷ y 802.1x
- Clasificación de flujo de tráfico L2-L4 a través de MAC e IP, para brindar QoS.
- Acceso remoto a través de Telnet y SSH
- Soporte para administración remota a través de SNMP²⁸
- Tipo de conmutación: Store and forward
- Backplane: 32 Gbps
- SDRAM: 64MB
- Buffer: 32MB
- Capacidad de conmutación: (28/52 puertos) 12,8/17,6 Gbps
- Velocidad de envío de paquetes: (28/52 puertos) 9,53/11,78 Mbps

La Figura 2.3 muestra el esquema físico de interconexión de los equipos de la red de ADELCA con el core del departamento de Sistemas.

²⁵ RMON: Remote Monitoring, permite obtener estadísticas del equipo, a través de monitoreo remoto

²⁶ Power Over Ethernet, estándar 802.1af, tecnología que incorpora alimentación eléctrica a una infraestructura LAN estándar

²⁷ Remote Authentication Dial-In User Server: Es un protocolo de autenticación y autorización para aplicaciones de acceso a la red

²⁸ Simple Network Management Protocol.

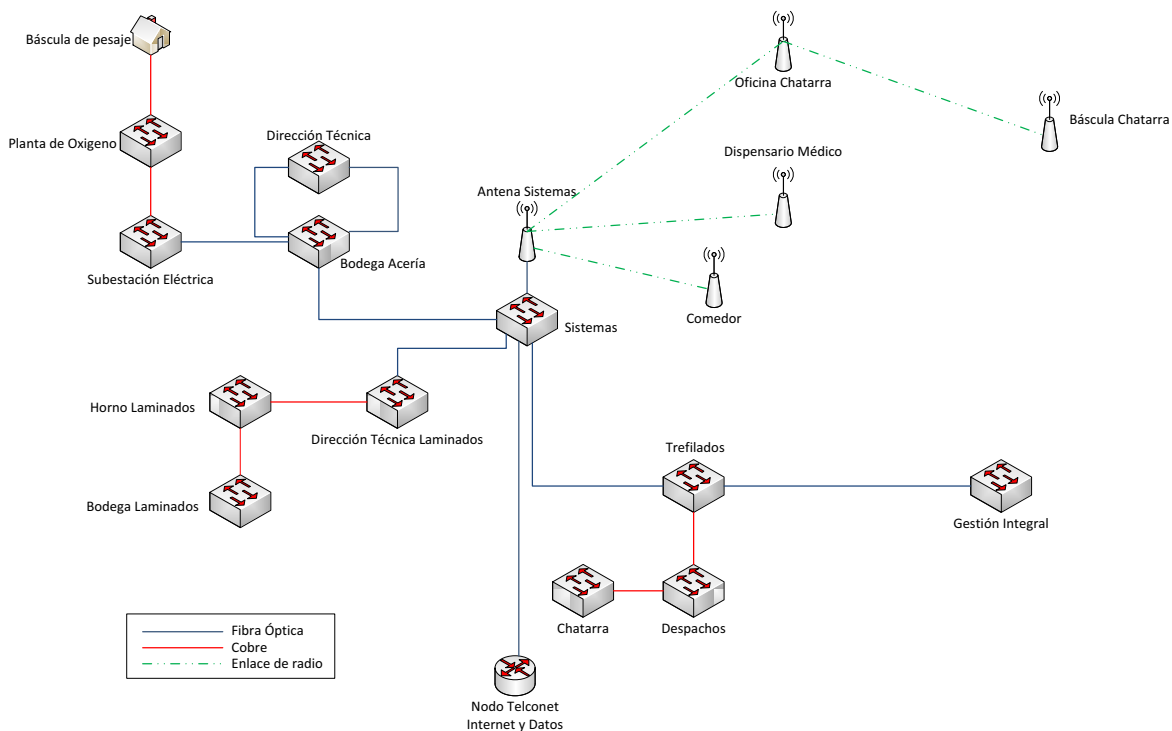


Figura 2.3 Esquema físico de interconexión en la planta de ADELCA

2.3.2 SERVIDORES

Acería del Ecuador, para la realización y gestión de sus actividades y procesos de negocio utiliza varias herramientas y aplicaciones que dan soporte a todas las áreas de la compañía, poniendo especial énfasis en los sectores de Contabilidad, Logística, Despachos y reportes gerenciales, sin dejar de lado correo electrónico, DNS, proxy, y demás servicios básicos para el funcionamiento de la red. En términos generales, se puede categorizar a los servidores de la compañía en dos grandes grupos: de infraestructura y de aplicaciones.

Dentro del primero, se cuenta con servicios esenciales para el funcionamiento de la red de datos, considerando aspectos de seguridad y confiabilidad, en cuanto a los productos destinados para ese fin. A continuación se describen cada uno de los servicios de infraestructura con los que cuenta ADELCA.

ATProxy: es un aplicativo de software libre desarrollado por la empresa ecuatoriana AlphaTechnologies para la administración y gestión del servicio de

Proxy (SQUID) que se incorpora en la mayoría de distribuciones de Linux. Este aplicativo permite hacer un filtrado de privilegios de navegación en Internet, en función de la dirección IP con la que el usuario se encuentre registrado, permitiéndole al administrador gestionar de mejor manera este recurso para que los trabajadores se enfoquen directamente en lo que estrictamente necesitan. De esta manera, a más de optimizar la utilización del recurso Internet, el Departamento de Sistemas se asegura de que los usuarios no ingresen a sitios potencialmente peligrosos que pudieran llegar a comprometer la integridad del sistema de comunicaciones de la compañía.

En cuanto a SQUID, consiste en un paquete de distribución libre que permite brindar el servicio de proxy web en sistemas operativos Linux, de este modo, todas las peticiones que tengan como destino Internet atravesarán el servidor de proxy para verificar los niveles de permiso. SQUID es un paquete muy versátil que permite crear filtros en función de varios parámetros como por ejemplo, lista de direcciones web, direcciones IP, tamaño máximo de descargas permitidas, e inclusive, tipo de archivos permitidos para la descarga. Trabaja bajo el esquema cliente servidor, generalmente a través del puerto TCP 3128, aunque este parámetro puede variar.

El nivel de permisos de navegación configurado varía de acuerdo a las necesidades y propósitos del lugar en el que se instale este servicio. En el caso concreto de ADELCA, estos niveles se basan en el cargo del funcionario al que se le aplica el proxy, así, mientras más alto es el cargo dentro de la estructura organizacional, más permisos de navegación tendrá dicho elemento.

ATFirewall: es otro de los aplicativos de AlphaTechnologies diseñado para administrar y gestionar de forma gráfica y amigable los IPTables propios de las distribuciones Linux. Permite asegurar la intranet de la empresa de posibles penetraciones por parte de usuarios no deseados desde Internet, de acuerdo a los criterios y políticas corporativas. En este sentido, dentro del firewall se

configuran principalmente los puertos permitidos de entrada y salida a la red de ADELCA, considerando los aplicativos que los requieran. Por asuntos de confidencialidad y seguridad, no es posible detallar que puertos están permitidos dentro de la configuración del firewall.

El aplicativo ATFirewall maneja en términos generales la configuración de las listas de control de acceso (ACL) las cuales determinan el nivel de permisos de entrada y salida de tráfico a las tarjetas del servidor. Dado que este aplicativo filtra y controla los puertos permitidos/denegados de salida/entrada, es conveniente que el dispositivo que cumple estas funciones se encuentre en el borde de la red.

En el caso concreto de Acería del Ecuador C.A toda la salida a Internet, tanto de la planta como de las sucursales, se maneja en Alóag de tal forma que todo el tráfico entrante/saliente para todo el esquema corporativo atraviese el firewall de la empresa. La Figura 2.4 esquematiza la conexión del Firewall y la salida a Internet.

DNS: este servicio también está implementado sobre Linux, haciendo uso del paquete BIND y del demonio named que se incluye dentro de la mayoría de distribuciones del sistema operativo. Al igual que los servicios anteriores, este incluye una consola gráfica de administración desarrollada por Alpha Technologies de tal manera que se facilite al administrador la creación de las zonas de búsqueda y de reenviadores; es utilizado para la resolución de nombres dentro del ámbito interno, aunque dentro de la configuración, también se tiene reenviadores a dos servidores de resolución de nombres propios del proveedor de servicio de Internet, de tal forma que los usuarios de la red corporativa puedan navegar en la Web haciendo uso únicamente del servidor DNS corporativo.

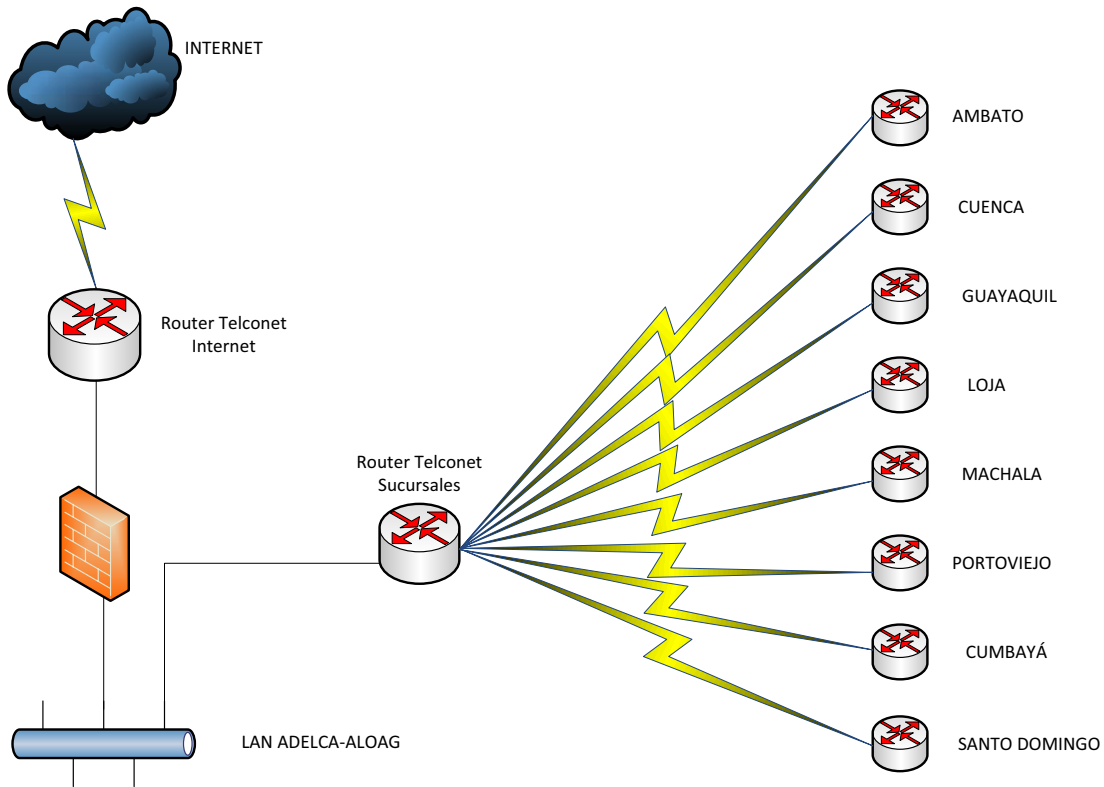


Figura 2.4 Esquema de conexión a Internet de la red de ADELCA

Servidor de Intranet: en este equipo se publica la página web interna en la que se colocan las noticias y novedades de la empresa y sus diferentes departamentos, es decir que básicamente en este equipo se tiene habilitado un servidor web desde donde se visualizan las páginas internas. Este equipo opera con Debian (distribución de Linux) y utiliza el servidor Apache para el servicio web.

Servidor de correo electrónico: ADELCA utiliza Lotus de IBM para gestionar la mensajería electrónica de sus usuarios; en este sentido, y dada la importancia del servicio, se ha buscado una solución robusta y probada, de tal manera que se pueda tener confiabilidad y alta disponibilidad en este servicio.

Lotus es un sistema cliente/servidor de colaboración y correo electrónico desarrollado por Lotus Software e IBM. Permite enviar correo electrónico, manejar Calendarios y Agendas. También es una plataforma de colaboración que permite

compartir bases de datos con información, como serían bases documentales, de procedimientos, manuales o foros de discusión. Y finalmente es una plataforma de Coordinación - utilizando aplicaciones Notes con flujo de trabajo.

La plataforma IBM Lotus Notes/Domino está integrada por 4 componentes principales:

- Lotus Domino - servidor
- Lotus Notes - cliente de correo y colaboración
- Domino Administrator - cliente para administrar el servidor Domino
- Domino Designer - ambiente integrado de desarrollo (IDE) para crear aplicaciones

El costo del licenciamiento de IBM Lotus Notes/Domino varía y depende de distintos factores con la intención de adaptarse a las posibilidades y necesidades de cada empresa. El licenciamiento tiene una duración de un año, durante el cual se tiene acceso a actualizaciones y liberaciones de nuevas versiones de parte de IBM.

Las aplicaciones de Domino pueden ser accedidas mediante el Cliente Notes, a través de un navegador web como IE, Firefox o Safari y dispositivos móviles. Para acceder al correo se puede utilizar Lotus Notes, navegadores Web, MS Outlook (el cual sólo permite acceder al correo, Agenda/ Calendario y Contactos empleando la función de DAMO - Domino Access for Microsoft Outlook por sus siglas en inglés), cualquier cliente IMAP y dispositivos móviles como BlackBerry (en conjunción con Blackberry Enterprise Service) y ciertos tipos de Smartphones.

Actualmente Acería del Ecuador C.A cuenta con las siguientes aplicaciones: Lotus Domino 6.5, Lotus Notes 6.5 y Domino Administrator. Adicionalmente, está habilitada la visualización de correo a través del entorno web propio de Lotus y,

para efectos de seguridad, se cuenta con un mailScanner que filtra los correos entrantes para impedir el paso de spam y remitentes potencialmente peligrosos.

Por la naturaleza del servicio, la disponibilidad del mismo es indispensable, por lo que el Departamento de Sistemas mantiene dos equipos independientes, un principal y uno de respaldo para el manejo de contingencias.

Blackberry Enterprise Service: En la actualidad ADELCA cuenta con varias terminales de telefonía Blackberry dirigidas especialmente a mandos de jefatura, gerencia y directorio. En este sentido, es importante gestionar adecuadamente estos dispositivos, principalmente en lo referente al manejo de correo electrónico, por lo que la empresa ha adquirido esta aplicación que interactúa de forma directa con el servidor Lotus Domino para presentar a los usuarios sus correos correspondientes en los terminales móviles Blackberry.

Dentro de la categoría aplicaciones, se puede hallar las siguientes:

BaaN ERP: constituye el eje central del negocio ya que a través de este planificador empresarial de recursos se gestiona los procesos de producción, ventas, logística, despachos y contabilidad de la compañía. Trabaja bajo el esquema cliente-servidor en una estructura modular en la que cada usuario, dependiendo de sus funciones, tendrá acceso a recursos específicos del sistema. Este ERP trabaja de la mano con la base de datos de la compañía, ya que es ahí donde se almacena toda la información de los movimientos de la empresa.

El ERP integra todo lo necesario para el funcionamiento de los procesos de negocio de la empresa. Los objetivos de contar con un aplicativo de esta naturaleza son:

- Optimización de los procesos empresariales.
- Acceso a toda la información de forma confiable, precisa y oportuna.
- La posibilidad de compartir información entre todos los componentes de la organización.

- Eliminación de datos y operaciones innecesarias de reingeniería.

Baan opera sobre varios sistemas operativos de servidor como Windows Server, Linux, IBM AIX, y SunSolaris. En cuanto a bases de datos, también se cuenta con una gama amplia de posibilidades entre las cuales, las más importantes son: Oracle, DB2, Informix, SQL Server y MySQL.

Para el caso concreto de ADELCA, el sistema BaaN se encuentra en un servidor con sistema operativo SunSolaris y opera con la base de datos que está gestionada en Oracle.

Por la naturaleza de este sistema, es considerado dentro de la empresa como el servicio más crítico y delicado, por lo que se cuenta con dos servidores, uno principal y otro de back-up con lo que se garantiza alta disponibilidad y capacidad de contingencia. Adicionalmente, para garantizar la integridad y disponibilidad de los datos, en este sistema existe un procedimiento de respaldo diario, mensual y semanal de tal forma que en el caso más crítico, se pueda contar con todos los datos de las diferentes áreas en cualquier momento.

Servidor E-volution: otro de los servicios importantes dentro de las aplicaciones de la empresa es el sistema de gestión de Recursos Humanos. E-volution es una herramienta desarrollada para ese fin ya que ayuda de forma directa al personal del departamento de RRHH en tareas intrínsecas a la operatividad de sus funciones, permitiéndoles de esta manera concentrarse en aspectos relevantes como el desarrollo de planes de carrera para los colaboradores de la compañía. Los beneficios concretos que esta herramienta presenta a sus usuarios en cuanto a gestión del contingente humano son las siguientes:

- Capacidad de análisis de la información en tiempo real sobre datos personales, profesionales, competencias, desempeño, etc.

- Retribuir a los colaboradores de manera variable empleando los parámetros correctos y aumentando así su compromiso con la organización.
- Aumentar la capacidad de previsión y planificación de recursos empleando las herramientas analíticas de planificación.
- Reducir los costes y tiempos por transacción reflejándose en la eliminación de papel, la automatización de los procesos, la gestión del tiempo.
- Gestionar y evaluar el desempeño, identificando el rendimiento de los colaboradores y desarrollando planes de acción consecuentes.
- Incrementar la capacidad de autogestión por parte del empleado teniendo acceso a información personal en cualquier momento.

Para alcanzar los puntos anteriores, la empresa ha adquirido todos los módulos del software los cuales se especifican en la figura 2.5.

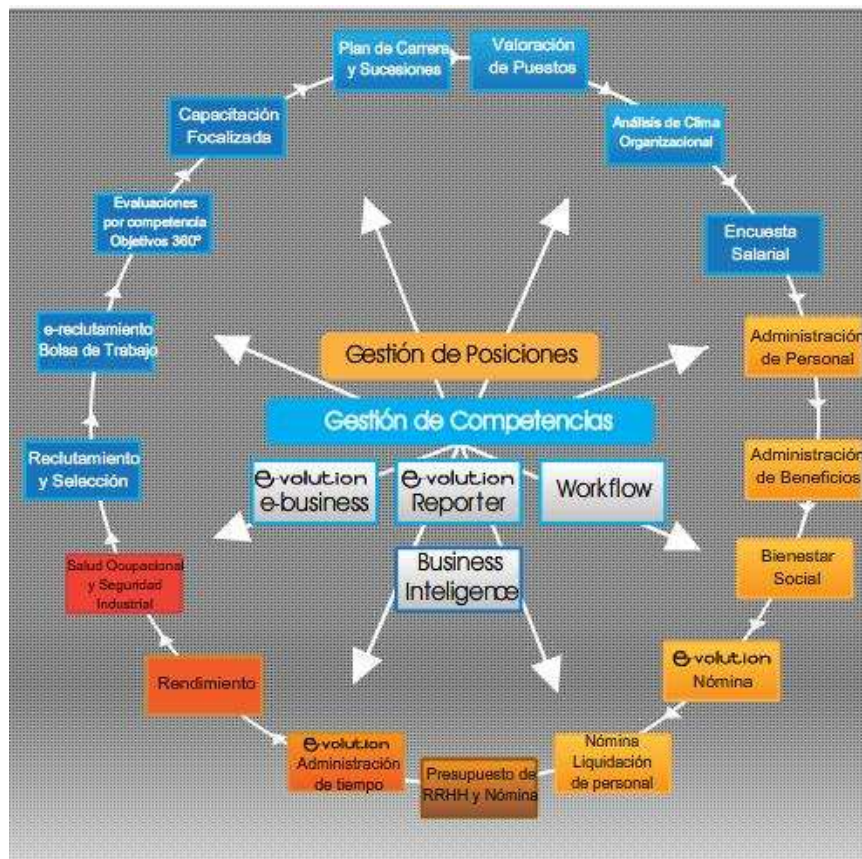


Figura 2.5 Módulos del software E-evolution para administración de RRHH. [15]

E-volution trabaja directamente con una base de datos para recolectar toda la información necesaria para los procesos del software. Las bases de datos soportadas por el sistema son: IBM-Informix, Oracle, SqlServer, DB2/IBM bajo AS/400, Sybase, PostgreSQL, Sql Anywhere y MySql.

Adicionalmente, para el módulo de administración de tiempo, se tiene varios dispositivos ubicados a lo largo de la planta para el registro de asistencia (entrada/salida), los cuales son de tipo magnético (a través de tarjetas) y biométrico (huella digital), concretamente para el personal operativo. Toda la información y registros se descargan diariamente en la base de datos para alimentar el módulo de administración de tiempo, el cual se relaciona con los otros módulos. El equipo que aloja este servicio dentro de la empresa, tiene como sistema operativo Windows Server 2003 y es utilizado directamente por el personal de Recursos Humanos.

Novell: para el manejo de inventario tecnológico (equipos del departamento de Sistemas), la empresa dispone de una aplicación desarrollada sobre Fox en un equipo que cuenta con el sistema operativo Novell. Esta aplicación alimenta una base de datos propietaria en la que se puede hallar información sobre la concesión de equipos a los empleados de la fábrica, así como las características de hardware y el software instalado en esos equipos, con su licencia correspondiente. En términos generales, este aplicativo no constituye un elemento crítico dentro de los procesos de negocio de ADELCA, sin embargo, es un soporte necesario para mantener actualizada la información de terminales de usuarios finales para el departamento de Sistemas de la empresa.

En los párrafos anteriores se ha descrito todos los servicios con los que la empresa cuenta actualmente para dar soporte a sus usuarios en las diferentes áreas; a continuación, la tabla 2.2 presenta información referente al equipamiento físico que da soporte a los servicios antes mencionados.

SERVICIO	MARCA	PROCESADOR	RAM	DISCO	SISTEMA OPERATIVO	PROVEEDOR
AtProxy/DNS	IBM	AMD Xeon @ 3 GHz	1 GB	136 GB	Linux Fedora 8	IBM
AtFirewall	IBM	AMD Xeon @ 3 GHz	2 GB	136 GB	Linux Fedora 8	IBM
BaaN pruebas	Supermicro	AMD Xeon @ 2.1 GHz	4 GB	320 GB	Linux Suse 9	Novatech
Intranet	Clon	Intel Dual Core @ 2.4 GHz	1 GB	120 GB	Linux Debian	Easy Computers
Lotus 6.5	IBM X 3200 M2	AMD Xeon @ 3 GHz	2 GB	136 GB	Windows Server 2008	IBM
Blackberry	IBM X 3200 M2	AMD Xeon @ 3 GHz	1 GB	136 GB	Windows Server 2008	IBM
BaaN 5 c	SUN Fire V880	4 núcleos @ 750 MHz	8GB	654 GB	UNIX Solaris 8	INFOR
E-volution 4.9	IBM X Series 206	Intel P4 @ 3 GHz	1 GB	72 GB	Windows Server 2003	IBM
Novell/Fox	IBM	Intel P4 @ 3 GHz	1 GB	72 GB	Novell Natware	IBM

Tabla 2.2 Equipamiento físico de servidores.

2.3.3 ESTACIONES DE TRABAJO Y DIRECCIONAMIENTO IP

Dentro de la Planta Industrial de Alóag laboran aproximadamente 800 empleados entre personal ejecutivo, administrativo y operativo. A pesar del número de empleados, no todos cuentan con equipos de computación; la distribución de los mismos se realiza en función del cargo del personal y de las tareas que éste implica. En este sentido, los equipos están concentrados en su mayor parte en el sector administrativo/ejecutivo, y en casos muy puntuales en el sector operativo.

En cuanto a hardware, se puede encontrar una amplia gama de equipos que van desde Intel Pentium 4 hasta Intel Core i5 entre equipos de escritorio y laptops. Las aplicaciones instaladas en los equipos generalmente son: paquete de ofimática, correo electrónico Lotus, BaaN. Para usuarios específicos y considerando sus requerimientos, se instala software dedicado como Autocad, Visio, aplicaciones de chat, edición multimedia entre otros.

En cuanto a Sistemas Operativos instalados, todas las máquinas de usuario final cuentan con alguna versión de Microsoft (desde Windows 98 hasta Windows 7). Por política de la compañía, todo software que se instale en las máquinas debe contar con su licencia correspondiente, y la instalación debe ser realizada por personal del Departamento de Sistemas. En lo referente a licenciamiento, ADELCA ha adquirido licencias para sistemas operativos (versión profesional en todas las máquinas), paquete de Office (2003 y 2007), Lotus Notes 6.5 (cliente de correo), y para usuarios específicos también se cuenta con licencias de Autocad, Access, paquetes de edición multimedia entre otros.

La tabla 2.3 resume la distribución de equipos con sus correspondientes sistemas operativos a lo largo de las diferentes áreas de la planta de Alóag.

SISTEMA OPERATIVO	VERSIÓN	SERVICE PACK	CANTIDAD
Acería			
Windows 98	Segunda	N/A	9
Windows XP	Professional	SP2	4
Windows XP	Professional	SP3	5
Windows Vista	Ultimate	SP1	4
Asociación de profesionales trabajadores de ADELCA			
Windows XP	Professional	SP3	3
Auditoría Interna			
Windows 7	Professional	N/A	3
Bienestar Social			
Windows XP	Professional	SP2	3
Windows XP	Professional	SP3	2
Windows 98	Segunda	N/A	1
Dirección Administrativa /Financiera			
Windows 98	Segunda	N/A	1
Windows 7	Professional	N/A	1
Cartera			
Windows Vista	Ultimate	SP1	1
Windows 7	Professional	N/A	1
Windows XP	Professional	SP2	1
Windows XP	Professional	SP3	1
Chatarra			
Windows Vista	Ultimate	SP1	1

Tabla 2.3 Equipos y Sistemas Operativos de ADELCA.

Windows XP	Professional	SP2	3
Compras			
Windows XP	Professional	SP2	4
Windows XP	Professional	SP3	8
Windows 7	Professional	N/A	3
Windows Vista	Business	N/A	2
Contabilidad			
Windows XP	Professional	SP2	1
Windows XP	Professional	SP3	8
Windows Vista	Business	N/A	2
Windows 7	Professional	N/A	1
Windows 98	Segunda	N/A	1
Costos			
Windows Vista	Business	N/A	2
Windows 7	Professional	N/A	1
Despachos			
Windows 98	Segunda	N/A	2
Windows XP	Professional	SP3	4
Gestión Integral			
Windows XP	Professional	SP2	2
Windows XP	Professional	SP3	7
Importaciones			
Windows XP	Professional	SP3	2
Windows Vista	Business	N/A	1
Laminados			
Windows 98	Segunda	N/A	11
Windows XP	Professional	SP2	4
Windows XP	Professional	SP3	8
Windows 7	Professional	N/A	1
Windows Vista	Business	N/A	1
Importaciones			
Windows XP	Professional	SP3	2
Windows Vista	Business	N/A	1
Logística			
Windows XP	Professional	SP2	1
Windows XP	Professional	SP3	4
Presidencia			
Windows 98	Segunda	N/A	1
Windows 7	Professional	N/A	2
Recursos Humanos			
Windows XP	Professional	SP2	3
Windows XP	Professional	SP3	1

Tabla 2.3 Equipos y Sistemas Operativos de ADELCA (continuación).

Windows Vista	Business	N/A	1
Seguridad Física			
Windows XP	Professional	SP3	1
Windows 7	Professional	N/A	1
Sistemas			
Windows XP	Professional	SP3	2
Windows 7	Professional	N/A	3
Tesorería			
Windows XP	Professional	SP2	1
Windows XP	Professional	SP3	3
Trefilados			
Windows XP	Professional	SP2	5
Windows XP	Professional	SP3	3
Windows 2000	Professional	N/A	1
Windows 95	N/A	N/A	1
Windows 98	segunda	N/A	4
Ventas			
Windows XP	Professional	SP2	3
Windows XP	Professional	SP3	5
Windows 7	Professional	N/A	2

Tabla 2.3 Equipos y Sistemas Operativos de ADELCA (continuación).

La figura 2.6 resume en términos porcentuales los sistemas operativos instalados en cada una de las máquinas de la planta industrial de ADELCA en Alóag.

En cuanto al direccionamiento IP dentro de la planta, y en general, en toda la empresa se lo maneja de forma estática. En el caso concreto de Alóag, se ha dispuesto del espacio de direcciones de la red 192.168.120.0/24 con lo que en principio se contó con 254 direcciones disponibles para albergar a los diversos dispositivos de red de la empresa. Con el paso del tiempo y el aumento de equipos de diversa índole (servidores, cámaras, telefonía IP), las direcciones se han ido agotando más y más por lo que es necesario tomar medidas urgentes que permitan tener un conjunto de direcciones más grande que considere un índice de crecimiento adecuado de acuerdo al movimiento del departamento de Sistemas. Dentro del rango de direcciones se ha considerado rangos de acuerdo a los departamentos y a la funcionalidad de los equipos, de tal forma que sea fácil ubicar una dirección específica en caso de requerirlo.

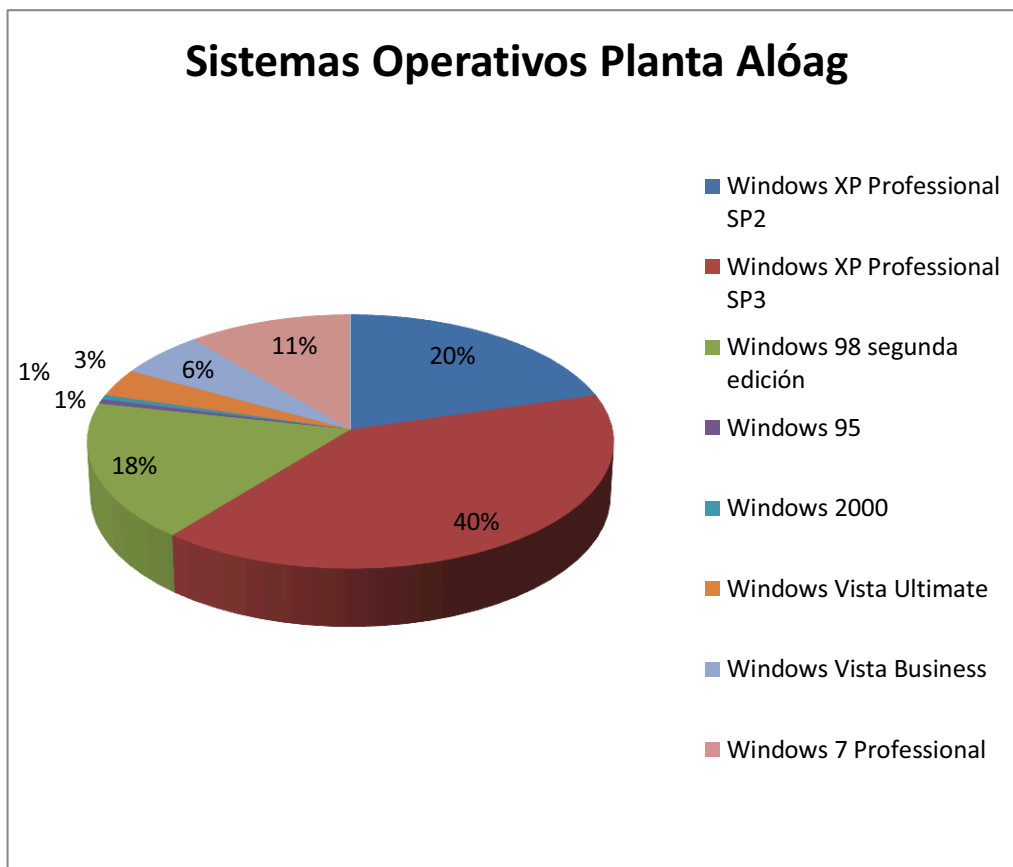


Figura 2.6 Porcentaje de Sistemas Operativos en la planta de ADELCA.

La tabla 2.4 muestra la utilización de direcciones IP por áreas de la empresa así como el número de direcciones libres.

RED ADELCA: 192.168.120.0/24			
DIRECCIONES IP UTILIZABLES: 254			
DEPARTAMENTO	SERVICIO	RANGO	DIRECCIONES IP UTILIZADAS
INFRAESTRUCTURA	SERVIDORES	192.168.120.1-192.168.120.10	10
	WIRELESS	192.168.120.11-192.168.120.12	2
	UPS	192.168.120.16	1
	ROUTERS	192.168.120.17-192.168.120.18	2
	SWITCHES	192.168.120.250-192.168.120.253	4
	EQUIPOS DE INTERCONEXIÓN INALÁMBRICAS	192.168.120.175-192.168.120.182	8
	CONVERSORES MARCACIÓN	192.168.120.185-192.168.120.194	10
	DVR-CAMARAS	192.168.120.195-192.168.120.200	6
	TELEFONÍA	192.168.120.201-192.168.120.214	14

Tabla 2.4 Utilización de la red 192.168.120.0/24

	BLADE	192.168.120.231-192-168.120.237	7
ADMINISTRATIVO	PCS USUARIOS	192.168.120.19-192-168.120.41	40
		192.168.120.215-192-168.120.225	
		192.168.120.238-192-168.120.244	
SEG. FISICA	PCS USUARIOS	192.168.120.42-192-168.120.43	2
GESTIÓN INTEGRAL	PCS USUARIOS	192.168.120.44-192-168.120.49	11
		192.168.120.159	
		192.168.120.168	
		192.168.120.229-192-168.120.230	
		192.168.120.240	
LAMINADOS	PCS USUARIOS	192.168.120.50-192-168.120.87	40
		192.168.120.103	
		192.168.120.107	
APTA	PCS USUARIOS	192.168.120.88-192-168.120.89	2
DESPACHOS	PCS USUARIOS	192.168.120.90-192-168.120.95	6
TREFILADOS	PCS USUARIOS	192.168.120.96-192-168.120.112	17
COSTOS	PCS USUARIOS	192.168.120.113-192-168.120.115	3
SISTEMAS	PCS USUARIOS	192.168.120.116-192-168.120.121	6
BIENESTAR SOCIAL	PCS USUARIOS	192.168.120.122-192-168.120.125	4
INDURA	PCS USUARIOS	192.168.120.126-192-168.120.129	4
CHATARRA	PCS USUARIOS	192.168.120.130-192-168.120.134	11
		192.168.120.179-192-168.120.180	
		192.168.120.226-192-168.120.227	
		192.168.120.236	
		192.168.120.238	
ACERÍA	PCS USUARIOS	192.168.120.135-192-168.120.154	20
LOGÍSTICA	PCS USUARIOS	192.168.120.245-192-168.120.249	5
IMPRESORAS	IMPRESIÓN	192.168.120.160-192-168.120.172	12
DIRECCIONES IP UTILIZADAS			247

Tabla 2.4 Utilización de la red 192.168.120.0/24 (continuación).

Adicionalmente, la figura 2.7 muestra un resumen en barras frente a la utilización de direcciones IP en la planta de ADELCA en función de cada uno de los departamentos de la compañía.

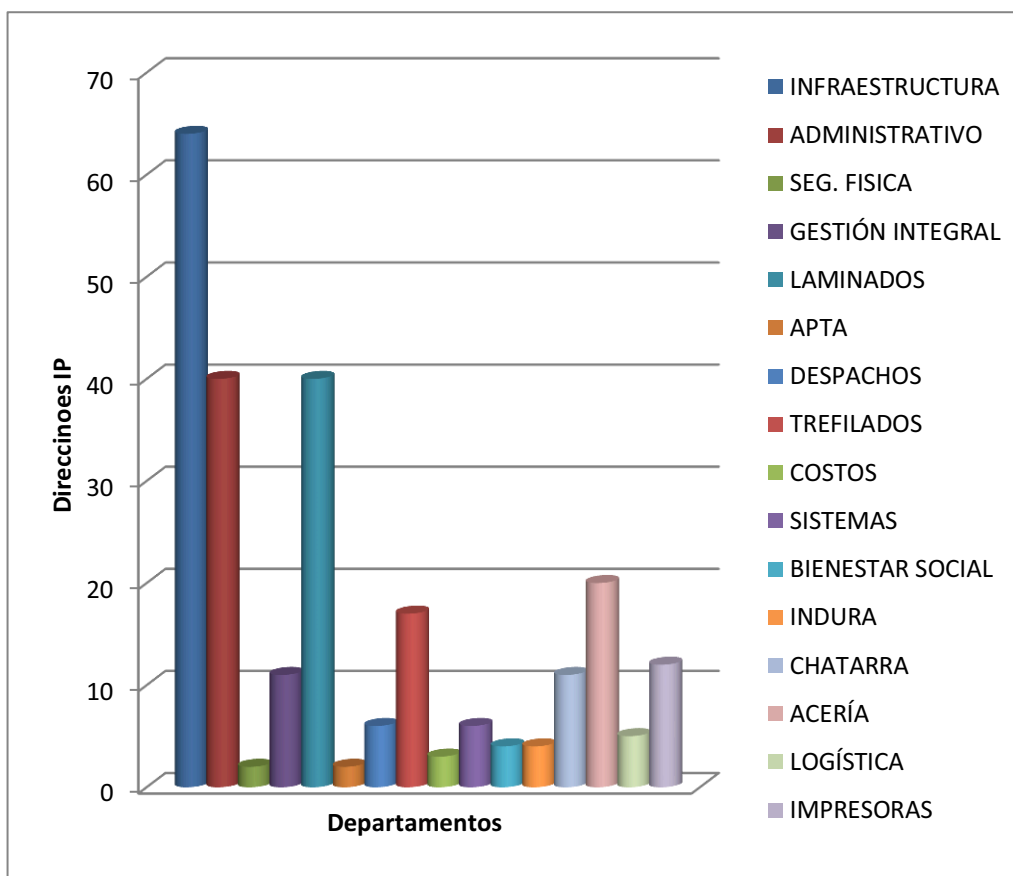


Figura 2.7 Ocupación de direcciones IP en la red de ADELCA.

2.3.4 ENLACES INTERSUCURSALES

Para la comunicación entre la planta y sus sucursales, la empresa ha contratado enlaces WAN que permitan la interconexión e intercambio de información para dar soporte a los procesos de negocio y acceso a los distintos servicios de red de la empresa a esos usuarios. Todas las regionales, a excepción de Loja y Machala se interconectan a través de enlaces contratados; el proveedor de ADELCA es Telconet el cual se encarga de la gestión WAN de la empresa y del funcionamiento de los enlaces así como de la solución de problemas y del soporte.

Como se había mencionado en la sección anterior, la salida a Internet de las sucursales se lleva a cabo por el enlace de la planta, es decir que todo el tráfico de las sucursales debe transportarse a Alóag para después de atravesar el

Firewall, salir a Internet. Adicionalmente, se debe considerar todas las consultas a bases de datos, transacciones de BaaN y eventual tráfico de voz sobre IP, de tal manera que la capacidad de esos enlaces debe ser suficiente para dar soporte a las mencionadas aplicaciones, en función del número de usuarios que tiene cada sucursal. Considerando lo anterior, la tabla 2.5 muestra la capacidad contratada con Telconet para las distintas sucursales, la salida a Internet así como el número de usuarios que laboran en aquellas.

SUCURSAL	HOSTS	PROVEEDOR	CANAL CONTRATADO
Guayaquil	14	Telconet	1 Mbps
Cuenca	10	Telconet	1 Mbps
Ambato	7	Telconet	1 Mbps
Santo Domingo	7	Telconet	1 Mbps
Loja	2	Claro	1.5 Mbps
Machala	2	Claro	1.5 Mbps
Portoviejo	7	Telconet	1 Mbps
Cumbayá	10	Telconet	2 Mbps
Samborondón	6	Claro	256 Kbps
Internet Alóag	247	Telconet	2 Mbps
Manta	2	CNT	512 Kbps

Tabla 2.5 Enlaces WAN contratados por ADELCA.

El esquema de interconexión con los datos correspondientes a capacidad de canal se presenta en la figura 2.8; más adelante, en la sección análisis de tráfico, se detalla los datos de carga de esos enlaces obtenidos con un analizador de tráfico.

2.3.5 CABLEADO ESTRUCTURADO

Hasta el momento, se han descrito los servicios, la estructuración física de la empresa, los enlaces, los equipos activos y el direccionamiento, pero no se ha detallado el equipamiento pasivo de cableado con el que cuenta la empresa. En esta sección se analiza todo lo correspondiente a la estructura de cableado que da soporte al transporte de datos en la planta industrial de Alóag. Se considerarán cuatro aspectos relevantes: cableado horizontal, cableado vertical, cuartos de equipos y cuarto de telecomunicaciones.

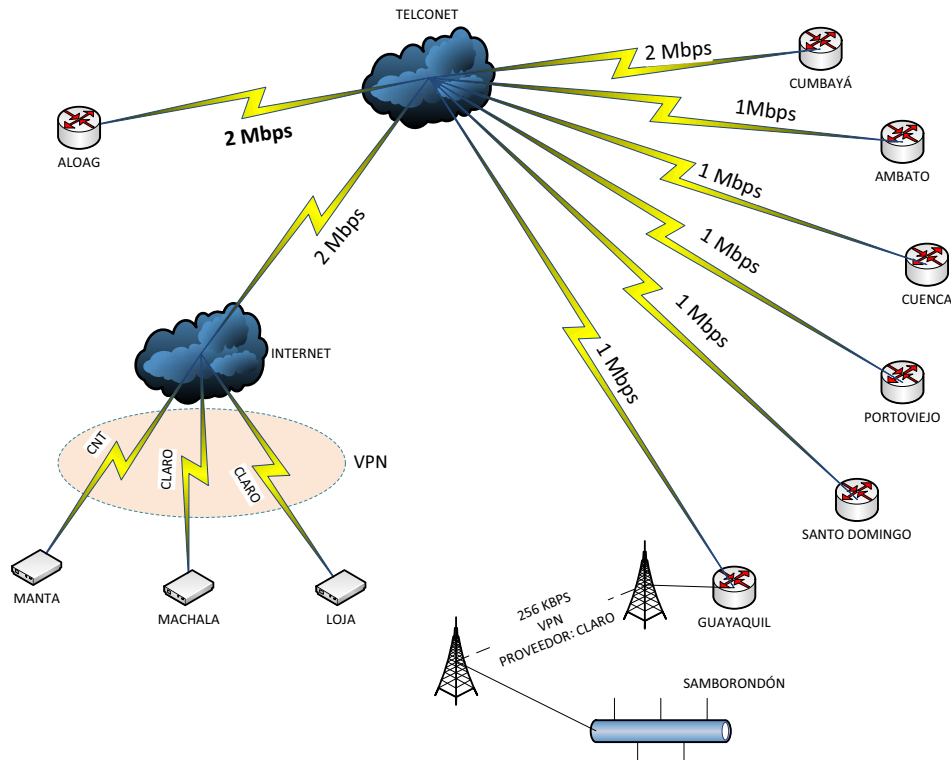


Figura 2.8 Esquema de interconexión con sucursales de ADELCA.

2.3.5.1 Cableado Horizontal

Por la extensión de la planta, se han definido varias secciones de cableado horizontal, con el afán de respetar la norma y no sobrepasar la distancia máxima permitida, debido a que en la mayor parte de secciones de la planta, se genera alto nivel de ruido industrial que podría llegar a ser perjudicial para el sistema de comunicaciones como tal.

Se tiene presencia de cobre únicamente en las áreas finales desde donde se da servicio a las estaciones de trabajo. En este sentido, se deben distinguir las siguientes zonas de acuerdo a su ubicación física:

Como se observa en la figura 2.7 las áreas en las que se concentra la mayor parte de usuarios del sistema de comunicaciones se encuentran en Administración y la Dirección Técnica de Laminados, aunque también se hallan

dispersos en menor porcentaje en las demás áreas. Por tal motivo, se detallarán esas secciones, y las restantes se mencionarán brevemente.

TREFILADOS	Dirección Técnica
	Talleres de Mantenimiento
LAMINADOS	Dirección Técnica
	Talleres de mantenimiento
	Bodega
	Nave de Producción
DESPACHOS	Despachos Chatarra
	Logística
ACERÍA	Dirección Técnica
	Calidad
	Subestación Eléctrica
	Planta de oxígeno INDURA
GESTIÓN INTEGRAL	Departamento de Gestión Integral
ADMINISTRACIÓN	Varios departamentos

Tabla 2.6 Zonas de cableado.

En la Dirección Técnica de Laminados se dispone de varias oficinas que acogen múltiples usuarios de la red de datos. La figura 2.9 muestra el plano de esta área de la empresa con el fin de ubicar el número de puntos de voz y datos dispuestos en esa zona.

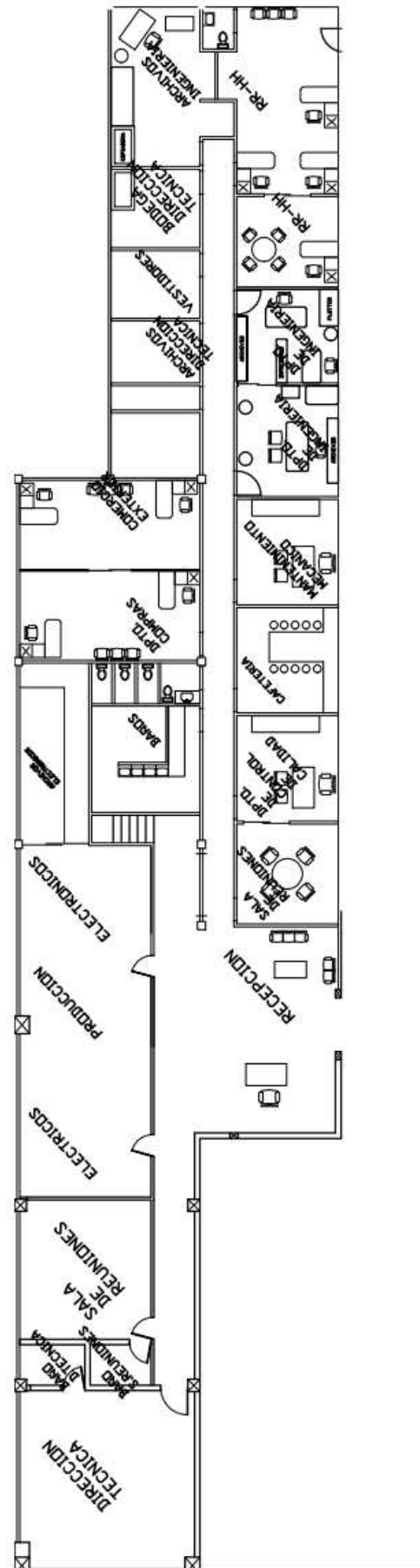


Figura 2.9 Disposición de oficinas en la Dirección Técnica de Laminados.

El área de la Dirección Técnica de Laminados es de 300 m² en la que se hallan dispuestos 17 espacios, entre salas de reuniones y oficinas; en estas áreas se hallan los puntos de voz y datos que se especifican en la tabla 2.7.

OFICINA	PUNTOS DE VOZ	PUNTOS DE DATOS
Dirección Técnica	2	4
Sala de reuniones 1	2	8
Mantenimiento eléctrico	1	4
Producción	4	6
Mantenimiento electrónico	1	4
Recepción	3	4
Sala de reuniones 2	1	6
Calidad	1	4
Archivo Dirección Técnica	0	2
Mantenimiento mecánico	1	4
Compras	4	8
Comercio exterior	6	10
Ingeniería Industrial	2	4
Bodega Dirección Técnica	1	2
Archivo Ing. Industrial	1	2
RR HH	7	10
Total	37	82

Tabla 2.7 Puntos de voz y datos en la Dirección Técnica Laminados.

Para llegar a cada uno de los puntos antes indicados, se dispone de un rack de 9U que contiene dos switches de 48 puntos, los puntos restantes se han dejado temporalmente sin conexión (los puntos indicados en la tabla precedente corresponden a las salidas en cada área de trabajo, no todos se hallan conectados actualmente) con el fin de considerar la tasa de crecimiento que podría demandar en el futuro.

El cableado de esta área es llevado a través de bandejas de 24 pies de longitud, con un ancho y un alto de 24 y 4 pulgadas respectivamente, cada una lleva 40 cables, éstas viajan por encima del techo falso del que dispone el área.

Adicionalmente, para los bajantes desde el techo hasta el área de trabajo correspondiente se dispone de canaletas decorativas de 40x40 mm y 32x12 mm.

En las áreas de trabajo se tiene al menos 2 tomas de propósito general que, de acuerdo a las necesidades, sirven para voz y datos o solo para datos. El detalle de la disposición de estos puntos se encuentra especificado en el Anexo 2: Plano de cableado horizontal del área de la Dirección Técnica de Laminados.

En cuanto al medio de transmisión, para este sector se ha utilizado cable UTP Cat 5e, y la conectorización está implementada con RJ-45 para los patch cords, jacks Cat 5e para las tomas de pared, y patch panels en el rack de comunicaciones de esta área.

Otro sector importante que cabe analizar dentro de la planta de ADELCA es la zona administrativa de la empresa que contiene una carga importante de puntos de voz y datos dentro del sistema de cableado. La Figura 2.10 muestra esta área y la disposición de las oficinas.

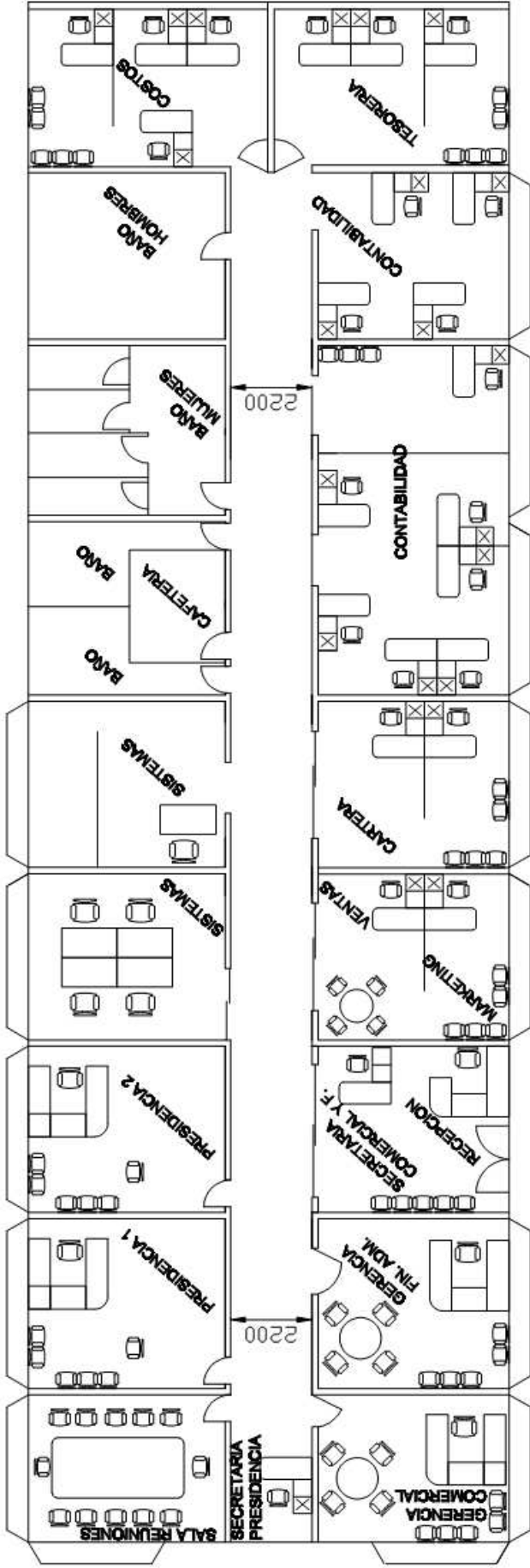


Figura 2.10 Disposición de oficinas en el área Administrativa.

En el área administrativa se encuentran dispuestos 14 espacios en los que operan varios departamentos de la empresa. La concentración de personal en este sector, en cuanto a utilización de equipos computacionales y servicios de red, es del 45% del personal de la planta, por lo que es importante analizar el cableado horizontal de esta área. La tabla 2.8 especifica los puntos de voz y datos de esta área.

OFICINA	PUNTOS DE VOZ	PUNTOS DE DATOS
Sala de reuniones	2	10
Gerencia comercial	1	4
Secretaría presidencia	1	1
Gerencia Financiera	1	4
Presidencia 1	1	4
Presidencia 2	1	4
Recepción	3	2
Sistemas	6	6
Marketing	3	4
Cartera	4	6
Contabilidad	8	16
Tesorería	4	10
Costos	4	8
Logística	1	1
Total	40	80

Tabla 2.8 Puntos de voz y datos en Administración.

El rack principal de esta área se encuentra ubicado en el Departamento de Sistemas; en este lugar existe un Rack principal de 27 U el cual contiene 2 switches de 48 puertos a los cuales se conectan los usuarios de esta zona; adicionalmente a estos switches llega el cableado vertical que se detallará más adelante. En dicho rack se cuenta también con los patch panels correspondientes cat. 5e, y los patch cords con conectores RJ-45.

En cuanto al enrutamiento del cable para llegar a las correspondientes áreas de trabajo, se lo hace a través de techo falso sobre el cual viajan bandejas de 24 pies de longitud, con un ancho y un alto de 24 y 4 pulgadas respectivamente, cada una lleva 40 cables. Adicionalmente, para los bajantes a los puntos finales, se cuenta con canaletas decorativas de 32X12 mm.

En los puntos finales se han instalado jacks RJ-45 cat. 5e para los puntos de voz y datos, y patch cords UTP cat. 5e para permitir la conexión entre los dispositivos finales y su correspondiente salida de voz/datos.

El detalle de la ubicación de los puntos de voz y datos, así como el enrutamiento del cableado a través de las áreas se especifica en el Anexo 3: Plano de cableado horizontal del área Administrativa.

2.3.5.2 Cableado Vertical

La interconexión entre cuartos de telecomunicaciones y cuarto principal de equipos se lleva a cabo a través de fibra óptica debido principalmente a las distancias existentes entre esos puntos y al ruido electromagnético generado por la maquinaria de producción en ciertas áreas de la Planta.

El cuarto de equipos se encuentra ubicado en el edificio administrativo, concretamente en el Departamento de Sistemas; a esa área confluyen todos los enlaces de fibra, cobre y radio existentes en la planta, ya que en ese lugar se hallan localizados los switches principales que conmutan el tráfico general de la planta. Adicionalmente, también se localizan los equipos servidores de infraestructura y aplicaciones.

La tabla 2.9 muestra el tendido actual de fibra óptica existente en la planta, considerando parámetros de distancia, tipo de fibra y número de hilos. Adicionalmente, en la figura 2.3 Esquema físico de interconexión en la planta de ADELCA, se puede observar la interconexión con fibra existente.

En cuanto a la conexión y enrutamiento del cableado vertical, toda la fibra óptica viaja de manera subterránea en ductos que llevan desde 4 hasta 10 fibras, dependiendo del sitio. Se ha utilizado conectores ST-SC y transceivers para acoplar la red de fibra y cobre en los puntos en donde no existen switches de ese estilo. Para el caso concreto de los switches centrales, los enlaces de up-link

tienen la capacidad de soportar fibra óptica con una capacidad de transmisión de 1 Gbps.

Tipo de F.O.	Punto inicial	Punto final	Distancia [m]	Hilos
Multimodo 62,5/125	D.T. Laminados	Of. Sistemas	110	4
Multimodo 62,5/125	Of. Sistemas	Of Acería	285	6
Multimodo 62,5/125	Of. Acería	Subestación	45	6
Multimodo 62,5/125	Of. Acería	Bodega Acería	76	4
Multimodo 62,5/125	D.T. Laminados	Tren laminación	96	4
Multimodo 62,5/125	Of Sistemas	Trefilados	270	6
Multimodo 62,5/125	Trefilados	Gestión Integral	160	6

Tabla 2.9 Interconexión de fibra óptica para el cableado vertical.

2.3.5.3 Cuarto de Telecomunicaciones

Esta área corresponde al lugar en el que se ubican los racks de comunicaciones que concentran el cableado horizontal de cada sector anteriormente definido. En ADELCA, no se define un cuarto como tal, sino más bien se dispone de gabinetes cerrados que dan cabida a los equipos activos y pasivos que interconectan la red de datos de la compañía.

En esta sección se detallan los racks que están actualmente operativos dentro del esquema de cableado de la empresa, además de un esquema de disposición física de los equipos en cada uno.

Los racks principales se encuentran ubicados en lugares estratégicos de la planta, con la finalidad de cubrir la mayor parte de los puntos en los que el servicio es requerido. Estos sitios son: Dirección Técnica de Laminados, Cabina del Horno de Laminados, Bodega Laminados, planta baja de Acería, Dirección Técnica de Trefilados y Departamento de Gestión Integral.

En la Dirección Técnica Laminados se encuentra localizado un rack en el cual se hallan dos switches Cisco Catalyst 2950 Series de 48 puertos. Adicionalmente, se cuenta con los correspondientes patch panels, distribuidos de la misma manera. A este rack adicionalmente llega fibra óptica desde el cuarto principal de sistemas, la cual se interconecta con esta área a través de un transceiver TPLink MC-100CM. Finalmente, en este rack se cuenta con la regleta correspondiente para alimentación de los equipos. El tamaño de este rack es 9 U.

La figura 2.11 presenta el esquema del rack de la Dirección Técnica de Laminados y de los equipos que allí se encuentran.

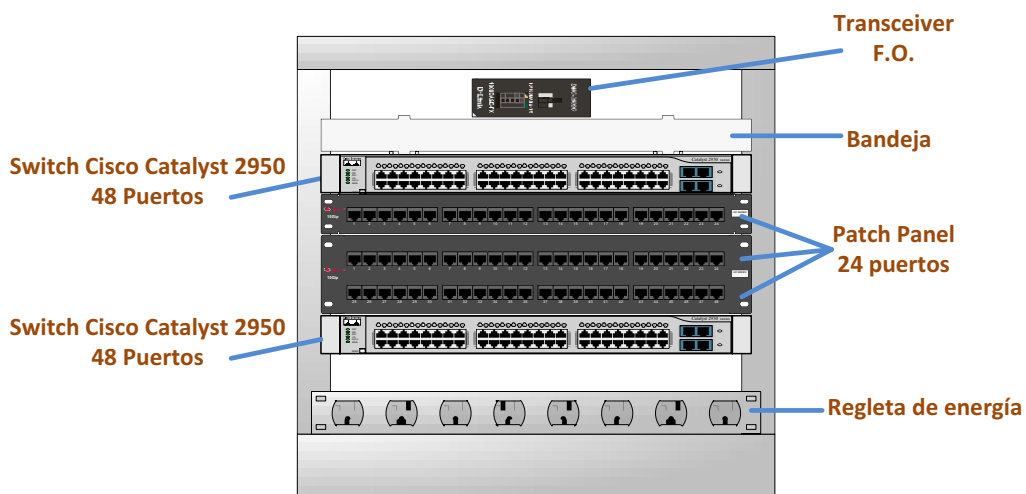


Figura 2.11 Rack Dirección Técnica Laminados.

Otro rack importante que vale la pena detallar es el que se encuentra ubicado en la cabina del Horno de Laminados, desde donde sale todo el cableado que se dirige hacia los puntos de trabajo de los talleres ubicados dentro de la planta de Laminados; este rack se encuentra interconectado con el rack principal de la Dirección Técnica de Laminados (descrito anteriormente) a través de cable UTP. En este bastidor se halla un switch de 16 puertos, un patch panel y una regleta de alimentación eléctrica para dichos equipos.

La figura 2.12 muestra el esquema de disposición de equipos dentro del rack antes mencionado.

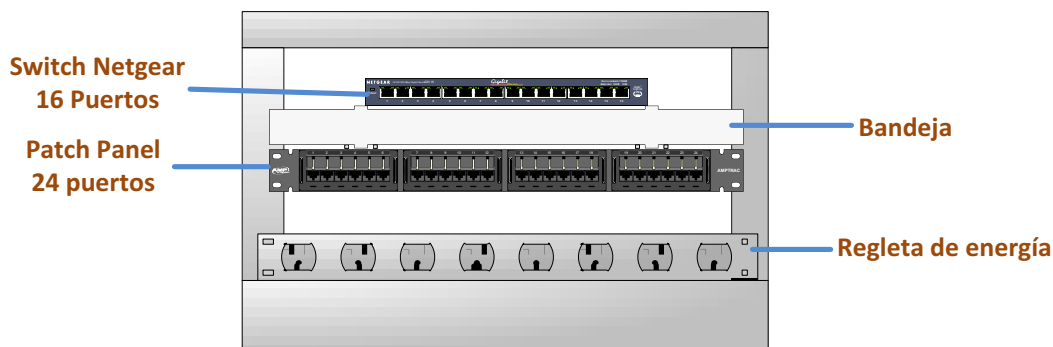


Figura 2.12 Rack Horno Laminados.

Debido a la extensión de la planta de Laminados, fue necesario colocar un tercer rack de comunicaciones ubicado en el ala norte del tren de laminación. En este lugar se dispone de un switch pequeño de 16 puertos el cual permite conectar a la red a todos los usuarios ubicados en las oficinas localizadas en ese sector.

La Figura 2.13 muestra la disposición de equipos dentro de este rack, cuya dimensión es de 8U.

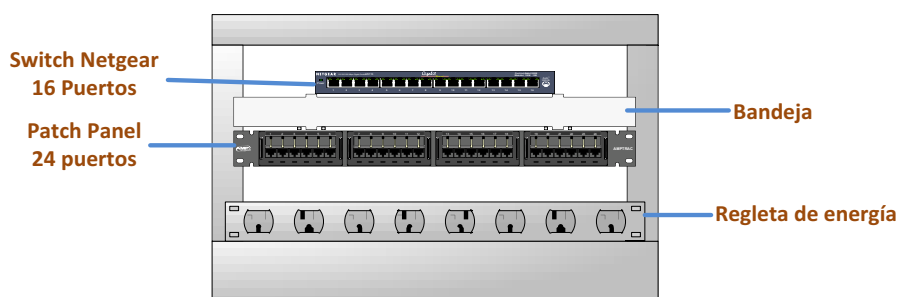


Figura 2.13 Rack Bodega Laminados.

Hasta el momento se han descrito los elementos de interconexión localizados en la planta de Laminados, y que dan servicio a este sector de la empresa. A

continuación, se describirá lo referente a los racks ubicados en la planta de Acería. En este lugar, concretamente se hallan dos racks: uno en la planta baja junto a la bodega, y otro ubicado en la Dirección Técnica.

El primero contiene un switch Netgear de 16 puertos con su correspondiente patch panel de 24 puertos y brinda servicio a los talleres de mantenimiento y a la bodega de la Acería; adicionalmente, este equipo se interconecta con fibra óptica con el cuarto de equipos de sistemas, con un doble enlace de fibra óptica con el switch ubicado en la Dirección Técnica de la Acería y con un enlace de fibra con el área de subestación eléctrica. La Figura 2.14 esquematiza el rack de comunicaciones de la planta baja descrito anteriormente.

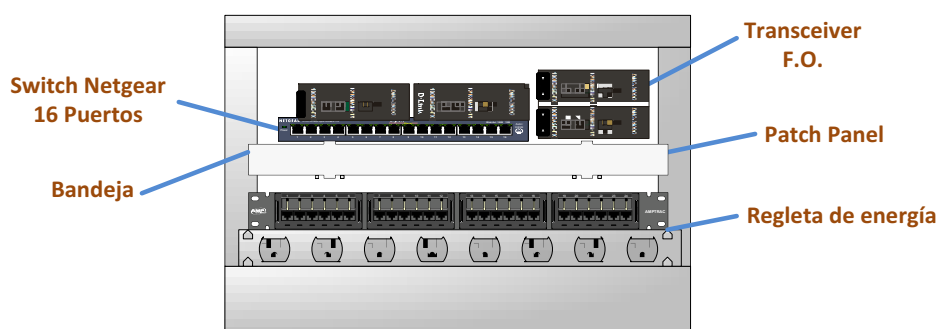


Figura 2.14 Rack planta baja Acería (bodega).

El Rack ubicado también en la Acería, concretamente en la Dirección Técnica, contiene un equipo de conmutación Netgear de 16 puertos el cual conecta a los usuarios de la Dirección Técnica a la red corporativa a través de un doble enlace de fibra óptica con el switch ubicado en la planta baja de Acería.

Adicionalmente, en ese mismo gabinete se encuentra el patch panel correspondiente, así como la regleta de conexión eléctrica.

La figura 2.15 presenta un esquema detallado del rack descrito en el párrafo anterior.

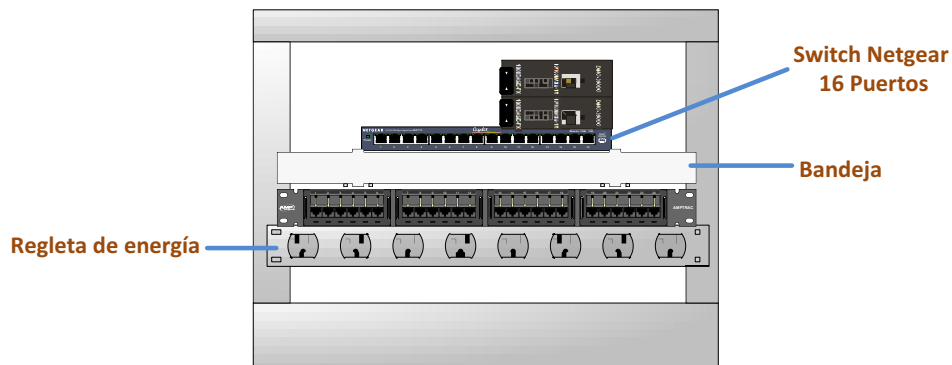


Figura 2.15 Rack Dirección Técnica Acería.

En la planta de Trefilados, ubicada en el sector occidental de la empresa, existe otro cuarto de telecomunicaciones importante que contiene un switch que se interconecta directamente con el switch principal de Sistemas a través del cableado de fibra óptica; de la misma manera, este equipo sirve de intermediario para la conexión con el departamento de Gestión Integral, el cual se enlaza también a través de fibra, cerrando la interconexión entre todas las dependencias de la empresa. En este gabinete se encuentra un switch Ethernet NetGear de 24 puertos, su correspondiente patch panel también de 24 puertos, y adicionalmente se tienen dos patch panels de fibra óptica de 12 puertos cada uno. En este rack también se han ubicado dos transceivers: el primero para el acople opto-eléctrico del enlace proveniente del switch principal de Sistemas, y el segundo con el mismo propósito, pero para el enlace con el departamento de gestión Integral; adicionalmente, en este gabinete también se encuentra un Access-point para acceso inalámbrico a la red por parte del personal que labora en esa área. La figura 2.16 esquematiza el gabinete antes descrito.

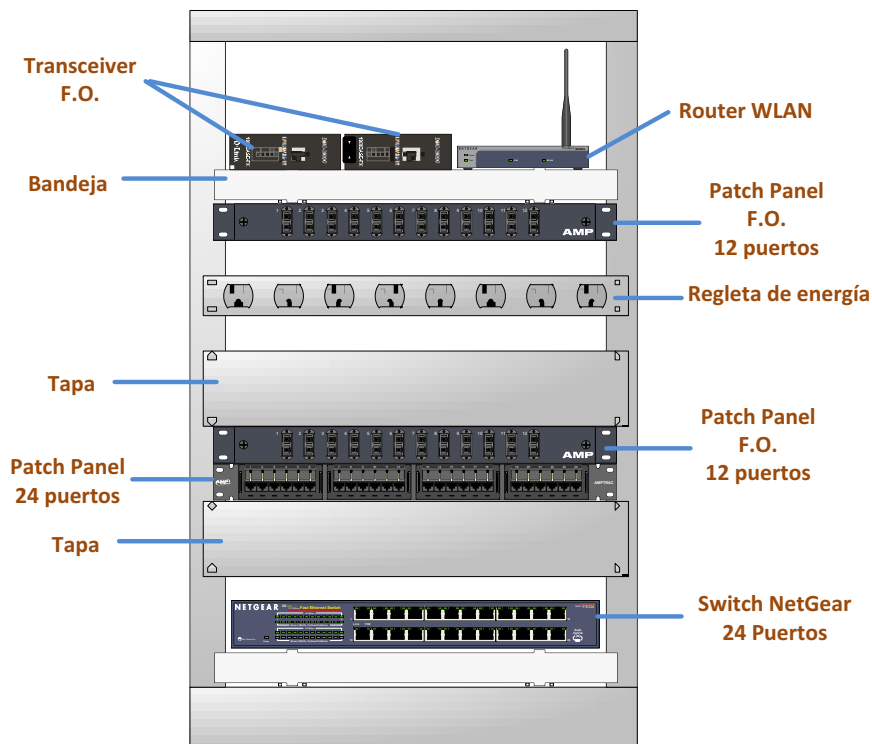


Figura 2.16 Rack Dirección Técnica Trefilados

Finalmente en el departamento de Gestión Integral se encuentra un gabinete similar a los descritos anteriormente, en el que se encuentran instalados un switch D-Link de 24 puertos, dos patch panels de 24 puertos cada uno, un patch panel de fibra óptica de 12 puertos y el correspondiente transceiver que se enlaza directamente con el equipo localizado en la planta de Trefilados a través de un enlace de fibra óptica; este switch permite interconectar a todos los usuarios del departamento a la red de datos de la compañía. La figura 2.17 muestra la disposición de los equipos en el rack descrito.

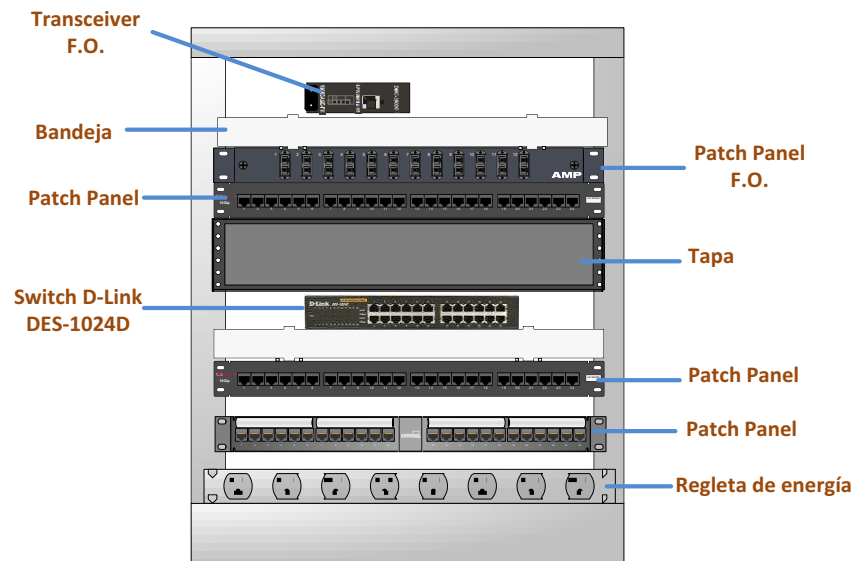


Figura 2.17 Rack del departamento de Gestión Integral.

2.3.5.4 Cuarto de Equipos

Como se había mencionado en puntos anteriores, el esquema de cableado estructurado de toda la planta confluye en un cuarto de equipos en el que se hallan los switches, routers, servidores, central telefónica y UPS. Este espacio del sistema de comunicaciones de la planta es uno de los más importantes por la cantidad de equipos que alberga y también por el nivel de importancia de los mismos.

En este espacio se deben distinguir tres tipos de armarios: el que alberga todos los equipos activos de red (routers, switches, transceivers y patch panels), rack de servidores, y rack de la central telefónica. En esta sección se analiza los dos primeros, ya que lo referente a telefonía se tratará en detalle más adelante en este capítulo.

Por la cantidad de equipos que se encuentran en esta habitación, se ha dimensionado un sistema de aire acondicionado de precisión que permita mantener una temperatura promedio de 10°C con el fin de evitar

sobrecalentamientos y fallas críticas en los servidores y equipos de comunicaciones.

Adicionalmente, la empresa cuenta con un sistema de UPS con una autonomía de 30 minutos que permite brindar contingencia en caso de falta de energía eléctrica. A este sistema se hallan conectados todos los servidores, central telefónica y equipos de comunicaciones; a su vez, el sistema de UPS se halla conectado a un circuito independiente tomado de uno de los transformadores de la planta. En el cuarto de Telecomunicaciones se cuenta con una toma adicional de backup la cual se halla disponible desde otro transformador, de tal manera que si la primera falla, el UPS se conecte a este respaldo de acuerdo a los procedimientos y directrices de contingencia dictaminadas por el Departamento de Sistemas de la compañía.

La confluencia de cables desde la planta hacia el cuarto de Telecomunicaciones se lleva a cabo a través de ductería subterránea en la mayoría de casos. Ya dentro del edificio administrativo, el tendido de cable hacia los equipos centrales es enrutado a través de bandejas sobre techo falso para de esta manera llegar a los equipos centrales.

El rack que contiene el equipamiento activo de comunicaciones se esquematiza en la figura 2.18.

Este gabinete es el más grande de todos (27U), dado que contiene gran cantidad de equipos. De la figura anterior se observa la disposición del equipamiento activo de red que interconecta toda la red de la empresa, teniendo así los equipos que se mencionan a continuación:

- 2 patch pannels de fibra óptica de 12 puertos cada uno.
- 5 Transceivers D-Link DMC-300SC.
- 4 patch pannels de cobre de 24 puertos cada uno.
- 2 switches Huawei 3900 series.

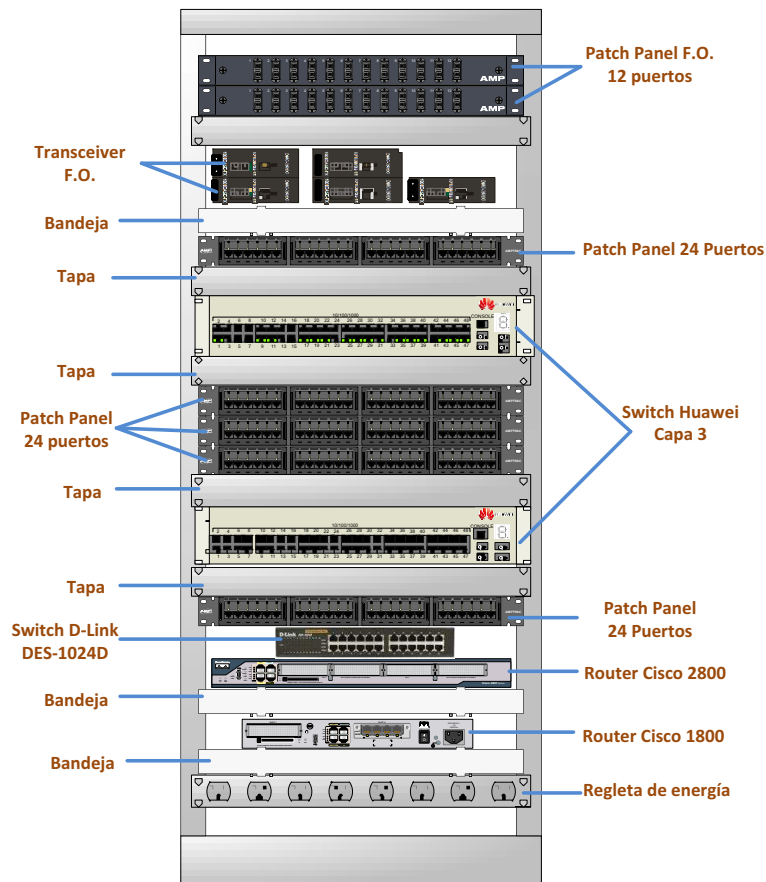


Figura 2.18 Rack principal del cuarto de equipos.

- 1 switch D-Link DES-1024D.
- 1 Router Cisco 1800 Series para salida a Internet.
- 1 Router Cisco 800 Series para interconexión con sucursales.
- 1 regleta de 8 tomas para alimentación eléctrica.

En cuanto al gabinete de servidores, se dispone de tres racks cada uno de 46U los cuales dan cabida a los equipos descritos en la tabla 2.2. Esto se puede ver en la figura 2.19.

En la parte inferior del gabinete derecho se encuentra ubicado el servidor de BaaN, ocupando 18 U debido a sus dimensiones. Este equipo es el más crítico de la granja de servidores por lo que tiene redundancia de disco duro y de fuente de

poder a nivel de hardware; actualmente este equipo opera al máximo de sus capacidades por lo que en un futuro cercano este servidor será migrado a uno de los blades que la empresa adquirió con el fin de mejorar el desempeño del servicio.

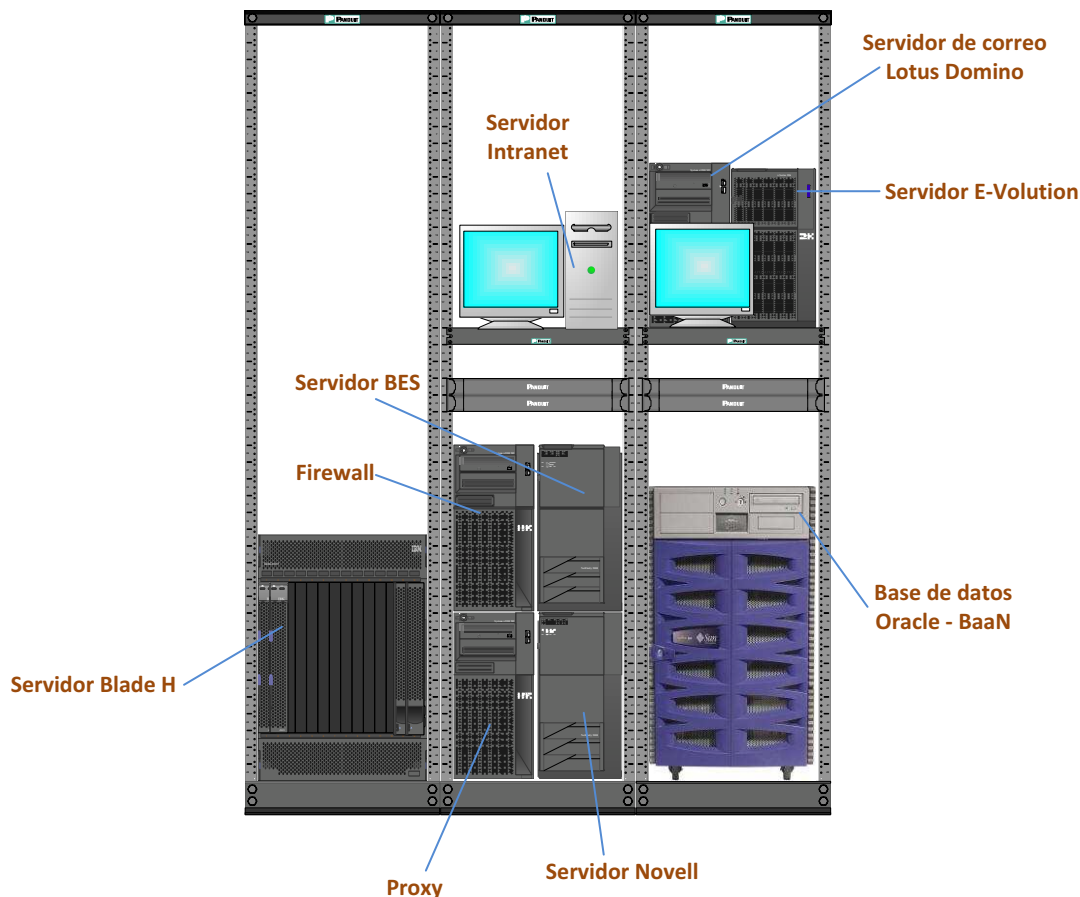


Figura 2.19 Gabinete de servidores.

En la parte superior del gabinete derecho se tiene un monitor para visualizar los tres servidores contenidos en ese gabinete a través de un KVM²⁹ que se encuentra localizado sobre el monitor. También se encuentran ubicados dos servidores IBM: el de la izquierda que contiene el servicio de correo Lotus Domino 6.5 cuyo modelo de equipo es X3200 M2, y junto a éste, se halla otro equipo que da soporte al servicio de gestión de recursos humanos EVOLUTION, cuyo modelo es X206.

²⁹ KVM dispositivo concentrador-conmutador de video, teclado y mouse para visualización de varios equipos a través de un solo conjunto de entrada/salida

El gabinete central de la figura contiene en cambio 4 servidores IBM en la parte inferior y un quinto genérico. En la parte inferior derecha se tiene un IBM NetFinity 5000 que contiene el servicio de Novell utilizado para inventario interno; junto a éste se encuentra otro equipo IBM X3200 M2 y está utilizado para el servicio de proxy. En la parte superior derecha de este bloque se halla un equipo IBM NetFinity5000 en el que se halla el servidor secundario de correo junto con la aplicación de Blackberry para descarga de correo en estos dispositivos. Finalmente, en la parte superior izquierda se halla otro System X3200 M2 en el cual se encuentra el Firewall corporativo.

En la parte superior del gabinete central se encuentra otro monitor con su correspondiente mouse y teclado junto con el KVM, y junto a estos dispositivos se halla un último servidor en el cual se encuentra la Intranet³⁰; este equipo es genérico.

Finalmente, en el tercer gabinete se halla un Bladecenter H con capacidad para 14 cuchillas, de las cuales únicamente se hallan utilizadas dos cuchillas: un JS22 y un JS23 correspondientemente.

2.3.6 ANÁLISIS DE INFRAESTRUCTURA, SERVICIOS Y EQUIPOS

En relación a lo mencionado en la sección 2.3, se presentan a continuación las consideraciones referentes al estado actual de la infraestructura de comunicaciones, servicios de red y equipos de usuario final para ADELCA-ALOAG.

Los equipos utilizados en gran parte de la infraestructura de comunicaciones de ADELCA están mal dimensionados y no brindan flexibilidad alguna para implementar configuraciones que permitan incrementar el desempeño del sistema. Los equipos a los que se hace referencia se orientan en la mayoría de

³⁰ En el contexto de la empresa, se denomina Intranet al servidor web que contiene la página interna de la empresa, orientada a brindar servicios informativos y de enlace a otros sitios web para los empleados y colaboradores de ADELCA; el servidor al que se hace mención de ninguna manera contiene todos los servicios aplicaciones que una Intranet demanda.

los casos a brindar soluciones de red en ambientes domésticos por lo que satisfacen únicamente el requerimiento de conectividad en detrimento del desempeño por lo que debería considerarse una reestructuración del esquema actual de conectividad.

La ubicación de los equipos es otro problema que se debe combatir ya que en algunas áreas (principalmente en las plantas) estos se hallan expuestos a situaciones agrestes que deterioran rápidamente los equipos. En esas áreas específicas debe considerarse reemplazar el equipamiento actual por soluciones orientadas a ambientes industriales que incluyan protecciones contra calor y ruido industrial.

En relación a los servicios de infraestructura, se ha determinado que la seguridad perimetral debe incrementarse, en especial lo referente al acceso externo al correo electrónico ya que a través de ese servicio se expone toda la red hacia afuera; por este motivo, se considera importante implementar una DMZ para controlar el tráfico proveniente desde fuera hacia la red corporativa.

Actualmente la red de ADELCA no cuenta con un directorio ni con un sistema de control por directivas que permitan restringir el uso de los recursos en los terminales de los clientes y que se oriente al cumplimiento de la política de seguridad de la compañía. En este sentido, se considera implementar Active Directory de Microsoft basado en aplicación de directivas para el control de recursos y permisos para los usuarios finales.

El sistema de correo de la empresa (basado en Lotus) es una solución que debería optimizarse. LOTUS es una herramienta muy potente cuyas funcionalidades podrían aprovecharse para brindar herramientas de colaboración a los empleados de la compañía. Debería considerarse implementar WORKFLOWS para dar soporte a las diferentes áreas de la empresa.

El servicio DNS debe migrarse a una solución Windows Server, en especial si se acoge la implementación de Active Directory ya que si bien Microsoft sostiene que esta solución puede convivir con DNS basado en Linux, en la práctica esta

coexistencia genera problemas, en especial cuando se manejan directivas y objetos de control dentro del dominio.

Se debe considerar evaluar el tiempo de vida útil del equipamiento ya que se detectó que a nivel de infraestructura y de servidores existen equipos que sobrepasan los siete años de operación. No se considera recomendable mantener equipos por tanto tiempo desde el punto de vista financiero y, menos aún desde el punto de vista técnico ya que esto trae como consecuencia la degradación de los servicios.

Como se había señalado en páginas anteriores, el equipamiento de usuario final en ADELCA tiene ciertas deficiencias que deben considerarse para mejora; al igual que para el equipamiento de infraestructura y los servidores, se debe revisar y ajustar el tiempo de vida útil que se está considerando actualmente para los equipos terminales de usuario ya que hubo hallazgos de máquinas que superan los diez años de uso; tener equipos de esta naturaleza trae como consecuencia una percepción de degradación de servicio desde el lado del usuario y, paralelamente, una pérdida de productividad ya que el personal no cuenta con las herramientas adecuadas para realizar su trabajo. Por otra parte, estos equipos no cuentan con las capacidades adecuadas para dar soporte a las aplicaciones que actualmente se manejan ya que estas demandan cada vez más recursos para su correcto funcionamiento. De igual manera, muchos de los sistemas operativos que se manejan son obsoletos, por lo que han perdido el soporte del fabricante, y la compatibilidad con muchas aplicaciones.

Se evidenció también que los mecanismos de control para gestionar los recursos de los equipos finales de usuario son muy básicos en el sentido de que muchos de los usuarios los violentan fácilmente y transgreden las políticas de uso informático de la empresa. Por este motivo se considera importante implementar mecanismos que generen un verdadero control sobre estos recursos de tal manera que solo el Departamento de Sistemas tenga potestad sobre los recursos computacionales de la empresa.

Para incurrir en la configuración de nuevos servicios (Active Directory por ejemplo), es importante tener en cuenta que se debe revisar (y de ser necesario adquirir) las correspondientes licencias de los servicios así como también las de acceso de cliente (CAL) de tal manera que se tenga en regla lo referente a licenciamiento para evitar contratiempos en caso de tener una auditoría de uso de software. También debe considerarse como requisito mínimo el tener Windows XP sobre las estaciones de trabajo, de tal manera que se garantice la compatibilidad total con los nuevos servicios que se desee instalar.

En lo relacionado al direccionamiento, la LAN de ADELCA-Alóag cuenta con un segmento de red con máscara de 24 bits, es decir que puede albergar hasta 254 direcciones IP. Esto con el paso del tiempo ha generado un conflicto en el sentido de que el direccionamiento disponible se ha ido acortando paulatinamente, hasta llegar a ser inmanejable si se considera el crecimiento que ha tenido la red en los últimos cinco años (únicamente se tienen 2 direcciones libres). Considerando lo antes mencionado, se deben manejar alternativas que permitan mejorar esta condición.

El cableado estructurado utilizado en la planta de Alóag utiliza fibra óptica para las secciones verticales y par trenzado de cobre para las horizontales; en las áreas de producción el cable UTP viaja descubierto por espacios con condiciones de alta temperatura y ruido industrial lo cual genera problemas en las comunicaciones; en este sentido debe considerarse rutas alternativas para el tendido de cable, o en su defecto, colocar protecciones de cableado para ambientes industriales. Otro inconveniente que se evidenció en todo el tendido de la LAN de Alóag fue la no existencia de nomenclatura en las salidas de datos ni en sus correspondientes cables lo cual dificulta enormemente la administración

2.4 ANÁLISIS DE TRÁFICO

En esta sección se describen los procedimientos y resultados obtenidos luego de la ejecución de software de captura en la red corporativa de la empresa. Se deben distinguir dos etapas de análisis: la primera referente al canal interno de la planta

de Alóag (segmento LAN), y la otra referente a la ocupación de los canales de interconexión con sucursales y salida a Internet (segmento WAN). En base a los resultados obtenidos en esta etapa se planeará las soluciones de optimización que se expondrán en el tercer capítulo de este proyecto, así como las conclusiones correspondientes que se detallarán en el último capítulo.

2.4.1 ANÁLISIS EN EL SEGMENTO LAN

Para la obtención de datos dentro de la red de la planta de Alóag se planificó un procedimiento de ejecución de software de captura durante un período de tiempo con el fin de determinar datos referentes a volumen de paquetes transferidos, velocidad utilizada, protocolos y aplicaciones de mayor demanda y número de hosts conectados a la red. En este sentido, se analizó la posibilidad de utilizar varios paquetes de análisis disponibles como por ejemplo: LookAtLan, Wireshark, Nagios, PRTG, entre otros similares. Sin embargo, luego de hacer varias pruebas con los anteriores se los fue descartando debido a que no se ajustaron a requerimientos y políticas de la empresa. En el caso de Nagios, PRTG y LookAtLAN el obstáculo encontrado fue que para obtener resultados significativos se debía contar con agentes SNMP activos en los dispositivos y equipos de la LAN (lo cual no está permitido por políticas de seguridad y también porque muchos de los equipos no cuentan con esa prestación); por otra parte, Wireshark constituye un analizador de protocolos que no permite obtener datos referentes a tasas de transferencia o número de usuarios, por lo que tampoco se ajustó a los requisitos mínimos planteados para este análisis. Otro obstáculo, concretamente con PRTG fue el hecho de que este analizador es de licencia propietaria por lo que fue imposible utilizarlo en ambientes en producción debido a aspectos legales de derecho de autor.

En base a lo anterior, fue necesario buscar una herramienta de software libre que permitiera obtener los datos necesarios para el procedimiento de análisis. Las herramientas más idóneas encontradas son: ntop y fing, ambas opensource.

Ntop es una herramienta de software libre que permite monitorizar en tiempo real los usuarios y aplicaciones que están consumiendo recursos de red en un instante concreto, permitiendo así al administrador determinar una línea base que le permita visualizar el comportamiento de la red y los posibles problemas que pudieran presentarse en la misma. Esta herramienta está disponible tanto para Linux como para Windows, y es muy versátil en cuanto a la visualización de resultados dado que cuenta con una interfaz web que se muestra en cualquier explorador. Para que esta interfaz funcione, ntop incluye un servidor web el cual abre el puerto 3000 para que los usuarios puedan ingresar a través de http.

Fing es una herramienta sencilla de software libre que utiliza las opciones de NMap (parte de Linux para descubrimiento y monitoreo de redes) para el descubrimiento de hosts, direcciones IP y direcciones MAC conectadas a la LAN. Está disponible para Windows y Linux ajustándose así a los requerimientos del usuario. Esta herramienta se utilizó para hacer un barrido de máquinas conectadas a la red, y obtener el direccionamiento MAC e IP de las mismas para contrastarlo con los datos devueltos por NTOP.

Para el monitoreo a través de ntop, se instaló la herramienta en el servidor de intranet sobre Debian. La visualización de resultados se descargó diariamente a través de la interfaz web en un computador remoto. La tabla 2.10 resume el procedimiento de análisis con ntop.

Herramienta utilizada	NTOP
Datos recogidos	Paquetes recibidos, aplicaciones y protocolos utilizados, número de hosts conectados a la red.
Tiempo de ejecución	15 días
Frecuencia de toma de datos	Diaria
Segmento analizado	LAN Alóag

Tabla 2.10 Resumen de procedimiento de análisis con Ntop.

A continuación se presentan las tablas correspondientes al análisis de tráfico en cuanto a paquetes procesados durante los 15 días de ejecución (12 de agosto al 28 de agosto de 2010).

Fecha	Paquetes procesados	Unicast	Broadcast	Multicast	TCP [Mbytes]	UDP [Mbytes]	ICMP [Kbytes]	IGMP [Mbytes]
Jueves 12	1743318	439987	1078097	225234	41,4	131,8	22,5	1,7
Viernes 13	6977334	2656524	3489104	830700	165	359	96,7	3,8
Sábado 14	1911900	100550	1372345	513320	287	235	93	3,1
Domingo 15	1743120	439500	1234231	220127	35,4	118,8	18,5	0,8
Lunes 16	8739121	3454393	4194117	1040311	529,3	416,1	144,3	6,4
Martes 17	4311967	1926045	1872442	513480	297,3	245,2	73,4	3,1
Miércoles 18	4981463	2096538	2262035	622890	319,1	293,3	104,8	3,7
Jueves 19	6892487	2599219	3470942	822326	383,2	407,6	136,1	5,7
Viernes 20	6977434	2656882	3489480	831072	393	410,1	136,4	5,7
Sábado 21	4311900	192550	1872345	513320	287	235	93	3,1
Domingo 22	1743150	439800	1000000	225087	39,4	129,8	20,5	0,5
Lunes 23	8839221	3454393	4294217	1090611	629,3	516,1	164,7	7
Martes 24	6877434	2556882	3370942	812326	373,2	397,5	126,1	4,7
Miércoles 25	2954879	1096538	1262035	522890	309,1	283,3	94,8	3,7
Jueves 26	6892400	2599175	3470880	822275	300	350,4	91,4	3,7
Viernes 27	6977350	2656764	3489378	831000	300	395	95	5,7
Sábado 28	4311995	192610	1872410	513415	310	243	100	3,4

Tabla 2.11 Paquetes procesados en la LAN de ADELCA.

La tabla 2.11 presenta los datos de paquetes transferidos en la red interna de ADELCA, permitiendo visualizar el tráfico Unicast, Broadcast y Multicast así como datos referentes a protocolos de la capa transporte (TCP y UDP) y también otros protocolos como IGMP³¹ e ICMP³².

En lo que se refiere al tráfico broadcast, se puede mencionar que en las fechas analizadas, siempre este tipo de tráfico ha sido superior con respecto al tráfico

³¹ IGMP: Internet Group Message Protocol

³² ICMP: Internet Control Message Protocol

tanto multicast como unicast. Esto debido a que existen protocolos que hacen uso de este esquema de transmisión y que son de uso común y constante, no solo por las aplicaciones que usan los usuarios, sino también por los equipos de comunicaciones de la red de área local. Ejemplos de protocolos que funcionan bajo el esquema broadcast son DHCP, ARP. Es importante considerar una segmentación de los dominios de broadcast lo cual se logra a través de VLANs o delimitándolos con dispositivos de capa tres. Sin embargo con el equipamiento actual no se puede implementar la primera alternativa ya que por ser equipos bastante básicos no soportan administración ni 802.1q.

En lo referente al tráfico multicast, se puede recalcar que este tipo de tráfico es el que se encuentra en menor proporción ya que existen muy pocos servicios corriendo bajo este esquema. Un ejemplo muy claro de esto, es la utilización de telefonía IP (que como se mencionará posteriormente, el uso de este servicio aún es muy bajo y se limita en su mayoría al área de chatarra).

Como parte final, el tráfico correspondiente a unicast, corresponde a aplicaciones que utilizan protocolos tales como http, ftp, ssh, telnet, etc. Cabe mencionar que ese tipo de transmisión se encuentra detrás del tráfico broadcast.

A continuación, y a manera de resumen la figura 2.20 muestra los porcentajes promedio del tráfico multicast, broadcast y unicast

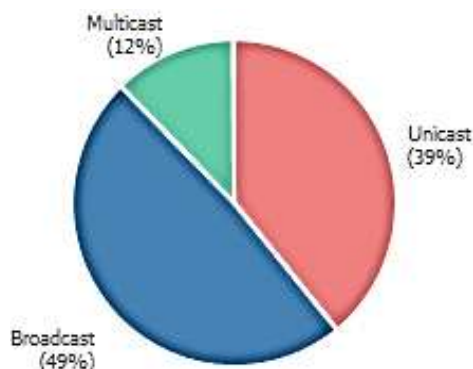


Figura 2.20 Promedio de tráfico Multicast, Unicast y Broadcast.

Fecha	Proxy [kbps]	Messenger [kbps]	P2P [kbps]	NFS [kbps]	DHCP [kbps]	NBIOS-IP [kbps]	HTTP [kbps]	DNS [kbps]	X-11 [kbps]	MAIL [kbps]	FTP [kbps]
Jueves 12	254,2	120,6	67,9	85,7	277,6	325,3	305,6	473,5	22,5	1254,6	25,4
Viernes 13	124,5	94,4	15	39,8	1439,3	173,7	2567,9	232,5	27,5	983,2	12,5
Sábado 14	83,4	19,7	3,6	12,5	379,8	117,4	764,3	95,4	16,3	194,3	8,3
Domingo 15	95,3	8,4	0	27,3	97,3	92,6	183,6	101,7	15,3	126,3	8,2
Lunes 16	269,3	110,5	283,3	57,8	1575,3	283,4	6587,2	495,9	28,1	2894,3	13,4
Martes 17	109,4	86	24	54	207,8	535,6	900,7	202,5	23,4	453,2	15,7
Miércoles 18	165,7	145,3	86,3	51,2	1903,3	618,6	5930	157	34,2	785,3	18,3
Jueves 19	242,4	99,5	94,3	47,3	221,9	376,5	292,9	362,6	29,4	2545,6	8,2
Viernes 20	134,5	98,4	10	49,8	1739,3	150,9	4567,9	432,5	27,5	1564	12,5
Sábado 21	95,4	23	0	34,2	189,2	238,5	237,4	160,1	24,2	156,5	14,8
Domingo 22	101,5	19,4	0	29,8	147,3	102,6	207,3	146,7	19,3	168,3	10,4
Lunes 23	247,8	104,5	250,3	45,6	1265,6	383,4	3587,2	389,5	23,1	1894,3	16,4
Martes 24	196,4	103,1	476,3	44,3	894,3	463,4	2956,8	593,4	21,4	1745,4	17,3
Miércoles 25	215,3	167,4	893,2	47,3	1348,3	383,2	3125,3	465,3	24,7	1365,3	18,3
Jueves 26	223,2	102,4	87,8	48,3	235,6	475,3	305,6	473,5	22,5	1254,6	25,4
Viernes 27	174,3	106,4	643,2	43,5	1435,5	287,5	5789,3	395,3	27,2	1148,3	16,3
Sábado 28	98,4	25,7	2,6	15,8	439,8	137,4	964,3	125,4	19,3	257,3	10,3

Tabla 2.12 Tráfico por aplicación en la red de ADELCA.

En la tabla 2.12 se muestran los datos correspondientes a las aplicaciones que mayor tráfico generan dentro de la red de área local de ADELCA.

Como se ha mencionado anteriormente, para controlar el acceso al servicio de Internet, ADELCA cuenta con un proxy, el cual mediante reglas de acceso permite o deniega el acceso a sitios de Internet. Este tipo de tráfico forma parte del esquema de transmisión Unicast, puesto que cada computador a través del navegador de Internet se contacta con el Proxy para definir si se tiene permitido el acceso al sitio solicitado.

Cabe aclarar que al tratarse de un servicio que regula el acceso a Internet, se esperaría que el tráfico generado por este sea equiparable al tráfico generado por HTTP, pero hay que mencionar que no siempre se consulta al proxy para el acceso a Internet. Debido a requerimientos solicitados por los altos mandos (gerentes, directores, presidentes, jefes), se implementa un esquema de “salto de proxy”, en el cual el tráfico HTTP no pasa a través del proxy. Esto permite no tener restricciones en lo concerniente a accesos a sitios web, teniendo una “navegación libre” en Internet. Por este motivo, el tráfico generado por el Proxy es menor al generado por HTTP.

En lo que respecta al tráfico generado por aplicaciones de mensajería instantánea (como Windows Messenger, Yahoo, IMO, etc), se presenta en medida normal, puesto que este servicio es requerido por los altos mandos (gerentes, directores, presidentes, jefes), y además es utilizado por el departamento de Sistemas para contactar con proveedores y técnicos para obtener soporte técnico. Adicionalmente, hay que mencionar que además de los altos mandos, este servicio es requerido por ciertos usuarios normales. (Cabe decir que para que los usuarios normales obtengan el servicio de mensajería se requiere una autorización del jefe inmediato)

Con respecto a la cantidad de tráfico P2P se observa que en los primeros días de análisis, fue muy bajo debido a que se controla de forma rigurosa el acceso este tipo de tráfico por parte del proxy a través de las reglas de acceso. Cabe mencionar que en la última semana de análisis, este tráfico subió considerablemente puesto que existió un problema en el archivo de configuración del Proxy, lo cual provocó que algunas reglas de control de tráfico P2P perdieran su funcionamiento provocando que dicho tráfico sea permitido en la red de área local de ADELCA.

El tráfico NFS correspondiente a sistemas de almacenamiento de archivos centralizados, es muy bajo. Esto debido a que aún no se cuenta con un esquema definido de acceso a la información (servidor de archivos), y en lugar de este, se trabaja con el esquema de carpetas compartidas a nivel de los equipos de usuario final.

En conjunto, el tráfico generado por HTTP así como por correo electrónico son los que predominan en la recopilación de información mostrada en la tabla 2.12. Como se sabe, tanto el servicio de Internet (a través de HTTP) así como el correo electrónico son herramientas que la mayoría de usuarios utilizan a diario para cumplir con las tareas asignadas. Esta tendencia no solo se presenta en ADELCA sino en la mayoría de organizaciones a nivel mundial, he aquí por qué se espera que estos dos servicios sean los que más tráfico generen. Adicional a esto, se puede mencionar que a través de HTTP se accede también a la página web interna de ADELCA.

Ya en menor proporción se presentan el tráfico X11 y FTP, asignados al control gráfico de sistemas operativos Linux y a transmisión de archivos correspondientemente. Debido a que estos dos tipos de tráfico son usados únicamente por el departamento de sistemas y accedidos de forma esporádica, es de esperarse que no generen mucho tráfico.

Como se ha mencionado anteriormente, el cableado que une los racks de las distintas áreas con el área de sistemas es fibra óptica que trabaja a 1Gbps. Si sumamos todo el tráfico que generan las aplicaciones, en su punto más bajo llega a 621,5 kbps, y en su punto más alto llega a 9690,8 kbps, se puede constatar que la fibra óptica soporta de forma holgada la transmisión de toda la información. Cabe repetir, que la utilización de fibra óptica se debe a la distancia a la cual quedan las distintas áreas del departamento de sistemas y a que además en algunos lugares de la planta de Alóag se tiene mucho ruido electromagnético generado por la maquinaria de producción.

Finalmente, a continuación se presenta información referente a los hosts conectados a la red durante el periodo de análisis.

HOSTS ACTIVOS			
Fecha	Mínimo	Máximo	Promedio
Jueves 12	91	244	153
Viernes 13	90	220	144
Sábado 14	86	108	96
Domingo 15	65	96	79
Lunes 16	65	240	150
Martes 17	95	236	151
Miércoles 18	91	236	152
Jueves 19	94	223	147
Viernes 20	94	224	149
Sábado 21	86	104	93
Domingo 22	69	99	81
Lunes 23	69	232	143
Martes 24	93	241	152
Miércoles 25	94	232	149
Jueves 26	90	241	152
Viernes 27	94	209	143
Sábado 28	75	119	98

Tabla 2.13 Hosts activos en la red de ADELCA.

En los días laborables, la mayoría de equipos de usuario final se encienden, y en conjunto con equipos de monitoreo, de evaluación, de comunicaciones suman un total máximo de 244 hosts activos. Cabe decir que pueden existir equipos

asignados a empleados que no están activos en la red por múltiples motivos (vacaciones del empleado, mantenimiento en el equipo, etc), y que se debería tomar en cuenta como adicionales. Es así que mediante este análisis de datos, se corrobora lo expuesto en la tabla 2.4 Utilización de la red 192.168.120.0/24 en cuanto a la ocupación de direcciones IP. Los 244 hosts activos en la red deben ser tomados en cuenta de forma prioritaria puesto que constituye un riesgo a las comunicaciones, ya que la red que está configurada en la planta de Aloág se trata de una red que puede contener máximo 252 hosts conectados.

Debido a que la planta de producción de Aloág funciona incluso los fin de semana, es de esperarse que la maquinaria, equipos de monitoreo, equipos de evaluación, equipos de comunicaciones, servidores que cuenten con una dirección IP se encuentren en funcionamiento. Incluso, los equipos de usuario final pueden estar activos en fin de semanas ya que se llevan a cabo jornadas extras de trabajo, realización de proyectos grandes y mantenimientos.

La figura 2.21 muestra el comportamiento de la red en cuanto a usuarios conectados a la misma durante el periodo de análisis.

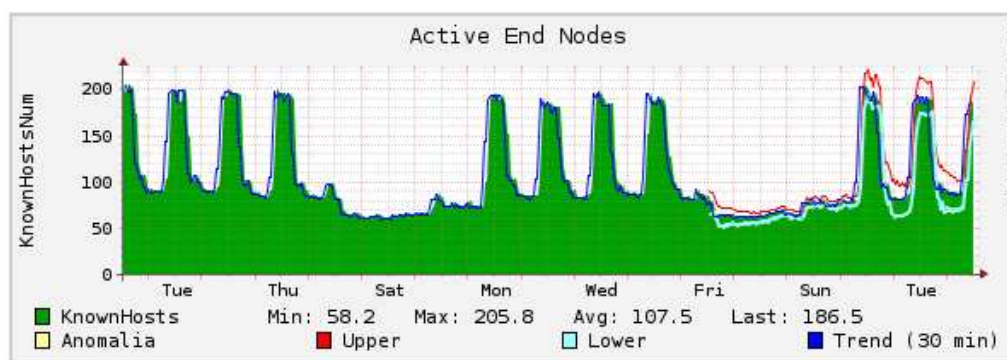


Figura 2.21 Usuarios en la red de Aloág.

2.4.2 ANÁLISIS EN EL SEGMENTO WAN

Anteriormente se presentó los procedimientos y la tabulación de los resultados obtenidos después del análisis realizado en el segmento LAN de la empresa, en

la planta de Alóag. En esta sección se analizará lo concerniente a la ocupación del canal en los enlaces de interconexión con sucursales e Internet, para lo cual se ha determinado un período de muestreo de un mes, con el fin de obtener una línea base que permita determinar el estado de ocupación de los canales con el fin de garantizar la disponibilidad y rendimiento eficiente de los mismos, satisfaciendo los requerimientos de la empresa en cuanto a transacciones internas entre sucursales (envío de correo electrónico, consultas a bases de datos, transacciones de BaaN, recopilación de timbradas, etc.).

Para esta fase del análisis, la herramienta utilizada fue el medidor de desempeño provisto por Telconet (el ISP que provee todos los enlaces de la empresa) el mismo que está basado en Cacti que es una herramienta de software libre para la generación de gráficos y reportes de desempeño y ocupación de una infraestructura de comunicaciones. Para el caso de ADELCA, el proveedor da una contraseña de acceso a la consola de monitoreo desde donde se puede acceder a registros de consumo de cada uno de los canales contratados; para el adecuado funcionamiento de este sistema, y para asegurar la coherencia de los datos, Telconet mantiene habilitado el agente SNMP en cada uno de los equipos a través de los cuales brinda sus servicios a la compañía. La tabla 2.14 resume el procedimiento para la obtención de los datos de ocupación de los canales de interconexión entre sucursales.

Herramienta utilizada	Cacti-Telconet
Datos recogidos	Velocidad de transferencia promedio, máxima y al instante de la toma de la muestra de las interfaces de los routers
Tiempo de ejecución	1 mes
Frecuencia de toma de datos	Diaria
Segmento analizado	Enlace de Internet, Enlaces intersucursales

Tabla 2.14 Resumen de procedimiento de análisis con Cacti.

A continuación se presentan los datos y gráficas obtenidos desde Cacti para el enlace a Internet de Alóag, y las sucursales de Cumbayá, Guayaquil, Portoviejo, Samborondón, Ambato, Santo Domingo y Cuenca. En cada una de las tablas que se muestran a continuación se presenta el tráfico entrante y saliente de las dos

interfaces disponibles en los equipos de cada regional (la que se conecta a la red local y la del enlace propiamente).

Internet Alóag: para el caso de la planta, el Departamento de Sistemas ha contratado con el proveedor un enlace de 2 Mbps. En la tabla 2.15 se presentan los datos de las interfaces de entrada/salida de este enlace. La figura 2.22 resume el tráfico en las interfaces hacia Internet y hacia la LAN. Como se puede visualizar, la tasa de transferencia promedio en cuanto a tráfico saliente a Internet es 94,57 Kbps y el máximo de 1,8 Mbps.

Enlace Cumbayá: con esta Matriz, la planta de Alóag se conecta a través de un enlace de datos dedicado de 2 Mbps. La tabla 2.16 presenta las muestras de entrada/salida en las interfaces LAN/WAN del router utilizado en este enlace; de igual manera, la figura 2.23 resume el comportamiento de esas interfaces durante el tiempo de toma de muestras. De lo que se observa, en la interfaz fa0/4 que es la que se interconecta con Alóag y que lleva datos y peticiones a Internet, se tiene una tasa de transferencia promedio de 1,14 Kbps y un valor máximo de 200,35 kbps.

Enlace Guayaquil: para esta sucursal, la empresa ha contratado con el proveedor un enlace dedicado de 1 Mbps para la interconexión con la planta de Alóag y la correspondiente salida a Internet de los usuarios de Guayaquil. La tabla 2.17 presenta las muestras de entrada/salida en las interfaces del router utilizado en este enlace; de la misma manera que en los casos anteriores, la figura 2.24 presenta gráficas del comportamiento de las interfaces durante el período de muestreo. De lo que se observa en los datos recogidos desde Cacti, la interfaz eth0 que es la que conecta la sucursal con la planta, tiene una tasa de transferencia promedio de 26,96 Kbps y un pico máximo de 707,98 Kbps. Adicionalmente, cabe señalar que esta sucursal se interconecta directamente con el patio de chatarra de Samborondón a través de VPN por lo que parte del tráfico indicado en la tabla 2.17 corresponde a Samborondón.

Enlace Portoviejo: para la interconexión con esta sucursal, el departamento de sistemas ha contratado un enlace de 1 Mbps. La tabla 2.18 presenta los datos de tráfico entrante/saliente en las interfaces del router de esta sucursal durante el período de muestreo; también se presenta una gráfica que resume el comportamiento de este enlace durante el periodo analizado. De lo que se observa en la figura 2.25, se tiene una tasa promedio de transferencia de 160,9 Kbps y un pico máximo de 1 Mbps.

Enlace Ambato: este enlace de interconexión tiene una capacidad contratada de 1 Mbps. La tabla 2.19 presenta los datos de tráfico entrante/saliente en las interfaces del router de esta sucursal durante el período de muestreo. Adicionalmente, la figura 2.26 presenta un resumen del comportamiento del enlace en ese período. De los datos arrojados por el analizador, se puede identificar una tasa promedio de transferencia de 114,83 Kbps y un pico máximo de 961,34 Kbps.

Enlace Santo Domingo: para la interconexión con la sucursal de Santo Domingo se tiene un enlace de 1 Mbps. La tabla 2.20 presenta datos de tráfico entrante/saliente tomadas con Cacti para el período de análisis. De la misma manera, la figura 2.27 muestra una línea base del comportamiento del enlace en cuanto a tasa de transferencia. De lo que se observa, la velocidad de transferencia promedio es de 34,40 Kbps con un pico máximo de 1 Mbps.

Enlace Cuenca: Para la interconexión con la sucursal de Cuenca, se ha dispuesto un enlace de 1 Mbps. La tabla 2.21 muestra los datos tabulados durante el periodo de análisis de tráfico entrante/saliente en las interfaces del router de interconexión; así mismo, la figura 2.28 muestra una gráfica estadística en cuanto al comportamiento del enlace y la ocupación del mismo durante el tiempo de muestreo. De lo que se observa, en la interfaz de salida a Internet, la velocidad de transferencia promedio es de 80,49 Kbps con un pico máximo de 430,38 Kbps.

INTERNET-ALÓAG												
fa4						v11						
	Tráfico de Entrada (kbps)			Tráfico de Salida (kbps)			Tráfico de Entrada (kbps)			Tráfico de Salida (kbps)		
	Actual	Promedio	Máximo	Actual	Promedio	Máximo	Actual	Promedio	Máximo	Actual	Promedio	Máximo
Lunes 9 - Martes 10	501.24	551.93	1690.00	95.68	101.65	1400.00	95.65	101.60	1400.00	479.10	529.98	1660.00
Martes 10 - Miércoles 11	627.27	564.25	1700.00	101.70	98.69	1270.00	101.66	98.65	1270.00	603.14	541.12	1680.00
Miércoles 11 - Jueves 12	403.11	515.19	1700.00	132.76	117.23	1270.00	132.75	117.20	1270.00	379.96	491.50	1680.00
Jueves 12 - Viernes 13	257.61	330.36	1610.00	35.14	83.95	612.74	35.15	83.95	612.74	234.87	307.37	1590.00
Viernes 13 - Sábado 14	225.05	241.33	1690.00	25.41	30.27	686.27	25.41	30.28	686.27	203.47	219.17	1670.00
Sábado 14 - Domingo 15	78.76	151.90	1690.00	13.63	19.52	686.27	13.55	19.48	686.27	57.16	130.13	1670.00
Domingo 15 - Lunes 16	443.10	260.93	1630.00	99.48	56.55	621.28	99.40	56.48	620.96	419.05	238.11	1610.00
Lunes 16 - Martes 17	540.99	492.04	1650.00	118.60	109.04	1440.00	118.48	108.94	1440.00	519.22	469.14	1630.00
Martes 17 - Miércoles 18	534.42	537.71	1650.00	115.47	117.03	1440.00	115.36	116.92	1440.00	511.42	515.32	1630.00
Miércoles 18 - Jueves 19	470.31	502.37	1670.00	90.80	103.13	1320.00	90.75	103.06	1320.00	447.69	479.55	1650.00
Jueves 19 - Viernes 20	410.54	440.34	1670.00	91.65	91.23	704.49	91.61	91.18	704.40	387.92	417.81	1650.00
Viernes 20 - Sábado 21	240.25	325.40	1640.00	22.07	58.86	555.03	22.05	56.83	554.92	217.48	302.70	1620.00
Sábado 21 - Domingo 22	143.33	191.79	1690.00	16.99	19.53	223.88	16.97	19.51	223.91	120.30	168.89	1670.00
Domingo 22 - Lunes 23	504.82	324.07	1690.00	140.79	78.89	1490.00	140.77	78.87	1490.00	480.99	300.65	1670.00
Lunes 23 - Martes 24	553.57	529.19	1680.00	233.34	187.07	1670.00	233.32	187.05	1670.00	530.30	505.64	1660.00
Martes 24 - Miércoles 25	513.24	533.40	1680.00	139.29	186.32	1810.00	139.26	186.29	1810.00	490.51	510.40	1660.00
Miércoles 25 - Jueves 26	429.12	471.18	1660.00	84.17	111.73	1810.00	84.16	111.71	1810.00	407.81	449.16	1640.00
Jueves 26 - Viernes 27	379.42	404.27	1660.00	82.43	83.30	845.89	82.43	83.29	845.89	358.38	383.09	1640.00
Viernes 27 - Sábado 28	139.63	259.52	1610.00	22.22	52.33	552.85	22.23	52.33	552.86	117.17	237.78	1590.00
Sábado 28 - Domingo 29	151.64	145.64	1130.00	14.57	18.39	326.94	14.58	18.40	326.94	128.58	122.88	1110.00
Domingo 29 - Lunes 30	367.55	259.59	1690.00	128.18	71.38	1340.00	128.18	71.38	1340.00	343.52	236.05	1670.00
Lunes 30 - Martes 31	433.25	400.40	1690.00	111.71	119.95	1720.00	111.68	119.93	1720.00	409.98	376.75	1670.00

Tabla 2.15 Ocupación del enlace de Internet Alóag-Internet.

Martes 31 - Miércoles 01	417.69	425.47	1690.00	103.30	107.51	1720.00	103.31	107.49	1720.00	395.57	402.77	1670.00
Miércoles 01 - Jueves 02	550.28	483.98	1690.00	84.14	93.72	1080.00	84.15	93.73	1080.00	526.19	469.88	1670.00
Jueves 02 - Viernes 03	436.01	493.14	1670.00	126.16	105.15	1230.00	126.17	105.16	1230.00	410.73	468.46	1650.00
Viernes 03 - Sábado 04	344.17	390.09	1640.00	101.17	113.66	1230.00	101.18	113.67	1230.00	320.57	365.65	1620.00
Sábado 04 - Domingo 05	100.11	222.14	1640.00	13.94	57.56	1070.00	13.96	57.57	1070.00	75.66	198.11	1620.00
Domingo 05 - Lunes 06	358.67	229.39	1640.00	112.05	63.00	948.76	112.06	63.01	948.78	335.26	205.46	1620.00
Lunes 06 - Martes 07	426.99	392.83	1640.00	180.19	146.12	1600.00	180.20	146.13	1600.00	403.92	369.59	1620.00
Martes 07 - Miércoles 08	621.72	524.36	1640.00	142.77	161.48	1600.00	142.78	161.49	1600.00	598.62	501.27	1610.00
Miércoles 08 - Jueves 09	501.17	561.45	1660.00	138.94	140.85	1540.00	138.96	140.87	1540.00	477.86	538.24	1640.00

Tabla 2.15 Ocupación del enlace de Internet Alóag-Internet (continuación).

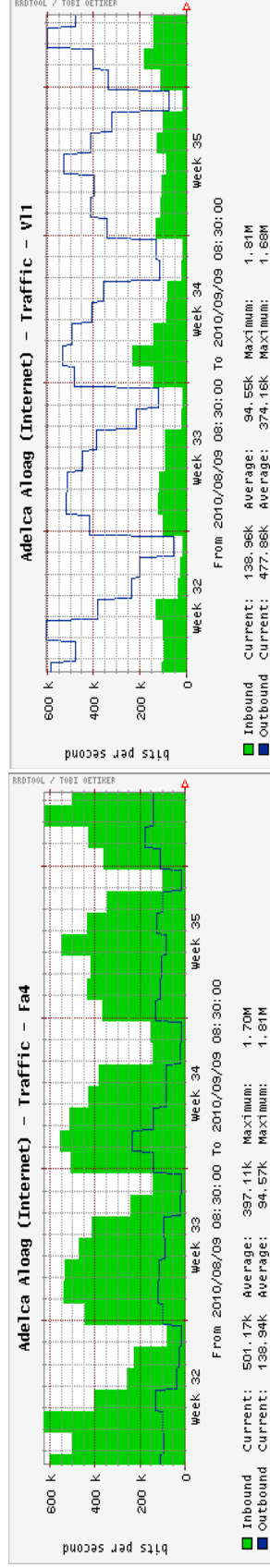


Figura 2.22 Carga del enlace de Alóag-Internet.

CUMBAYÁ													
fa4												v11	
	Tráfico de Entrada (kbps)			Tráfico de Salida (kbps)			Tráfico de Entrada (kbps)			Tráfico de Salida (kbps)			
	Actual	Promedio	Máximo	Actual	Promedio	Máximo	Actual	Promedio	Máximo	Actual	Promedio	Máximo	
Lunes 9 - Martes 10	25.40	26.03	170.33	207.70	254.23	11.63	273.30	352.35	11.94	2.17	2.03	149.61	
Martes 10 - Miércoles 11	25.50	25.45	164.07	28.79	118.25	10.44	159.14	216.17	10.67	159.20	1.16	146.11	
Miércoles 11 - Jueves 12	36.12	30.81	177.16	544.58	286.69	11.36	593.21	376.17	11.58	11.81	5.99	156.66	
Jueves 12 - Viernes 13	28.56	32.34	177.16	264.90	404.74	11.93	346.27	469.74	12.35	4.74	8.27	156.66	
Viernes 13 - Sábado 14	26.36	27.46	175.63	210.13	237.52	13.12	343.85	345.06	13.54	3.83	4.28	155.52	
Sábado 14 - Domingo 15	30.21	28.28	175.74	570.08	390.10	13.12	705.16	524.50	13.54	7.86	5.84	157.97	
Domingo 15 - Lunes 16	25.37	27.79	175.74	29.01	299.55	11.62	136.59	420.87	11.94	136.76	4.00	157.97	
Lunes 16 - Martes 17	27.22	26.29	180.77	345.85	187.43	9.46	416.37	276.48	9.73	4.47	2.30	164.80	
Martes 17 - Miércoles 18	40.78	34.00	180.77	2.05	1.20	127.63	2.10	1.26	127.63	16.72	10.60	164.80	
Miércoles 18 - Jueves 19	43.17	41.97	176.00	1.09	1.57	127.63	1.13	1.61	127.63	19.66	18.19	158.26	
Jueves 19 - Viernes 20	31.29	37.23	176.00	3.54	2.32	200.35	3.62	2.37	200.42	7.57	13.61	158.26	
Viernes 20 - Sábado 21	37.41	34.35	171.16	1.19	2.37	200.35	1.24	2.43	200.42	13.69	10.63	150.03	
Sábado 21 - Domingo 22	30.66	34.03	171.16	660.05	927.32	21.58	688.20	962.64	21.81	6.53	10.11	149.91	
Domingo 22 - Lunes 23	31.21	30.63	168.74	476.57	568.31	20.70	597.20	642.70	21.12	6.25	6.39	146.93	
Lunes 23 - Martes 24	50.94	41.08	179.03	2.56	1.52	123.56	2.62	1.61	123.68	26.82	16.53	160.18	
Martes 24 - Miércoles 25	48.97	49.95	179.03	3.06	2.81	123.56	3.13	2.88	123.68	25.54	26.18	160.18	
Miércoles 25 - Jueves 26	43.74	46.35	181.29	1.96	2.52	32.56	2.01	2.57	33.92	21.42	23.48	164.64	
Jueves 26 - Viernes 27	42.06	42.90	182.81	4.40	3.18	48.81	4.45	3.23	49.00	19.98	20.70	164.64	
Viernes 27 - Sábado 28	33.96	38.01	182.81	956.96	2.68	48.81	987.10	2.72	49.00	10.57	15.27	163.92	
Sábado 28 - Domingo 29	27.42	30.69	182.27	543.85	750.40	14.65	555.49	771.29	15.11	3.29	6.93	159.09	
Domingo 29 - Lunes 30	52.19	39.81	180.25	2.01	1.28	52.98	2.07	1.31	53.13	27.16	15.22	157.06	
Lunes 30 - Martes 31	34.00	43.10	180.25	1.14	1.57	63.38	1.19	1.63	63.48	9.65	18.40	159.94	

Tabla 2.16 Ocupación del enlace Cumbayá-Planta Alóag.

Martes 31 - Miércoles 01	32.41	33.20	179.83	955.68	1.05	63.38	973.18	1.08	63.48	9.13	9.39	159.94
Miércoles 01 - Jueves 02	38.39	35.40	170.29	806.36	881.02	12.51	831.87	902.52	12.94	13.30	11.22	148.44
Jueves 02 - Viernes 03	43.40	40.90	158.37	1.47	1.14	28.13	1.51	1.17	28.42	17.19	15.24	137.24
Viernes 03 - Sábado 04	27.25	35.33	158.37	338.67	903.63	28.12	386.84	947.02	28.42	2.52	9.85	137.24
Sábado 04 - Domingo 05	29.49	28.37	143.91	790.63	564.65	29.63	805.81	596.33	29.64	3.92	3.22	123.74
Domingo 05 - Lunes 06	38.34	33.92	164.45	1.38	1.09	29.63	1.41	1.11	29.64	13.88	8.90	146.05
Lunes 06 - Martes 07	30.73	34.54	169.94	1.11	1.24	67.46	1.11	1.26	67.72	5.77	9.82	147.45
Martes 07 - Miércoles 08	36.86	33.80	169.94	863.25	984.87	67.46	893.89	1.00	67.72	11.79	8.78	147.45
Miércoles 08 - Jueves 09	30.65	33.76	175.08	619.72	741.48	16.28	647.79	770.84	16.52	6.13	8.96	154.67

Tabla 2.16 Ocupación del enlace Cumbayá-Planta Alóag (continuación)

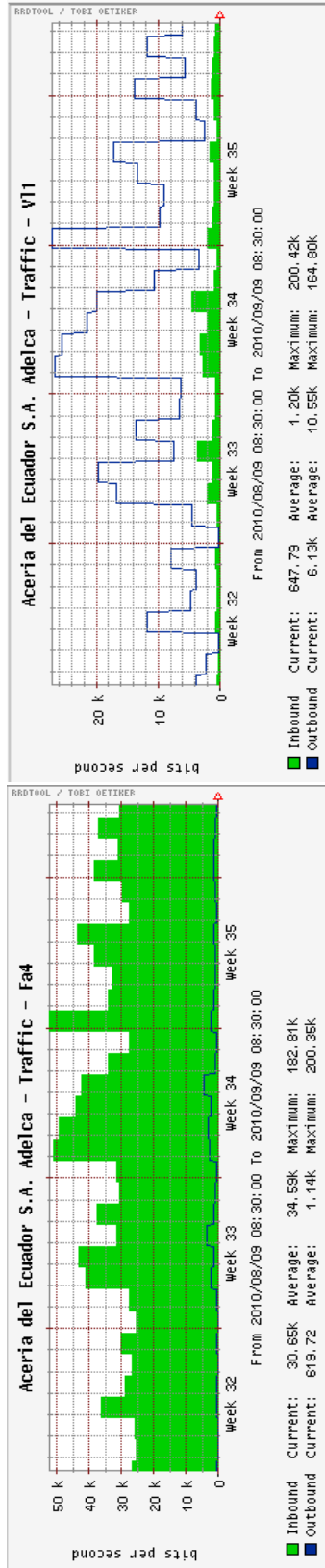


Figura 2.23 Carga del enlace de Cumbayá-Planta Alóag.

GUAYAQUIL													
eth0												eth1	
	Tráfico de Entrada (kbps)			Tráfico de Salida (kbps)			Tráfico de Entrada (kbps)			Tráfico de Salida (kbps)			
	Actual	Promedio	Máximo	Actual	Promedio	Máximo	Actual	Promedio	Máximo	Actual	Promedio	Máximo	
Lunes 9 - Martes 10	58.65	56.99	1200.00	35.48	33.62	426.76	154.11	124.18	1280.00	26.88	30.02	493.93	
Martes 10 - Miércoles 11	34.94	46.80	517.89	29.56	32.52	426.76	98.50	126.30	999.80	64.78	44.63	1040.00	
Miércoles 11 - Jueves 12	60.77	47.85	951.71	31.89	30.73	462.44	204.85	151.68	1400.00	1.28	33.03	1040.00	
Jueves 12 - Viernes 13	19.18	39.97	951.71	1.84	16.87	462.44	125.91	165.35	1400.00	103.10	699.62	29.54	
Viernes 13 - Sábado 14	628.20	9.90	489.62	695.27	1.27	45.20	100.06	112.96	822.33	153.12	103.11	113.84	
Sábado 14 - Domingo 15	628.17	628.18	639.25	695.25	695.26	712.13	21.64	60.85	822.33	18.00	9.05	481.93	
Domingo 15 - Lunes 16	26.48	13.56	712.41	29.75	15.22	201.70	73.40	47.52	773.36	15.17	16.58	481.93	
Lunes 16 - Martes 17	86.53	56.50	778.48	29.94	29.84	307.80	228.46	150.93	1320.00	9.63	27.61	538.28	
Martes 17 - Miércoles 18	160.10	123.32	1560.00	45.47	37.71	707.98	304.57	266.51	1570.00	11.88	10.75	14.45	
Miércoles 18 - Jueves 19	128.00	144.05	1560.00	23.72	34.60	707.98	241.84	273.84	1570.00	36.91	24.39	396.22	
Jueves 19 - Viernes 20	266.73	196.87	1120.00	31.39	27.55	563.93	457.41	349.63	1450.00	24.06	30.48	438.20	
Viernes 20 - Sábado 21	152.20	208.97	1120.00	21.84	26.61	563.93	430.99	444.20	1450.00	34.41	29.23	438.20	
Sábado 21 - Domingo 22	130.29	76.16	660.25	266.11	11.05	301.23	278.38	354.69	1260.00	38.84	36.62	479.19	
Domingo 22 - Lunes 23	39.59	19.86	624.45	31.57	15.92	316.05	275.31	276.65	1100.00	46.34	42.59	435.19	
Lunes 23 - Martes 24	202.72	121.16	875.56	32.16	31.87	316.05	396.12	335.71	1160.00	9.22	27.78	349.81	
Martes 24 - Miércoles 25	162.24	182.48	875.56	32.12	32.14	309.48	345.36	270.74	1160.00	11.86	10.54	37.23	
Miércoles 25 - Jueves 26	249.01	206.63	913.23	32.06	32.09	362.45	500.18	422.77	1580.00	50.71	57.28	1020.00	
Jueves 26 - Viernes 27	521.62	385.31	1020.00	43.07	37.57	584.27	980.40	740.29	1590.00	25.18	24.64	420.98	
Viernes 27 - Sábado 28	511.50	516.51	1040.00	15.92	29.50	584.27	868.84	924.62	1590.00	24.47	25.14	420.98	
Sábado 28 - Domingo 29	385.27	448.34	1040.00	8.40	12.16	83.86	644.41	756.62	1590.00	11.11	26.79	498.65	
Domingo 29 - Lunes 30	442.50	413.89	1250.00	49.00	28.70	700.09	701.21	672.81	1570.00	23.08	26.09	342.65	
Lunes 30 - Martes 31	355.20	403.85	1260.00	38.49	43.75	700.09	856.90	779.06	1570.00	6.16	14.62	348.37	

Tabla 2.17 Ocupación del enlace Guayaquil-Planta Alóag.

Martes 31 - Miércoles 01	414.72	389.96	1370.00	40.12	39.31	657.13	902.51	879.71	1560.00	5.50	5.83	22.41
Miércoles 01 - Jueves 02	370.69	392.70	1370.00	37.19	38.66	360.34	1020.00	959.35	1560.00	23.48	14.49	95.04
Jueves 02 - Viernes 03	432.13	401.41	1080.00	28.12	32.66	275.29	923.01	969.60	1580.00	25.35	24.41	328.04
Viernes 03 - Sábado 04	378.81	405.97	1080.00	27.23	27.68	306.22	1020.00	969.08	1590.00	23.03	24.19	250.36
Sábado 04 - Domingo 05	411.71	395.76	891.37	8.89	18.06	306.22	586.37	800.76	1590.00	27.11	25.07	26.20
Domingo 05 - Lunes 06	231.42	321.56	611.73	27.00	17.95	212.00	415.53	500.95	834.90	18.50	15.93	279.00
Lunes 06 - Martes 07	371.40	301.41	1540.00	29.79	28.49	212.00	712.13	563.83	1560.00	22.40	20.45	348.44
Martes 07 - Miércoles 08	371.93	371.66	1540.00	31.93	30.95	339.37	727.48	719.80	1560.00	15.91	19.16	384.44
Miércoles 08 - Jueves 09	403.97	387.96	863.87	35.03	33.48	456.10	761.83	744.65	1560.00	699.43	8.31	189.56

Tabla 2.17 Ocupación del enlace Guayaquil-Planta Alóag (continuación).

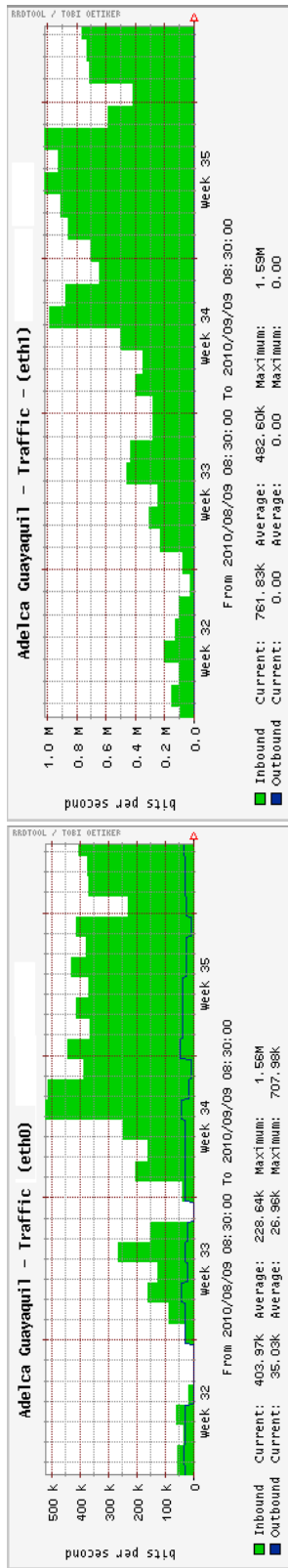


Figura 2.24 Carga del enlace de Guayaquil-Planta Alóag.

PORTOVIEJO													
Et0												Et1	
	Tráfico de Entrada (kbps)			Tráfico de Salida (kbps)			Tráfico de Entrada (kbps)			Tráfico de Salida (kbps)			
	Actual	Promedio	Máximo	Actual	Promedio	Máximo	Actual	Promedio	Máximo	Actual	Promedio	Máximo	
Lunes 9 - Martes 10	21.03	22.51	411.95	7.74	7.34	242.76	6.73	6.33	231.25	16.69	18.11	402.62	
Martes 10 - Miércoles 11	21.11	21.07	411.95	13.38	10.56	275.85	12.24	9.49	270.43	16.71	16.70	402.62	
Miércoles 11 - Jueves 12	21.68	21.40	260.37	30.96	22.17	275.85	30.08	21.16	276.75	17.44	17.08	263.51	
Jueves 12 - Viernes 13	4.92	13.30	260.37	44.98	37.97	271.49	44.19	37.14	376.75	1.45	9.45	253.51	
Viernes 13 - Sábado 14	2.89	3.91	86.26	150.54	22.57	271.49	32.86	22.11	266.76	48.89	751.69	80.26	
Sábado 14 - Domingo 15	2.95	2.92	4.47	148.07	140.30	176.10	32.86	32.86	35.27	48.88	48.89	52.44	
Domingo 15 - Lunes 16	20.12	11.54	196.31	17.63	8.89	305.73	16.58	8.31	291.50	15.83	7.94	189.38	
Lunes 16 - Martes 17	21.94	21.03	446.95	41.53	29.58	502.49	40.45	28.52	492.55	17.75	16.79	435.78	
Martes 17 - Miércoles 18	15.71	18-83	446.95	39.93	40.19	492.55	39.93	40.19	492.55	11.56	14.65	436.78	
Miércoles 18 - Jueves 19	22.07	18.89	228.28	72.80	57.05	376.13	71.09	55.51	270.58	17.70	14.63	218.93	
Jueves 19 - Viernes 20	20.03	21.06	337.75	39.87	56.33	311.29	38.74	54.92	306.17	16.12	16.91	329.22	
Viernes 20 - Sábado 21	11.64	15.83	337.75	150.59	95.23	311.29	148.30	93.52	306.17	7.67	11.90	329.22	
Sábado 21 - Domingo 22	9.81	10.72	166.72	257.98	294.29	272.60	254.21	201.25	266.97	5.22	6.44	158.49	
Domingo 22 - Lunes 23	27.14	18-48	233.40	162.80	210.39	267.67	159.82	207.01	263.67	21.85	13.53	209.93	
Lunes 23 - Martes 24	20.47	23.81	223.40	60.10	111.45	291.47	58.67	109.25	280.24	16.08	18.96	209.93	
Martes 24 - Miércoles 25	28.32	24.39	303.99	102.62	81.36	324.61	100.46	79.56	318.98	23.64	19.86	296.32	
Miércoles 25 - Jueves 26	29.46	28.89	354.64	130.50	116.56	335.08	131.39	115.92	326.05	24.35	23.94	344.66	
Jueves 26 - Viernes 27	24.90	27-18	354.64	163.82	147.15	335.08	187.70	159.55	326.05	19.22	21.73	344.66	
Viernes 27 - Sábado 28	9.06	16.98	205.11	214.90	189.35	295.36	213.86	200.78	214.06	4.66	11.94	196.34	
Sábado 28 - Domingo 29	9.72	9.39	18.43	253.95	234.43	259.39	250.21	232.03	306.97	5.16	4.91	10.90	
Domingo 29 - Lunes 30	29.28	19.50	274.10	231.35	242.65	1060.00	231.03	240.62	1060.00	23.47	14.32	257.45	
Lunes 30 - Martes 31	33.00	31.14	437.69	389.81	310.58	1060.00	389.62	310.32	1060.00	25.18	24.64	420.98	

Tabla 2.18 Ocupación del enlace Portoviejo-Planta Alóag.

Martes 31 - Miércoles 01	31.16	32.08	437.69	330.61	360.16	1030.00	331.63	360.62	1040.00	24.47	25.14	420.98
Miércoles 01 - Jueves 02	35.86	33.51	511.93	366.69	348.60	1030.00	368-63	350.13	1030.00	29.11	26.79	498.65
Jueves 02 - Viernes 03	29.22	32.54	511.93	334.65	350.67	1030.00	336.73	352.69	1030.00	23.08	26.09	498.65
Viernes 03 - Sábado 04	11.23	20.23	362.05	249.76	292.21	1030.00	254.05	295.39	1030.00	6.16	14.62	348.37
Sábado 04 - Domingo 05	10.42	10.83	27.93	257.96	253.86	267.45	256.71	255.38	308.83	5.50	5.83	22.41
Domingo 05 - Lunes 06	29.75	20.09	340.67	316.61	287.29	1030.00	311.32	284.01	1020.00	23.48	14.49	328.04
Lunes 06 - Martes 07	31.63	30.69	340.67	272.89	294.75	1030.00	277.44	294.38	1020.00	25.35	24.41	328.04
Martes 07 - Miércoles 08	29.11	30.37	263.12	276.22	274.56	1030.00	281.70	279.57	1010.00	23.03	24.19	250.36
Miércoles 08 - Jueves 09	33.58	31.35	251.24	310.59	293.41	1030.00	314.52	298.11	1010.00	27.11	25.07	236.20

Tabla 2.18 Ocupación del enlace Portoviejo-Planta Alóag (continuación).

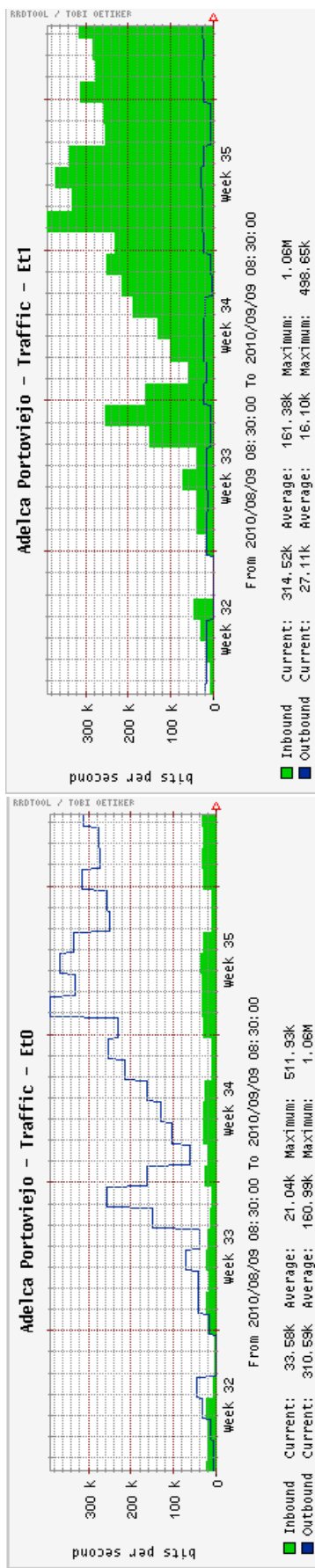


Figura 2.25 Carga del enlace de Portoviejo-Planta Alóag.

AMBATO													
Et0													
	Tráfico de Entrada (kbps)			Tráfico de Salida (kbps)			Tráfico de Entrada (kbps)			Tráfico de Salida (kbps)			
	Actual	Promedio	Máximo	Actual	Promedio	Máximo	Actual	Promedio	Máximo	Actual	Promedio	Máximo	
Lunes 9 - Martes 10	39.93	35.75	505.20	67.24	70.54	357.49	64.66	68.51	355.76	35.57	31.42	493.93	
Martes 10 - Miércoles 11	28.67	34.30	505.20	80.68	73.96	333.70	78.21	71.43	319.27	24.48	30.02	493.93	
Miércoles 11 - Jueves 12	69.12	48.90	1060.00	57.73	69.20	333.70	55.93	67.07	319.27	64.78	44.63	1040.00	
Jueves 12 - Viernes 13	3.57	36.34	1060.00	31.89	44.81	245.76	31.17	43.55	279.07	1.28	33.03	1040.00	
Viernes 13 - Sábado 14	1.98	2.77	32.67	93.61	15.99	162.36	34.76	15.60	158.90	103.10	699.62	29.54	
Sábado 14 - Domingo 15	1.92	1.95	2.97	91.81	92.61	159.98	34.79	34.77	42.44	103.12	103.11	113.84	
Domingo 15 - Lunes 16	21.68	11.80	492.71	8.79	4.44	151.64	7.75	3.89	147.23	18.00	9.05	481.93	
Lunes 16 - Martes 17	19.33	20.50	492.71	54.50	31.65	170.95	52.23	29.99	167.20	15.17	16.58	481.93	
Martes 17 - Miércoles 18	21.21	20.27	236.89	31.69	43.10	280.17	30.13	41.18	273.02	17.30	16.23	226.45	
Miércoles 18 - Jueves 19	12.38	16.80	236.89	89.68	60.68	481.63	88.09	59.11	473.25	8.88	13.09	226.45	
Jueves 19 - Viernes 20	19.10	15.74	318.94	50.41	70.04	481.63	48.69	68.39	473.25	15.10	11.99	310.90	
Viernes 20 - Sábado 21	7.80	13.45	318.94	176.67	113.04	300.94	173.10	110.90	289.00	4.12	9.61	310.90	
Sábado 21 - Domingo 22	9.69	8.75	32.71	258.09	216.88	275.47	254.32	213.71	268.09	5.45	4.79	27.67	
Domingo 22 - Lunes 23	23.48	16.58	418.62	177.78	217.93	961.34	174.37	214.35	946.72	18.43	11.94	409.34	
Lunes 23 - Martes 24	21.40	22.44	845.83	79.46	128.62	961.34	77.55	125.96	946.72	17.33	17.88	828.91	
Martes 24 - Miércoles 25	21.00	21.20	845.83	90.74	85.10	424.83	88.48	83.01	416.71	17.33	17.88	828.91	
Miércoles 25 - Jueves 26	26.25	23.62	552.23	129.59	110.16	401.41	129.37	108.92	384.98	21.86	19.44	540.32	
Jueves 26 - Viernes 27	32.78	29.51	552.23	206.73	168.16	375.83	213.27	171.32	368.10	26.79	24.32	540.32	
Viernes 27 - Sábado 28	5.75	19.26	194.21	97.41	152.07	375.83	96.47	154.47	368.10	2.85	14.82	184.38	
Sábado 28 - Domingo 29	2.99	4.37	28.88	15.81	56.61	263.06	15.50	55.98	277.97	548.35	1.70	20.90	
Domingo 29 - Lunes 30	28.05	15.52	426.87	190.86	103.34	313.52	188.64	102.07	306.50	22.86	11.70	414.21	
Lunes 30 - Martes 31	29.48	28.77	426.87	201.61	196.24	417.58	204.71	198.68	409.55	23.85	23.35	414.83	

Tabla 2.19 Ocupación del enlace Ambato-Planta Aloag.

Martes 31 - Miércoles 01	27.91	29.70	507.49	183.11	192.36	417.58	186.06	196.33	409.55	22.76	23.32	493.74
Miércoles 01 - Jueves 02	27.40	27.65	1030.00	222.27	202.69	392.48	255.60	205.83	385.07	22.11	22.44	1000.00
Jueves 02 - Viernes 03	28.46	27.93	1030.00	177.59	199.93	392.48	181.52	203.56	385.07	23.69	22-90	1000.00
Viernes 03 - Sábado 04	8.97	18.72	419.92	189.62	183.61	306.32	193.55	187.54	316.60	5.28	14.48	411.60
Sábado 04 - Domingo 05	4.75	6.86	138.07	86.24	137.93	267.55	85.06	139.31	316.60	1.94	3.61	130.88
Domingo 05 - Lunes 06	20.61	12.68	254.33	150.95	118.59	282.98	147.86	116.46	278.38	16.15	9.04	244.59
Lunes 06 - Martes 07	22.46	21.54	254.33	146.09	148.52	439.33	152.48	150.17	429.34	17.88	17.01	244.59
Martes 07 - Miércoles 08	26.65	24.56	690.71	179.38	162.73	516.16	186.25	169.37	498.65	21.53	19.70	634.54
Miércoles 08 - Jueves 09	26.17	28.41	690.71	168.97	174.17	516.16	174.73	180.49	498.65	20.76	21.14	634.54

Tabla 2.19 Ocupación del enlace Ambato-Planta Alóag (continuación).

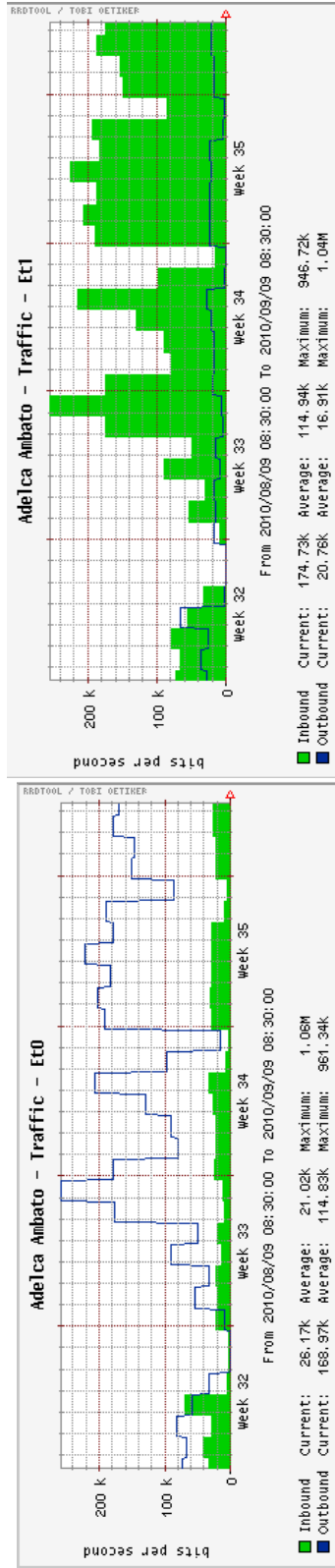


Figura 2.26 Carga del enlace de Ambato-Planta Alóag.

SANTO DOMINGO													
Et0/0												Et0/1	
	Tráfico de Entrada (kbps)			Tráfico de Salida (kbps)			Tráfico de Entrada (kbps)			Tráfico de Salida (kbps)			
	Actual	Promedio	Máximo	Actual	Promedio	Máximo	Actual	Promedio	Máximo	Actual	Promedio	Máximo	
Lunes 9 - Martes 10	30.05	33.50	557.73	105.62	77.46	1560.00	102.80	75.22	1540.00	25.07	28.85	545.89	
Martes 10 - Miércoles 11	32.84	31.45	473.79	101.85	103.73	1260.00	99.29	101.04	1250.00	27.92	26.49	460.99	
Miércoles 11 - Jueves 12	37.48	35.16	473.79	81.02	91.43	1500.00	78.51	88.90	1480.00	32.28	30.10	460.99	
Jueves 12 - Viernes 13	6.88	22.18	341.89	86.59	83.80	1500.00	85.25	81.88	1480.00	3.31	17.80	330.96	
Viernes 13 - Sábado 14	3.30	5.09	192.94	461.69	43.53	1100.00	397.25	42.82	1090.00	280.65	1.80	186.75	
Sábado 14 - Domingo 15	3.21	3.26	7.56	482.52	472.10	4.82	413.63	405.44	3.77	297.49	289.07	4.05	
Domingo 15 - Lunes 16	29.94	16.58	207.88	39.75	20.12	739.44	38.08	19.25	724.86	25.31	12.18	199.30	
Lunes 16 - Martes 17	28.50	29.22	264.90	129.75	84.75	739.44	126.84	82.46	724.86	23.67	24.49	252.97	
Martes 17 - Miércoles 18	39.79	34.15	492.85	136.59	133.17	792.69	133.19	130.02	773.80	34.48	29.08	474.43	
Miércoles 18 - Jueves 19	38.92	39.35	537.36	125.64	131.11	1190.00	122.64	127.92	1170.00	33.77	34.12	519.14	
Jueves 19 - Viernes 20	52.10	45.51	559.32	291.12	208.38	1190.00	285.41	204.07	1170.00	45.59	39.68	538.28	
Viernes 20 - Sábado 21	15.76	33.93	559.32	471.32	381.22	617.66	464.33	374.92	601.40	9.63	27.61	538.28	
Sábado 21 - Domingo 22	18.79	17.27	22.47	583.39	527.35	603.31	574.76	519.54	594.36	11.88	10.75	14.45	
Domingo 22 - Lunes 23	43.68	31.23	411.72	334.81	459.10	1000.00	328.58	451.67	989.25	36.91	24.39	396.22	
Lunes 23 - Martes 24	29.67	36.67	454.43	180.93	257.87	1000.00	177.18	252.88	989.25	24.06	30.48	438.20	
Martes 24 - Miércoles 25	39.54	34.61	454.43	117.64	149.28	789.70	114.74	145.96	778.64	34.41	29.23	438.20	
Miércoles 25 - Jueves 26	46.02	42.78	496.25	423.00	270.32	1630.00	415.84	265.29	1600.00	38.84	36.62	479.19	
Jueves 26 - Viernes 27	57.00	51.51	496.25	884.94	653.97	1650.00	872.08	643.96	1630.00	46.34	42.59	479.19	
Viernes 27 - Sábado 28	15.36	36.18	360.26	442.42	663.68	1650.00	435.94	654.01	1630.00	9.22	27.78	349.81	
Sábado 28 - Domingo 29	18.73	17.04	52.96	581.30	511.86	1630.00	572.68	504.31	1610.00	11.86	10.54	37.23	
Domingo 29 - Lunes 30	57.62	38.17	1050.00	208.09	394.70	1620.00	202.89	387.79	1600.00	50.71	31.28	1020.00	
Lunes 30 - Martes 31	45.80	51.71	1050.00	541.81	374.95	1620.00	532.45	367.67	1600.00	37.45	44.08	1020.00	

Tabla 2.20 Ocupación del enlace Sto. Domingo-Planta Alóag

Martes 31 - Miércoles 01	42.69	44.24	433.84	542.98	542.39	1620.00	533.93	533.19	1600.00	34.43	35.94	421.71
Miércoles 01 - Jueves 02	47.05	44.87	375.23	646.95	594.96	1630.00	636.55	585.24	1610.00	38.28	36.36	362.17
Jueves 02 - Viernes 03	42.51	44.78	375.23	585.35	616.15	1630.00	575.84	606.20	1610.00	34.10	36.19	358.27
Viernes 03 - Sábado 04	23.41	32.96	334.18	722.31	653.83	1640.00	711.68	643.76	1620.00	15.22	24.66	325.23
Sábado 04 - Domingo 05	19.34	21.73	69.67	583.41	652.86	1640.00	574.82	643.25	1620.00	11.91	13.57	51.06
Domingo 05 - Lunes 06	54.09	36.72	1030.00	355.16	469.29	619.70	348.46	461.64	604.37	46.86	29.39	1010.00
Lunes 06 - Martes 07	45.79	49.94	1030.00	530.33	442.75	1490.00	521.43	434.94	1470.00	37.90	42.38	1010.00
Martes 07 - Miércoles 08	47.29	46.54	448.94	531.13	530.73	1490.00	522.23	521.83	1470.00	39.49	38.69	437.25
Miércoles 08 - Jueves 09	50.71	49.00	448.94	597.26	564.20	1190.00	587.15	554.69	1170.00	42.31	40.90	437.25

Tabla 2.20 Ocupación del enlace Sto. Domingo--Planta Alóag (continuación).

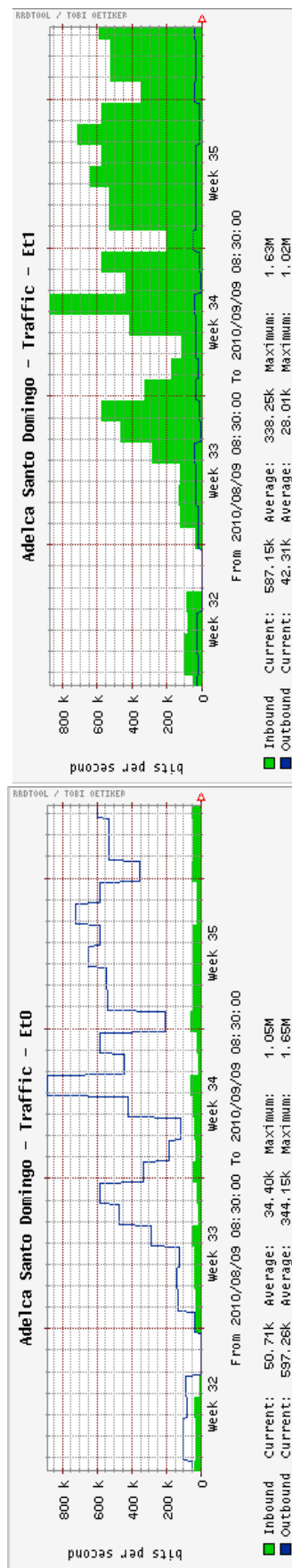


Figura 2.27 Carga del enlace de Sto. Domingo-Planta Alóag.

CUENCA													
Et0/0													
Et0/1													
	Tráfico de Entrada (kbps)			Tráfico de Salida (kbps)			Tráfico de Entrada (kbps)			Tráfico de Salida (kbps)			
	Actual	Promedio	Máximo	Actual	Promedio	Máximo	Actual	Promedio	Máximo	Actual	Promedio	Máximo	
Lunes 9 - Martes 10	36.67	32.86	282.59	51.44	40.46	317.65	49.58	39.38	352.29	18.50	15.93	239.00	
Martes 10 - Miércoles 11	39.60	38.13	403.76	39.40	45.42	297.58	37.77	43.68	286.11	22.40	20.45	348.44	
Miércoles 11 - Jueves 12	32.26	35.93	403.76	29.19	34.29	297.58	28.06	32.92	291.06	15.91	19.16	348.44	
Jueves 12 - Viernes 13	14.46	23.36	166.88	17.73	23.46	266.93	17.42	22.74	291.06	699.43	8.31	146.56	
Viernes 13 - Sábado 14	13.94	14.20	33.23	442.17	9.08	259.63	190.51	8.80	255.17	246.05	472.74	14.76	
Sábado 14 - Domingo 15	14.00	13.97	22.42	353.18	397.67	3.78	166.05	178.28	2.73	219.45	232.75	3.53	
Domingo 15 - Lunes 16	34.07	24.04	299.31	35.70	18.03	405.35	34.17	17.17	395.87	16.99	8.60	251.92	
Lunes 16 - Martes 17	32.62	22.24	311.40	39.75	37.72	405.35	38.00	36.09	395.87	16.45	16.72	255.59	
Martes 17 - Miércoles 18	57.47	45.05	1000.00	56.58	48.16	319.44	54.38	46.19	302.54	39.99	28.22	942.27	
Miércoles 18 - Jueves 19	32.12	44.80	1000.00	63.52	60.05	319.44	61.54	57.96	302.54	16.14	28.06	942.27	
Jueves 19 - Viernes 20	51.11	41.62	959.00	121.25	92.39	342.99	118.17	89.85	336.48	32.54	24.34	826.05	
Viernes 20 - Sábado 21	14.78	32.95	959.00	2.38	61.82	342.99	1.98	60.07	336.48	912.36	16.73	826.05	
Sábado 21 - Domingo 22	13.90	14.34	49.36	377.57	1.38	223.19	86.84	1.03	215.44	178.37	545.37	27.81	
Domingo 22 - Lunes 23	30.14	22.02	176.90	25.72	13.05	277.75	24.34	12.21	262.94	13.38	6.78	149.54	
Lunes 23 - Martes 24	35.13	32.64	262.09	75.60	50.66	305.40	73.78	49.11	319.13	17.53	15.45	219.42	
Martes 24 - Miércoles 25	31.75	33.44	262.09	42.29	58.94	305.40	40.40	57.14	319.13	15.33	16.43	224.39	
Miércoles 25 - Jueves 26	45.16	38.45	787.74	92.90	67.59	264.68	93.31	66.86	311.62	28.00	21.67	733.38	
Jueves 26 - Viernes 27	39.35	42.25	787.74	161.39	127.14	291.00	183.75	138.53	333.49	21.32	24.66	733.38	
Viernes 27 - Sábado 28	18.23	28.79	298.19	97.68	129.53	291.00	98.06	140.91	333.49	2.47	11.90	240.62	
Sábado 28 - Domingo 29	14.63	16.43	50.88	1.58	49.63	265.66	1.16	49.61	313.79	349.10	1.41	26.81	
Domingo 29 - Lunes 30	35.67	25.15	249.77	43.66	22.62	423.29	46.37	23.76	418.19	18.42	9.38	209.86	
Lunes 30 - Martes 31	71.56	53.61	900.61	181.75	112.71	423.29	184.08	115.22	418.19	49.20	33.81	759.36	

Tabla 2.21 Ocupación del enlace de Cuenca-Planta Alóag.

Martes 31 - Miércoles 01	52.26	61.91	900.61	153.09	167.42	430.38	156.27	170.17	426.51	34.89	42.05	759.36
Miércoles 01 - Jueves 02	50.01	51.14	372.80	208.99	181.04	430.38	212.86	184.56	426.51	31.68	33.28	308.76
Jueves 02 - Viernes 03	42.90	46.45	557.41	210.82	209.91	299.48	214.06	213.46	308.53	25.95	28.81	527.10
Viernes 03 - Sábado 04	18.39	30.64	557.41	140.07	175.45	290.23	146.05	180.05	311.54	4.29	15.12	527.10
Sábado 04 - Domingo 05	14.00	16.19	60.39	86.57	113.32	260.21	85.13	115.59	311.54	2.02	3.15	41.95
Domingo 05 - Lunes 06	41.49	27.74	348.22	147.08	116.82	273.28	144.06	114.60	266.54	26.09	14.06	285.20
Lunes 06 - Martes 07	40.87	41.18	459.76	139.85	143.46	314.15	146.29	145.18	299.85	25.17	25.63	391.28
Martes 07 - Miércoles 08	34.08	37.47	459.76	137.84	138.84	314.15	144.78	145.54	299.85	19.84	22.50	391.28
Miércoles 08 - Jueves 09	33.34	33.71	447.04	141.21	139.52	281.49	147.30	146.04	287.82	19.92	19.88	363.39

Tabla 2.21 Ocupación del enlace de Cuenca--Planta Alóag (continuación).

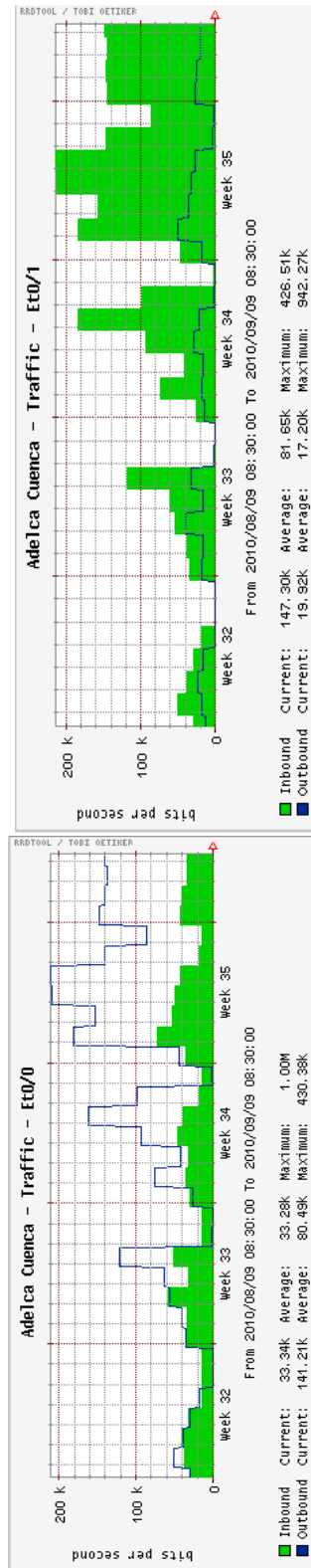


Figura 2.28 Carga del enlace de Cuenca-Planta Alóag.

Una vez finalizado el período de toma de muestreo en los enlaces WAN y en el canal de salida a Internet, se tabuló los datos que se presentaron en las tablas precedentes; en base a esos resultados se presentan las siguientes observaciones en relación a la utilización de estos recursos:

Enlace	Velocidad del canal contratado [kbps]	DOWNLINK		UPLINK	
		Máximo [kbps]	Promedio [kbps]	Máximo [kbps]	Promedio [kbps]
Internet Alóag	2000	1647,74	392,11	1155,30	93,71
Cumbayá-Alóag	2000	298,06	173,50	173,50	34,77
Guayaquil-Alóag	1000	1016,35	248,89	418,44	49,48
Portoviejo-Alóag	1000	542,64	168,45	281,99	20,71
Ambato-Alóag	1000	471,06	20,86	379,39	117,60
Sto.Domingo-Alóag	1000	1236,67	360,03	453,68	34,11
Cuenca-Alóag	1000	446,13	32,99	307,84	93,14

Tabla 2.22 Resumen de recolección de datos para los enlaces WAN.

La conexión a Internet de la planta de Alóag lleva el tráfico saliente de todas las sucursales y de la LAN de Alóag, sin embargo, el canal contratado de 2 Mbps es ocupado en promedio 392,11 Kbps lo cual equivale al 20% de la utilización (en promedio); a pesar de este aparente desperdicio, no es recomendable reducir la capacidad contratada ya que en épocas de alta carga (cierres de mes por ejemplo) se registran picos de hasta 1647,74 kbps equivalentes al 80% de la capacidad total, sin embargo como estos valores se presentan en días específicos, no se considera que el canal se encuentre saturado. El problema de percepción de conexión lenta en los usuarios finales se da debido al bajo rendimiento de los equipos de conectividad existente y no a la capacidad contratada para salida a Internet ni a la cantidad de tráfico HTTP (se presumía que podía haber un alto uso de navegación web por parte de los usuarios, más estos resultados desmienten esa hipótesis).

El enlace contratado para interconectar la planta de Alóag con el Centro de Operaciones Matriz de Cumbayá tasas promedio de hasta 173,5 kbps con picos

máximos de hasta 298,06 kbps equivalentes al 8% y al 14% de la capacidad contratada. Si bien Cumbayá constituye la matriz administrativa de la empresa, el número de usuarios que laboran en ese centro no supera la veintena por lo que se considera que ese enlace está siendo subutilizado y se debería reducirlo bajo las condiciones de uso actual.

Para el caso de Guayaquil la situación es un tanto diferente ya que en ese enlace se registran tasas promedio de transferencia de 418,44 kbps y picos máximos de hasta 1016,35 kbps (en días pico) correspondientes al 48,8% y al 99% por lo cual debe considerarse el incrementar la capacidad contratada, en especial si se pretende implementar servicios de videoconferencia (a pesar de que en promedio con este servicio la capacidad promedio utilizada alcanzaría el 80%, los valores máximos no podrían abastecer la demanda lo cual traería como consecuencia una degradación en el servicio).

El enlace de Portoviejo registra tasas de transferencia promedio de 248,49kbps con picos de hasta 542,64 kbps equivalentes al 24% y al 53% por lo que no se registra congestión en este enlace y se cuenta con un margen de 30% para crecimiento y nuevos servicios.

El enlace de Ambato registra tasas de transferencia promedio de 117,6kbps con picos de hasta 471,06 kbps equivalentes al 11,4% y al 46% por lo que no se registra congestión en este enlace y se cuenta con un margen de 34% para crecimiento y nuevos servicios.

Para el caso de Santo Domingo se tiene una situación similar a la de Guayaquil ya que si bien las tasas promedio todavía se encuentran dentro de un margen aceptable de ocupación, los valores máximos superan la capacidad contratada lo cual afectaría ciertas operaciones y transacciones que se llevan a cabo en períodos críticos para la Compañía (cierres de mes por ejemplo). Para la tasa promedio de transferencia, se tienen valores de hasta 453 kbps mientras que para la tasa máxima, se registran picos de hasta 1200 kbps correspondientes al 44 y al 100% de ocupación. Es recomendable redimensionar la capacidad contratada previo a un análisis de tráfico en la LAN de ADELCA Santo Domingo.

Finalmente, el enlace de Cuenca registra tasas de transferencia promedio de 93,14% con picos de hasta 446 kbps equivalentes al 9% y al 44% por lo que no se registra congestión en este enlace y se cuenta con un margen de 36% para crecimiento y nuevos servicios.

2.5 SISTEMA DE TELEFONÍA

En secciones anteriores, se ha descrito y detallado todo lo referente a la infraestructura de la red de datos poniendo especial énfasis en la Planta Industrial de Alóag y en los enlaces de interconexión.

En este punto cabe analizar aspectos importantes del sistema de comunicación de voz, por lo que en las secciones siguientes se detalla todo lo referente a la central telefónica, el sistema de interconexión entre la empresa y la red pública, el plan de numeración y la ocupación de las extensiones.

2.5.1 DESCRIPCIÓN DE LA RED DE VOZ EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE ALÓAG

ADELCA cuenta con un sistema de telefonía híbrida en la mayoría de sus sucursales. Dicho sistema, que implementa líneas telefónicas analógicas, digitales e IP, contiene 8 centrales telefónicas SIEMENS ubicadas en las sucursales a nivel nacional.

La central de telefonía principal se encuentra ubicada en la Planta Industrial de Alóag, mientras que las demás, de menor capacidad, se encuentran distribuidas en Samborondón, Cumbayá, Santo Domingo, Ambato, Cuenca, Guayaquil y Portoviejo.

Para la conexión con la PSTN y con la red celular, cada sucursal habilitada con telefonía cuenta con enlaces troncales provistos por CNT³³, Movistar y Claro.

³³ CNT: Corporación Nacional de Telecomunicaciones.

La central principal, SIEMENS HiPath 3800, se encuentra ubicada en el cuarto de telecomunicaciones del Departamento de Sistemas. Dicha central provee el servicio de telefonía a las plantas de producción (Trefilados, Laminados y Acería), a la sección Administrativa (Gestión Integral, Direcciones Técnicas, Administración), Dispensario Médico, Comedor y Patio de Chatarra.

Para el cableado telefónico de toda la planta se utiliza cable multipar UTP categoría 3.

La figura 2.29 presenta el esquema de conexión telefónica en la planta de Alóag

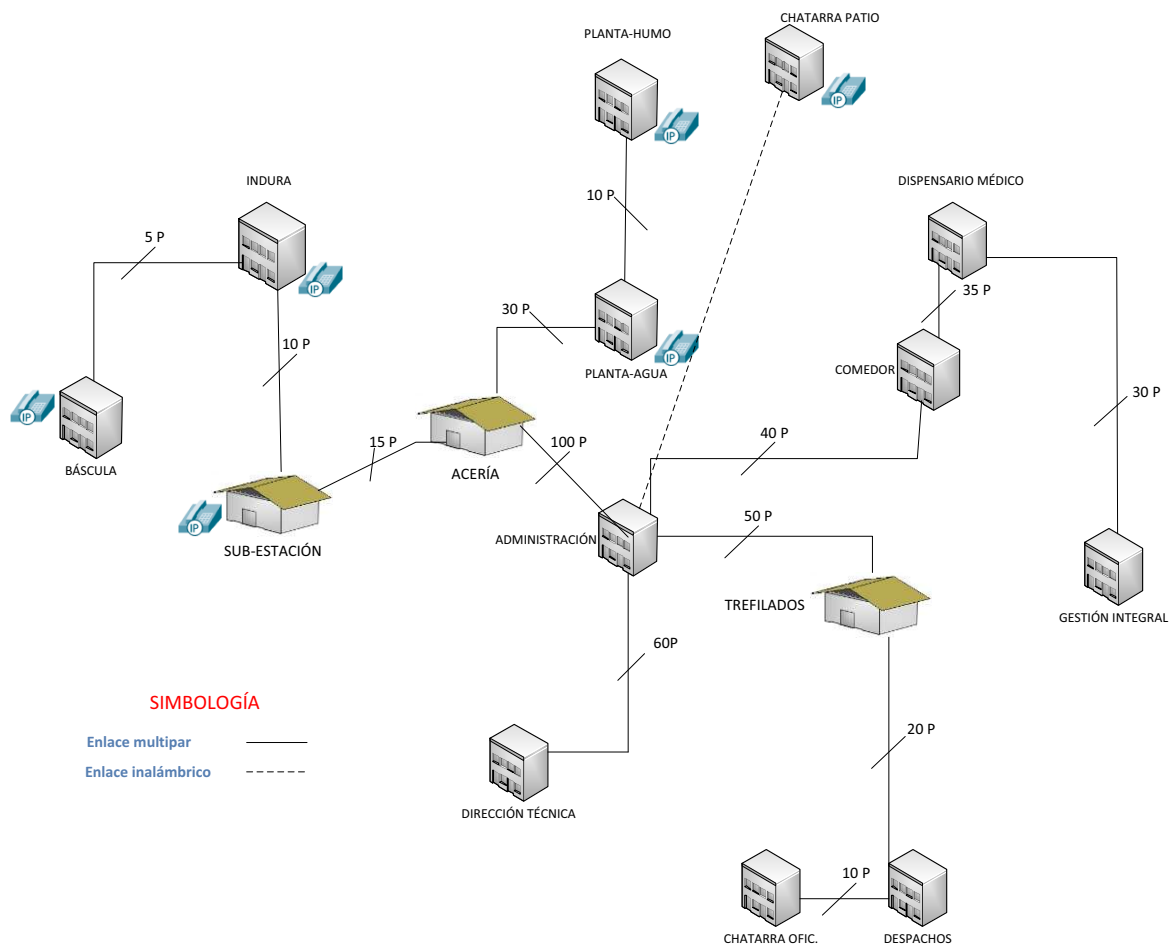


Figura 2.29 Esquema de conexión telefónica en Alóag.

2.5.1.1 Troncales

En la Planta Industrial de Alóag, la conexión con la PSTN se da a través de enlaces troncales provistos por CNT. En lo que corresponde a la conexión con redes celulares, la comunicación se da a través de bases celulares.

	CNT	Movistar	Claro
Número de enlaces troncales/bases celulares	4	1	3

Tabla 2.23 Enlaces troncales y bases celulares en Alóag.

Más adelante, se analizará el plan de numeración implementado para el enrutamiento de las llamadas a través de la troncal correspondiente.

2.5.1.2 Descripción del cableado telefónico

Planta Externa³⁴

Como se observa en la figura 2.29, el cableado telefónico está compuesto en su mayoría por cable multipar; sin embargo, para llegar con el servicio telefónico hasta las instalaciones del patio de chatarra es necesario un enlace de radio. Este enlace se establece entre el Departamento de Sistemas y la oficina de Control y Compra de Chatarra. Por este motivo, todos los teléfonos instalados en las oficinas de chatarra son IP, los cuales en total son 10.

El resto de cableado telefónico se divide en varias secciones, las cuales se interconectan desde el Departamento de Sistemas.

La tabla 2.24 muestra el número de pares por sección

Para el tendido del cableado telefónico se utiliza ductería subterránea, mangueras y cableado aéreo³⁵ formando parte de la Planta Externa. Debido a las grandes distancias que se tienen entre oficinas y plantas de producción, se utiliza tubos

³⁴ Planta Externa: conjunto de medios que enlazan a los abonados con la central telefónica.

³⁵ El tendido por aire se lo realizó a través de los postes de energía eléctrica.

conduit por ductos que se encuentran bajo tierra. Para secciones relativamente pequeñas (no más de 30 metros) se utilizan mangueras para encaminar el cableado.

Sección Secundaria	Número de pares	Sección Principal
Acería	55	1
Sub-estación	5	
Indura	5	
Báscula	5	
Planta Agua	20	
Planta Humos	10	
Dirección Técnica	50	2
Trefilados	30	3
Despachos	10	
Of. Chatarra	10	
Comedor	5	4
Dispensario Médico	5	
Gestión Integral	30	

Tabla 2.24 Pares por sección.

2.5.1.3 Descripción del equipo de telefonía

2.5.1.3.1 Armario de Telefonía

La figura 2.30 muestra un esquema de la central telefónica y del armario de distribución telefónico.

Tanto el armario como la central telefónica se encuentran ubicados dentro del cuarto de Telecomunicaciones en el cual se ha especificado una zona marcada tanto para la infraestructura de datos como para la de telefonía. Por este motivo los equipos de telefonía se encuentran frente a los armarios de datos.

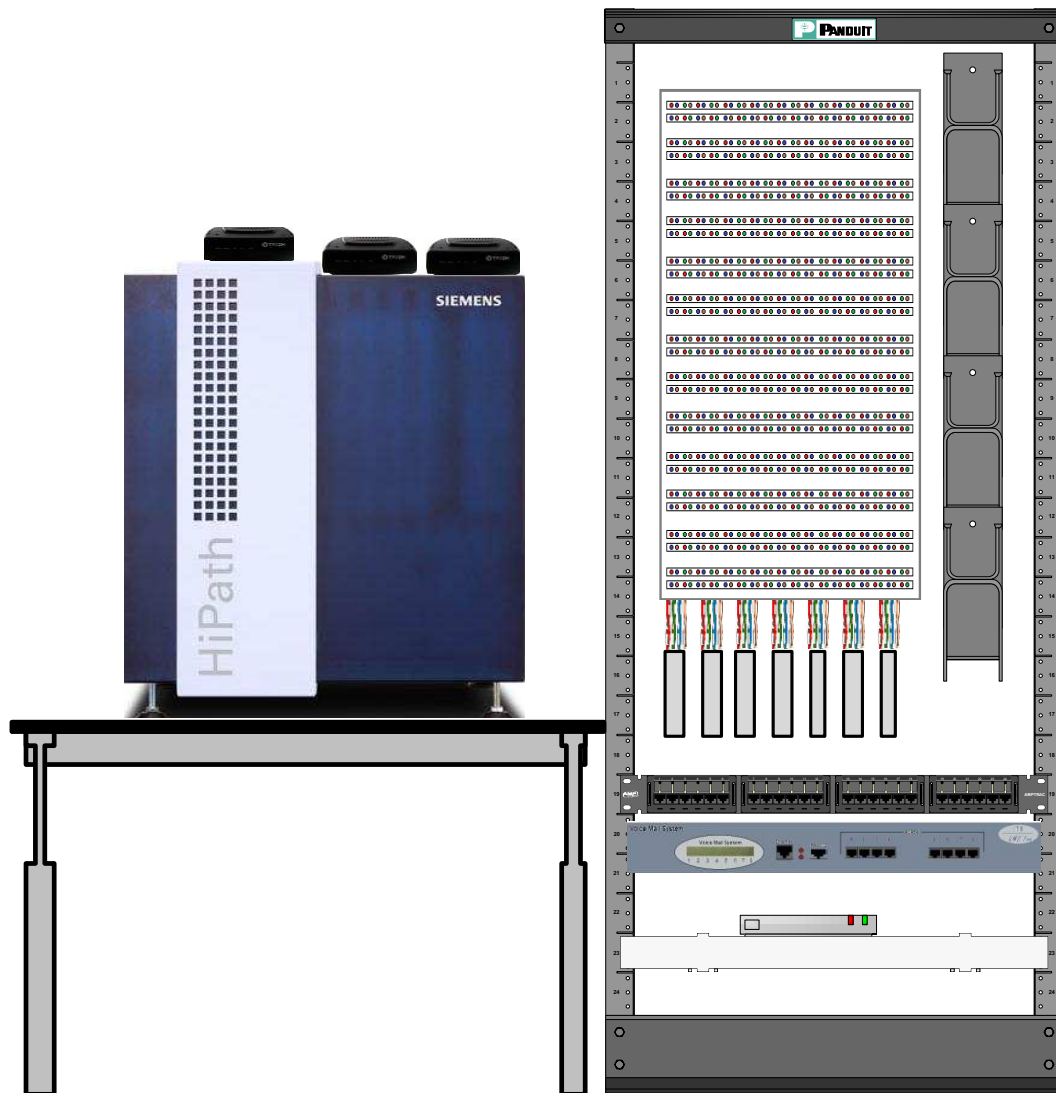


Figura 2.30 Armario Telefónico y Central Telefónica HiPath 3800.

El armario de telefonía alberga los siguientes elementos:

- Un tablero de distribución compuesto por regletas 110 (En total se tienen 13 regletas).
- Un manejador de cable multipar.
- Un patch panel de 24 puertos.
- Correo de voz.
- Un módem E1.

Cada regleta 110 cuenta con un total de 100 pares dispuestos en 2 filas. Por lo tanto el tablero de distribución cuenta con una capacidad de 1300 pares telefónicos. Además, como parte de la infraestructura de telefonía, se cuenta con bases celulares de la marca TECOM. Cada base está asociada a un número celular. El armario de telefonía sirve como punto medio para enlazar al MDF y la central telefónica.

2.5.1.3.2 Central Telefónica

La empresa en su Planta Industrial de Alóag cuenta con la central HiPath 3800 del fabricante SIEMENS. Es adecuada para empresas que cuentan con un número considerable de usuarios (800 aproximadamente) permitiendo la comunicación con la PSTN y con otras centrales telefónicas a través de enlaces troncales. Dicho sistema soporta terminales analógicas, digitales, híbridas³⁶ e IP.

La tabla 2.25 describe las características más importantes de la central

Valores máximos	HiPath 3800 (suelo o rack 19")
Extensiones analógicas	384
Extensiones digitales	384
Extensiones IP	500
Extensiones inalámbricas	250
Interfaces V.24	2
optiClientAttendant (operadora en PC)	6
Número de enlaces	250
Enlaces IP	128
Nodos de red IP en LAN	32
Módulos HG-1500	8
Dimensiones (Al x A x F) en mm	490x410x390
Peso	16,5 kg base 15,0 kg expansión
Color de la caja	Azul metal
Versión de software	V5.0

Tabla 2.25 Características principales de la central HiPath3800. ^[16]

³⁶ Se refiere a aquel terminal que puede funcionar con tecnología digital o IP.

Adicionalmente soporta fuentes de poder redundantes para garantizar disponibilidad y tolerancia a fallos. Permite la conectividad con un sinnúmero de terminales telefónicos de la serie OptiPoint.

Las características claves de HiPath 3800 incluyen:

- Comunicaciones integradas e IP.
- Soporte de teléfonos IP (optiPoint 400/410 y optiClient 130)
- Networking vía IP
- Soporte para teléfonos analógicos y digitales.
- Correo de voz.
- Respuesta automática de llamada.
- Enrutamiento de menor costo.
- Agenda telefónica.
- Transferencia de llamadas.

La estructura de la central es de tipo modular, de esta manera se pueden ir agregando tarjetas de acuerdo al crecimiento de usuarios en la red telefónica, además de permitir el enlace con otras centrales SIEMENS, ya sea a través de protocolos estandarizados o propietarios.

2.5.1.3.2.1 Servicios prestados por la central telefónica

Existen múltiples servicios disponibles en la central HiPath 3800; según las necesidades empresariales, el departamento encargado de la administración de la central (Departamento Electrónico) ha ido implementando uno a uno los servicios. De esta manera se cuentan con los siguientes:

- Listado de llamadas no atendidas: los terminales telefónicos que cuentan con display almacenan las llamadas tanto internas como externas que no han sido atendidas. Las llamadas no atendidas se introducen en una lista organizada por fecha y hora y se registra el número de intentos de llamada.

Desde ella puede iniciarse directamente la devolución de la llamada al número seleccionado.

- Captura de llamadas: Desde cualquier terminal telefónica habilitada se puede atender, pulsando una tecla, las llamadas dirigidas a otra persona dentro de un departamento.
- Autorización de llamadas: cada usuario de la central puede tener asignadas diferentes autorizaciones de acceso en base a un rol designado.

ROL	INTERNO	LOCAL	NACIONAL	INTERNACIONAL	CELULAR
Presidencia	X	X	X	X	X
Director/ Gerente	X	X	X		X
Asistentes/Auxiliares/Jefes	X	X	X		
Operativos	X	X			

Tabla 2.26 Roles de autorización.

- Reubicación de extensiones: permite reasignar una extensión sin tener que modificar el cableado telefónico.
- Enrutamiento de llamadas: permite enrutar una llamada por una troncal determinada según el destino de la llamada.

En la figura 2.31 se muestra un esquema descriptivo de la central y de las tarjetas que la componen.

De acuerdo a los requerimientos que se han ido presentando, se tienen las siguientes tarjetas:

STM12 (Subscriber Trunk Module IP) ^[18]: es un módulo de VoIP que implementa las funcionalidades del gateway HG1500. Posee interfaces ISDN y DSL para la conexión con una red LAN externa y una interfaz LAN para la conexión a la red corporativa. Dichas interfaces soportan el estándar Ethernet IEEE802.3 con velocidades de hasta 100 Mbps. Debido a sus funciones como Gateway, puede

proveer servicios de transferencia de voz, datos y fax, además de funciones de ruteo para ISDN o DSL.

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
S	S		S	S			S						
T	L	S	L	L			L						
M	M	L	M	M			M						
I	0	M	A	0			A						
2	2	A	8	2			E						
LUNA 2													

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S	S	S	S	T	C	D	S	S	S
L	L	L	L	M	B	I	L	L	L
M	M	M	M	2	S	U	M	M	M
0	0	A	A	L	A	N	0	A	A
2	8			P	P	2	8		8
LUNA 2			LUNA 2						

Figura 2.31 Distribución de tarjetas en la central HiPath 3800. ^[17]

LUNA2 (Line Powered Unit for Network-based Architecture #2) ^[18]: su función es la de proveer energía a la central. Actualmente se cuenta con 3 unidades LUNA2 para brindar redundancia en caso de fallo de la alimentación eléctrica.

CBSAP (Central Board Synergy Access Platform) ^[17]: Es la tarjeta principal de la plataforma de acceso. Controla todas las funciones de la central HiPath 3800.

Sobre esta tarjeta se encuentran otras tarjetas opcionales:

- MMC (Multimedia Card) es la memoria de la central telefónica. La capacidad puede ser desde 16 a 64MB.
- Módulo de administración remota. Cuenta con una interfaz LAN para enlazar la central a la red corporativa.
- INTERFAZ V.24, 2 interfaces seriales DB9 para administración de servicios o aplicaciones.

SLMA/SLMA8/SLMA2 (Subscriber Line Module Analog) ^[18]: proveen el servicio de telefonía analógica a los abonados. Según la tarjeta se tiene:

- SLMA/SLMA2: 24 interfaces analógicas.
- SLMA8: 8 interfaces analógicas.

Para este tipo de tarjetas, el voltaje requerido para generar el timbrado lo provee la propia tarjeta, siendo éste de 35 Vrms³⁷.

SLMO8/SLMO2 (Subscriber Line Module Optiset) ^[18]: brinda el servicio de telefonía digital para teléfonos SIEMENS propietarios. Según la tarjeta se tiene:

- SLMO2, soporte para 24 interfaces Up0/E.
- SLMO8, soporte para 8 interfaces Up0/E.

TM2LP (Trunk Module Loop Procedure) ^[18]: tarjetas troncales analógicas que permiten conectar hasta 8 líneas analógicas en este tipo de centrales.

SLMAE (Subscriber Line Module Analog Enhanced) ^[18]: Ofrece 24 interfaces analógicas. Esta tarjeta reemplaza a las tarjetas SLMAC y SLMA2 y genera su propio timbre sin necesidad de un generador de timbres externos.

2.5.1.3.3 Descripción del distribuidor principal

La tabla 2.27 muestra la distribución de las tarjetas existentes dentro del MDF³⁸ principal.

EL MDF principal (denominado MDFU-E dentro de la nomenclatura de la central HiPath 3800) se encuentra ubicado en la parte trasera de las oficinas de Administración, específicamente detrás del cuarto de telecomunicaciones.

³⁷ Vrms: Voltaje Efectivo

³⁸ MDF: Main Distribution Frame

Cuenta con la protección exterior adecuada a través de una caja telefónica de 1.50m x 0.90m. Los cables multipares que se encuentran expuestos están protegidos por mangueras.

Dentro del MDF se encuentran 13 regletas en total para conectarse con diferentes tipos de tarjetas telefónicas. Dependiendo del tipo de tarjeta se tiene máximo 24 extensiones telefónicas por tarjeta. La distribución es la siguiente:

- En la primera regleta se tienen 23 extensiones digitales asignadas a la tarjeta SLMO2-1
- La segunda regleta se conecta con la tarjeta SLMO8-2. Dicha tarjeta cuenta con 8 extensiones digitales.
- Las siguientes 2 regletas permiten la conexión de extensiones analógicas a través de las tarjetas SLMA-3 y SLMA-4. En conjunto, se tiene 48 extensiones analógicas.
- La quinta regleta permite la conexión tanto con la PSTN como con las redes celulares. En total se tienen 8 troncales funcionando a través de la tarjeta TM2LP-5.
- La sexta regleta, con una tarjeta SLMO-8, integra 5 extensiones digitales.
- La séptima y octava regleta tienen 30 extensiones analógicas implementadas a través de la tarjeta SLMA-9 y la tarjeta SLMA8-10.
- La novena regleta contiene 24 extensiones digitales a través de la tarjeta SLMO2-12.
- La décima y undécima regletas se conectan con una tarjeta SLMA-13 y SLMA8-14. En total se tienen 31 extensiones analógicas.
- La doceava regleta contiene 5 extensiones digitales contenidas dentro de la tarjeta SLMO2-15.
- La tarjeta SLMAE -18 contiene 12 extensiones analógicas. Dicha tarjeta se encuentra conectada en la treceava regleta del MDF.

La tabla 2.27 presenta información respecto a la distribución de tarjetas en la central HiPath 3800.

6

SLMO8-8									Conector: GB X110												
1	2	3	4	5	6	7	8														
6307	6310	6311	6314	6313																	MS

7

SLMA-9									Conector: GB X111														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
6102	6208	6125	6055		6159	6130	6131	6132	6133	6134	6135	6136	6137	6138	6147	6140		6142	6143	6056	6319	6322	6323

8

SLMA8-10									Conector: GB X112														
1	2	3	4	5	6	7	8																
6233	6226	6228	6065	6230	6231	6063	6064																

9

SLMO2-12									Conector: EB X102															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
6120	6121	6128	6164	6126	6122	6123	6127	6151	6129	6090	6250	6251	6190	6207	6193	6204	6229	6192	1111	6060	6061	6160	6161	MS

10

SLMA-13									Conector: EB X103														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
6144	6145	6146	6139	6148	6149	6159	6162	6152	6062	6220	6222	6067	6224	6189	6155	6066		6158	6225	6333	6068	6180	6181

Tabla 2.27 Distribución de tarjetas en la central HiPath 3800 (continuación).

SLMA8-14

Conector: EB X104							
1	2	3	4	5	6	7	8
7101	7106	7102	7108	7105	7103	7104	7109

11

SLMO2-15

Conector: EB X105																								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
6053	6054	6080	6157							6232														MS

12

SLMAE-18

Conector: EB X109																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
6095	6234	6324	6325	6317	6042	6042	6141	6085	6086	6037	6014	6073						6009

13

Tabla 2.27 Distribución de tarjetas en la central HiPath 3800 (continuación).

2.5.1.3.4 *Voice Mail System* ^[19]

Para la implementación del correo de voz, la empresa cuenta con el sistema de correo de voz VME Pro. Este dispositivo provee hasta 500 casillas de correo, cuenta con un módem incorporado y conexión Ethernet. Esta solución de asistente automático/correo de voz está físicamente dispuesta dentro de una carcasa de 19 pulgadas, con soportes opcionales para su montaje sobre la pared.

Dentro de las características más importantes están:

- Capacidad de almacenamiento: de 18 a 36 horas de grabación.
- Notificación local/externa: posible desde los 8 puertos.
- Notificación SMS³⁹: posible vía unidad adicional de GSM⁴⁰ SMS.
- Mantenimiento remoto con un módem incorporado, conexión RS-232C
- Fácil mantenimiento de casilla de correo personal (a través de un programa de manejo de casilla de correo personal vía red basada en TCP/IP).
- Número de casillas: 500

El VME Pro soporta una amplia gama de funciones de mensajería de voz, funciones de asistente automático, posibilidad de múltiples idiomas concurrentes, notificación de mensajes y detección de tonos de fax.

2.5.1.3.5 *Gateway de voz* ^[19]

El sistema telefónico de la compañía cuenta con un gateway de voz HiPath HG 1500 que permite enlazar a la central principal (HiPath 3800) con las centrales instaladas en las distintas sucursales (por ejemplo, la central HiCom 150E Office en Portoviejo), además de permitir la conexión de la central principal a redes LAN Ethernet (10/100 Mbps). Esto hace posible la comunicación de voz, fax y datos desde cualquier PC que esté conectado por medio de una red LAN.

³⁹ SMS: Short Message Service.

⁴⁰ GSM: Global System for Mobile Communications

HiPath HG 1500 incluye también una pasarela H.323 para el soporte de telefonía y comunicación de voz a través de redes IP (Voz sobre IP) permitiendo la incorporación de softphones⁴¹ y de terminales VoIP dentro de la infraestructura de telefonía.

La administración de las funciones del Gateway se lo realiza mediante varias herramientas. Dentro de las más importantes están:

- Web-Based Management (WBM): implementado a través de un servidor HTTP, provee una guía de configuración paso a paso y un fácil acceso a todas las funciones de administración, siendo esta herramienta la más usada.
- Command Line (CLI): vía Telnet a través de la interface serial V.24. Diseñada como herramienta de administración secundaria, puede ser usada para modificar ciertos datos de configuración, actualizar y reiniciar el sistema y para diagnosticar la configuración del sistema.
- Administración vía SNMP: a través de un agente SNMP ⁴². La administración a través de SNMP permite unir al Gateway a un sistema de red administrado. HG 1500 soporta SNMP versión 1 facilitando la recolección de estadísticas y modificando importantes configuraciones del sistema. Además permite la implementación de traps⁴³ para eventos específicos.

⁴¹ Softphone: software que emula una terminal telefónica basada en protocolo IP.

⁴² Agente SNMP: programa que se encarga de recopilar información acerca de un equipo y transmitirlo a un programa administrador de red.

⁴³ Traps: programa que se ejecuta según una acción determinada. Trabaja con el protocolo SNMP.



Figura 2.32 Pantalla principal del Gateway HG 1500 administrado vía Web.

2.5.1.3.6 Terminales Telefónicos

Existe una amplia gama de terminales telefónicos compatibles con los sistemas HiPath 3000, entre propietarios y genéricos.

Para la implementación de los terminales telefónicos, ADELCA cuenta con 4 tipos de terminales para telefonía analógica, digital e IP. Estos terminales forman parte del sistema de telefonía Commander de Siemens para la central HiPath 3800.

El sistema Commander está compuesto por terminales de la serie OptiPoint y de la serie Optiset E, ideales para funcionar con las centrales telefónicas HiPath y HiCom. Además se cuenta con terminales de la serie OptiPoint 410 correspondientes a telefonía IP.

La serie OptiPoint cuenta con diferentes funciones de operación que están claramente repartidas en submenús, siendo posible la lectura en un display. La serie Optiset E está diseñada para un acceso rápido a las diferentes funciones de

cada terminal. La serie OptiPoint 410 permite la comunicación a través de la red de datos de la empresa al implementar VoIP.

Los terminales de la serie OptiPoint han sido configurados para brindar los siguientes servicios:

- Mensajes de aviso: Cada terminal puede activar un mensaje de ausencia que será recibido en el display de cualquier extensión que le llame.
- Señalización diferenciada de llamadas: se puede asignar diferentes tonos según se trate de llamadas entrantes o salientes.

OptiPoint 500Entry

Este tipo de terminal, por su tamaño y simplicidad, es ampliamente usado en las plantas de producción de la empresa y cuenta con las funciones básicas tanto para acceso telefónico como para acceso al correo de voz. Cuenta con teclado numérico y 8 teclas de función, además de contar con 3 teclas de diálogo del sistema de operación, que juntamente con las indicaciones del display permiten una orientación interactiva del usuario con las opciones de configuración del terminal.



Figura 2.33 OptiPoint 500 Entry. ^[20]

Las principales características del terminal OptiPoint 500 Entry son:

- 8 teclas de función con diodos luminiscentes, LED.

- Escucha por voz.
- 2 teclas de ajuste (más, menos) para el volumen y el tono del timbre de llamada, y para la llamada de advertencia.
- Apto para montaje mural.

OptiPoint 500 standard

Este tipo de terminal es usado en la parte Administrativa, puesto que cuenta con más opciones de configuración, además de contar con identificador y transferencia de llamadas.



Figura 2.34 OptiPoint 500 standard. ^[20]

Sus características principales son:

- 12 teclas de función con LED.
- Manos libres totalmente dúplex con supresión de eco para adaptación al entorno acústico.
- 1 toma para adaptador.
- Display LCD alfanumérico con 2 líneas de 24 caracteres cada una.
- 3 teclas de diálogo para la guía interactiva del usuario.

- 2 teclas de ajuste (más, menos) para el volumen y el tono del timbre de llamada, calidad de manos libres, llamada de advertencia y contraste del display.
- Apto para montaje mural.

Optiset E memory

Este terminal está diseñado para usuarios con necesidades de grandes volúmenes de llamadas. En la empresa, este tipo de terminales son usados por las personas encargadas de la recepción y por secretarías pertenecientes al departamento de presidencia.



Figura 2.35 Optiset E memory ^[20]

Entre las principales características están:

- 3 teclas de acceso a menús para interacción.

- Display LCD alfanumérico ajustable con 8 líneas de 24 caracteres. Líneas 1 a 6 para funciones de agenda electrónica, línea 7 y 8 para interacción con el sistema.
- Agenda electrónica con memoria para aproximadamente 350 entradas (nombre, dirección, número telefónico, etc).
- Teclado alfanumérico.
- Manos Libres.
- 12 teclas con funciones con LEDs.
- 2 teclas para ajuste de volumen de auricular y timbrado.

OptiPoint 410 Economy

Este tipo de terminales brindan soporte para telefonía IP por lo que son utilizados en aquellas áreas en las que no existe cableado telefónico pero sí infraestructura de datos (generalmente en sitios distantes que contienen pocos usuarios) así como también para algunas sucursales. En la empresa este tipo de teléfono se utiliza en las básculas y patios de chatarra de la planta industrial de Alóag.



Figura 2.36 OptiPoint 410 Economy. ^[20]

Entre las principales características están

- Pantalla LCD alfanumérica inclinable con dos líneas (24 caracteres por línea).
- 12 teclas de función con LED.
- 3 teclas de diálogo para indicaciones de usuario interactivas.
- 2 teclas (más, menos) para configurar el volumen y tono de llamada.
- Altavoz.

OptiPoint 410 Standard

Terminal que ofrece el servicio de telefonía IP y que cuenta con altavoz y manos libres bidireccionales. Fácilmente adaptable a módulos para proporcionar al usuario comodidad. En la empresa se usan tanto en las oficinas del patio de chatarra como en las plantas de Humo y Agua.



Figura 2.37 OptiPoint 410 Standard. [20]

Entre las principales características están:

- Pantalla LCD alfanumérica inclinable.
- 12 teclas de función con LED.
- 3 teclas de diálogo para indicaciones de usuario interactivas.
- Altavoz y manos libres bidireccionales.
- 2 ranuras para adaptador.

- Soporte de módulo de pantalla optiPoint
- Miniconmutador de 10/100 Mbps
- 1 interfaz para hasta dos dispositivos complementarios.
- Montaje mural.

2.5.1.3.7 Plan de Marcación

Es muy importante diferenciar el tipo de destinos para una llamada telefónica ya que de esto depende el monto económico a ser cancelado tanto a la empresa de telefonía local como a las empresas de telefonía celular.

Un buen plan de marcación no solo que ayuda a disminuir costos (administrando de manera óptima el enrutamiento de llamadas) sino que mejora en gran medida el desempeño de la red telefónica (al aumentar el número de llamadas exitosas). La central HiPath 3800 utiliza las funciones del LCR (LeastCostRouting) para establecer de forma óptima las rutas utilizadas para las llamadas salientes. Las llamadas pueden encaminarse por las troncales hacia la red pública, celular o red privada. Utilizando tablas de enrutamiento, se encuentra la ruta de conexión más favorable para la llamada saliente.

Así la central telefónica trabaja con 5 destinos, independientemente del rol del abonado: Interno, Local, Nacional – Regional, Celular, Internacional.

Como resultado, según el tipo de llamada, el LCR envía la llamada por una determinada troncal, previo análisis de los dígitos marcados por parte de los abonados.

La central HiPath 3800 cuenta con 8 troncales

De preferencia, se debe definir un código para acceder a la red telefónica y poder realizar llamadas fuera de la red de voz interna. Cabe decir que las llamadas internas se llevan a cabo sin la intervención de ningún tipo de código de acceso.

IDENTIFICACIÓN	TARJETA/SLOT	PROVEEDOR
7801	TM2LP-5/1	CNT
7802	TM2LP-5/2	CNT
7803	TM2LP-5/3	CNT
7804	TM2LP-5/4	CLARO
7805	TM2LP-5/5	CLARO
7806	TM2LP-5/6	MOVISTAR
7807	TM2LP-5/7	CNT
7808	TM2LP-5/8	CLARO

Tabla 2.28 Líneas Troncales en el MDFU-E.

En la empresa existen dos códigos de acceso: el número 9 para llamadas externas al proveedor CNT, ALEGRO y al proveedor CLARO, y el código 499 para realizar llamadas hacia el proveedor MOVISTAR. Posterior al ingreso del código, entran en funcionamiento las tablas de enrutamiento definidas por el LCR para dirigir una llamada por una determinada troncal. Cabe decir que en algunas ocasiones el prefijo 9 se habilita para realizar llamadas hacia MOVISTAR.

Las tablas de enrutamiento se encuentran estructuradas de acuerdo a lo que se presenta en las tablas 2.29 y 2.30

	LOCAL		REGIONAL					INTERNACIONAL
	92	93	902	903	904	905	906	900
7801	X	X	X	X	X	X	X	X
7802	X	X	X	X	X	X	X	X
7803	X	X	X	X	X	X	X	X
7804								
7805								
7806								
7807	X	X	X	X	X	X	X	X
7808								

Tabla 2.29 Tabla de enrutamiento para llamadas locales, regionales e internacionales.

	CLARO								MOVISTAR	CLARO								MOVISTAR			
	9080	9081	9082	499083	499084	9085	9086	499087		9088	9089	9090	9091	90920	90921	90922	90923		90924	4990925	4990926
7801																					
7802																					
7803																					
7804	X	X	X			X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X				
7805	X	X	X			X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X				
7806				x	x			x										x	x		x
7807																					
7808	X	X	X			X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X				

	MOVISTAR				CLARO				ALEGRO				MOVISTAR				CLARO				MOVISTAR				CLARO				MOVISTAR											
	4990928	4990929	9093	9094	499095	9096	9097	499098	4990990	90991	4990992	90993	90994	90995	4990996	4990997	4990998	4990999																						
7801						X																																		
7802						X																																		
7803						X																																		
7804						X	X			X				X	X										X	X														
7805						X	X			X				X	X										X	X														
7806	x	x								X				X	X												X	X											X	
7807																																								
7808						X	X			X				X	X											X	X													

Tabla 2.30 Tabla de enrutamiento para llamadas celulares.

Como se observa, la central cuenta con un amplio plan de marcación. Todo esto se refleja en una disminución del costo total facturado de llamadas tanto locales, nacionales, internacionales y celulares.

Cabe mencionar que las llamadas que se efectúan a números pertenecientes al proveedor ALEGRO se enrutan por una de las 4 troncales de CNT. Esto debido a que ALEGRO es una compañía asociada con CNT y por ende los costos por minuto de llamada son más bajos.

Cuando todas las troncales pertenecientes a CNT se encuentran ocupadas, la llamada es encolada de acuerdo al tiempo de arribo a la central y se la atiende tan pronto se haya liberado una troncal, caso contrario un tono de ocupado indica al abonado la indisponibilidad de las troncales. De forma similar se atienden las llamadas hacia números celulares.

2.5.1.4 Extensiones telefónicas

La empresa cuenta con un total de 300 extensiones (analógicas, digitales e IP) entre hábiles y no hábiles en la sucursal de Alóag. De estas 191 extensiones se encuentran funcionando. Las restantes están configuradas para entrar de inmediato en servicio, según se requiera. La figura 2.38 refleja la explicación anterior.



Figura 2.38 Extensiones telefónicas en la sucursal Alóag.

Cada departamento tiene asignado un número determinado de extensiones. La configuración en la central en lo que respecta a las extensiones se la realiza de acuerdo a grupos (en este caso cada grupo representa un departamento). De esta manera, la central puede administrar de mejor manera los recursos de la red telefónica y aplicar los roles adecuados.

Así la tabla 2.31 y la figura 2.39 muestran el número de extensiones por departamento.

Laminados	40
Compras	2
Contabilidad	12
Ventas	3
APTA	1
Sistemas	5
Recursos Humanos	6
Presidencia	5
Logística	9
Despachos	5
Cartera	6
Chatarra	10
Auditoría	3
Tesorería	5
Gestión Integral	8
Comedor	3
Costos	4
Importaciones	3
Marketing	2
Dispensario	2
Seguridad Física	5
Trefilados	17
Acería	35

Tabla 2.31 Número de extensiones por departamento.

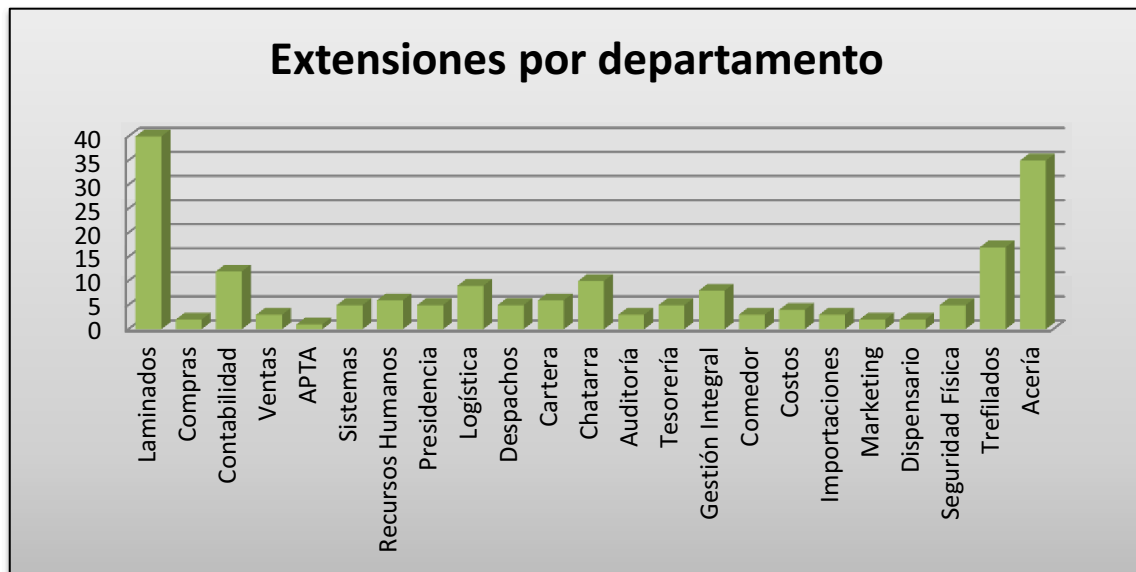


Figura 2.39 Estadísticas de extensiones por departamento.

Así mismo, se presenta el número de extensiones analógicas, digitales e IP en la tabla 2.32 y en la figura 2.40.

Analógicos	114
Digitales	65
IP	12

Tabla 2.32 Extensiones por tipo.

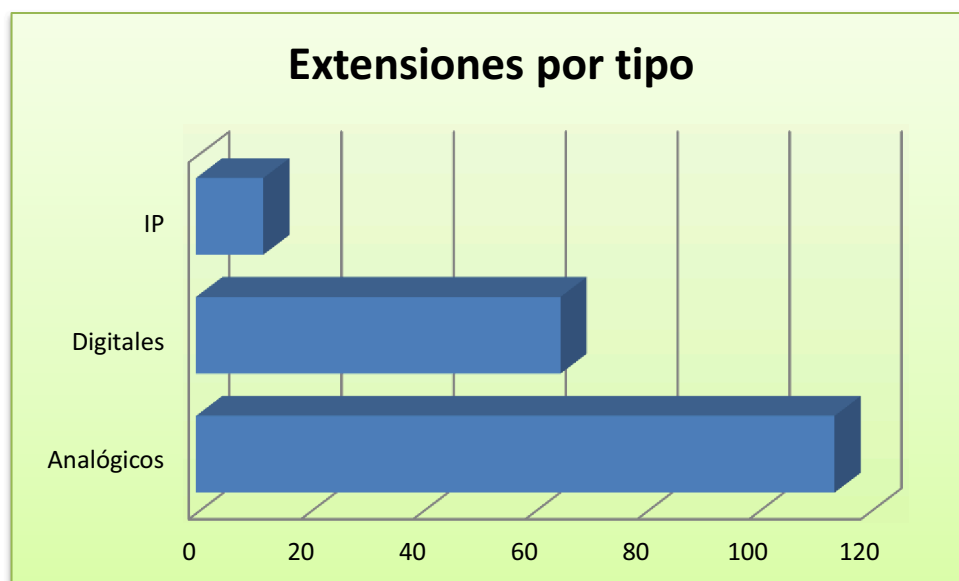


Figura 2.40 Estadísticas por tipo de extensiones.

2.5.2 CONEXIÓN TELEFÓNICA ENTRE SUCURSALES

Cada una de las sucursales cuenta con una central Siemens HiCom 150E OfficeCom que provee el servicio de telefonía.



Figura 2.41 Central HiCom 150 E. [21]

Las principales características de la central son:

- En placa base, dispone de 8 extensiones digitales y 4 extensiones analógicas.
- Máximo 48 Optiset E.
- Máximo 60 líneas digitales o analógicas.
- Máximo 84 extensiones analógicas.
- Máximo 7 slots para módulos.

La tabla 2.33 y la figura 2.42 muestran el número de extensiones en cada sucursal.

Ambato	14
Alóag	191
Cumbayá	20
Samborondón	8
Santo Domingo	8
Cuenca	15
Portoviejo	16

Tabla 2.33 Extensiones por sucursales



Figura 2.42 Estadísticas de extensiones a nivel de sucursales.

2.5.3 ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA DE VOZ

A continuación se mencionarán las consideraciones relacionadas al estado actual de la infraestructura de voz.

Debido a la antigüedad del cableado telefónico (multipar en su mayoría) existe gran cantidad de extensiones telefónicas analógicas (114) configuradas en la planta de Alóag. Esto es un gran inconveniente, puesto que para poder implementar las funcionalidades adicionales que provee la central telefónica en las terminales IP, es necesario contar con un cableado telefónico IP en su totalidad. Se debería elaborar un plan de migración de cableado telefónico para implementar funcionalidades extras.

De la mano de la migración del cableado telefónico, hay que tomar en cuenta la estructura del cableado de datos de la planta de ADELCA-Alóag, puesto que deberá trabajar de la mano con el cableado telefónico para poder implementar un sistema convergente de voz y datos, todo a través del protocolo IP. Hay que tomar en cuenta también que en este sistema convergente de voz y datos, los equipos de conectividad, en especial los switches, juegan un papel importante ya

que se deberán configurar con los parámetros adecuados (configuración de VLAN de voz, VLAN de datos, configuraciones a nivel de puertos tales como seguridad, acceso, etc.) para el correcto funcionamiento de la red de comunicaciones. Es recomendable que cuando se elabore el plan de migración de cableado telefónico se revise también las funcionalidades de los switches de producción ya que muchos de ellos ofrecen un servicio básico, y por tanto no son administrables lo que no permite realizar configuraciones adicionales tales como esquemas de VLANs.

De la situación actual de la red de datos de ADELCA, es importante señalar que el ámbito de direcciones IP está en su mayoría ocupado, por lo que la posibilidad de poder configurar teléfonos IP en esta subred es muy baja. Cabe decir también que los teléfonos IP que están en funcionamiento se encuentran en la misma red de datos ya que no se cuenta con un esquema de VLANs para segmentar tráfico de voz y de datos.

En conjunto, los roles de autorización y el plan de marcación, forman un sistema muy flexible y robusto de manejo de llamadas ya que a través de estos se puede lograr un control granular en el uso de los recursos de la red telefónica.

Por un lado, los roles de autorización permiten asignar permisos de acceso para realizar llamadas telefónicas a los distintos destinos definidos y por otro lado el plan de marcación hace un uso adecuado de las troncales telefónicas ya sean locales o celulares al utilizar las diferentes rutas definidas de acuerdo a los prefijos de números locales y celulares.

Se ha dicho también que cada sucursal de ADELCA cuenta con una central telefónica para brindar el servicio de telefonía a los usuarios ubicados en las mismas. Como lineamiento por parte del departamento electrónico (encargado del soporte y configuración de las centrales telefónicas tanto en la planta de Alóag como en las sucursales a nivel nacional) se ha definido la utilización de un mismo modelo de central telefónica en las sucursales, teniéndose así 7 centrales telefónicas en las distintas ciudades del modelo SIEMENS Hi Com 150 E.

De las características mencionadas acerca de la central Hi Com 150 E y tomando en cuenta el número de usuarios en cada sucursal, la capacidad provista por la central está sobredimensionada en todas sus características.

Por motivos de trabajo, el personal de ADELCA se ve en la necesidad de trasladarse físicamente a las instalaciones de las sucursales de Loja y Machala. Como se ha mencionado anteriormente, estas sucursales se comunican con la planta de Alóag a través de enlaces VPN, por lo cual no se tiene una central telefónica en esas sucursales, ya que no se encuentran adheridas a la red WAN provista por Telconet. En este sentido es recomendable implementar el funcionamiento de softphones permitiendo así la comunicación con la central telefónica HIPATH 3800. Hay que tomar en cuenta también que por cada conexión VPN que se establece, se requiere un certificado SSL provisto por AlphaTechnologies.

CAPÍTULO 3 PLANTEAMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE SOLUCIONES

En el capítulo anterior se analizó todo lo referente a la infraestructura de comunicaciones de la compañía, poniendo especial énfasis en lo referente a la red de área local de la planta de Alóag debido a que toda la operación de la empresa se centraliza en este lugar. En este sentido, se describió la disposición de equipos, el direccionamiento IP, los esquemas de cableado, las aplicaciones, servidores y equipamiento activo; también se realizó un análisis de tráfico en el segmento antes mencionado y también se tomó en cuenta el tráfico circulante en los enlaces contratados para interconectar todas las sucursales de la compañía.

Una vez obtenidos los resultados cabe, en esta sección, tomar todas las acciones preventivas/correctivas que permitan mejorar el comportamiento de la red de datos de la empresa reduciendo los incidentes que se presentan actualmente. Para lograr lo anterior es necesario implementar soluciones que permitan mejorar el desempeño de la infraestructura de comunicaciones de la empresa. En este sentido, se analiza en este capítulo los procedimientos y las soluciones implementadas dentro de las cuales se incluyen las siguientes: análisis del impacto de un esquema redundante, inclusión de un segmento de red que permita ampliar el número de direcciones IP disponibles para la integración de nuevos departamentos, implementación de servidor de DHCP, implementación del servidor de Active Directory para la compañía en la cual se contempla la integración de servidores y equipos de usuario así como la configuración correspondiente para cada uno de los dispositivos mencionados. Adicionalmente se realiza un análisis para la implementación de una red inalámbrica, sistemas de videoconferencia y ampliación de la cobertura de la central telefónica para las sucursales de Loja y Machala. Estos últimos tres puntos no se implementarán sino que quedarán planteados como proyectos para su puesta en marcha en un futuro.

3.1 ESQUEMA REDUNDANTE DE CABLEADO

Como se analizó en el capítulo anterior, la red de área local de Alóag cuenta con un tendido de fibra óptica que interconecta las diferentes oficinas y dependencias de la planta. Este tendido se ha implementado a lo largo del tiempo de acuerdo a las necesidades y nuevos departamentos que se han ido creando, principalmente con el afán de cubrir las grandes distancias que una interconexión de la naturaleza de ADELCA demanda. A pesar de lo anterior, y debido al crecimiento no lineal de la empresa, el Departamento de Sistemas ha atendido cada requerimiento sin considerar un esquema redundante en el tendido físico de cableado con el fin de garantizar la continuidad del proceso de comunicaciones a pesar de que haya algún daño en una de las fibras principales lo cual comprometería la disponibilidad de las zonas afectadas y traería como consecuencia un malfuncionamiento en el sistema de comunicaciones y en las aplicaciones que permiten llevar a cabo las aplicaciones propias del negocio..

El propósito de esta sección es presentar una alternativa que permita implementar un esquema redundante que cubra al menos el tendido de fibras principales. Como se puede apreciar en el Anexo 4: Interconexión con fibra óptica, y de lo descrito en el capítulo 2, ADELCA posee un sistema de interconexión centralizado en el Departamento de Sistemas de la compañía. A pesar de que el esquema actual ha brindado servicio de manera continua (a excepción de un par de cortes de servicio por incidentes con el transporte pesado que circula a diario por las instalaciones), la empresa requiere garantizar alta disponibilidad en su sistema de comunicaciones.

Por la naturaleza de la empresa y por el alto movimiento de maquinaria pesada, vibraciones por producción, altas temperaturas en algunos sectores y demás condiciones agrestes para la infraestructura, se han presentado incidentes en los que en alguna ocasión por ruptura del segmento de fibra alguna sección de la empresa ha quedado incomunicada del sistema de comunicaciones.

La propuesta que se maneja en este punto es implementar un anillo de fibra que interconecte toda la empresa y adicionalmente presente caminos alternativos en caso de fallas con el fin de garantizar la alta disponibilidad de la infraestructura (si bien es cierto, por ser esta una propuesta de similares características, el nuevo tendido que se considere en el anillo está sujeto a las mismas condiciones agrestes que se mencionaron arriba sin embargo, con esta medida se mitiga el riesgo debido a que al tener caminos redundantes la probabilidad de aislamiento de zonas afectadas por daños ocasionados en el tendido de fibra se reduce al menos al 50%. De todas maneras, con el fin de minimizar las probabilidades, podría considerarse otras alternativas las cuales no se detallan pues escapan del análisis de este proyecto). Adicionalmente, en algunos puntos de la infraestructura será necesario cambiar el equipamiento de interconexión, concretamente los switches, por otros más robustos y que tengan fundamentalmente la capacidad de soportar algún protocolo como STP⁴⁴, RSTP, RSTP, etc, con la finalidad de evitar bucles entre caminos principales y secundarios lo que conllevaría a tener altas tormentas de broadcast que podrían comprometer el sistema entero.

Con el fin de evaluar las posibilidades de pérdida de servicio con el esquema actual, la tabla 3.1 presenta las diferentes posibilidades de daño en las fibras principales y las áreas que quedarían potencialmente desatendidas en caso de no manejar una contingencia en el cableado vertical de la empresa. Adicionalmente, la figura 3.1 muestra el esquema actual de interconexión de las áreas principales.

⁴⁴ STP: (Spanning Tree Protocol) es un protocolo estandarizado en IEEE 802.1d que permite la implementación de redes de alta confiabilidad sin que se produzcan tormentas de broadcast debido a que se deshabilitan los enlaces secundarios y solo entran en funcionamiento cuando caen los principales.

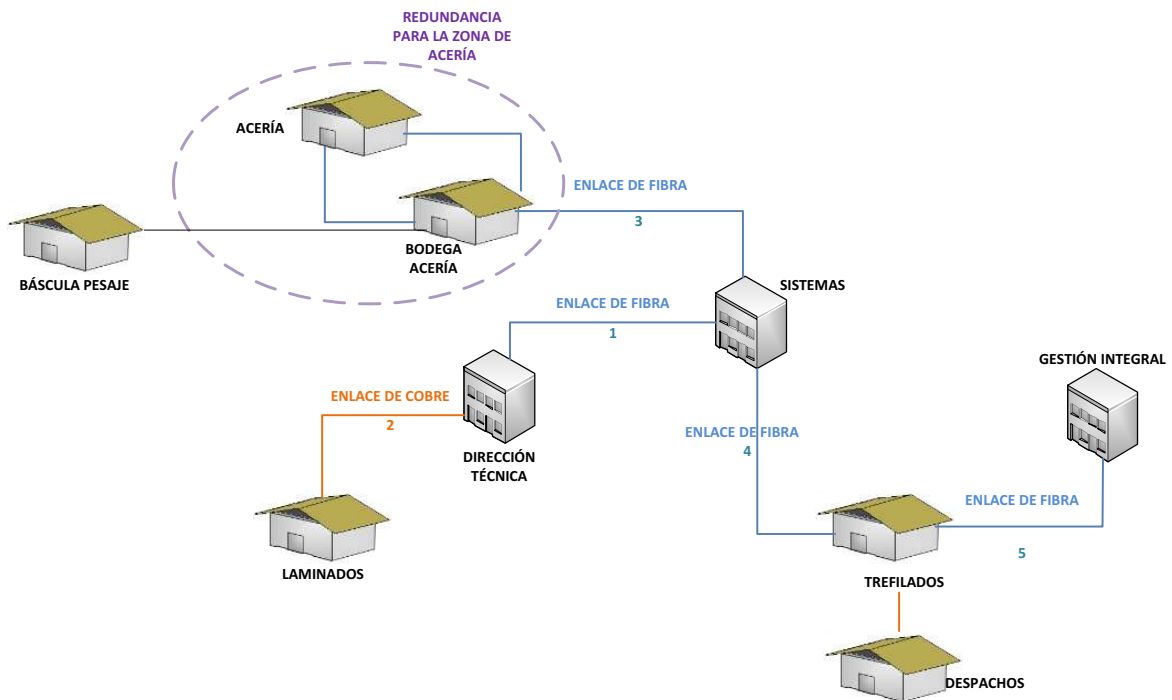


Figura 3.1 Esquema actual de interconexión de F.O.

	ÁREAS AFECTADAS				
	Dirección Técnica	Laminados	Acería- Báscula	Trefilados - Despachos	Gestión Integral
1	✘	✘			
2		✘			
3			✘		
4				✘	✘
5					✘

Tabla 3.1 Áreas afectadas en el sistema de F.O. actual

Como se puede apreciar, los enlaces principales que se presentan en la gráfica interconectan las áreas de producción, administrativas y logísticas de la empresa; si bien las dos primeras requieren interconexión permanente para registrar sus diferentes actividades en el sistema BaaN, y acceder a los demás recursos de infraestructura de la organización, en caso de desastre podrían tener un grado mayor de tolerancia frente a la pérdida de servicio. Sin embargo el área logística, concretamente Despachos y Pesaje (básculas) tienen un grado mucho más alto de sensibilidad en cuanto a pérdida de acceso al sistema ya que en estas áreas es donde culmina/empieza el proceso de producción (salida de producto

terminado/ingreso de materia prima) por lo que es indispensable que los registros de producto despachado/ingresado se evidencien en el sistema para que los demás departamentos puedan acceder a esa información y en términos generales, les permita evaluar los diferentes indicadores de producción, ventas y utilidades. Por lo expuesto en el punto anterior, es importante contar con un sistema redundante que garantice alta disponibilidad de estas dos áreas para lo cual es necesario realizar una inversión para mejorar el sistema de interconexión física actual.

Como se observa en la tabla 3.1, los enlaces que interconectan estos dos puntos altamente críticos (despachos y pesaje) no están directamente dirigidos al Departamento de Sistemas, sino que dependen de una estructura en cascada de hasta tres niveles lo cual compromete indirectamente a otros segmentos de la infraestructura. Es así que la báscula de pesaje de chatarra entrante depende del enlace entre la Estación de Transferencia Eléctrica e Indura, y éste a su vez es dependiente del enlace Estación Eléctrica - Acería el cual finalmente para llegar a Sistemas utiliza un tercer segmento; es decir que la báscula de chatarra está sujeta al correcto funcionamiento de estos tres segmentos. Por otra parte, el daño en el segmento Acería-Sistemas compromete tres áreas: Acería, Indura y la báscula de pesaje. De la misma manera, si existe una falla física en el enlace entre la Estación de Transferencia Eléctrica y la Acería quedarían fuera de la red la báscula e Indura. Por otra parte, sucede algo similar con la interconexión entre Sistemas y el Departamento de Despachos. Como se observa en la gráfica el área de Despachos llega al datacenter principal a través del enlace Sistemas - Trefilados y otro más pequeño que se extiende desde la planta de Trefilados hacia Despachos; es decir que esta última área es dependiente a su vez del primer enlace por lo que si éste presentara algún desperfecto físico, se afectaría la planta de Trefilados e indirectamente el área de Despachos; de igual forma si el enlace entre Trefilados - Despachos presentara averías, el área de Despachos se involucraría directamente en la pérdida de servicio.

Si bien en secciones anteriores se ha discutido lo referente a la situación de las áreas más susceptibles en cuanto a conectividad, cabe también señalar que las

secciones restantes (Acería, Laminados, Trefilados y Gestión Integral) también deben entrar dentro del esquema redundante, de tal manera que la red de área local de la planta cuente con un sistema de alta disponibilidad y tolerante a fallos en caso de que se presentaran. En este contexto, a continuación se presenta una alternativa que afronta estas necesidades que aumenta en gran medida el grado de contingencia de la infraestructura física frente a lo que se tiene hasta el momento. La figura 3.2 presenta el esquema propuesto; adicionalmente, la tabla 3.2 muestra un análisis de las posibles situaciones de falla y los departamentos que se verían afectados en caso de que se presentara un evento de falla.

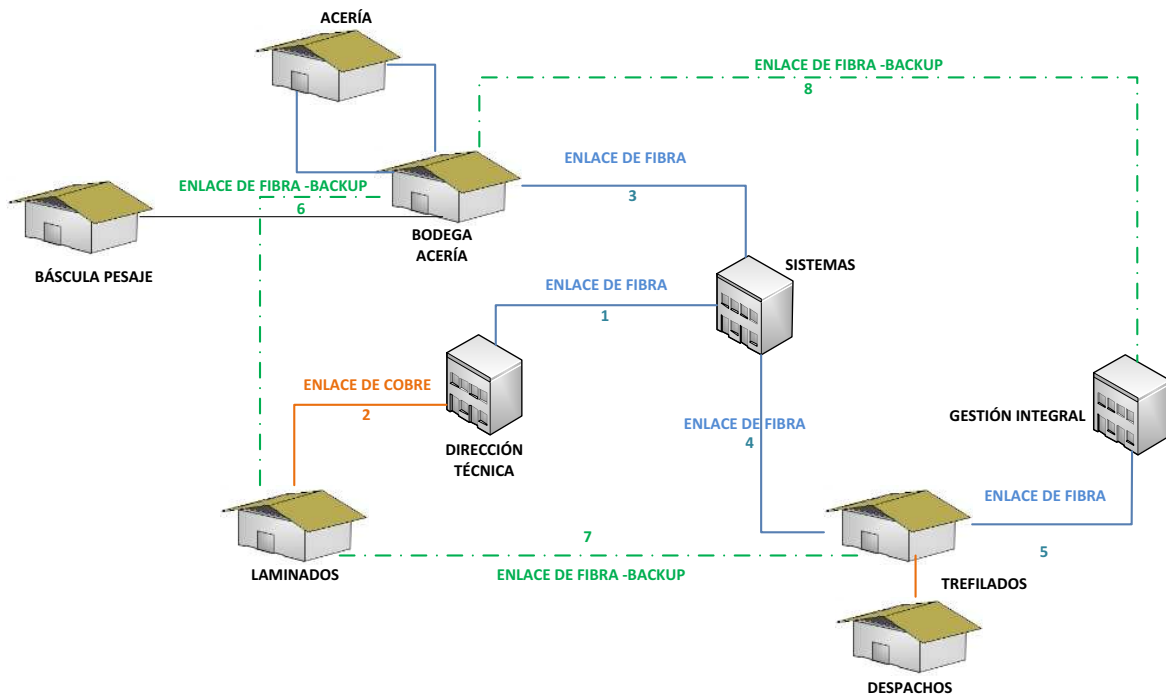


Figura 3.2 Enlaces redundantes planteados para la LAN de ADELCA.

Áreas con servicio reestablecido						
Enlace Caído	Enlace de respaldo	Dirección Técnica	Laminados	Acería- Báscula	Trefilados- Despachos	Gestión Integral
1	7	😊	😊			
2	7		😊			
3	6			😊		
4	8				😊	😊
5	8					😊
6	7	😊	😊			
7	6			😊		
8	no aplica*					

Tabla 3.2 Áreas afectadas en caso de desastre con el esquema planteado.

Con el esquema planteado se garantiza alta disponibilidad en caso de daño de alguno de los enlaces que comprometen las áreas críticas, incluyendo también las áreas administrativas y de producción dentro de este contexto.

Como se había mencionado párrafos atrás, en algunos casos será necesario cambiar los switches que interconectan las diferentes secciones por equipos de mayor capacidad y soporte de protocolos para evitar bucles infinitos y tormentas de broadcast. La tabla 3.3 presenta los equipos que se encuentran actualmente en las terminales de los enlaces de fibra principales y la necesidad o no de su reemplazo en caso de implementar el esquema planteado.

ENLACE	DEPARTAMENTOS	EQUIPOS	NECESARIO	CANTIDAD	UBICACIÓN
Enlace redundante 6	Laminados - Acería	Transceiver Adicional	Sí	1	Laminados
		Cambio de switch	Sí	1	Acería
Enlace redundante 7	Laminados - Trefilados	Transceiver Adicional	Sí	2	Laminados, Trefilados
		Cambio de switch	No	0
Enlace redundante 8	Acería - G. Integral	Transceiver Adicional	Sí	1	Gestión Integral
		Cambio de switch	Sí	1	Acería

Tabla 3.3 Características mínimas de equipamiento para la implementación de un esquema redundante en la red de ADELCA.

3.2 AMPLIACIÓN DE LA RED DE ÁREA LOCAL DE ALÓAG

Un sistema de comunicaciones dentro de una empresa debe estar pensado con el fin de permitir un margen de crecimiento acorde a las necesidades de la misma. De lo analizado en el capítulo 2, en la sección de direccionamiento se pudo observar que el espacio de la red 192.168.120.0/24 estaba saturado, y resultaba insuficiente para brindar acogida a los nuevos usuarios y equipos que en el último trimestre del 2010 se incorporaron a la empresa. Por el motivo expuesto anteriormente, fue necesario tomar medidas emergentes que permitieran brindar flexibilidad en cuanto al direccionamiento ya que con las dos únicas direcciones que restaban dentro de la empresa, era imposible afrontar los nuevos retos que se presentaron. Si bien se tomó inicialmente soluciones “parche” (por ejemplo, concesiones temporales de IP en función de los usuarios, utilización de doble IP en los dispositivos de los clientes, ubicación de las impresoras de red en otro segmento dentro del espacio de direcciones de la IP secundaria que se configuraba en los clientes, etc.) para enfrentar de manera inmediata la necesidad. Por lo mencionado, es necesario plantear e implementar una solución que permita tener un margen de tiempo razonable antes de pensar en otra ampliación.

En los últimos cinco años, la red de área local de Alóag creció de 35 usuarios que se manejaban inicialmente para las áreas administrativas y de producción más 8 equipos de infraestructura de Sistemas a más de 182 usuarios finales y casi 70 direcciones asignadas a recursos de infraestructura (servidores, equipos de red, cámaras de vigilancia, dispositivos de marcación de entrada-salida, telefonía IP, etc.) produciéndose un pico importante entre los años 2009 y finales del 2010 donde se incorporó mayor cantidad de equipos de red e infraestructura de comunicaciones. La figura 3.3 y 3.4 presenta datos referentes a la tasa de crecimiento de la red de ADELCA en los últimos 5 años.

Año	Usuarios	Equipos
2006	35	8
2007	50	10
2008	87	19
2009	109	39
2010	182	70

Tabla 3.4 Crecimiento en equipos y usuarios en 5 años

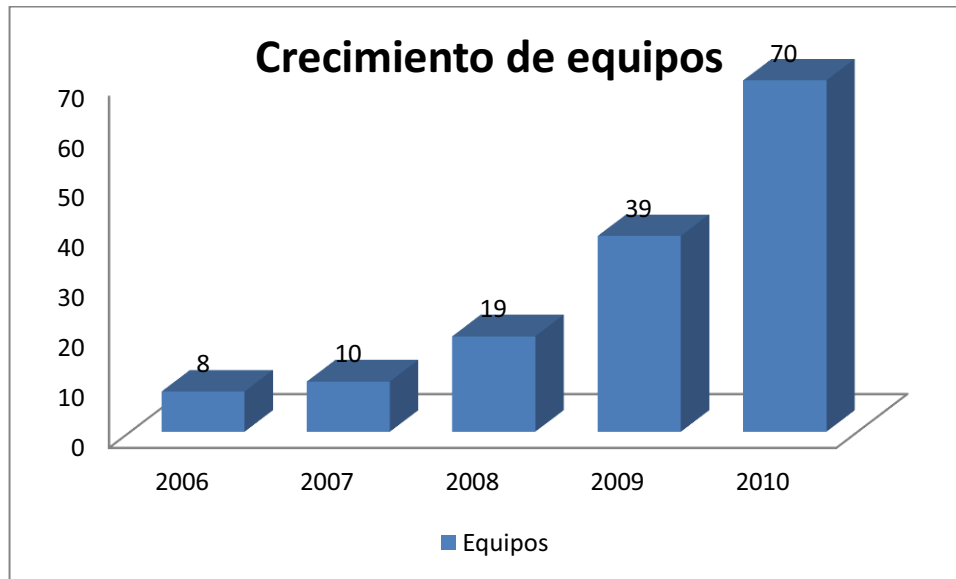


Figura 3.3 Estadísticas de crecimiento en equipos de conectividad

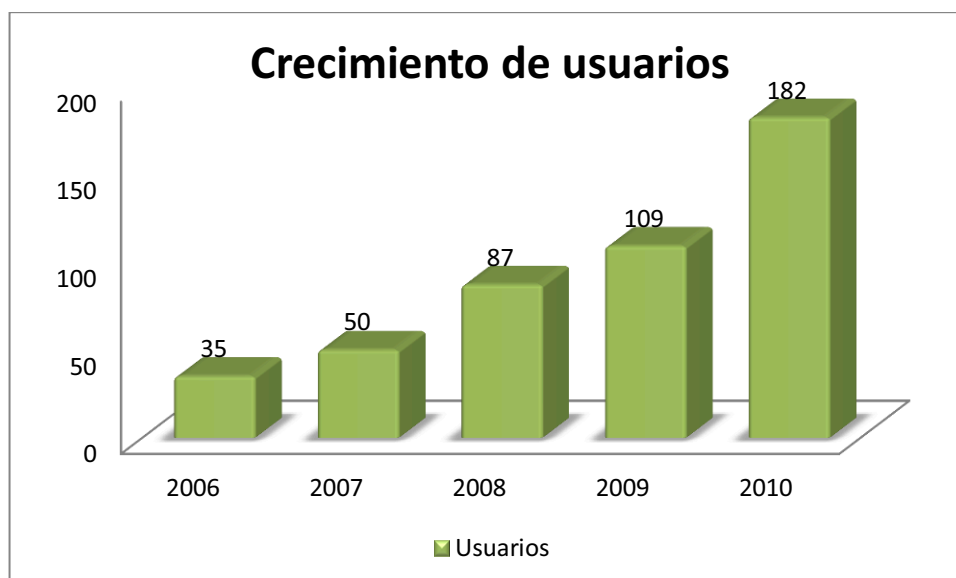


Figura 3.4 Estadísticas de crecimiento en usuarios del sistema

Como se observa, y considerando que los equipos de infraestructura utilizan casi el 40 % de la red, y que una incorporación masiva de más equipamiento no está

planificada en un mediano plazo, se puede considerar que el incorporar un espacio de direcciones que permita acoger 254 hosts brinda la suficiente flexibilidad para que la red empresarial en la planta de Alóag pueda funcionar normalmente por los 5 años siguientes ajustándose a los requerimientos planteados.

Con el fin de presentar la solución óptima, se evaluarán tres alternativas de tal manera que la que se escoja se ajuste a las condiciones técnicas y económicas que la empresa requiere. En la siguiente sección se detallan las alternativas planteadas.

3.2.1 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA LA AMPLIACIÓN DE DIRECCIONAMIENTO

En este punto se presentan las alternativas consideradas para la ampliación del direccionamiento lógico en la red de ADELCA, así como las pruebas realizadas de tal manera que se pueda visualizar y contraponer el desempeño de las mismas, y escoger la que mejor comportamiento tenga en esta etapa, para su posterior implementación.

Las opciones planteadas y analizadas para esta ampliación son:

- Creación de VLANs y enrutamiento entre las mismas.
- Incorporar un nuevo router a la infraestructura con el fin de dividir en subredes la red local de la planta de Alóag.
- Utilizar el router de interconexión con sucursales para incorporar una nueva red.

Inicialmente se planteó una cuarta solución, que desde el punto de vista netamente técnico, resultaba óptima para dar solución a la problemática planteada; se contempló la posibilidad de reducir la máscara de subred dos bits de tal manera que se contara con un espacio para hosts de 9 bits lo cual permitiría dar cabida a 258 hosts adicionales a los 252 que ya estaban en uso (dado que con una red /23 se pueden albergar hasta 510 hosts). Para lograr implementar esta solución, lo único que se debe cambiar tanto en los servidores

como en cada uno de los clientes es la máscara de subred en los parámetros TCP/IP de cada host de la red. Si bien esta solución aparenta ser sencilla, el Departamento de Sistemas declinó de llevarla a cabo debido a que el solo hecho de realizar cambios en los servidores, redundaba en pérdida de servicio para tareas inherentes al negocio como compra de chatarra, producción, despachos etc., lo cual no es admitido por la alta dirección de la compañía. En este sentido, fue necesario plantear las tres soluciones anteriormente listadas con el fin de implementar la que cause menor impacto a las áreas críticas de la compañía.

Para la primera posibilidad, se utilizará las capacidades y prestaciones del switch capa 3 Huawei 3900 el cual permite manejar esquemas basados en VLANs y enrutamiento estático y dinámico con protocolos como RIP y OSPF. En este contexto, se ha planteado inicialmente un ambiente de laboratorio en el que se cree una VLAN adicional a la default en la que se conectará un equipo terminal de usuario dentro del segmento de red experimental 192.168.110.0/24. Adicionalmente, en el equipo switch se configurará una ruta por defecto hacia el router de salida a Internet y otra ruta hacia el router de datos de tal manera que el equipo de pruebas tenga todos los servicios de interconexión externa. La figura 3.5 presenta un esquema lógico del ambiente experimental creado para la realización de pruebas para la alternativa de implementación de VLANs.

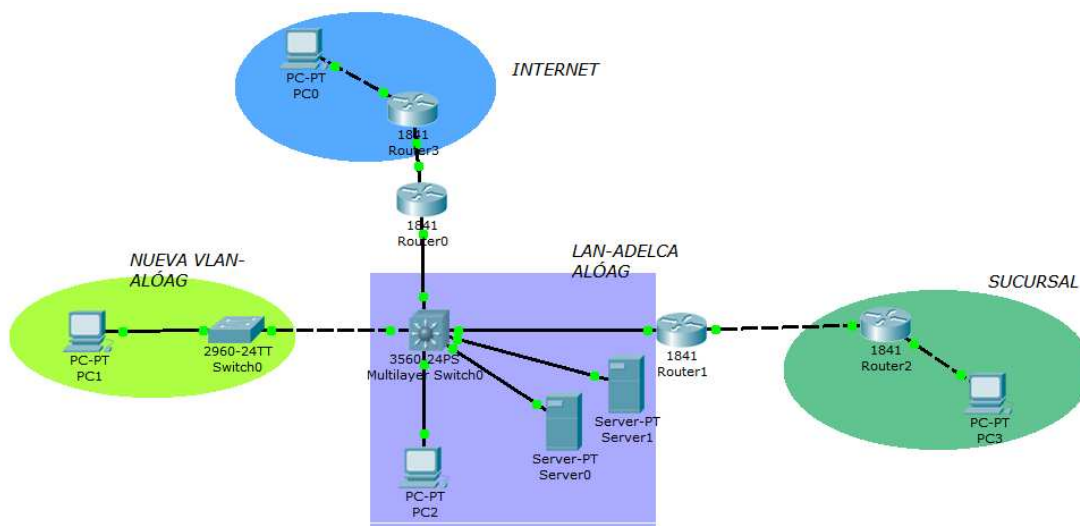


Figura 3.5 Esquema de ampliación de red basado en VLANs

Adicionalmente, es necesario comunicarse con el proveedor de servicios para que incluya la nueva red dentro de las rutas del router de datos de tal manera que se agregue la nueva subred para que los usuarios puedan comunicarse entre sí.

Luego de haber establecido los parámetros y requerimientos, se realizó una configuración preliminar en el simulador Packet Tracer 5.2 (con un switch capa 3 marca Cisco ya que Huawei no presenta alternativas de simulación) con el fin de analizar la conectividad en el esquema. Como los resultados de la fase de simulación fueron satisfactorios, se trasladó el experimento simulado a un ambiente físico en el cual se utilizó directamente el Switch Huawei 3900 ubicado en el core de la red. De ese equipo se tomó el puerto 3 y el puerto 10. En el primero no se realizó ningún cambio (quedó en la VLAN 1) mientras que el puerto 10 se configuró como acceso dentro de la VLAN 10 habiendo creado previamente ésta.

Una vez establecidas las configuraciones dentro del equipo, y después de haber comunicado los requerimientos de creación de nuevas rutas al proveedor de servicio, se procedió a enviar paquetes de diferente volumen entre la VLAN 10 y la VLAN 1 con el fin de medir la latencia entre las dos redes. La tabla 3.5 y la figura 3.6 presentan información referente a los paquetes enviados y la latencia en cada intercambio de información.

Tamaño paquete (Bytes)	Latencias (ms)
500	1
1000	2
7000	4
10000	10
18000	20
25000	40
30000	55
36000	61
41500	70
45000	81
49000	87
57000	92
64000	98

Tabla 3.5 Paquetes enviados entre VLANs y latencias registradas.

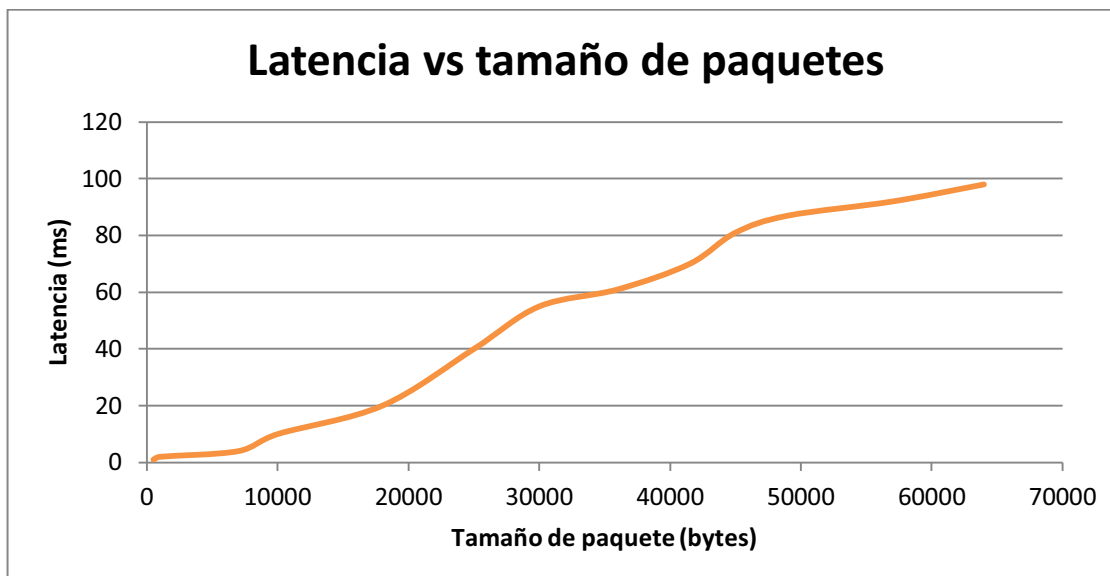


Figura 3.6 Desempeño de la solución 1.

Como se observa en los resultados mostrados anteriormente, esta alternativa presenta una latencia excesiva en cuanto a intercambio de paquetes entre las dos VLAN, y peor aún, entre los equipos de la nueva VLAN y las sucursales, debido a la baja capacidad de conmutación del switch. Se evaluó esta alternativa por ocho días con el afán de hallar alguna mejoría en el desempeño, sin lograr mayores cambios. Por tal motivo, esta opción ha sido descartada por el departamento debido a que si bien libera espacio IP, involucra otro problema que es la latencia en las transacciones lo cual generaría malestar y descontento en los usuarios finales del sistema de comunicaciones de la empresa debido a la degradación del servicio para las áreas afectadas.

Una vez descartada esta posibilidad, se consideró la alternativa de comprar un router, específicamente para que enrute la subred creada con la red existente y, con la salida a Internet y las sucursales; el Departamento de Sistemas analizó varias alternativas con el fin de ajustarse al presupuesto, y determinó que con el fin de cubrir la necesidad actual, y disponer de flexibilidad para requerimientos futuros, se invertiría en un router Cisco 2800 con el fin de contar con el respaldo y garantía de la marca.

Antes de realizar la compra se volvió a analizar detenidamente la disponibilidad y prestaciones de los equipos de enrutamiento con los que cuenta actualmente la empresa con el fin de hallar alguna alternativa a la compra que se volvió emergente debido a la falta de direcciones IP. Dentro de este análisis final se visualizó en el router Cisco 1800 la disponibilidad de una interfaz que ha permanecido sin utilizar y que podía brindar sus servicios para solucionar el requerimiento que se había presentado. De esta manera, la segunda y tercera alternativas se han fusionado en una sola solución la cual optimiza la configuración del equipo existente, y a su vez economiza a la empresa una inversión que, dadas las condiciones actuales, resultaría innecesaria. La figura 3.7 muestra la solución que se pretendía brindar al adquirir el nuevo equipo, mientras que la figura 3.8 muestra el esquema con el router existente. Adicionalmente, el esquema de la figura 3.8 es el que se utilizó para crear el ambiente de pruebas necesario antes de la puesta en producción del sistema.

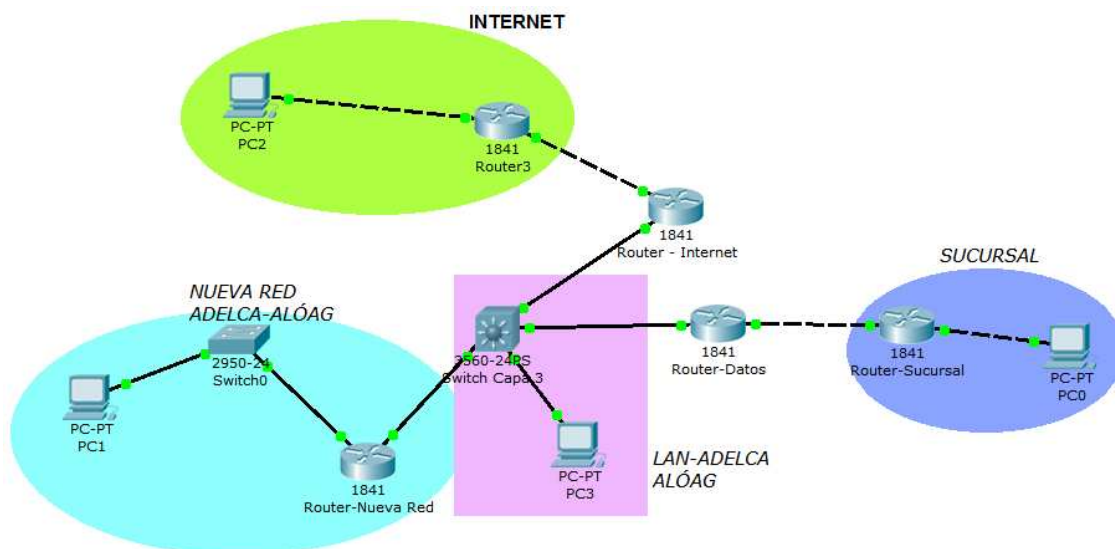


Figura 3.7 Incorporación de un router para la ampliación de la red de ADELCA.

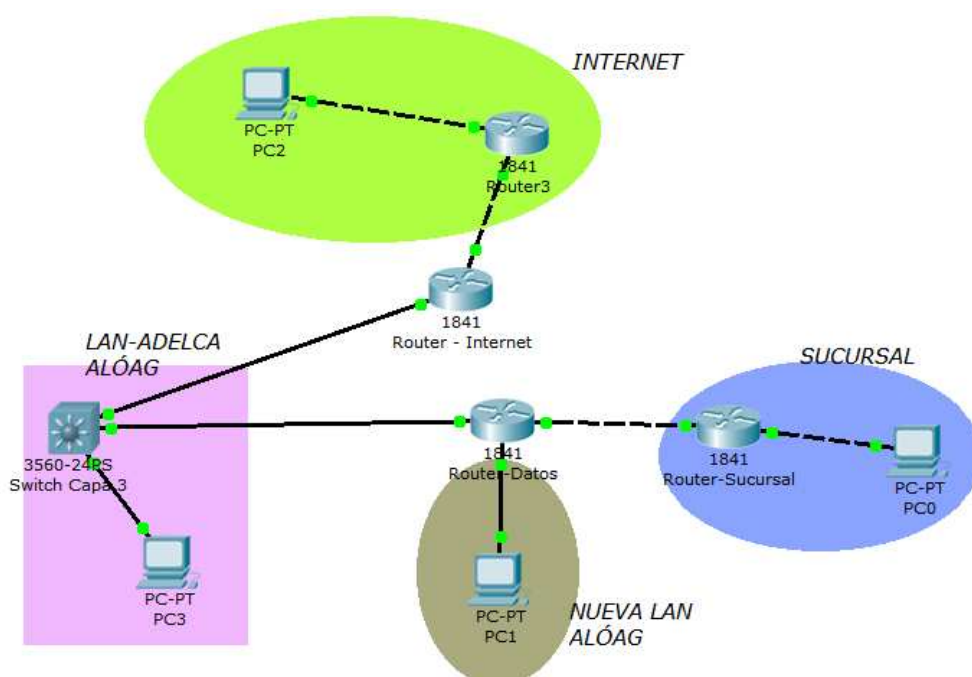


Figura 3.8 Esquema de ampliación de la red de ADELCA utilizado para pruebas

Con el fin de aprovechar las configuraciones realizadas por el proveedor en el router de datos para el esquema de VLANs, en este ambiente experimental (Figura 3.8) se conservó la red 192.168.110.0/24 y se conectó directamente una máquina a la interfaz fa0/0 del equipo cuya dirección IP es 192.168.110.254. De esta manera, con el computador que se colocó del lado de la red 110, se realizó pruebas de conectividad hacia la red 120, hacia los servidores de la misma, hacia las sucursales de la empresa y hacia Internet con paquetes de diferente tamaño (de manera análoga a lo realizado con la alternativa 1) con el fin de medir la latencia que se presentó en este nuevo esquema. La tabla 3.6 presenta los resultados de las latencias medidas en intervalos diferentes durante diferentes horas de los 8 días que duró la prueba. De la misma manera, la figura 3.9 muestra el desempeño de la solución en función de la latencia y el tamaño de paquete enviado.

Tamaño paquete (Bytes)	Latencias (ms)
500	1
1000	2
7000	4
10000	4
18000	6
25000	7
30000	8
36000	9
41500	10
45000	10
49000	11
57000	13
64000	14

Tabla 3.6 Paquetes enviados desde la nueva subred hacia las demás redes de la compañía y latencias registradas.

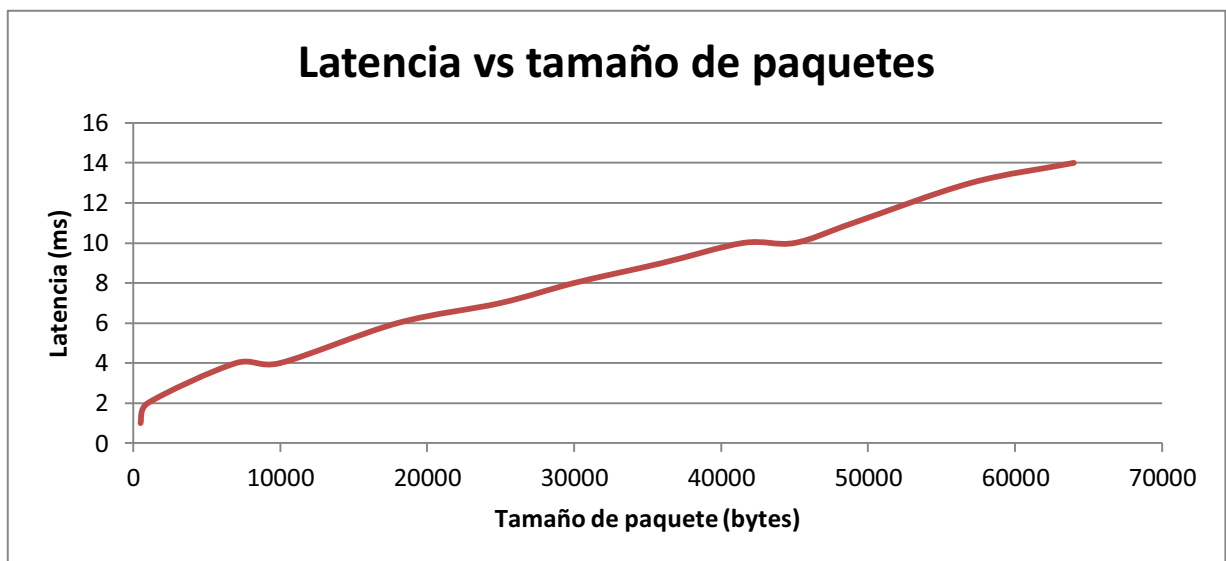


Figura 3.9 Desempeño de la solución 3.

En base al desempeño de esta última alternativa, se optó por implementarla en el sistema de producción de la empresa. Una vez superada la etapa de pruebas, se trazó un cronograma que permita establecer el procedimiento de implementación de tal manera que se cause el menor impacto a los usuarios de la red. Antes de

realizar el cambio se definió el esquema de direccionamiento para la nueva red y se identificó los departamentos que recibirían impacto al implementar la solución.

Adicionalmente, fue necesario comunicar el direccionamiento final de la nueva red al proveedor de servicios de tal manera que este pueda incluir dentro del dispositivo de enrutamiento las rutas necesarias para que el nuevo segmento tenga conectividad con la red 192.168.120.0/24 (Alóag) y con todas las sucursales y regionales externas. El esquema de direccionamiento de la nueva red se presenta en la tabla 3.7

RED 192.168.119.0/24	
Gateway	192.168.119.2
Máscara de subred	255.255.255.0
DNS	192.168.120.7
Broadcast	192.168.119.255
Correo electrónico	192.168.120.6
BaaN	192.168.120.4

Tabla 3.7 Parámetros para el nuevo segmento de red.

Como se puede visualizar, se cambió la red de pruebas inicial (192.168.110.0/24) por la red 119 con el fin de tener coherencia entre las direcciones manejadas para las redes locales de las regionales y sucursales. Por otra parte, y con el mismo criterio, se ha establecido la puerta de enlace predeterminada 192.168.119.2 debido a que en todas las sucursales la segunda dirección de host disponible se destina al Gateway.

Los departamentos considerados para este cambio son los siguientes:

- Planta de Trefilados
 - Dirección Técnica
 - Talleres Electrónicos y de Mantenimiento
 - Departamento de Producción
 - Departamento de Control de Calidad
 - Bodega

- Gestión Integral
- Despachos
- Área Logística

De este modo se liberan 46 direcciones IP en la red 192.168.120.0/24 y adicionalmente se cuenta con 208 direcciones libres dentro de la nueva red, teniendo de este modo un espacio para crecimiento.

Una vez definidos todos los parámetros anteriores, resta hacer el cambio, para lo cual es necesario dentro del plan de acción tomar las siguientes consideraciones:

- Comunicar al proveedor de servicios (Telconet) el nuevo esquema de direccionamiento y la necesidad de las rutas para que exista comunicación entre toda la red corporativa.
- Identificar el segmento de red que interconecta las áreas anteriormente especificadas dentro del switch de core de la red al que llega el segmento de fibra de Trefilados y, consecuentemente, Gestión Integral, despachos y logística.
- Desconectar el segmento de fibra identificado en el switch Huawei 3900 y conectarlo a la interfaz fa0/1/0 del router Cisco 1800.
- Realizar los cambios de direccionamiento en cada uno de los equipos cliente de las áreas afectadas.
- Verificar conectividad en el nuevo segmento implementado
- Brindar soporte a los problemas que se pudieran presentar.

Una vez expuesta esta planificación al Departamento de Sistemas, se determinó que este cambio debía ser realizado de la mano con la implementación del servidor de asignación dinámica de direcciones de tal manera que no se interfiriera dos veces en el trabajo de los clientes ya que por una parte, en lo concerniente a segmentación sería necesario hacer el cambio máquina por máquina de las direcciones IP y, posteriormente para lo referente a DHCP, se necesitaría cambiar en los clientes la obtención de IP de manera dinámica. Por este motivo, se determinó que estos dos cambios se realizarían paralelamente. En la sección

siguiente se definen los parámetros de DHCP y el plan de implementación final de las dos soluciones.

3.2.2 IMPLEMENTACIÓN DE DHCP

En el capítulo anterior se había descrito el esquema de direcciones que se maneja dentro de la planta da Alóag, así como también se especificó el mecanismo de direcciones con el que cuenta actualmente la empresa.

Se ha considerado que dentro de una red de las características y del tamaño de la de ADELCA, se debe tener en cuenta un mecanismo de asignación de direcciones automática de tal manera que se tenga mayor control sobre las concesiones de IP dentro de la planta por parte de la administración de la red. En este sentido, esta sección analiza los requerimientos, alternativas, pruebas e implementación de este servicio dentro de la red de área local de Alóag.

Actualmente, la administración de la red de ADELCA asigna manualmente cada una de las direcciones IP de los clientes y equipos de comunicación en función de una tabla de asignación que maneja internamente el Departamento de Sistemas en la cual se especifica la persona a la que se asigna la dirección, el área de la planta en la que se encuentra esa persona, y el nombre de la máquina a la que está asociada esa IP. Actualmente, y por la escasez de direcciones, se maneja una “concesión manual” en la que de existir mayor demanda de IPs que las disponibles, se consigna por intervalos de dos horas la conectividad a la red a los usuarios eventuales. Los requerimientos que la empresa ha dispuesto para el servicio de DHCP son los siguientes:

- Asignación dinámica de direcciones IP
- Difusión de la puerta de enlace
- Difusión de la dirección de DNS
- Difusión del nombre de dominio
- Asignación de direcciones IP estáticas por MAC
- Control de acceso por MAC
- Servicio a múltiples redes
- Administración gráfica

- Visor de eventos
- Visor de asignación de direcciones

3.2.2.1 Análisis de alternativas

Con el fin de suplir la mayoría de estos requerimientos, se analizó tres posibilidades y se realizaron pruebas con las mismas de tal manera que se elija la que más se apegue a estos requisitos. Las tres alternativas consideradas para brindar la solución final en cuanto al servidor de direccionamiento dinámico son:

- Servidor DHCP de Windows Server 2003
- Servicio dhcpd de Linux
- Servicio DNSMASQ de Linux

La primera alternativa brinda la posibilidad de administrar gráficamente el servicio de DHCP a través del entorno de Microsoft, a más de la dirección IP difunde dentro de los clientes los parámetros de máscara de subred y puerta de enlace predeterminada; para el caso de clientes que requieren la asignación constante de la misma IP, este servicio permite la declaración de un listado de direcciones físicas asociados a la "IP constante" de tal manera que cada vez que el cliente asociado a una MAC determinada renueve su concesión de IP, el servidor le asigne la misma dirección. Adicionalmente, la consola de administración de este servicio es muy fácil de utilizar y visualizar. Por otro lado, y como contra al análisis de esta alternativa, se tiene que por ser un producto de Microsoft es necesario pagar licencias por el sistema operativo, y adicionalmente, este servicio de Windows no permite realizar un control de acceso por MAC, el cual es requerido por la empresa debido a que existen puntos físicos de cableado libres a través de los cuales personas no autorizadas podrían acceder a la red y obtener dirección IP con solo configurar los parámetros de obtención automática de direcciones en el equipo lo cual podría causar inconvenientes dentro del sistema y violaría las políticas de seguridad de la empresa en cuanto a utilización de recursos informáticos y protección de la información. Para comprobar el funcionamiento del servicio DHCP de Microsoft, se instaló en una máquina virtual el sistema operativo Windows Server 2003 y se configuró el servicio DHCP para una red de pruebas en la que existían 3 máquinas cliente conectadas a un switch y la máquina que

contenía al servidor conectada al mismo switch. La figura 3.10 muestra el esquema utilizado para las pruebas realizadas; cabe anotar que esta misma topología se utilizó para evaluar las tres alternativas, el único cambio que se realizó fue en la máquina virtual del servidor ya que para cada alternativa fue necesario cambiar el sistema operativo y configurar el servicio de DHCP correspondiente.

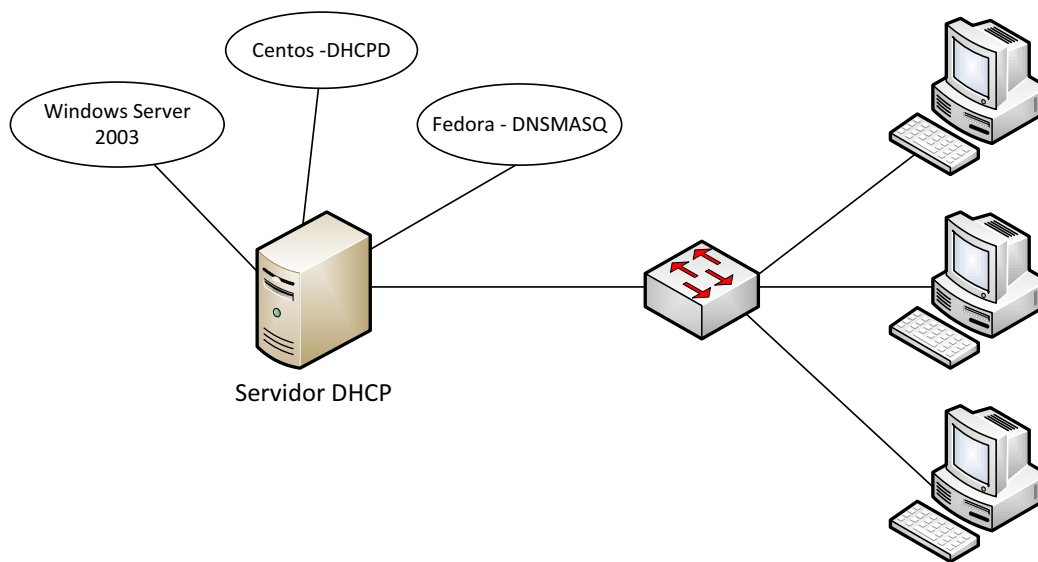


Figura 3.10 Ambiente de pruebas para evaluar las alternativas de DHCP.

La segunda opción fue manejar el servidor DHCP en un entorno de software libre de tal manera que se pueda evaluar si la alternativa cumple con los requerimientos establecidos. En el caso concreto de este proyecto, se utilizó el sistema operativo Centos versión 5.0 y se configuró los parámetros necesarios para levantar el servicio dhcpd (incluido en la mayoría de distribuciones de Linux). Dentro del archivo de configuración del servicio mencionado se especifican el rango de direcciones IP a ser asignadas, la máscara de subred, el nombre de dominio, la puerta de enlace, y el listado de asignación fija de direcciones IP basada en MAC (este parámetro es importante para la red de ADELCA debido a que los filtros de control para salida a Internet se realizan a través de un proxy basado en IP); adicionalmente, con la ayuda de la herramienta webmin (también open source) la cual se instala fácilmente a través de Internet, es posible obtener una administración gráfica del servicio dhcpd. A pesar de todas estas ventajas, esta herramienta tampoco funciona adecuadamente ya que no cumple con el requerimiento de control de acceso por MAC.

Para suplir el requerimiento faltante se utilizó el paquete Dnsmasq, el cual incluye dentro de sus prestaciones el servicio de resolución de nombres de dominio (DNS) y el servicio de asignación dinámica de direcciones (DHCP). Para el caso concreto de ADELCA, solo se utilizará lo referente a DHCP ya que la compañía ha instalado y configurado previamente su servidor DNS. Inicialmente se realizó pruebas del servicio en el entorno especificado previamente en la figura 3.8 para corroborar que la nueva alternativa cumpla con los requerimientos que la empresa ha establecido. De la misma manera que en el caso de dhcpd, la configuración de prueba se la realizó sobre Centos 5.0; se descargó el paquete, se lo instaló, y posteriormente se estableció las configuraciones correspondientes para posteriormente levantar el servicio y evaluar la funcionalidad. En cuanto a la configuración del servicio Dnsmasq, los parámetros principales que se establecen son similares a los definidos para el servicio dhcpd pero adicionando una lista de MACs correspondientes a cada uno de los computadores en la red de prueba. Una vez establecida la configuración se levantó el servicio y se verificó el funcionamiento del mismo, en especial lo referente a la no asignación a equipos no registrados (ya que este requerimiento ha sido el que ha fallado en las otras dos alternativas).

Para comprobar el funcionamiento, se conectó al switch equipos cuya MAC address no constaban dentro del listado definido de tal manera que a pesar de que éstos hicieron la petición al servidor DHCP, no obtuvieron ninguna configuración de red. La solución de dnsmasq pasó satisfactoriamente todos los requerimientos y pruebas realizadas por lo que ésta fue la alternativa elegida para ser implementada dentro de la red de área local de Alóag. La tabla 3.8 presenta una matriz de cumplimientos entre los requerimientos de la empresa y las prestaciones de las tres soluciones analizadas. Como prueba final, se configuró el servicio correspondiente en el servidor de INTRANET con el fin de hacer pruebas con 15 clientes de la red en producción. En esta fase, el tiempo de concesión de la IP fue establecido en diez minutos con el fin de evaluar la ocupación de recursos del procesador (memoria RAM, procesador) durante el proceso de renovación.

	Windows server 2003	Debian DHCPD	Fedora DNSMASQ
Asignación de direcciones IP	Sí	Sí	Sí
Difusión de la puerta de enlace	Sí	Sí	Sí
Difusión de un servidor de nombres de dominio	Sí	Sí	Sí
Difusión del nombre de dominio	Sí	Sí	Sí
Asignación de direcciones IP estáticas mediante MAC	Sí	Sí	Sí
Control de acceso por MAC	No	No	Sí
Servicio a múltiples redes	Sí	Sí	Sí
Administración gráfica	Sí	Sí	No
Visor de eventos	Sí	Sí	Sí
Visor de asignación de direcciones	Sí	Sí	Sí

Tabla 3.8 Resumen de prestaciones de las alternativas para DHCP.

Una vez tomada la decisión, se realizaron los dos cambios (direccionamiento y obtención por DHCP) en el área seleccionada como piloto para este proyecto, es decir, en los departamentos de Trefilados, Logística, Despachos y Gestión Integral, y posteriormente, el cambio de lo concerniente a DHCP se realizaría en toda la planta, es decir en la red 192.168.120.0/24. Para la red 192.168.119.0/24, los parámetros que se establecen para la configuración del DHCP en este segmento con dnsmasq son:

- Segmento de red: 192.168.119.0
- Máscara de subred: 255.255.255.0
- Puerta de enlace: 192.168.119.2
- Servidor de DNS: 192.168.120.7
- Direcciones excluidas de la asignación dinámica (equipos de interconexión, impresoras, etc.)
- Dominio: Adelca.com
- Usuarios: Listado de MAC address autorizados a conectarse en la red
- Tiempo de concesión de IP: 72 horas

Adicionalmente, y antes de la implementación final, se evaluó el servidor que se utilizaría para la implementación de este nuevo servicio de infraestructura. Dado que en la fase de pruebas, durante el periodo de renovación la utilización de

recursos del servidor de Intranet no alcanzó ni el 5% de los mismos, se decidió que el equipo que actualmente da servicio a DNS y Proxy, podría soportar sin problema el servicio de DHCP. Las características principales de este equipo son:

- Fabricante: IBM
- Sistema Operativo: Fedora 8
- Procesador: Xeon @3Ghz
- RAM: 1GB
- Disco Duro: 136 GB
- Servicios levantados: named (DNS), squid (proxy)

Finalmente, y como parte complementaria a las configuraciones correspondientes al DHCP se configuró el parámetro `dhcp-forwarders` en el router de datos para permitir el paso de tráfico broadcast entre la red 192.168.119.0/24 y el servidor DHCP ubicado en la red 192.168.120.0/24. . Debido a que el acceso al router utilizado para este propósito está restringido, fue necesario coordinar con el proveedor de servicio la configuración de este parámetro.

3.2.2.2 Implementación

Para la implementación, se estableció previamente el archivo de configuración de `dnsmasq` en un bloc de notas con el fin de copiarlo al servidor y levantar el servicio de manera inmediata. En lo concerniente a los clientes, el cambio se programó para las horas post-oficina, es decir pasadas las 17h00. En esta fase piloto para las áreas indicadas anteriormente, el tiempo estimado de implementación final fue 4 horas.

De la misma manera, se configuró los parámetros para implementar el servicio en la red 192.168.120.0/24, para lo cual bastó únicamente con aumentar líneas de configuración al archivo de texto que previamente se había copiado al servidor, y una vez finalizados los cambios, reiniciar el servicio. Los parámetros agregados fueron:

- Segmento de red: 192.168.120.0
- Máscara de subred: 255.255.255.0

- Puerta de enlace: 192.168.120.17
- Servidor de DNS: 192.168.120.7
- Direcciones excluidas de la asignación dinámica (servidores, equipos de interconexión, impresoras, teléfonos IP, etc.)
- Dominio: Adelca.com
- Usuarios: Listado de MAC address autorizados a conectarse en la red
- Tiempo de concesión de IP: 72 horas

Para la implementación de esta segunda etapa, se procedió de la misma manera que en el caso anterior (después de la jornada laboral regular) con la única diferencia de que el tiempo considerado para el cambio fue de 9 horas, debido a que en este segmento el número de equipos triplica al anterior.

3.3 IMPLEMENTACIÓN DE ACTIVE DIRECTORY

Dentro de una red con un número de usuarios que supere la decena de equipos, y que éstos no se encuentren localizados en áreas cercanas, el control de los recursos de los computadores conectados a la red es complejo ya que cada usuario en su puesto de trabajo tiene control sobre su máquina, y debido a la falta de conocimiento de los mismos, en ocasiones modifican elementos del sistema, lo cual resulta en mayor demanda de soporte técnico.

En la mayoría de casos, el control de las máquinas se lleva a cabo a través de la creación de cuentas dentro de la máquina con diferentes permisos, de tal forma que se bloquee la posibilidad de hacer ciertos cambios en las configuraciones del equipo; este tipo de soluciones, permite afrontar temporalmente la administración de los equipos, ya que tarde o temprano, los usuarios consiguen las claves de administración, e inmediatamente empiezan a realizar cambios en los recursos de cada computador.

Por otra parte, la compartición de recursos entre usuarios (documentos, imágenes, hojas de cálculo, e inclusive impresoras) dentro de una red corporativa debe ser controlada y debe contar con las garantías de seguridad suficientes para

que la información pueda ser accedida solo por las persona autorizadas a hacerlo; en este sentido, el contar con un directorio activo dentro de la organización permite que el personal que administra la red pueda controlar los parámetros de autorización de tal manera que se reduzca el riesgo de accesos no autorizados a los archivos de los usuarios. Adicionalmente, el directorio activo brinda la posibilidad de autenticar las sesiones de usuario contra un servidor centralizado dentro del cual se hallan controlados de forma independiente los recursos a los que un determinado usuario puede acceder, por lo que la implementación de un servicio de esta naturaleza aumenta el control de los recursos informáticos de la empresa a nivel de equipos y usuarios.

La presente sección detalla los aspectos tomados en cuenta para la implementación del servicio de Directorio Activo en la red local de Acería del Ecuador C.A.

3.3.1 REQUERIMIENTOS DE LA EMPRESA

Hasta el momento de la realización de este proyecto, el mecanismo de control de los recursos computacionales de ADELCA era a través de la creación de dos cuentas en cada máquina de la planta: la primera, de administración con privilegios totales para realizar cambios de configuración en los computadores, y la segunda, de usuario la cual mantiene ciertas restricciones de acceso a los elementos de configuración del computador, con la finalidad de que éste sea utilizado solo para fines laborales ya que en este tipo de cuentas se ha bloqueado juegos, accesos a panel de control, permisos para instalación de nuevo software, por mencionar algunos casos.

En la mayoría de los casos, este mecanismo no ha sido del todo eficaz ya que los usuarios han descubierto la clave de administración con lo que han podido acceder a recursos y archivos del sistema operativo lo cual ha ocasionado daños en los computadores, o desconfiguraciones de los mismos, trayendo como consecuencia que el área de mantenimiento tenga mayor demanda en lo que a soporte se refiere. La tabla 3.9 y la figura 3.11 muestran la tasa de soporte técnico que se brinda a los usuarios de la planta en una semana promedio.

Día	Número de llamadas ⁴⁵
Lunes	43
Martes	37
Miércoles	40
Jueves	39
Viernes	48

Tabla 3.9 Número de llamadas recibidas por motivos de soporte.⁴⁶

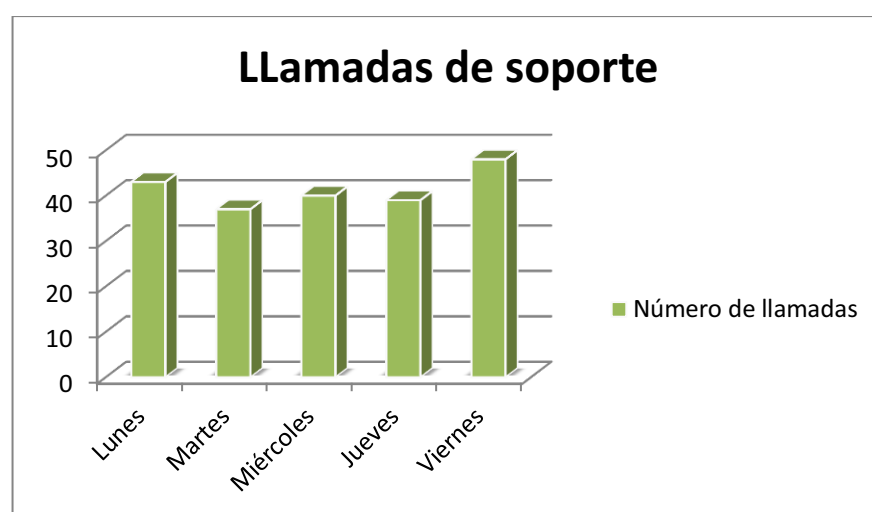


Figura 3.11 Soporte a usuarios en una semana promedio.

Con el fin de reducir los problemas, y mantener mayor control de manera centralizada en el Departamento de Sistemas, el área informática ha determinado que es necesario implementar una solución de directorio en la que se pueda crear las cuentas de los usuarios, y se pueda asignar los permisos de acceso a los recursos de configuración del sistema como panel de control, opciones avanzadas, cambios en los parámetros de Internet Explorer, instalación de software, etc., e inclusive a archivos y carpetas determinadas. Adicionalmente, se desea que se manejen perfiles dentro del servidor de tal manera que se puedan aplicar los controles pertinentes en función del cargo que un usuario determinado tenga dentro de la empresa. Los requerimientos de la empresa en cuanto a Directorio Activo se presentan a continuación en la tabla 3.10.

⁴⁵ El número de llamadas es un aproximado del número de veces que el Departamento de Sistemas recibe una llamada de soporte.

⁴⁶ Análisis realizado desde el 1 de noviembre del 2010 hasta el 5 de noviembre del 2010.

	Obligatorio	Opcional
Configuración de Proxy	X	
Tapiz de escritorio	X	
Deshabilitación de puertos USB	X	
Deshabilitación de CD/DVD	X	
Asistencia Remota	X	
Configuraciones de Firewall	X	
Compartición de Carpetas		X
Control de configuración de IE	X	
Control de configuración de escritorio	X	

Tabla 3.10 Requerimientos generales de la empresa para la implementación de Directorio Activo

Como se observa, el requerimiento principal de ADELCA es el control de los accesos a recursos del sistema operativo, en especial para personal de planta, secretarias, recepcionistas, asistentes, personal de ventas, debido a que en estas áreas es donde más tasa de soporte se reporta. Para el caso de personal de planta, se requiere adicionalmente que se bloqueen los puertos USB del equipo, debido a que a través de estos medios los trabajadores conectan módems USB para la navegación a Internet, violentando todas las políticas de seguridad de la compañía. Otro aspecto importante de interés para la empresa es el impedir que los usuarios muevan las configuraciones de proxy de tal manera que todo el personal que sale a Internet atravesase ese filtro. En cuanto a aspectos de imagen corporativa, se desea que cada máquina del dominio tenga predeterminado el fondo de escritorio con temas relacionados a la empresa, y que la página de inicio del Explorer se establezca como la de la Intranet de la compañía. Todos estos parámetros se establecen como base, de tal manera que al momento de la creación de los diferentes perfiles, no se establezcan demasiadas directivas que resulten innecesarias y que pudieran llegar a entorpecer el comportamiento del servidor. Por otra parte, la solución deberá cubrir toda la Planta Industrial de Alóag ya que en este lugar es donde se presenta la mayor concentración de usuarios de la empresa, y consecuentemente también la mayor cantidad de problemas. Si la solución se desempeña conforme a lo estipulado, el Departamento de Sistemas determinará ampliar el alcance del servicio de directorio activo hacia las sucursales y regionales de la compañía, pero esa

determinación se realizará en un mediano plazo (aproximadamente unos diez meses a partir de la culminación de la fase en Alóag) por lo que no correrá dentro de este proyecto de titulación.

La solución óptima para satisfacer las necesidades anteriores es Active Directory de Microsoft Windows Server. Si bien existen alternativas de software libre, estas no brindan mayor estabilidad, presentan dificultad en la administración, y no permiten controlar de forma eficiente los recursos de los computadores cliente.

3.3.2 DISEÑO DEL ESQUEMA ORGANIZACIONAL

La implementación de directorio activo dentro de un esquema empresarial, demanda diseñar la estructura de la organización dentro del directorio, de tal manera que en ella se reflejen los diferentes departamentos y sub-departamentos que conforman la empresa con el fin de no manejar una estructura plana sino más bien un esquema jerárquico de tal manera que las directivas y políticas que se configuren, sean aplicadas en función de los perfiles de los usuarios que laboran dentro de cada área; adicionalmente, esta estructura permite visualizar al administrador de forma fácil, rápida y clara qué directivas están aplicadas a qué departamentos y el ámbito de usuarios a los que afecta la directiva en cuestión.

Active Directory presenta para este propósito tres elementos: Unidades Organizativas, Grupos y Usuarios; los detalles conceptuales de estos elementos fueron discutidos en el capítulo uno del presente proyecto, por lo que no vale la pena repetir esas definiciones, sino más bien en esta sección se hará referencia a su uso. Los tres elementos señalados constituyen objetos de los cuales el más básico es el usuario. Un grupo, es un conjunto de usuarios que comparten características similares, mientras que una Unidad Organizativa (OU) es un contenedor que puede albergar usuarios, grupos, e inclusive equipos de manera simultánea, y es justamente el elemento que permite plasmar la estructura organizacional dentro del esquema de Active Directory.

Previamente a la inclusión de usuarios, grupos, y OUs, es necesario definir el dominio en el que se estructurará el esquema; para el caso de la empresa, se ha definido que éste nombre será: “Adelca.com”, y dentro de éste se crearán las

correspondientes Unidades Organizativas en función del organigrama de la empresa, manejado directamente por el departamento de RRHH (considerando aquellos departamentos en los que existe presencia de computadores para los usuarios). La tabla 3.11 presenta información referente a las OUs definidas para ser creadas dentro del esquema de directorio activo; adicionalmente, se describe también el número de usuarios presentes dentro de cada contenedor así como también el número de grupos asociados a usuarios con características comunes.

UNIDAD ORGANIZATIVA	UNIDAD ORGANIZATIVA SECUNDARIA	NÚMERO DE USUARIOS
Auditoría Interna	ND	2
Apta	ND	2
Bienestar Social	ND	4
Cartera	ND	3
Compras	Acería	1
	Chatarra	7
	Laminados	2
Contabilidad	ND	12
Costos	ND	3
Despachos	ND	5
Gestión Integral	ND	9
Importaciones	ND	3
Laminados	Bodega	6
	Dirección Técnica	4
	Mantenimiento	7
	Calidad	2
	Ingeniería Industrial	4
Logística	ND	4
Marketing y Ventas	ND	4
Presidencia Ejecutiva	ND	3
Recursos Humanos	ND	5
Seguridad Física	ND	2
Sistemas	ND	5
Tesorería	ND	4
Trefilados	Calidad	2
	Compras y Bodegas	2
	Dirección Técnica	2
	Mantenimiento	3
	Producción	3

Tabla 3.11 Unidades organizativas definidas para Active Directory.

El diseño del esquema organizacional basado en OUs permite integrar dentro de Active Directory una estructura jerárquica en forma de árbol, de tal manera que al momento de implementar las directivas y controles se tenga mayor flexibilidad en cuanto a su aplicación, considerando los perfiles y el ámbito de afectación de acuerdo al tipo de usuario y al área de la empresa a la que se aplique una directiva determinada. El Anexo 5 muestra la estructura organizacional diseñada para el árbol jerárquico de ADELCA; como se había indicado, para identificar OUs y grupos de usuarios se han creado contenedores cuyo nombre descriptivo corresponde al departamento o área de la empresa a la que los usuarios contenidos dentro de la OU pertenezcan; adicionalmente, cada usuario tiene registrado dentro de la cuenta correspondiente datos de nombres y apellidos, correo electrónico, extensión telefónica, ubicación y cargo, de tal manera que toda esta información se presente dentro del directorio para que la búsqueda de información se facilite dentro de la empresa. Esta información (datos personales, extensiones y direcciones de correos electrónicos) no se presenta en la figura a la que se hace mención debido a políticas de confidencialidad de la empresa; únicamente se muestran las OUs con el nombre del departamento al que pertenecen y también el cargo del personal correspondiente a cada área.

3.3.3 DEFINICIÓN DE DIRECTIVAS DE GRUPO

Una vez que se han establecido las correspondientes Unidades Organizativas, los grupos, los usuarios y sus correspondientes funciones, cabe establecer las directivas y políticas que serán aplicadas, en función de lo que se desee controlar en cada equipo y a cada usuario.

Como se había mencionado, Microsoft Windows Server dentro del servicio de Active Directory brinda una gama extremadamente extensa para el control de los recursos de un equipo; así por ejemplo, existen directivas para gestionar y controlar el Internet Explorer, el escritorio, los componentes del panel de control, la instalación de software, el acceso a archivos del sistema, la configuración de red, el manejo de carpetas compartidas, y los demás componentes de Windows. Adicionalmente, dentro de cada una de las categorías señaladas se encuentran definidas plantillas administrativas que pueden asignarse a los objetos de directiva

de grupo (GPO) los cuales a su vez se aplican a las diferentes OUs, y consecuentemente a los usuarios que se hallen registrados dentro de esos contenedores; estas plantillas permiten controlar casi todos los elementos de los sistemas operativos de escritorio basados en Windows, desde elementos triviales como el color de fuente con el que aparecen los nombres de las ventanas hasta aspectos inherentes a la configuración del firewall, o a la modificación de archivos propios del sistema. Por este motivo, es importante definir qué directivas son realmente necesarias e importantes dentro de las necesidades y requerimientos de la organización con el fin de no cargar en el servidor directivas innecesarias que podrían afectar al rendimiento del mismo, e inclusive podrían llegar a causar molestias en los usuarios; recuérdese que el objetivo de la implementación del directorio activo no es impedir el desenvolvimiento del usuario ni generarle problemas al mismo, sino más bien facilitar la administración de los equipos e impedir que los usuarios atenten contra el buen desempeño de sus computadores debido al acceso a recursos innecesarios a los que únicamente los usuarios de administración del sistema deberían estar autorizados a modificar con fines de mantenimiento y gestión de los equipos.

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores, se ha determinado que para la red de ADELCA se deben definir perfiles generales de usuario de tal manera que se agrupen características generales compartidas entre los mismos y también el tipo de trabajo que realizan con el fin de definir políticas que se ajusten a esos perfiles y a los requerimientos de la empresa. Los perfiles establecidos, con el fin de agrupar a los usuarios de todas las áreas son:

- Presidente
- Director
- Gerente
- Jefe
- Supervisor
- Asistente/ayudante
- Secretaria/auxiliar
- Personal Operativo

La tabla 3.12 presenta horizontalmente los roles antes mencionados, y de manera vertical las directivas y políticas de Active Directory que se aplicarán; en la intersección de filas y columnas se ha marcado a qué perfil o perfiles afecta una determinada directiva. Esta tabla será determinante para la creación y aplicación de directivas en el servidor de directorio activo. En la tabla se especifica también los sectores del sistema operativo a los que afecta cada política.

POLITICA	PRESIDENTE	DIRECTOR	GERENTE	JEFE	SUPERVISOR	ASISTENTE/ AYUDANTE	AUXILIAR	SECRETARIA	ANALISTA	OPERATIVO
EXPLORADOR DE WINDOWS										
Common Open File Dialog										
Ocultar la barra de lugares en cuadros de diálogo comunes										X
INTERNET EXPLORER										
No permitir que los usuarios habiliten/deshabiliten complementos				X	X	X	X	X	X	X
Deshabilitar la configuración de la página opciones avanzadas			X	X	X	X	X	X	X	X
Deshabilitar importación/exportación de favoritos y fuentes		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Deshabilitar cambio de configuración de accesibilidad	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Deshabilitar cambio de valores de configuración automática				X	X	X	X	X	X	X
Deshabilitar el cambio de configuración de los archivos temporales de Internet	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Deshabilitar el cambio de configuración de certificados	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Deshabilitar el cambio de comprobación del explorador predeterminado			X	X	X	X	X	X	X	X
Deshabilitar el cambio de				X	X	X	X	X	X	X

Tabla 3.12 Perfiles y directivas asociadas para la implementación de Active Directory.

3.3.4 PRUEBAS

Una vez definidas la estructura organizacional y las directivas que se van a aplicar a los diferentes departamentos, se estableció una etapa de pruebas en la que se analizó el comportamiento de la solución durante un periodo de tiempo de 15 días, con el fin de evaluar los posibles problemas que pudieran presentarse al realizar el cambio de grupos de trabajo (como se maneja actualmente) al nuevo esquema de dominio.

El ambiente de pruebas diseñado fue muy similar al que se utilizó para la sección de DHCP, es decir, en un computador se instaló una máquina virtual con Windows Server 2003 (servidor) la cual se conectó a un switch al que a su vez se enlazaron otras tres máquinas. Dentro del servidor se instaló el servicio de Active Directory; es importante indicar que la solución de directorio requiere de forma mandatoria un servidor de resolución de nombres de dominio (DNS) que debe tener sus zonas de búsqueda directa e inversa bien definidas y que puede estar implementada sobre Windows Server (inclusive sobre el mismo servidor de Active Directory) o sobre Linux con el servicio named, siempre y cuando el paquete de BIND cuente con una versión superior a la 8. Para replicar la infraestructura de ADELCA, también se definió otra máquina virtual con Centos 5 en la que se configuró los parámetros del servicio named debido a que dentro de la infraestructura de la compañía, el servidor de DNS está levantado sobre una solución basada en Linux. Adicionalmente, con el fin de lograr la actualización dinámica de nombres dentro de la entrada del BIND, es necesario configurar el parámetro “allow-update { 192.168.1.4};” dentro del archivo named.conf. La figura 3.12 muestra el esquema de pruebas que se detalló anteriormente.

En este contexto, dentro del proceso de instalación de Active Directory, se hace referencia a la dirección IP del servidor DNS previamente configurado sobre Linux. Después de haber finalizado el proceso de instalación, se crearon tres usuarios iniciales en tres OUs distintas correspondientes a las máquinas conectadas al switch. Para aplicar las directivas, es necesario instalar el paquete gpmc con el fin de configurar y gestionar las directivas de grupo ya que en

Windows Server 2003 la consola gráfica de administración no está incluida por defecto.

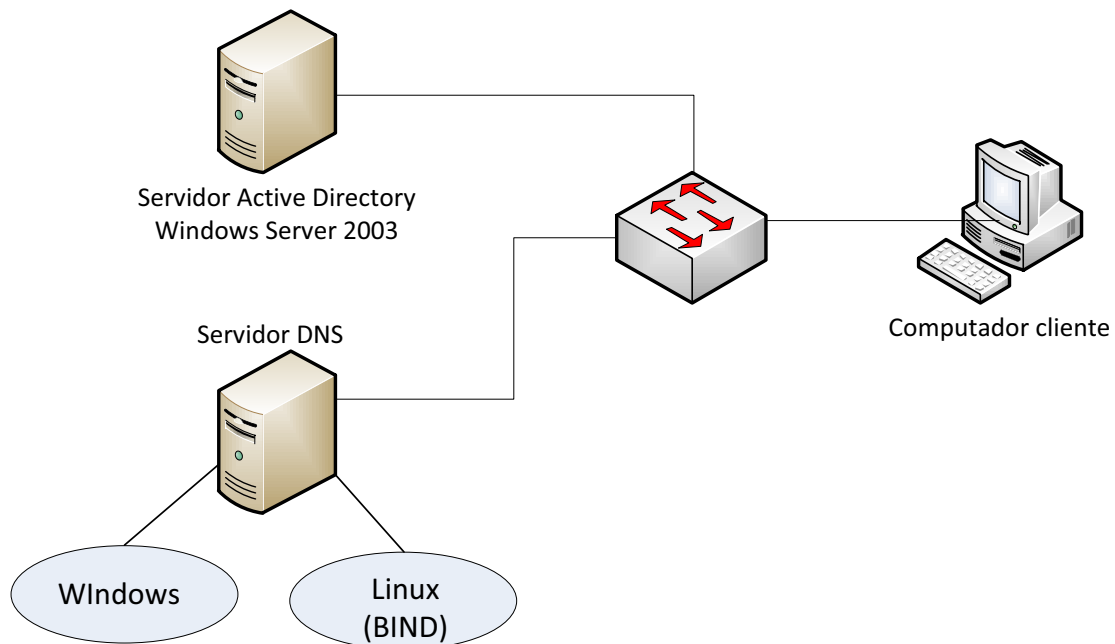


Figura 3.12 Ambiente de pruebas para Active Directory.

Una vez que se han levantado todos los servicios y herramientas, se aplicó a los tres usuarios definidos los perfiles con sus correspondientes directivas de acuerdo a la tabla 3.12. Cada perfil se probó por un lapso de 4 días dentro del esquema experimental.

Dentro de esta fase, la principal novedad hallada fue que con la versión 8 de BIND, se presentan problemas en las actualizaciones de algunas directivas (por ejemplo, el fondo de escritorio no se aplica, el acceso al panel de control no se bloquea a quienes deben bloquearse etc.). Otra novedad importante fue que el firewall de Windows se bloqueó para las modificaciones de configuración en cuanto a excepciones para nuevos programas (esto concretamente podría afectar al personal de Sistemas). También se probaron algunas directivas adicionales que no se especificaron en la tabla anterior debido a que no fueron aprobadas por el Departamento de Sistemas para su aplicación.

Con el fin de corregir el problema de actualizaciones de directivas comentado en líneas anteriores, se actualizó la versión del BIND a la 9 que es la última

disponible dentro de los repositorios de Centos/Fedora y se volvió a evaluar el funcionamiento; en este caso se visualizó una mejora en cuanto a la aplicación de directivas, a pesar de que algunas permanecieron sin aplicarse (concretamente, entrada en modo de autor, firewall de dominio y configuración de conexiones dentro del IE). Finalmente, en relación a este problema se incluyó un DNS dentro del mismo entorno de Microsoft Windows Server 2003 y se realizaron las mismas pruebas con el fin de verificar la aplicación de las directivas; en este caso de forma inmediata todas las directivas correspondientes a los perfiles se aplicaron sin problema.

También se evidenció que existe total compatibilidad con clientes de Windows XP, sin embargo en las máquinas con Windows Vista y Windows 7 (que incluyen características adicionales) la compatibilidad al 100% se presenta solo en las características comunes entre los sistemas operativos.

Finalmente, se volvió a realizar las pruebas anteriores pero cambiando el sistema operativo del servidor a Windows Server 2008 ya que este nuevo producto de Microsoft incluye nuevas características, directivas y prestaciones en cuanto a Active Directory; adicionalmente, esta versión de sistema operativo es totalmente compatible con Windows 7 y las versiones previas.

La tabla 3.13 presenta un resumen de los principales problemas encontrados durante la fase de pruebas.

Aplicación del papel tapiz
Acceso a recursos compartidos
Desconfiguración de escritorio
Aplicación de nuevas políticas
Eliminación de políticas

Tabla 3.13 Resumen de problemas presentados durante la fase de pruebas.

3.3.5 LICENCIAMIENTO

Debido a que se ha escogido una solución propietaria de sistema operativo (Windows Server cualquier versión) para la implementación de Active Directory, la empresa debe pagar el licenciamiento correspondiente de acuerdo a las políticas comerciales que Microsoft ha establecido para la venta de sus productos. En esta sección se analiza brevemente los requerimientos de licencias y las alternativas existentes en el mercado para solventarlos.

Por política de la empresa, y acatando las leyes establecidas en lo referente a propiedad intelectual, ADELCA ha estipulado que todo el software (sistema operativo y aplicaciones) que se instale en los computadores de la compañía, deben contar con las debidas licencias previamente adquiridas por el Departamento de Sistemas. En este sentido, se han adquirido licencias de Sistemas Operativos (desde Windows 98 hasta Windows 7) conforme se han presentado las necesidades de incorporar nuevos computadores a la infraestructura de la empresa. De acuerdo a lo analizado en el capítulo 2, la tabla 2.3 presenta el número de equipos por área con su correspondiente sistema operativo, en donde se tiene un total de 171 equipos con sus correspondientes licencias. Adicionalmente, en lo referente a servidores actualmente se cuenta con dos equipos que incorporan Windows Server dentro de la empresa de acuerdo a lo que se hace referencia en la tabla 2.2 Equipamiento físico de servidores.

En lo referente a entornos empresariales en ambientes Microsoft (cliente-servidor), esta empresa exige a sus clientes poseer licencias de sistema operativo en los computadores de usuario, de igual manera en lo referente al sistema operativo del servidor, y adicionalmente un tercer tipo de licenciamiento denominado CAL⁴⁷ el cual permite que los clientes accedan a los servicios instalados en un servidor de manera legal. Actualmente, ADELCA cuenta con licenciamiento para acceso a los servidores de correo y e-volution ya que estos tienen instalado Windows Server, y para el caso del último servicio los clientes que lo utilizan no sobrepasan las 7 personas, por lo que para ese caso, se

⁴⁷ CAL: licencia de acceso al cliente por sus iniciales en inglés.

negoció junto con la compra de la licencia de Microsoft Windows Server Starter Edition 10 licencias CAL para mantener este servicio. Cabe señalar que cada solución de Microsoft demanda la adquisición de las licencias CAL para los clientes, es decir que por ejemplo si dentro de la infraestructura existiera un servidor de Windows Server 2003 sobre el cual se pretende instalar Exchange, será necesario adquirir las licencias de acceso para Windows Server y adicionalmente, las correspondientes a Exchange (doble desembolso); cada producto de Microsoft tiene asociado un costo por licencias CAL. Los productos que requieren este tipo de licencias se enlistan a continuación:

- Application Center
- BizTalk Server
- Class Server
- Commerce Server
- Content Management Server
- Exchange Server
- Host Integration Server
- Identity Integration Server
- Internet Security y Acceleration Server
- Office Live Communications Server
- Office Project Server
- Office SharePoint Portal Server
- Operations Management Server
- SQL Server
- Systems Management Server
- Terminal Server
- Windows Rights Management Server
- Windows Server
- Windows Small Business Server

Otro aspecto importante que debe mencionarse, es que el licenciamiento de un producto cubre el acceso al cliente a todos los servicios que ese producto ofrezca; en el caso de Windows Server, la CAL cubrirá el acceso a todos los servicios que

ofrece este sistema operativo como DNS, DHCP, Active Directory etc. (exceptuando Terminal Server que requiere una CAL aparte).

Microsoft ofrece algunas alternativas para el licenciamiento de acceso a cliente, las cuales deben considerarse de acuerdo a la naturaleza, los requerimientos y el presupuesto de la infraestructura corporativa en la que se pretenda instalar uno de estos productos, con la finalidad de optimizar costos y evitar sanciones. A continuación se resume brevemente cada alternativa.

- **Licenciamiento por asiento:** permite que cualquier número de PCs o dispositivos licenciados puedan acceder al servidor; para este modo de licenciamiento, es necesario que cada PC que conforma la red y accede a recursos en un servidor (compartir archivos, obtener dirección IP, resolución de nombres, actualización de directivas, etc.) con productos Microsoft tenga asociado a ella una licencia CAL; esta licencia permitirá además acceder a otros servidores que tengan instalado el mismo producto ya que la ocupación de una licencia no está ligada al servidor sino a la PC. La figura 3.13 presenta un esquema que ilustra este tipo de licenciamiento.

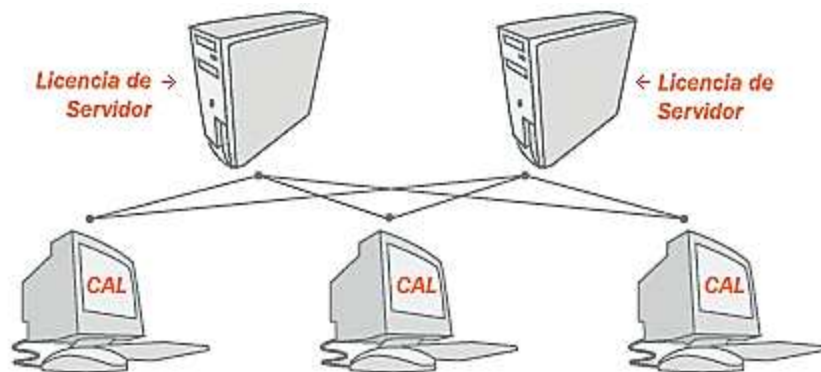


Figura 3.13 Licenciamiento CAL por asiento. [22]

- **Licenciamiento por servidor:** en este esquema, un número específico de CAL se asocia a un servidor. El número de dispositivos que pueden acceder al servidor simultáneamente de forma legal está limitado por el número de CAL adquiridas para ese servidor particular. En este tipo de licenciamiento, las CAL no están permanentemente asociadas a las PCs, sino únicamente durante el tiempo de uso; es decir que por ejemplo, si una

máquina de la red de la organización accede con una petición de DHCP a Windows Server 2003 en uno de los equipos de la granja de servidores, la ocupación de la CAL para ese caso durará el intervalo en que se concrete la transacción, es decir, desde que el servidor recibe la petición de dirección IP hasta que el cliente recibe los parámetros de direccionamiento; una vez que finaliza la comunicación entre el cliente y el servidor la CAL se libera y queda disponible para una futura transacción realizada por el mismo cliente o por otro de la misma LAN. En este sentido, con este tipo de licenciamiento se puede adquirir un número de licencias determinado para un servidor determinado en función de la demanda que este presente, con el fin de mantener un “pool de licencias CAL” que pueda ser utilizado por los clientes de la red conforme exista demanda. La figura 3.14 ilustra este esquema de licenciamiento.

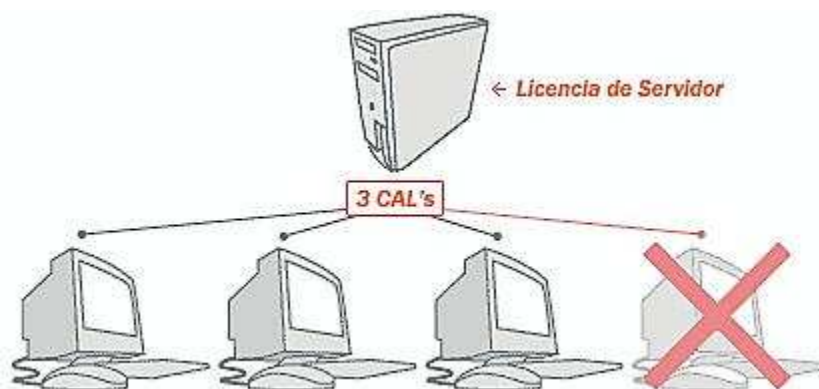


Figura 3.14 Licenciamiento CAL por servidor. [22]

Este tipo de licenciamiento es válido únicamente para Windows Server.

- **Licenciamiento por procesador:** en este esquema, la organización debe adquirir una Processor License por cada procesador en el servidor en el cual el software esté ejecutándose. Una Processor License incluye acceso ilimitado de usuarios para conectarse tanto por una red de área local (LAN) o red amplia (WAN) o por fuera del firewall por lo que no es necesario adquirir licencias adicionales de servidor, CAL, o licencias de Internet Connector.

En cuanto a costos, el valor unitario de los dos primeros esquemas es mucho más barato frente al tercero; por otra parte, considerando los requerimientos actuales

de la empresa en donde la solución de directorio activo está planificada únicamente para la Planta Industrial de Alóag, sería poco eficiente incurrir en una compra de Processor License ya que sería una inversión subutilizada. Una alternativa interesante de licenciamiento CAL para ADELCA es la alternativa de manejar un pool de 130 CALs en el esquema por servidor para el equipo en el que se instale finalmente el active directory ya que como se había analizado en el capítulo 2, el número de máquinas totales en la planta es de 170; se debe considerar que las actualizaciones de directivas se llevan a cabo cada 90 minutos (este tiempo puede reajustarse) y que la autenticación con el servidor se realiza cuando se enciende el computador y se inicia sesión (en promedio una vez por día), por lo que el número de licencias especificado es adecuado si se considera la liberación de las mismas después de cada transacción en el servidor.

Por otra parte, la alternativa por asiento implicaría la compra de 170 licencias CAL (ya que todas las máquinas de la LAN estarán unidas al dominio) lo cual implica mayores gastos para la empresa. A pesar de ello, si se considera un licenciamiento de esa naturaleza, la ventaja será que esas mismas CAL no servirían solamente para el acceso al directorio activo sino también para la visualización de correo electrónico en Lotus el cual se halla instalado sobre Windows Server, y para futuras aplicaciones que pudieran instalarse sobre otros servidores que utilicen el sistema operativo de Microsoft.

La alternativa de licenciamiento por procesador, por el momento está descartada. A pesar de ello, si en algún momento se reajusta el alcance de este proyecto, y se pretende extenderlo hacia sucursales y regionales, es posible renegociar el esquema de licenciamiento de tal manera que no se desperdicie el rubro invertido en el licenciamiento inicial, sino que estos valores sean considerados como parte de pago del nuevo esquema de licenciamiento. Al final de este documento se presentan costos referenciales de los elementos de hardware y software a los que se hace referencia.

3.3.6 DIMENSIONAMIENTO DEL SERVIDOR

Una vez que se han definido y aprobado las directivas y la estructura organizacional, y después de haber superado satisfactoriamente la etapa de pruebas con las dos alternativas de sistema operativo de servidor (Windows Server 2003 y Windows Server 2008), es necesario definir de manera definitiva la versión de Windows Server que se utilizará, así como también dimensionar las capacidades del equipo que se utilizará para la implementación del servicio de Active Directory.

Como se había mencionado anteriormente, en la etapa de pruebas se evaluó el diseño planteado, haciendo uso de las dos posibilidades que Microsoft ofrece en cuanto a Sistemas Operativos de servidor actualmente en el mercado; la diferencia que más resalta entre estas dos versiones de sistema operativo de servidor de Microsoft es que 2008 presenta muchas más plantillas administrativas que permiten controlar las nuevas características de los nuevos productos Windows para PCs de escritorio (Vista y 7) las cuales en algunos casos no son manejables con la versión 2003 de Windows Server; adicionalmente, la versión 2008 presenta compatibilidad total con los componentes del sistema operativo Windows XP. Por otra parte, desde el lado de Windows Server 2003, se puede controlar todo lo referente a XP, Windows 2000, e inclusive algunas características de Windows 98, y adicionalmente las prestaciones comunes entre XP, Vista y 7 (que superan el 85% dado que por políticas de Microsoft, los cambios en las nuevas versiones tienden a incorporar prestaciones, dejando como base los recursos manejados en versiones anteriores con el fin de garantizar la compatibilidad entre productos). Por otra parte, en temas referentes a costos, por ser una versión antigua, Windows Server 2003 es más barato en cuanto a licencias respecto a Server 2008, y cuenta actualmente con el respaldo de Microsoft en cuanto a soporte, venta de licencias y actualizaciones ya que dentro del mercado global, muchos entornos empresariales lo siguen utilizando. Se presentó las dos posibilidades de sistema operativo al Departamento de Sistemas de la compañía, haciendo énfasis en las incompatibilidades existentes entre Vista y 7 con Windows Server 2003 (las principales se resumen en la tabla

3.14 que se muestra más adelante) y cómo estos inconvenientes pueden solucionarse con la versión 2008. A pesar de lo indicado, y considerando que en la red de la compañía existe todavía amplia presencia de Windows XP (como se observa en la figura 2.6 del capítulo anterior), el Departamento de Sistemas decidió que para este proyecto se utilizaría una licencia de Windows Server 2003 R2 X64 que ya se había adquirido previamente, sin dejar de lado la posibilidad de migrar el directorio a una versión posterior de Windows Server, conforme a la planificación de la empresa en un período de tiempo indeterminado para este momento (la posibilidad de migración es un proceso no muy complejo en el que se copia la información de la estructura organizacional de un servidor a otro, a pesar de que las versiones de Microsoft Windows Server sean distintas; este proceso es autorizado dentro del plan de licenciamiento Microsoft).

	Windows Server 2003	Windows Server 2008
Papel Tapiz	X	X
Políticas Generales para IE	X	X
Políticas específicas para IE 5	X	X
Políticas específicas para IE 6	X	X
Políticas específicas para IE 7		X
Políticas específicas para IE 8		X
Soporte completo para Windows XP	X	X
Soporte completo para Windows Vista		X
Soporte completo para Windows 7		X
Integración del complemento GPMC		X

Tabla 3.14 Principales semejanzas y diferencias entre las prestaciones de Active Directory en Microsoft Windows Server 2003 y 2008.

En la etapa de pruebas se comprobó que la demanda de recursos de Active Directory dentro de la fase experimental, no fue un factor muy marcado en cuanto a consumo de procesador, RAM y disco duro; adicionalmente, durante la fase previa a la implementación se visitó la infraestructura de una empresa con un volumen de usuarios similar al de ADELCA (en el orden de 150) con el afán de visualizar las directivas aplicadas, el funcionamiento del servicio y la tasa de consumo de recursos en un entorno en producción; en el último aspecto, se evidenció que en un servidor HP con procesador Intel Core 2 Duo de 2.2 Ghz y

2GB en RAM, la tasa de consumo del procesador no superaba el 20% y 1,3 GB de RAM, considerando que esta demanda está marcada por todo el sistema operativo y otros servicios adicionales a Active Directory que en la empresa en mención se mantenían.

Cabe mencionar también que en paralelo a la ejecución e implementación de este proyecto, Acería del Ecuador C.A decidió invertir en equipamiento para optimizar los servicios de infraestructura y aplicaciones para lo cual la empresa realizó la compra de un Blade Center de altas prestaciones que permita migrar los servicios a este nuevo equipo liberando además los servidores antiguos que serán destinados para otros proyectos de la empresa. No se proporcionará más detalles de la nueva distribución de servicios en el Blade Center ni tampoco se describirá los criterios de compra ni las fases de prueba de este nuevo equipamiento ya que aquello no forma parte del alcance de este proyecto, sin embargo se lo ha mencionado debido a que una sección de este equipamiento se ha destinado para la implementación del servicio de directorio activo. A continuación, la tabla 3.15 detalla las características principales del Blade Center adquirido.

Considerando que el servicio de directorio activo constituirá un elemento importante dentro de la LAN de Alóag, y tomando en cuenta el uso de recursos mínimo por parte de este servicio, se pasó los requerimientos mínimos necesarios al Departamento de Sistemas de la empresa el cual destinó una de las cuchillas, concretamente la JS22, del Blade Center para la implementación de Active Directory y DNS (la empresa proveyó el recurso, sin embargo el diseño, configuración pruebas y paso a producción corrió totalmente a cuenta de los autores de este proyecto). Los recursos en cuanto a procesador, RAM y disco duro son:

- Procesador: Intel
- RAM: 2GB
- Almacenamiento: 136 GB

Forma	Chassis
Cuchillas	Hasta 14
Altura	9 U
Módulos de Switch	Hasta 4 módulos normales, hasta 4 módulos de alta velocidad
Fuente de poder	Hasta 4 módulos hot-swap y redundancia de 2980 W AC con capacidades de balanceo de carga y failover. Operan en el rango de 200-240 V
Enfriamiento	Dos ventiladores hot-swap que brindan redundancia en enfriamiento
Puertos In/Out	USB para teclado, video, mouse (KVM), ethernet, USB
Media	Dos conexiones USB y un multiquemador DVD opcional
Administración de Software	Sistemas de administración y herramientas de administración de prueba
Análisis predictivo de fallas	Almacenamiento interno, procesadores, ventiladores, memoria
Almacenamiento externo	Soporte para las soluciones de sistema de almacenamiento de IBM (Incluyendo la familia de productos DS y NAS) y una amplia variedad de sistemas de almacenamiento de otras marcas

Tabla 3.15 Características principales del Blade Center de ADELCA.

Como se observa, las características y prestaciones asignadas cumplen los requerimientos para instalación que Microsoft recomienda, y adicionalmente, si se contrasta con el rendimiento observado en la fase de pruebas y con el que se pudo percibir en el sistema en producción visitado, esta asignación de recursos es suficiente para el manejo del servicio que se va a implementar. Por otra parte, la arquitectura propia del BladeCenter brinda alta disponibilidad debido a las prestaciones físicas del equipo (fuentes, ventiladores, discos duros etc.) por lo que el performance esperado es aún mayor a lo manejado en máquinas virtuales y servidores de menores prestaciones.

Un aspecto importante que se consideró en esta sección es el manejo de contingencias con el fin de garantizar alta disponibilidad en el servicio de directorio activo para lo cual se propuso mantener un servidor de back-up en el cual se replique toda la estructura organizacional de tal manera que si el servidor principal eventualmente fallase, inmediatamente entre en acción el secundario de

tal manera que los usuarios no perciban esa falla. La propuesta presentada para alcanzar este nivel de tolerancia fue mantener en uno de los servidores que se migre al BladeCenter (por ejemplo el de Lotus cuyo equipo físico quedaría libre) instalar una segunda instancia de Windows Server 2003 en la cual se maneje un servicio secundario de dominio el cual cumpla con la condición antes señalada. El personal de Sistemas analizó esta propuesta pero no la tomó en cuenta para la implementación inmediata dado que actualmente la fase de migración de los servidores no se ha llevado a cabo todavía debido a que dentro de la planificación anual se ha determinado que las migraciones correspondientes se lleven a cabo hasta finales de 2011, por lo que el servidor redundante podría entrar en operación a principios del año próximo lo cual queda bajo responsabilidad de ADELCA.

3.3.7 IMPLEMENTACIÓN

Una vez que se han superado las etapas de diseño, pruebas y que se ha definido los recursos en cuanto a equipamiento y sistemas operativos cabe definir los procedimientos finales para implementar en toda la red local de la Planta Industrial de Alóag el servicio de directorio activo. En esta sección se detalla todas las acciones llevadas a cabo para la implementación final en toda la red de ADELCA.

La primera acción tomada fue preparar el BladeCenter para la instalación del sistema operativo, activar lo referente a licencias, y verificar el correcto funcionamiento del mismo. Una vez que Windows Server 2003 ha sido instalado, validado y configurado en cuanto a los parámetros de red (IP, máscara, Gateway etc.) se deben añadir las características y funcionalidades que este servidor brindará dentro de la red (Active Directory y DNS) para luego, dentro de usuarios y equipos ir configurando las unidades organizativas y las cuentas de acceso para los clientes de la red conforme se realizó en la etapa de pruebas de acuerdo a la figura 3.10; con el fin de verificar el funcionamiento del servidor ya dentro de la red en producción, se tomó cinco usuarios de los creados en el servidor y se los unió al dominio de tal manera que se pueda visualizar la solicitud de credenciales de autenticación para el ingreso al sistema; debido a que esto último constituyó

una prueba, una vez verificado el login y la creación del perfil como usuario de dominio, se volvió al estado original (autenticación local) a esos cinco computadores.

Después de haber creado la estructura organizacional y los usuarios correspondientes, es necesario aplicar las directivas de acuerdo a los perfiles y cargos establecidos en la tabla 3.10 para lo cual es necesario acceder al editor de políticas de grupo el cual no está instalado en ninguna de las versiones de Windows Server 2003. Para el caso de ADELCA justamente fue necesario instalar este editor de políticas de grupo para lo cual se debe descargar de la página de Microsoft el complemento gpmc.msi y ejecutarlo con el fin de instalarlo; una vez que se ha finalizado el proceso se puede acceder a través de la opción herramientas administrativas, editor de directivas de grupo. En esta consola aparece toda la estructura organizacional; a cada contenedor u objeto se le asigna las directivas necesarias en función de lo que se desee controlar.

Una vez que se cuenta con la estructura organizacional y la planificación de directivas dentro del servidor, es posible empezar a configurar las máquinas de usuario de tal manera que éstas obtengan la configuración desde el servidor a través de las directivas configuradas previamente para cada usuario. El procedimiento para realizar este cambio se resume en los siguientes pasos:

- Realizar el cambio de DNS en el servidor de DHCP para que apunte a la del servidor de Active Directory
- En la opción nombre de equipo dentro del menú propiedades, cambiar la opción de grupo de trabajo por la opción de dominio; rellenar ese campo con el nombre "Adelca.com"
- Reiniciar el equipo y hacer login con la cuenta determinada para ese usuario dentro del dominio para que se cree el perfil correspondiente.
- Dentro del perfil creado, verificar que se hayan aplicado todas las directivas previstas para lo cual se hace uso del comando gpresult el cual muestra un resumen de las directivas aplicadas dentro del equipo (para los casos de Windows Vista y 7, este comando se reemplaza por gpresult -r).

- Una vez que los usuarios se han registrado en el dominio, el servidor crea los registros del equipo y los punteros de búsqueda directa e inversa dentro de las zonas correspondientes en el DNS. Una vez que esto haya ocurrido, es necesario mover el equipo a la OU correspondiente ya que por defecto los equipos se crean en una carpeta llamada "Computers"; esta acción de cambiar la posición a las OUs se debe a que existen directivas configuradas dentro de esos contenedores que se aplican a los equipos como tal por lo que éstos deben ubicarse en los contenedores a los que pertenezcan dentro del esquema organizacional diseñado.
- Posteriormente, es necesario forzar la actualización de directivas de tal forma que las correspondientes al equipo se carguen en el mismo. Como se mencionó, el refresco de las directivas de acuerdo a la configuración del servidor está predefinido a 90 minutos, sin embargo, es posible forzar un refresco el momento que sea necesario hacerlo desde el lado del cliente a través del comando "gpupdate /force".
- Una vez que todas las directivas definidas para un usuario se han cargado, es necesario realizar la copia de los archivos y configuraciones del perfil local al perfil de dominio ya que este último en el primer inicio de sesión aparece vacío; dentro del menú propiedades en opciones avanzadas, perfiles de usuario existe la opción para realizar la copia de perfiles para lo cual se selecciona el perfil local utilizado por los usuarios y se ubica la carpeta destino (la del perfil de dominio) a la cual adicionalmente se le debe agregar los permisos de seguridad correspondientes de tal manera que el usuario pueda guardar y realizar cambios en sus archivos. También es importante contemplar permisos de seguridad en las carpetas del usuario que se encuentran fuera del perfil (por ejemplo en el disco D) de tal manera que el usuario pueda crear nuevos archivos en esas localidades. Cuando se han finalizado las copias y permisos, el usuario evalúa que todo su perfil se encuentre en orden y, en caso de haberlas, comunica las novedades correspondientes al personal de sistemas.
- Se realizan los ajustes de configuración que se consideren pertinentes en cuanto a directivas

Una vez que se ha establecido el procedimiento, se planifican los tiempos de implementación y las áreas por las que se iniciará el proceso. Con el fin de causar el menor impacto posible en los clientes, se ha considerado que el cambio debe ser realizado en horarios en los que no se interfiera con el trabajo de los usuarios tomando en cuenta que el tiempo medio de cambio es de 45 minutos; para las áreas con mayor sensibilidad en cuanto al uso de recursos tecnológicos, el cambio será realizado pasadas las 17h00 o durante un fin de semana.

En este sentido, las áreas planificadas para empezar la migración son: Sistemas, Marketing, Cartera, Gestión Integral, Planta de Trefilados. Posteriormente, se realizará los cambios en el área de producción de las plantas de Laminados, Acería y en el área administrativa de RRHH. Finalmente, y debido al nivel crítico de estos departamentos, se realizará los cambios en las Direcciones Técnicas, las Presidencias Ejecutivas, el Departamento de Contabilidad, Tesorería, Logística y Despachos. Debido al volumen de usuarios y la dispersión de los mismos a lo largo de la planta, no es posible realizar el cambio en un solo día sino que se lo hará paulatinamente en varios días. La tabla 3.16 presenta información de los tiempos de implementación y de las áreas afectadas en cada período.

	JORNADA 1 2 semanas	JORNADA 2 2 días	JORNADA 3 3 días	JORNADA 4 1 día	JORNADA 5 2 días	JORNADA 6 2 días	JORNADA 7 1 día	JORNADA 8 1 día	JORNADA 9 1 día	JORNADA 10 2 días	JORNADA 11 2 semanas
Auditoría Interna				X							
Apta							X				
Bienestar Social								X			
Cartera		X									
Compras								X			
Contabilidad											X
Costos							X				
Despachos					X						
Gestión Integral			X								
Importaciones									X		
Laminados											
Logística					X						
Marketing Y Ventas		X									
Presidencia Ejecutiva									X		
Recursos Humanos										X	
Seguridad Física				X							
Sistemas	X										
Tesorería						X					
Trefilados			X								

Tabla 3.16 Tiempo de implementación de Active Directory en los departamentos de ADELCA

Una vez que se inició el proceso de migración, se recibió la retroalimentación por parte de los usuarios con el fin de identificar los problemas que ellos visualizaron con la nueva configuración; en este sentido, las novedades presentadas en algunos usuarios de las áreas que ingresaron al dominio son:

- Problemas para acceder al cliente de correo Lotus: una vez que se realizó el proceso de cambio desde la cuenta local hacia la de dominio, los usuarios reportaron que no podían acceder a su cliente de visualización de correo electrónico. Lotus Notes guarda de manera local en una carpeta los archivos y configuraciones de la cuenta de usuario; para que el programa funcione normalmente, es necesario que éste acceda en cada inicio de sesión a los datos de esta carpeta para lo cual la misma debe tener los permisos de lectura y escritura para el usuario de Windows de cada máquina. La solución para este inconveniente fue brindar control de lectura y escritura sobre la carpeta "Lotus" a la cuenta de usuario registrada en Active Directory.
- Problemas con impresoras compartidas a través de un equipo: en las oficinas en las que no se cuenta con impresoras de red, generalmente se comparte una impresora convencional a través de uno de los equipos de los usuarios de esa área de la empresa de tal manera que los demás usuarios accedan al servicio de impresión. En el esquema antiguo en el que se manejaban grupos de trabajo dentro de la red de ADELCA, cuando se compartía un recurso (impresora o carpeta), todos los usuarios pertenecientes a ese grupo la veían y podían hacer uso de ese recurso. Con el esquema de dominio, se presentó el inconveniente de que durante el proceso de migración, las máquinas que ingresaron al dominio no podían acceder a un recurso compartido en un computador del mismo departamento que estuviera fuera de Active Directory. Debido a este motivo, en las áreas y departamentos en los que se presentan casos de recursos compartidos, es condición "sine qua non" que todos los usuarios se unan simultáneamente al dominio de tal manera que éstos no perciban

la falta de acceso a esos recursos (principalmente impresoras). Adicionalmente, es importante mencionar que para garantizar el correcto funcionamiento de impresión compartida, es necesario que la cuenta de usuario a la que la impresora está directamente conectada tenga permisos correspondientes a compartición de impresoras (esto se especificó en la tabla 3.10 que hace referencia a los perfiles y directivas aplicadas a los usuarios de la red de la empresa).

- Inconvenientes de visualización de reportes web de Qlikview: paralelamente a la implementación de este proyecto, el Departamento de Sistemas adquirió un software de reportes gerenciales orientado a presentar información de producción, ventas, adquisiciones, gastos de insumos y demás actividades referentes a los procesos fabriles de la empresa cuyos usuarios directos son los Presidentes Ejecutivos, Directores y algunos Gerentes de la empresa. Este software funciona bajo el esquema cliente-servidor y presenta la información en un entorno web el cual utiliza plug-ins (para Internet Explorer) para ese propósito. En este sentido, cuando los usuarios ingresaron al esquema de dominio, tuvieron inconvenientes en cuanto a la visualización de la información del aplicativo que se menciona en sus entornos de Internet Explorer debido a que el complemento que se instaló en la antigua cuenta (de grupo de trabajo) no estaba presente en la cuenta de dominio. La solución para este inconveniente fue volver a instalar el plug-in correspondiente en el perfil de usuario.
- Dificultad para visualizar algunas páginas web: de manera análoga al caso anterior, algunas de las páginas web que utilizan complementos como Flash Player para su visualización, presentaron problemas a los usuarios debido a que por ser una nueva cuenta, las instalaciones de estos complementos no se encontraban disponibles, y en algunos casos, por restricciones del perfil, les era imposible instalar dichos complementos. En este sentido, se registró los reportes referentes a este inconveniente y se

procedió a instalar los complementos que fueran necesarios para que los usuarios puedan visualizar adecuadamente la información en el navegador.

- Problemas para guardar cambios en archivos del usuario: generalmente los usuarios tienen dispersos sus documentos y archivos en varias carpetas ubicadas en el disco duro las cuales no necesariamente se encuentran dentro del perfil sino en otras carpetas dentro de las particiones del disco duro (generalmente C y D). La idea de implementar el directorio activo no es prohibir a los usuarios que ubiquen sus archivos como ellos prefieran, ni tampoco forzarlos a que guarden su trabajo en la carpeta Mis Documentos; lo único que se desea restringir en cuanto a carpetas es el acceso a los archivos y registros del sistema operativo y de los programas instalados. A pesar de ello, por defecto, los permisos de control total se centran solamente a las carpetas contenidas dentro del perfil por lo que los usuarios inicialmente no pudieron guardar archivos en carpetas que no estuvieran dentro de la del perfil, y peor aún, realizar cambios a archivos previamente guardados en algún sector del disco duro. Como solución a este inconveniente se realizaron cambios en los permisos de todas las carpetas y particiones para que el usuario tenga control sobre ellas; solamente se restringió el acceso a los archivos y registros propios del sistema operativo y de los programas instalados en cada máquina (generalmente ubicados en el disco C).
- Problemas al descargar información del sistema BaaN a tablas de Excel: el ERP de la empresa que es utilizado por aproximadamente 80 usuarios de la misma para registro de producción, ventas y demás procesos importantes para ADELCA, permite descargar las tablas con la información requerida en archivos de Excel para que las personas puedan elaborar sus informes y reportes con aquellos datos. Para que esto sea posible, los computadores deben tener una configuración en cuanto a sintaxis que se acople a lo que la solución BaaN maneja, esto es: separador de decimales (.) separados de miles (,) y separador de columna (|). Todas estas configuraciones deben ser

realizadas en el perfil de cada usuario, en la sección de configuración regional con el fin de que no se presenten inconvenientes referentes a descarga de información desde el ERP.

- Problemas de acceso a actualizaciones de los programas antivirus: el software de protección contra virus informáticos y spam que mantiene la compañía está dispuesto de tal manera que para que éste se actualice, recurra a una máquina (servidor) que ha descargado previamente las actualizaciones correspondientes desde la base de datos del fabricante del software (con el fin de optimizar el uso de conexión a Internet, se evita que cada máquina se conecte directamente a los repositorios del fabricante). Cuando las máquinas se unieron al dominio, se registró la imposibilidad de acceder al repositorio en el servidor local para la actualización del antivirus. Para evitar este inconveniente, fue necesario crear una excepción que permitiera abrir los puertos correspondientes en el firewall de cada máquina; estas excepciones se configuraron en la directiva "Firewall de dominio" dentro de Active Directory.
- Problemas en usuarios específicos frente a configuración del proxy: algunos usuarios de la red de ADELCA requieren ocasionalmente salir de forma libre a Internet (sin proxy) para lo cual el personal de Sistemas libera temporalmente la IP correspondiente y adicionalmente solicita a ese usuario que deshabilite en el explorador la opción de proxy. En general, para todos los usuarios que utilizan proxy se configuró una directiva en el directorio activo que envíe los parámetros de configuración de conexiones LAN y que deshabilite los botones de ingreso a esas configuraciones de tal manera que los usuarios no puedan acceder ni realizar cambios en ellas. En este sentido, en estos casos excepcionales suscitó el inconveniente de que no se podía deshabilitar la opción de proxy cuando se requería y por ende, no era posible la salida libre a Internet. Para solucionar este inconveniente se creó una directiva adicional en la que se dejó habilitada la opción de acceso a la configuración de conexiones dentro de opciones de Internet de tal

manera que cuando se requiera liberar a un determinado usuario en relación a su dirección IP, se le asigne temporalmente esta directiva de excepción de tal forma que el usuario tenga acceso a los botones de configuración de proxy durante el tiempo que requiera navegar de forma directa en Internet.

- Asistencia remota a través de VNC: debido a las distancias entre oficinas dentro de la LAN de la Planta Industrial de Alóag, el personal de Sistemas ha instalado software para toma remota del control de las máquinas de los usuarios cuando éstos requieran soporte técnico. Cuando se migró al nuevo esquema de directorio, inicialmente fue imposible tomar el control de las máquinas a través de VNC (se lo podía hacer a través del software de asistencia de Windows directamente) lo cual constituyó un inconveniente para el personal de soporte. Para solucionar este problema, fue necesario crear una nueva excepción dentro de la configuración del firewall de dominio en la que se especificó el programa (ya no el puerto) que requería tener acceso y salida a cada una de las máquinas. Esta excepción se configuró dentro de la directiva “Firewall de dominio” en el directorio activo.
- Creación de excepciones en el firewall de Windows: los usuarios del Departamento de Sistemas debido a su trabajo, requieren administrar y gestionar de forma local el firewall de Windows de las máquinas en las que trabajan para abrir y cerrar puertos, o crear excepciones a programas que están en prueba para su futura implementación en la empresa. En este sentido, la configuración por directiva del firewall de Windows fue insatisfactoria para estos usuarios debido a que no podían realizar los cambios de configuración que requerían. La solución a este inconveniente fue posicionar a los usuarios de sistemas dentro del grupo “administradores” para que tengan el control total sobre los recursos de sus equipos.

3.3.8 INTEGRACIÓN DE ACTIVE DIRECTORY CON LOTUS

Con la puesta en marcha del servidor de directorio activo, el Departamento de Sistemas ha logrado centralizar la administración de los recursos tanto de hardware como de software de los equipos que los usuarios de la Planta Industrial de Alóag utilizan.

Una de las características más importantes del servicio de directorio activo es la capacidad de integración con otros servicios. Una muestra de esto es el servicio DNS que se ha montado en el mismo servidor ya que tanto el directorio activo como el DNS trabajan de la mano para su adecuado funcionamiento. Uno de los beneficios de la integración de servicios es el mejoramiento en la administración de usuarios. Con esto se busca disminuir la complejidad de administración de recursos para cada usuario. Como claro ejemplo en la empresa, cuando una persona nueva ingresa a la nómina, se deben crear una cuenta para el correo electrónico y otra cuenta en el servidor de directorio activo.

En este sentido, el Departamento de Sistemas, a través del servicio de directorio activo busca la integración del servicio de correo electrónico de tal manera que se maneje una sola credencial para múltiples servicios (correo electrónico y Active Directory).

3.3.8.1 Diseño de la solución

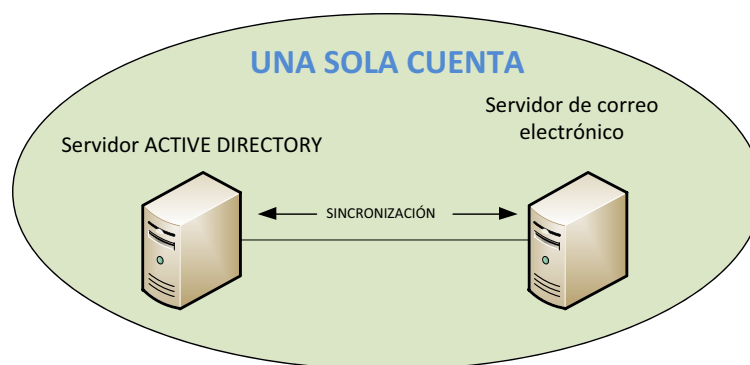


Figura 3.15 Sincronización de los servicios involucrados.

La figura 3.15 muestra a los dos servidores involucrados en la integración de servicios. Para el diseño de la solución se debe contemplar todas las configuraciones necesarias así como todos los complementos requeridos.

En el diseño de la solución se utilizará el término sincronización para hacer referencia a la comunicación bilateral que los servidores involucrados realizarán para el intercambio de información.

3.3.8.1.1 Configuraciones

Instalación del complemento ADSync

Como primer paso se debe realizar la instalación de un complemento que se encargue de la sincronización entre los servidores involucrados. Para esto se recurrirá al CD de instalación del software Lotus Domino Administrator 6.5.5 y se procederá a seleccionar el paquete “Domino Directory W2000 Sync Services”.

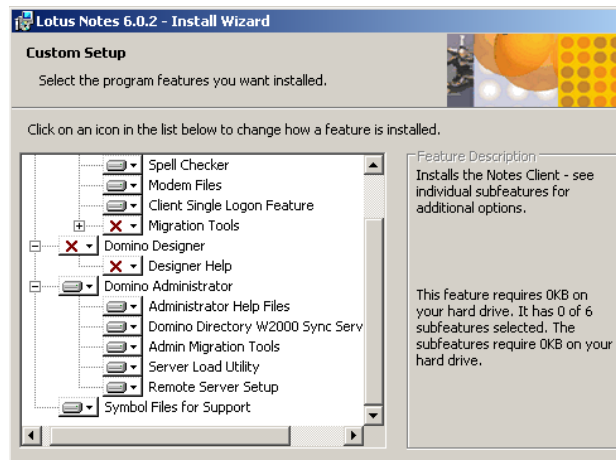


Figura 3.16 Instalación del complemento ADSync.

Después de haber instalado el paquete, se debe iniciar una ventana de ejecución de comandos y navegar hacia el directorio donde fue instalado dicho paquete. El directorio al que se hace mención es: “C:\Program Files\Lotus\Notes”. Una vez que se haya hecho el cambio de directorio se debe ingresar el siguiente comando: `regsvr32 nadsync.dll` con el fin de incluir opciones de sincronización en la consola de administración de Usuarios y Equipos de Active Directory.

Sincronización

Una vez añadida la consola para la sincronización de los servicios de correo y directorio activo, se deben configurar las opciones principales de sincronización de dichos servicios, las cuales se destacan en la figura 3.17 y se describen a continuación:

- Notes Server for registration: esta opción permite escoger el servidor de correo electrónico que se utilizará para registrar los nuevos usuarios creados en el directorio activo.
- Administration ID: el identificativo de la persona que contará con permisos en el servidor de correo electrónico para la creación de usuarios.
- On user deletion: permite escoger tres opciones que se ejecutarán en el servidor de correo electrónico cuando un usuario sea eliminado del directorio activo.

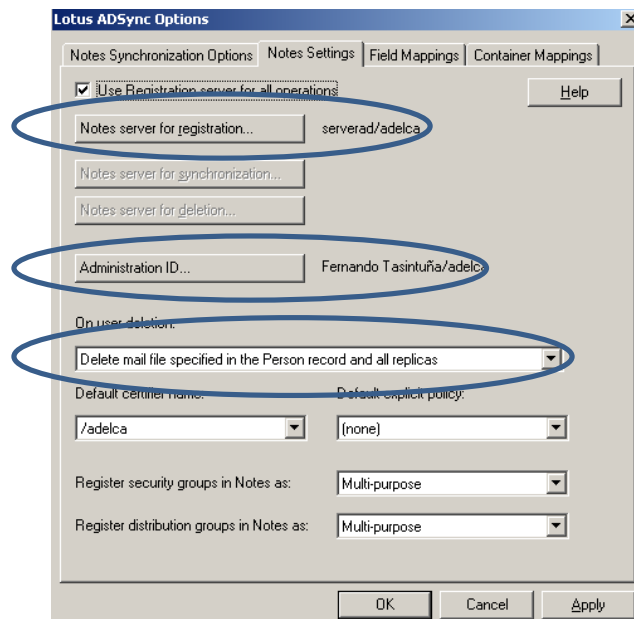


Figura 3.17 Opciones de sincronización.

Después de haber realizado la configuración adecuada de las opciones de sincronización, los servidores están listos para intercambiar información de usuarios.

3.3.8.2 Registro de usuarios desde el directorio activo hacia el servidor de correo Domino.

En el proceso normal de creación de usuarios desde la consola de Usuarios y Equipos de Active Directory, una nueva ventana aparece especificando opciones para la creación del usuario en el servidor de correo electrónico. Algunos campos como “First Name”, “Last Name”, “Internet Address” y “Short name in Notes” se llenan automáticamente con las opciones especificadas con anterioridad en la creación del usuario. Las opciones que se resaltan resultan ser las más importantes y se explican a continuación

- Register in Domino Directory: se debe seleccionar esta opción para permitir la creación del nuevo usuario en el servidor de correo. Existen muchos casos en los que no se desea crear una cuenta de correo electrónico al usuario que se está creando en el directorio activo. Esta opción es útil al propósito especificado.
- Use common password: con el fin de unificar las contraseñas de acceso tanto para el correo electrónico como para el directorio activo se debe seleccionar esta opción. Si se desea especificar una contraseña distinta para cada servicio, no se debe seleccionar esta opción.

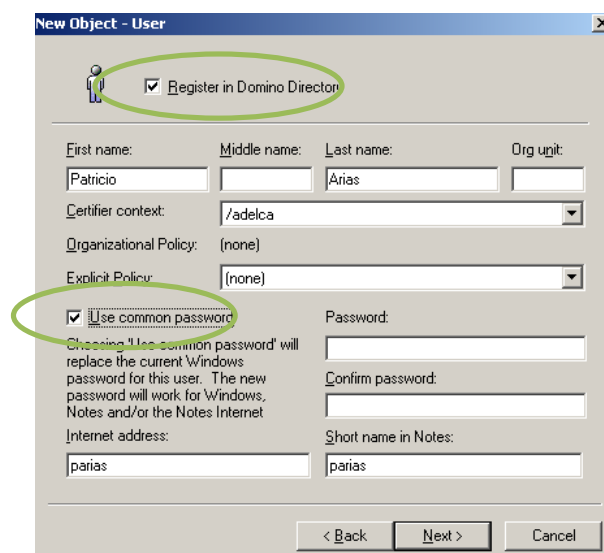


Figura 3.18 Creación del nuevo usuario en el servidor de correo.

3.3.8.3 Registro de usuarios desde el servidor de correo hacia el directorio activo

Como una forma alternativa, se puede realizar el proceso de creación de usuarios en el servidor de correo electrónico y automáticamente realizar el proceso de sincronización para la creación del usuario correspondiente en el directorio activo. Todo esto se lleva a cabo desde la consola de administración gráfica Domino Administrator.

Se realiza el proceso normal de creación de un usuario, especificando su nombre, dirección de correo a ser utilizada, contraseña, tamaño del buzón de entrada, plantilla gráfica a ser usada, etc. Adicionalmente, y como parte del proceso de sincronización, en la pestaña Other se debe seleccionar la opción “Windows User Options”.

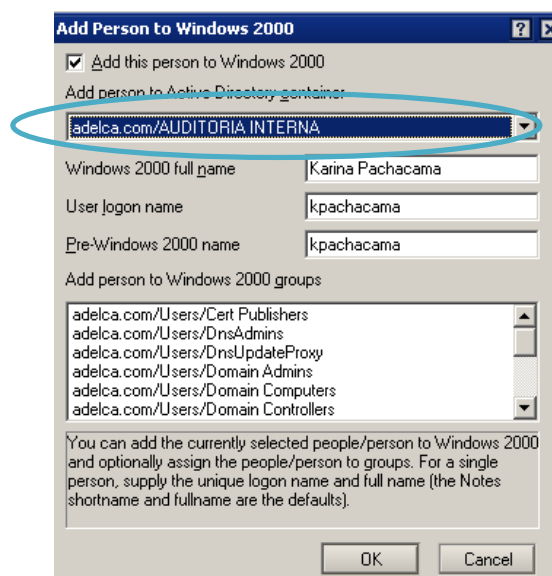


Figura 3.19 Opciones de creación de un usuario en Active Directory desde el servidor de correo

La ventana que se despliega muestra información obtenida desde el servidor de directorio activo, como se puede ver en la figura 3.19. En la opción “Add person to Active Directory container”, se muestran todas las unidades organizativas disponibles, por lo que se debe proceder a escoger en cual se agregará al nuevo

usuario. Adicionalmente y como parte opcional se puede seleccionar la pertenencia del nuevo usuario a un grupo definido en el directorio activo en la opción correspondiente a “Add person to Windows 2000 groups”. Finalmente, y como mensaje de confirmación, el servidor despliega un mensaje de registro exitoso del usuario.

Como parte final del proceso de creación del nuevo usuario desde el servidor de correo electrónico se puede verificar que dicho usuario ha sido añadido al directorio activo. Para esto basta con dirigirse a la correspondiente unidad organizativa seleccionada en el proceso de creación del usuario desde el servidor de correo.

3.3.8.4 Consideraciones adicionales

No existe ninguna restricción con respecto a la instalación del servidor de correo electrónico en el mismo equipo en el que se encuentra instalado el directorio activo. Pero debido a que ambos servicios basan su funcionamiento en la estructura de un directorio es necesario reconfigurar los puertos en los cuales funcionan dichos servicios. Cabe decir que ambos servicios funcionan en el puerto TCP 389.

Es indistinto si cambiamos el puerto de servicio del directorio activo o del servicio de correo electrónico, pero siempre se tiene que asegurar que ambos servicios se encuentren configurados en distintos puertos.

3.4 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA DMZ

Actualmente la empresa cuenta con un servicio que es fundamental en el funcionamiento del negocio: correo electrónico. A través de éste la mayoría de usuarios de la empresa reciben información que es vital para el desenvolvimiento de sus funciones y para alcanzar sus metas y objetivos. Por este motivo surge la necesidad de proteger dicho recurso. En este sentido el Departamento de

Sistemas se ha visto en la necesidad de buscar una forma de implementar un sistema de seguridad que proteja el intercambio de correo electrónico.

3.4.1 REQUERIMIENTOS DE LA EMPRESA

El Departamento de Sistemas requiere que el acceso al servidor de correo electrónico interno sea asegurado de tal manera que se minimice los riesgos de denegación de servicio brindando un servicio eficaz de envío y recepción de mensajería. En especial se requiere asegurar el acceso cuando se trate de un posible ataque externo que comprometa la disponibilidad de los recursos. Se ha sugerido también migrar el servidor de correo electrónico a un segmento en el cual se puedan implementar políticas de seguridad para asegurar los recursos del servidor de correo.

3.4.2 DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

Si bien el firewall implementa un sistema de antispam para controlar la validez de los correos que ingresan a la red local de la empresa, esto no asegura que no se produzcan ataques externos que comprometan la disponibilidad del servicio, ya que después del firewall la conexión al servidor de correo interno se lo realiza de forma directa. El requerimiento inicial por parte del Departamento de Sistemas de migrar el servidor de correo a un segmento de red en donde se puedan implementar políticas de seguridad para asegurar su acceso. Esta alternativa podría traer varias consecuencias:

- Se tendría que configurar en cada cliente la nueva dirección IP del servidor de correo electrónico. Esto sería un gran problema considerando que existen más de 200 usuarios en total y que no todos se encuentran en la sucursal principal. Todo este cambio demandaría lapsos extensos de configuración durante los cuales los usuarios se quedarían sin servicio durante todo el tiempo que dure la migración. Como se ha mencionado anteriormente, el servicio de correo electrónico es crítico en la empresa y no se puede prescindir del mismo por intervalos prolongados de tiempo.

- Además del tiempo de migración del servidor de correo hay que tomar en cuenta todos los inconvenientes que conlleva incluir un nuevo segmento de red, ya que en este caso se requiere la intervención del proveedor de servicios de Internet para configurar la nueva ruta hacia la nueva red.

Con los antecedentes antes descritos, se planteó la posibilidad de utilizar un segmento de red, el cual formaría parte del firewall, y en el cual se coloque un servidor de correo electrónico secundario (dicho servidor servirá como transmisor y receptor de correo electrónico entre Internet y la red local de datos) para proteger el acceso directo al servidor de correo electrónico principal. Las diferencias con el esquema planteado anteriormente son:

- No se tendría que configurar a todos los clientes de la empresa puesto que las configuraciones pertinentes se las realizaría solo en el servidor de correo interno.
- No se tendrían que definir nuevas rutas para el nuevo segmento de red por lo que no se necesita la intervención del proveedor de servicios de Internet en este aspecto.
- Sería necesario una intervención mínima por parte del proveedor de Internet en configuraciones de resolución de nombres de dominio.

3.4.2.1 Definición del segmento DMZ

Como se mencionó anteriormente se ha propuesto la implementación de un nuevo segmento de red. Dicho segmento servirá de paso entre la red externa (Internet) y la red corporativa para el servicio de correo electrónico. A este segmento lo llamaremos "segmento DMZ". Dicho segmento será implementado como parte del firewall al añadir una tercera tarjeta de red en el equipo de seguridad mencionado. La figura 3.20 muestra el esquema a ser implementado

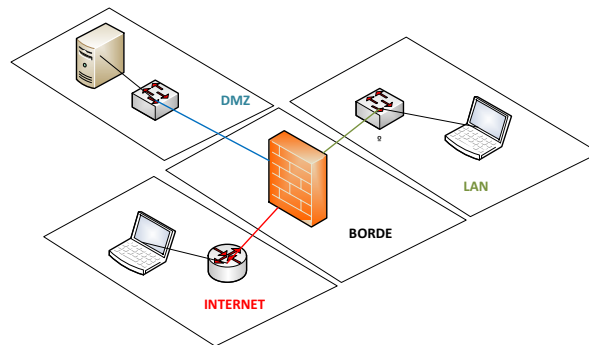


Figura 3.20 Inclusión de un segmento DMZ a la red corporativa.

En lo que tiene que ver al direccionamiento IP para el nuevo segmento, se han definido los siguientes parámetros:

Identificador de red	10.0.0.0
Máscara de red	255.255.255.0
Puerta de enlace	10.0.0.1
Servidor DHCP	No
Servidor DNS	192.168.120.15

Tabla 3.17 Parámetros de red del nuevo segmento DMZ.

3.4.2.2 Configuraciones

Existen múltiples parámetros que se deben configurar para el correcto funcionamiento del esquema de reenvío de correo a través de la DMZ.

Configuración del Firewall

Para la implementación de la DMZ es necesario configurar algunos parámetros en el firewall que permitan la correcta comunicación entre los segmentos de red involucrados (LAN, WAN y DMZ). Cabe mencionar que el firewall fue provisto por la empresa AlphaTechnologies y sus características fueron descritas en el Capítulo 2 EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES DE ACERÍA DEL ECUADOR C.A.

Es así que se nombrarán a los segmentos involucrados de la siguiente manera:

- Segmento LAN – Interfaz LAN: Interfaz INSIDE.
- Segmento WAN – Interfaz WAN: Interfaz OUTSIDE.
- Segmento DMZ – Interfaz DMZ: Interfaz DMZ.

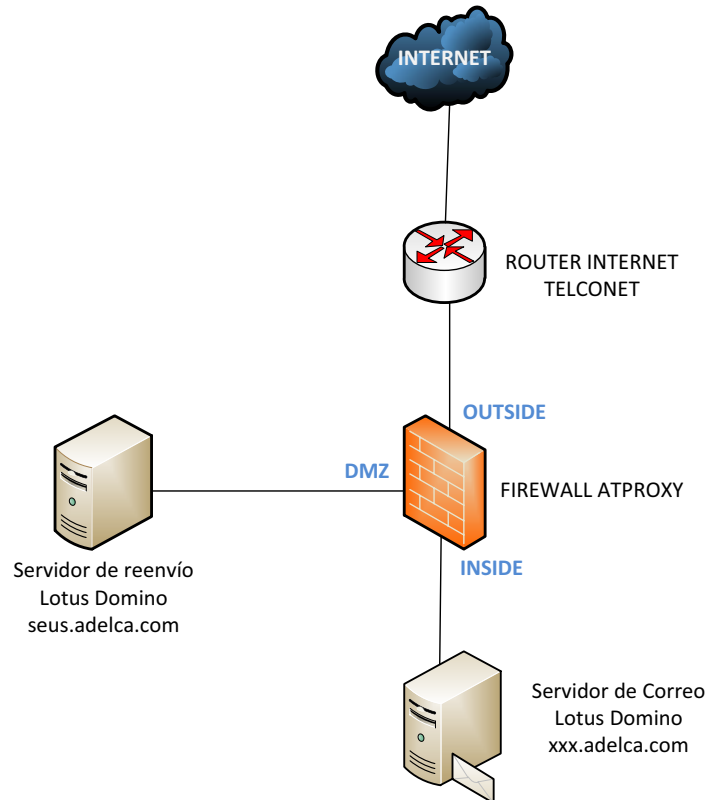


Figura 3.21 Diseño de la DMZ para correo electrónico.

Definición del servidor de reenvío de correo

Como se puede observar en la figura 3.21, se ha definido un servidor en el segmento DMZ. A este servidor le asignaremos el nombre de host "seus.adelca.com". Por motivos de seguridad, el nombre de host no debe reflejar su función por lo que solo el personal involucrado deberá conocer los servicios que el host provee. Esta característica se aplica tanto al servidor ubicado en el segmento DMZ como al servidor ubicado en la red corporativa. La función principal de este nuevo servidor es recibir todo el correo saliente de la LAN corporativa de ADELCA y reenviarlo al Internet. De igual forma, este servidor será el encargado

de receptor todo el correo proveniente del Internet para ser enviado a los destinatarios correspondientes dentro de la LAN corporativa.

El concepto de reenvío se lo ha tomado en cuenta como un aspecto de seguridad ya que lo que se desea es bloquear el paso directo entre los correos provenientes del Internet y el servidor de correo interno. Así, el servidor asignado al segmento DMZ está cumpliendo las funciones de intermediario entre el Internet y la LAN. Algunas personas llaman a esta función Gateway. Además, por conceptos de compatibilidad se ha establecido la opción de manejar el protocolo SMTP como el encargado de entregar y recibir correo electrónico.

Es necesario también configurar en el firewall las respectivas listas de acceso en cada interfaz para permitir o denegar el paso de tráfico en base a las políticas definidas. Por asuntos de confidencialidad y seguridad no es posible detallar que listas de acceso están configuradas en el Firewall. En este aspecto cabe señalar que se deben realizar adicionalmente listas de acceso que permitan el paso del tráfico en el puerto 25 desde la interfaz INSIDE a la DMZ y desde la DMZ hacia la interfaz OUTSIDE. Así mismo se debe definir reglas de acceso en sentido contrario pero solamente en el puerto 25. Todo esto debido a la utilización del protocolo SMTP para transporte de correo electrónico.

Con lo mencionado anteriormente, y en lo que respecta a terminología de seguridad se conoce como SMTP GATEWAY al servidor de reenvío de correo ubicado en el segmento DMZ.

Hardware y software

En lo que respecta al nuevo servidor, se planea instalar el sistema operativo Windows Server 2003. Puesto que la principal función del servidor será el reenvío de correo electrónico no se ha visto la necesidad de adquirir un equipo robusto,

por lo que se adoptará un equipo que se encontraba sin utilización con las siguientes características:

Procesador	Xeon @ 3Ghz
Memoria RAM	1 GB
Disco Duro	160 GB
Sistema Operativo	Windows Server 2003 Standar Edition
Software de correo	Lotus Domino Server

Tabla 3.18 Características del servidor SMTP GATEWAY.

Además, se instalará una instancia del software Lotus Domino Server el cual se comunicará con el servidor interno de correo tanto para el envío como para la recepción de correo.

Configuración del sistema de nombres de dominio interno

Como primer paso se debe configurar el archivo que contiene las entradas de resolución de nombres en el servidor DNS de la empresa. Para esto se debe agregar una entrada DNS que relacione la dirección IP del servidor con su nombre correspondiente, de la siguiente manera:

 seus Host (A) [www.xxxx.yyyy.zzzz]

Figura 3.22 Entrada DNS interno que corresponde al servidor SMTP GATEWAY.

Donde:

www.xxxx.yyyy.zzzz corresponde a la dirección IP del servidor de reenvío de correo seus.Adelca.com ubicado en el segmento DMZ.

Como se observa se ha utilizado el puntero A para la definición de la entrada DNS. Esto corresponde a una resolución de nombres de forma directa, puesto que se está especificando un nombre de host para obtener su correspondiente dirección

IP. Como se ha mencionado anteriormente, las configuraciones, por motivos de privacidad y seguridad, no pueden ser mostradas en su totalidad.

Configuración del sistema de nombres de dominio externo.

Una vez que se han configurado los parámetros en el servidor DNS interno, se debe realizar la configuración del DNS externo o público. Para esto se debe contactar al proveedor de servicios de Internet (en nuestro caso Telconet) para la inclusión o modificación de una entrada DNS que contemple los siguientes parámetros:

- Dirección pública de la empresa.
- Puntero MX (Mail Exchange).
- Nombre de host del servidor de reenvío. En este caso se trata del servidor seus.adelca.com.

Adicionalmente se debe configurar en el firewall el proceso de traducción de direcciones de red (NAT, Network Address Translation) en el cual se deben involucrar tanto la dirección pública de la empresa utilizada en la entrada DNS configurada en el proveedor de servicios de Internet como la correspondiente dirección IP privada asignada al servidor SMTP GATEWAY ubicado en el segmento DMZ, esto con el fin de permitir la comunicación entre Internet y el segmento DMZ.

Configuración de roles

El sistema de correo Lotus Domino ha trabajado con el esquema de reenvío de correo desde hace 6 años aproximadamente. Es por eso que cuenta con un esquema definido y basado en roles. En este sentido se hace referencia a dos roles que son fundamentales en el proceso de reenvío de correo:

- Smart Host: este rol es empleado para el correo entrante desde Internet y su función es la de reenviar todo el correo recibido hacia otro servidor. Para esto realiza una consulta en su servidor DNS. Si el Smart Host encuentra una entrada válida y disponible procede a reenviar todo el correo recibido.
- Relay Host: este rol es usado en el proceso de envío de correo desde la red corporativa hacia el Internet. Al igual que con Smart Host, se realiza una consulta DNS para localizar al servidor que reenviará el correo hacia el Internet.

Con todo lo explicado anteriormente la configuración de los roles se lo realizará de la siguiente manera:

Servidor	Rol adoptado
seus.adelca.com	Relay Host
xxx.adelca.com	Smart Host

Tabla 3.19 Roles participantes en el proceso de reenvío.

Adicional a esto, el servidor SMTP GATEWAY ha sido configurado con el dominio de correo Adelca.com como dominio destino.

3.4.3 PRUEBAS REALIZADAS

Después de haber definido todos los requerimientos necesarios y haber realizado todas las configuraciones necesarias, se procedió a realizar las pruebas correspondientes. Esta fase de pruebas implica dos procesos:

- El envío de correo electrónico desde la LAN corporativa hacia Internet, y,
- La recepción de correo electrónico desde Internet en la LAN corporativa.

3.4.3.1 Proceso de envío de correo desde la red corporativa hacia Internet

Para el análisis de esta fase del proyecto, se procederá a explicar paso por paso el recorrido del correo electrónico. Esto implica la parte correspondiente a la red

interna, la parte correspondiente al segmento DMZ y finalmente el envío del correo hacia el exterior (Internet).

Primera parte: esquema de envío de correo local

El usuario desea enviar un correo electrónico hacia la dirección de correo prueba@hotmail.com. Para esto se procede a enviar el correo electrónico en cuestión a través de Lotus Domino Notes. En el paso 1, la máquina del usuario realiza una consulta DNS al servidor interno para determinar los servidores de correo electrónico disponibles. En nuestro caso, y como se ha mencionado con anterioridad, existe una entrada DNS que especifica que existe un servidor de correo electrónico a través del registro MX.

En el paso 2, el servidor DNS interno devuelve una respuesta a la consulta DNS por parte de la máquina del usuario especificando la dirección IP que corresponde al servidor de correo interno. Con toda la información obtenida, la máquina del usuario procede a enviar el correo electrónico al servidor interno de correo. Esto se refleja en el paso 3. La figura 3.23 muestra el proceso antes descrito

Segunda parte: envío de correo desde el servidor interno hasta el SMTP GATEWAY

En la siguiente fase el correo electrónico deberá ser transferido desde el servidor de correo interno hasta el servidor ubicado en el segmento DMZ. En el paso 4, al constatarse de que no se trata de un correo local, el servidor interno chequea la configuración del rol "Relay Host" y encuentra que este rol está asignado al servidor SMTP GATEWAY cuyo nombre de host es "seus.adelca.com". Con esta información el servidor de correo interno realiza una consulta de nombre al servidor DNS interno para encontrar la correspondiente dirección IP. Una vez que la consulta al servidor DNS se ha llevado a cabo con éxito, el servidor interno de

correo remite el mensaje de correo hacia el firewall ya que éste ha sido configurado como puerta de enlace predeterminado. Debido a las listas de acceso que se han creado el tráfico que se genera desde la interfaz INSIDE, correspondiente a correo electrónico en el puerto 25, es permitido hacia la interfaz DMZ, por lo que el correo electrónico es recibido por el SMTP GATEWAY, como se observa en el paso 5. La figura 3.24 muestra lo descrito anteriormente.

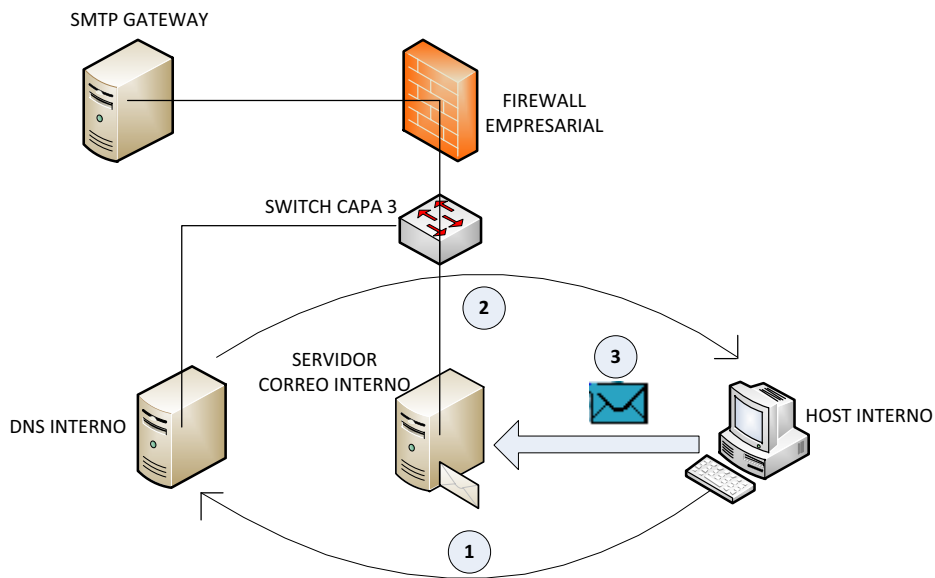


Figura 3.23 Proceso de envío de correo desde el usuario hasta el servidor interno.

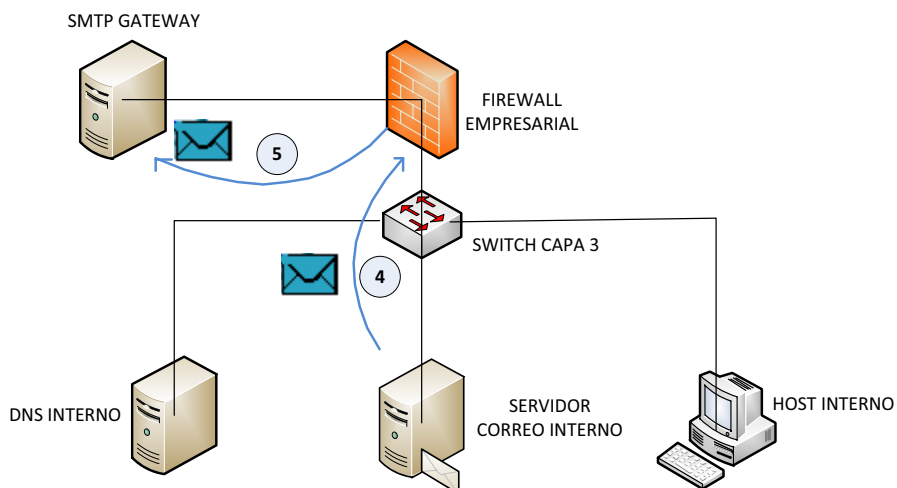


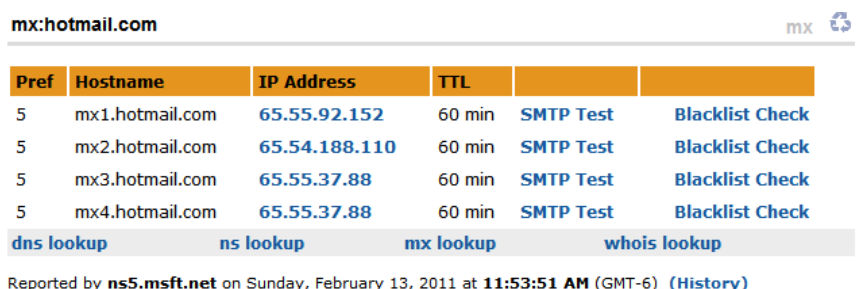
Figura 3.24 Envío de correo desde el servidor interno hacia el SMTP GATEWAY a través del firewall.

Tercera parte: Envío del correo hacia el destinatario en Internet

Una vez que el correo ha sido entregado al servidor SMTP GATEWAY, se procede a realizar un análisis de dominios de correo tanto de origen como de destino. Este análisis determina la decisión que se debe tomar para el reenvío de correo de la siguiente manera:

- Si el correo electrónico recibido ha sido enviado como un dominio origen adelca.com y un dominio destino cualquiera, se procede a enviar el correo hacia el exterior, y
- Si el correo electrónico recibido ha sido enviado con un dominio origen cualquiera y un dominio destino adelca.com, se procede a chequear la configuración del rol "Smart host".

Con lo mencionado anteriormente, el servidor SMTP GATEWAY toma la decisión de enviar el correo recibido hacia Internet. Para realizar este envío se debe realizar una consulta DNS para encontrar un servidor que provea el servicio de entrega de correo para el dominio destino, en nuestro caso hotmail.com. En esta consulta, el servidor DNS interno, al constatarse que no cuenta con la entrada correspondiente, procede a realizar la consulta DNS hacia una jerarquía superior de nombres de dominio a través de servidores de dominio externos o públicos. Como resultado el servidor DNS obtiene una dirección IP correspondiente a la consulta realizada para un servidor de correo a través del registro MX. La figura 3.25 muestra el proceso que el servidor DNS interno realiza.



Pref	Hostname	IP Address	TTL		
5	mx1.hotmail.com	65.55.92.152	60 min	SMTP Test	Blacklist Check
5	mx2.hotmail.com	65.54.188.110	60 min	SMTP Test	Blacklist Check
5	mx3.hotmail.com	65.55.37.88	60 min	SMTP Test	Blacklist Check
5	mx4.hotmail.com	65.55.37.88	60 min	SMTP Test	Blacklist Check

Reported by ns5.msft.net on Sunday, February 13, 2011 at 11:53:51 AM (GMT-6) (History)

Figura 3.25 Consulta DNS externa para el dominio hotmail.com.^[32]

Como se observa existen cuatro servidores de correo que pueden brindar el servicio de transporte para el dominio hotmail.com. Como todas las opciones presentan el mismo número de preferencia (5), se procede a seleccionar una dirección IP al azar. Este proceso se refleja en el paso 6. El servidor DNS interno, por tanto devuelve la dirección IP seleccionada como respuesta a la consulta realizada por el servidor SMTP GATEWAY. Esto se observa en el paso 7. Posterior a esto, el servidor SMTP GATEWAY procede a enviar el correo hacia el Firewall para ser transferido hacia Internet, como lo muestra el paso 8 y 9. Todo el proceso descrito anteriormente se refleja en la figura 3.26.

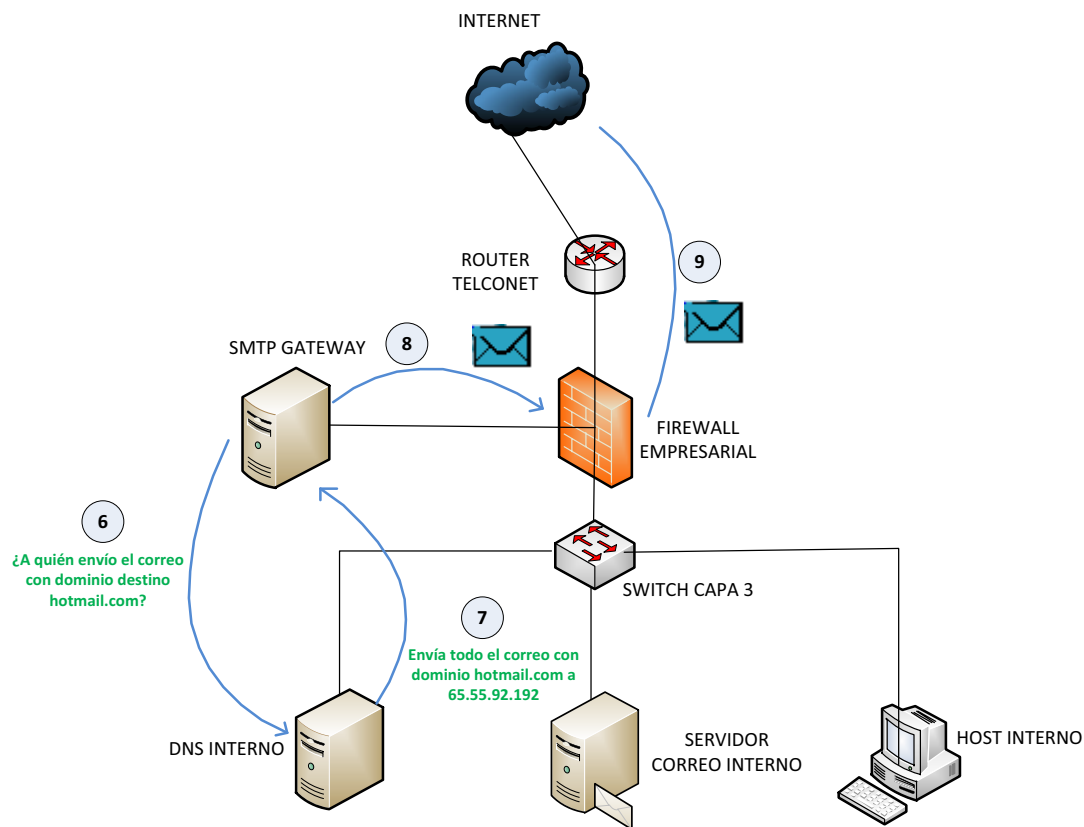


Figura 3.26 Envío de correo desde el segmento DMZ hacia la Internet.

3.4.3.2 Recepción de correo electrónico desde Internet en la LAN corporativa.

Una vez que se ha realizada el análisis del proceso de envío de correo electrónico desde la LAN corporativa hacia Internet, es necesario analizar el proceso opuesto.

Para esto se describirá el camino que deberá seguir cualquier correo electrónico dirigido hacia algún usuario en el dominio adelca.com.

Primera parte: consulta del servidor de correo electrónico externo para el dominio adelca.com.

Cuando un usuario de Internet desea enviar un correo electrónico hacia algún destinatario con dirección `wxyz@adelca.com`, el proveedor del servicio de correo de Internet chequea a través de su DNS un servidor de correo que corresponda al dominio adelca.com. Para esto realiza una consulta DNS para obtener la dirección IP de dicho servidor. Como se mencionó anteriormente, Telconet es el proveedor de servicio de Internet, y por supuesto es el que posee los registros DNS para envío de correo electrónico. Por este motivo, el correo que desde un dominio externo se envíe hacia el dominio adelca.com tiene que pasar por Telconet, como lo muestra la figura 3.27.

Pref	Hostname	IP Address	TTL		
0	mx1.adelca.com	190.95.172.2	24 hrs	SMTP Test	Blacklist Check
10	smtp.uio.telconet.net	200.93.216.18	24 hrs	SMTP Test	Blacklist Check

Reported by uio.telconet.net on Sunday, February 13, 2011 at 2:41:19 PM (GMT-6)

Figura 3.27 Entrada DNS externa para el dominio adelca.com. [33]

En la primera línea de la figura 3.27 se observa la entrada `mx1.Adelca.com` con la dirección IP `190.95.172.2`. Esta entrada corresponde el acceso web que tienen los usuarios del dominio adelca.com para ingresar a sus cuentas de correo electrónico a través de Internet. Cabe decir que la dirección IP especificada corresponde a una del pool de direcciones públicas asignadas a la empresa. La segunda línea refleja el servidor de correo utilizado para transportar correo electrónico con dominio destino adelca.com. Como se observa, y a diferencia de la primera línea, en esta línea se ha configurado la preferencia de 10, lo que indica en efecto que se trata de un servidor de correo electrónico. Por lo tanto, a través de la dirección

IP 200.93.216.18 se entregará el correo correspondiente. Todo esto se refleja en la figura 3.28.

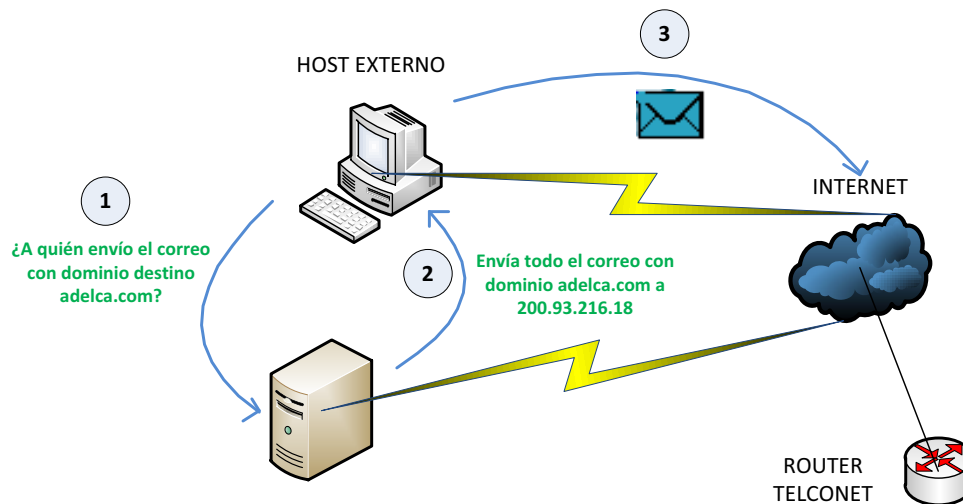


Figura 3.28 Consulta del servidor de correo electrónico externo para el dominio adelca.com.

Segunda parte: entrega del correo electrónico con destino adelca.com al servidor SMTP GATEWAY.

Una vez que se ha determinado que servidor servirá para el envío de correo electrónico para el dominio adelca.com, se procede a enviar todo el correo hacia la dirección IP correspondiente. En este punto, el servidor de correo de Telconet se encarga de transferir el correo recibido hacia el servidor SMTP GATEWAY a través de la entrada DNS que se ha configurado con anterioridad. De esta manera el correo será recibido por el Firewall de la empresa en donde se realizará el correspondiente proceso de traducción de direcciones de red (NAT) lo que permitirá que el servidor SMTP GATEWAY reciba el correo para el dominio adelca.com.

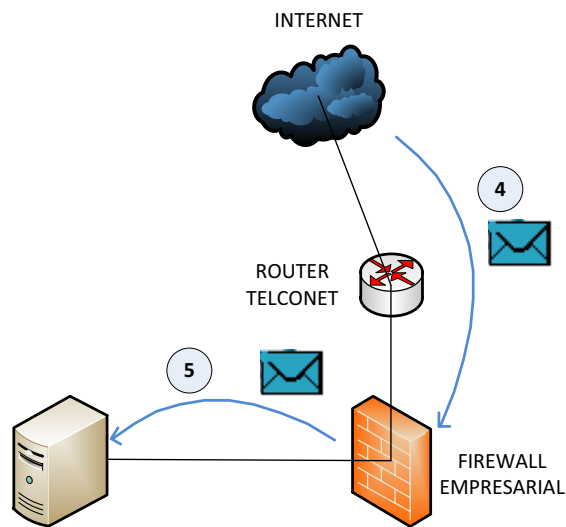


Figura 3.29 Recepción del correo electrónico en el servidor SMTP GATEWAY.

Tercera Parte: Entrega del correo electrónico en el dominio adelca.com

Una vez que el correo electrónico ha sido recibido por el servidor SMTP GATEWAY, se procede a realizar el análisis de dominio origen y destino. El resultado del análisis muestra que el correo electrónico ha sido enviado desde un dominio origen “aaa” hacia un dominio destino adelca.com, por lo que el servidor SMTP GATEWAY procede a realizar la consulta del rol correspondiente “SMART HOST” y encuentra que ha sido asignado al servidor xxx.Adelca.com, que es el servidor interno de correo.

Como paso siguiente, SMTP GATEWAY realiza una consulta al servidor DNS interno pidiendo la dirección IP de xxx.adelca.com. Al obtener una respuesta de la consulta realizada se envía el correo hacia el Firewall, puesto que este es la puerta de enlace predeterminada para el segmento DMZ. El firewall al recibir el correo aplica todas las reglas de acceso configuradas y permite el paso del tráfico correspondiente al correo en el puerto 25 hacia la interfaz INSIDE que es en donde se encuentran todos los equipos de la red local corporativa.

Finalmente, el correo es recibido por parte del servidor interno de correo y lo almacena en su base de datos hasta que el usuario pregunte por correo electrónico nuevo.

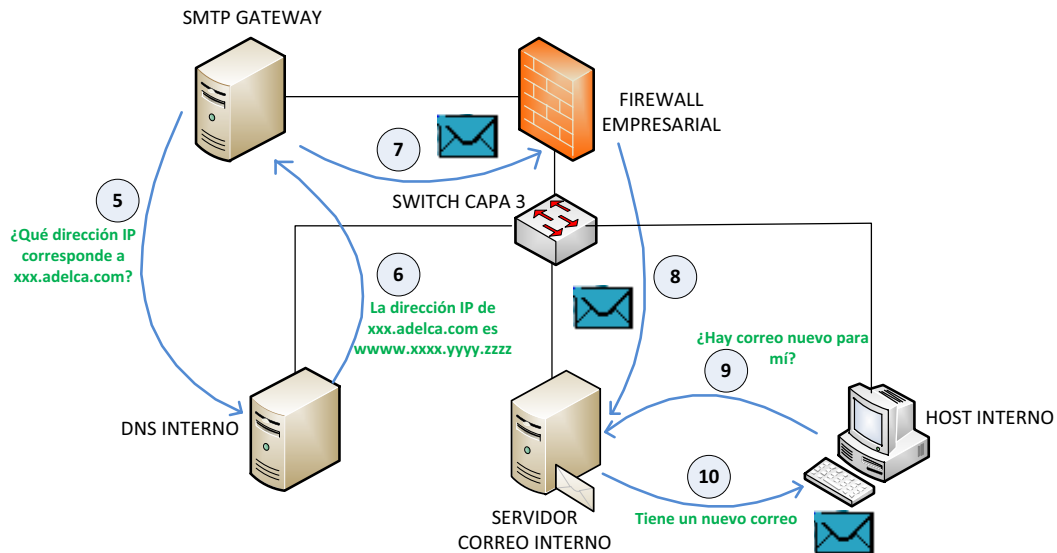


Figura 3.30 Envío de correo electrónico hacia la red interna corporativa.

3.5 DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA EN PUNTOS ESTRATÉGICOS DE LA EMPRESA

La empresa cuenta con un tendido de cable a lo largo de toda la infraestructura que interconecta todos los equipos en la red de área local de la Planta Industrial de Alóag. Hasta el momento se ha analizado e implementado soluciones que han considerado el desempeño de ese esquema. Adicionalmente, se ha evidenciado la presencia de algunos dispositivos de acceso inalámbrico casero (Access-Points de bajas prestaciones) instalados con el objetivo de brindar acceso inalámbrico a unos pocos usuarios que eventualmente lo requieran; si se visualiza la tabla 2.4 del capítulo anterior, se puede observar que existen 5 direcciones IP dispuestas para conectar puntos de acceso inalámbrico dentro de la red los cuales se hallan ubicados en las áreas de Sistemas, Dirección Técnica Trefilados, Sala de Capacitación quedando libres dos direcciones para uso futuro. En términos generales, de los mencionados anteriormente, el AP más utilizado es el que se

encuentra ubicado en el área de la Dirección Técnica de Trefilados dado que en ese lugar existen únicamente tres usuarios (y eventualmente algún invitado) que disponen de computadores portátiles, por lo que las prestaciones de ese equipo son suficientes para la demanda del servicio que allí se presenta; por otra parte, en todas las oficinas de ese sector también está presente la red cableada por lo que si se presenta un fallo eventual en el dispositivo wireless, los usuarios conectan sus equipos a los puntos de acceso físico dispuestos en cada área de trabajo. Para el caso de la Sala de Capacitación se mantiene un equipo que eventualmente se utiliza para brindar conexión a la red al personal que recibe charlas o cursos o para quien los dicta; la capacidad de esta sala es de aproximadamente unas 25 personas de las cuales máximo la mitad acceden con sus equipos portátiles por lo que el equipo wireless da abasto suficiente a la demanda que pudieran tener los usuarios. Para el caso del equipo dispuesto en el Departamento de Sistemas la situación es diferente dado que en el área administrativa gran parte del personal cuenta con equipos portátiles que podrían utilizar su interfaz inalámbrica para conectarse por ese medio al AP correspondiente; adicionalmente, en esta misma área existe una sala de reuniones a la que continuamente llegan visitas y personal externo con sus equipos móviles los cuales en muchas ocasiones solicitan acceso a la red por vía inalámbrica por lo que para este caso el equipo con el que se cuenta actualmente, muchas veces resulta insuficiente para satisfacer la demanda de servicio que en esa área se presenta. En todos los casos, el acceso vía wireless a la red de la empresa debe ser autorizado y configurado por personal del Departamento de Sistemas.

Si se analiza la situación expuesta anteriormente, para las áreas de las oficinas de Trefilados y para el sector de la Sala de Capacitación, los equipos que allí se han dispuesto logran satisfacer las necesidades y requerimientos de los usuarios frente al servicio. Sin embargo, esto no necesariamente ocurre en la zona administrativa debido a que en esta área el volumen de usuarios es mucho mayor frente a las otras dos. Adicionalmente, existe otra área importante que valdría la

pena considerar ya que actualmente no cuenta con ningún tipo de conectividad wireless y es la correspondiente a la Dirección Técnica de Laminados.

Por otra parte, cabe señalar que debido a la naturaleza de la planta (industrial), no se ha considerado el contar con cobertura inalámbrica total dentro de toda el área de la empresa debido a que dentro de las áreas de producción, las condiciones propias de trabajo no son favorables para la implementación de un sistema inalámbrico, adicionalmente, el personal que labora en esas áreas dispone de computadores tipo desktop los cuales se hallan directamente conectados a la infraestructura cableada que se ha tendido para ese fin; por tal razón, en estas áreas no se requerirá de cobertura wireless por lo que el estudio que se presenta en esta sección se centra únicamente a la sección administrativa y a la Dirección Técnica de Laminados. Es importante recalcar que esta etapa del proyecto se planteará a la empresa como diseño de la red inalámbrica en las áreas señaladas por lo que queda a consideración de la compañía el decidir posteriormente si lo implementa o no.

3.5.1 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE LA WLAN

Con el fin de brindar un servicio de calidad en cuanto a la red inalámbrica que se plantea en las áreas que se mencionó anteriormente, es importante definir ciertos parámetros que se deben tomar en cuenta para lograr un buen desempeño de la red planteada. Las consideraciones y factores importantes se mencionan a continuación:

- Velocidad de transmisión requerida
- Aplicaciones que se manejarán a través del segmento WLAN
- Frecuencia de operación
- Número máximo de usuarios
- Área de cobertura
- Materiales de construcción de los edificios
- Conexión de la WLAN con la red cableada

- Direccionamiento IP
- Identificadores de red
- Aspectos de seguridad

Velocidad de transmisión y aplicaciones manejadas: las tecnologías Wireless presentan menos capacidad de transmisión que las alternativas cableadas, por lo que las primeras no reemplazan a las últimas sino que más bien las complementan. En este sentido, es importante contrastar la velocidad requerida frente a las alternativas disponibles en el mercado en base a los estándares a/b/g/n. Como se observó en el análisis de tráfico del segmento LAN realizado en el capítulo anterior, las aplicaciones que más importancia tienen en cuanto a su uso y a la relación con el core-business de la empresa son: transacciones y consultas al sistema ERP-BaaN (y consecuentemente a la base de datos), revisión de correo electrónico, intercambio de archivos y carpetas, solicitudes a servidores propios de la infraestructura (DNS, DHCP, Proxy). Este volumen de tráfico demanda en términos generales una capacidad de transmisión aproximada promedio de 2,310 Mbps (ni el 5% de la capacidad de la red cableada-conmutada). Además, si se considera que esta ocupación no es constante sino que varía permanentemente a lo largo del tiempo y en muchas ocasiones es menor al valor indicado, se puede sostener que los aplicativos con los que trabaja la empresa no demandan altas velocidades de transmisión para su operación local (dado que el recurso es bastante amplio en la red de área local). Por otro lado, cabe señalar que se pretende en algún momento instalar un sistema de videoconferencia que permita enlazar algunas de las sucursales con la planta central de Alóag; si bien en ese tipo de aplicaciones, la capacidad crítica que se considera está presente en los enlaces WAN, es pertinente considerarlo también en el segmento LAN, es decir, 384 Kbps adicionales a lo que se había mencionado antes por lo que, en promedio la velocidad de transmisión promedio en la red de área local de Alóag es de 5 Mbps.

Considerando lo expresado anteriormente, se puede tomar en cuenta cualquiera de los estándares que actualmente se encuentran disponibles en el mercado ya que la tasa de transferencia de los mismos satisface el requerimiento mínimo de 5 Mbps expresados anteriormente en áreas no mayores a 300 m² (distancias lineales no mayores a 30 m); a pesar de ello, de ser posible, es importante dejar un margen de velocidad de transmisión soportado por la tecnología que se vaya a utilizar ya que en un futuro pudieran incorporarse nuevas aplicaciones que podrían demandar más recursos en cuanto a velocidad de transmisión. La tabla 3.20 especifica la velocidad de transmisión de los estándares comerciales que se encuentran actualmente en el mercado.

802.11 a	802.11 b	802.11 g	802.11 n
54 Mbps	11 Mbps	54 Mbps	300 Mbps ⁴⁸

Tabla 3.20 Velocidad de transmisión en los estándares comerciales. ^[5]

La decisión final referente al estándar elegido se mencionará, después de haber considerado todos los parámetros especificados en el listado anterior.

Frecuencia de operación: Otro aspecto importante a considerar para la selección del estándar es la frecuencia en la que operan esas tecnologías (2.4 Ghz o 5 Ghz) que son bandas de uso libre que no requieren pago de concesión ni permisos de operación en caso de utilizarse dentro de un entorno LAN. Por este motivo precisamente, generalmente estas bandas suelen estar ocupadas e incluso saturadas lo cual genera problemas en el desempeño de la red inalámbrica debido a interferencias entre las señales; adicionalmente a la utilización para WLANs, la banda de 2.4 Ghz (que es la más utilizada) también está presente para telefonía fija inalámbrica, e inclusive el uso de artefactos como microondas pueden generar problemas a los sistemas de comunicación que operan en esa banda de frecuencia. Adicionalmente, dado que el diseño que se plantea está concebido para operar cerca de una planta industrial (dado que las oficinas no están dentro

⁴⁸ El estándar especifica que la tasa de transferencia puede alcanzar hasta 600 Mbps, sin embargo, en los productos comerciales la capa física soporta tasas de transferencia de hasta 300 Mbps

del área de la planta), será necesario evaluar si el ruido generado por la maquinaria no afectaría al sistema en caso de que se ponga en marcha.

Con el fin de evaluar adecuadamente el grado de ocupación de las frecuencias de los diferentes estándares, se realizará un site survey (análisis de la ocupación del espectro radioeléctrico en las frecuencias correspondientes) que permita identificar cuan ocupado está una banda de tal manera que al momento de tomar la decisión del estándar se opte por el que menos ocupación registre en esta fase de análisis.

Como se había mencionado en el capítulo 1, en lo referente a ubicación geográfica, la empresa se encuentra localizada en una zona rural en la que en sus alrededores no se evidencia mayor ocupación poblacional por lo que se espera que no exista mayor ocupación de las bandas especificadas para el uso de WLAN; además, considérese que dentro de la empresa los equipos que operan en la banda de 2.4 Ghz son únicamente los Access Point que se especificaron anteriormente, y también un enlace de radio punto a punto que se encuentra ubicado a una altura aproximada de 9 m por lo que se considera que tampoco tendrá incidencia sobre los rangos de interés.

Para realizar el site survey referente a utilización de las bandas de frecuencia correspondientes a 802.11, se ha planificado un ambiente de evaluación en el que se capture las señales que trabajan en las bandas de 2.4 GHz y 5 GHz, en las áreas en las que eventualmente se implementaría el segmento WLAN. Las herramientas necesarias para este fin se enlistan a continuación:

- Computador portátil
- Tarjeta inalámbrica Intel Pro/Wireless 3945 a/b/g
- Tarjeta inalámbrica Cisco Aironet 350 a/b/g
- Cisco Airmagnet Survey Pro 5.0
- Planos arquitectónicos digitales de las áreas a analizar

Una vez que se contó con las herramientas necesarias, se planificó un recorrido en los dos bloques de oficinas involucrados para este estudio para lo cual se cargó los planos correspondientes en el programa de Cisco y se recorrió las zonas con el fin de que la tarjeta capture paulatinamente las señales presentes en las áreas analizadas. El software al definir el recorrido sobre el plano empieza a capturar señales en el rango de 2.4 Ghz y va marcando de acuerdo a un mapa de colores las zonas en las que existe presencia de señal. Adicionalmente, la herramienta permite hacer un barrido más minucioso en el que se identifica la incidencia por bandas específicas de frecuencia (en las once que maneja el estándar 802.11) con el fin de identificar el que esté menos ocupado con el fin de tomar una decisión acertada en cuanto al uso de la banda de frecuencia y el canal en el que se implementaría la solución. Como resultado de esta fase, las figuras 3.31 y 3.32 muestran el reporte generado por Airmagnet en relación a la presencia de señal para las áreas de las oficinas administrativas y de la Dirección Técnica de Laminados.

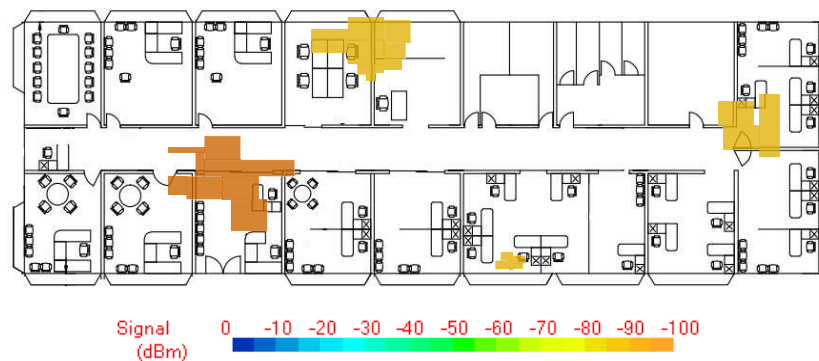


Figura 3.31 Nivel de señal en las oficinas Administrativas.



Figura 3.32 Nivel de señal en las oficinas de la Dirección Técnica de Laminados.

Como se evidencia, en las áreas analizadas la influencia de señales en las bandas de interés es mínima (probablemente debido a la ubicación de la planta, a la baja densidad poblacional y a la presencia casi nula de dispositivos inalámbricos. Cabe indicar que para la realización de estas mediciones se retiró temporalmente el Access-Point ubicado en las oficinas administrativas). De todas maneras, es importante y conveniente realizar una evaluación más específica que evidencie la ocupación de los diferentes canales en cada una de las frecuencias tanto en 2.4 GHz como 5 GHz. La figura 3.33 presenta la incidencia de señales en los canales en los que el programa las detectó dentro del rango de potencia especificado en el mapa de colores.

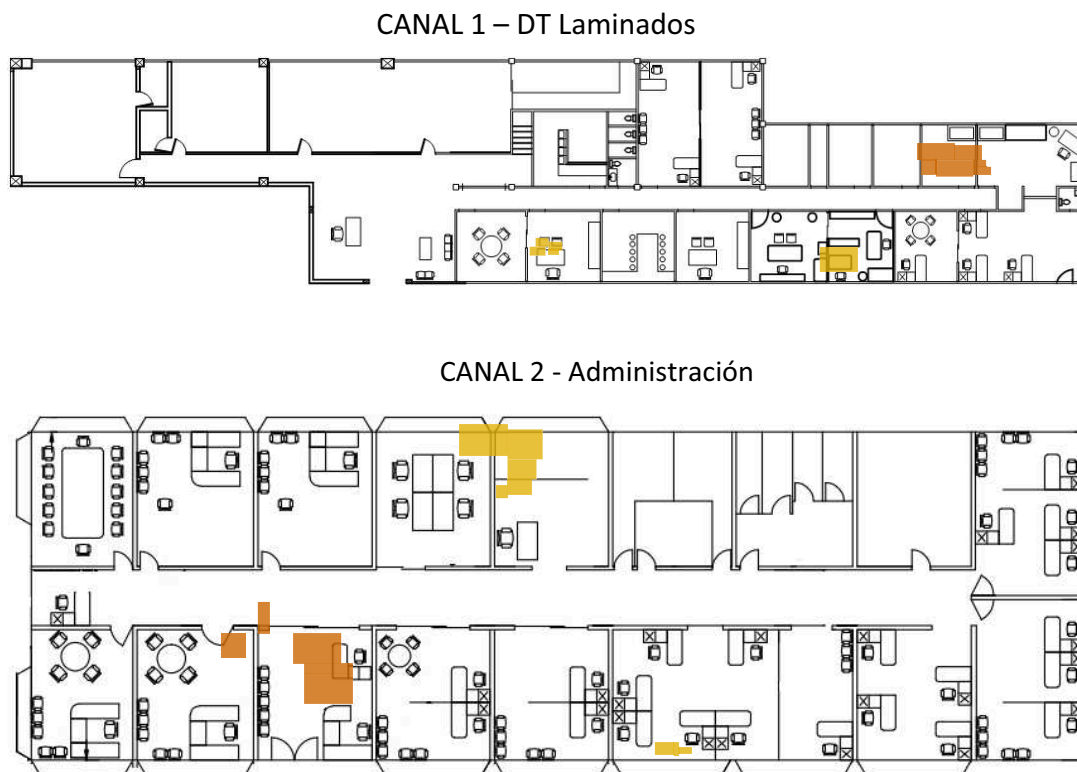
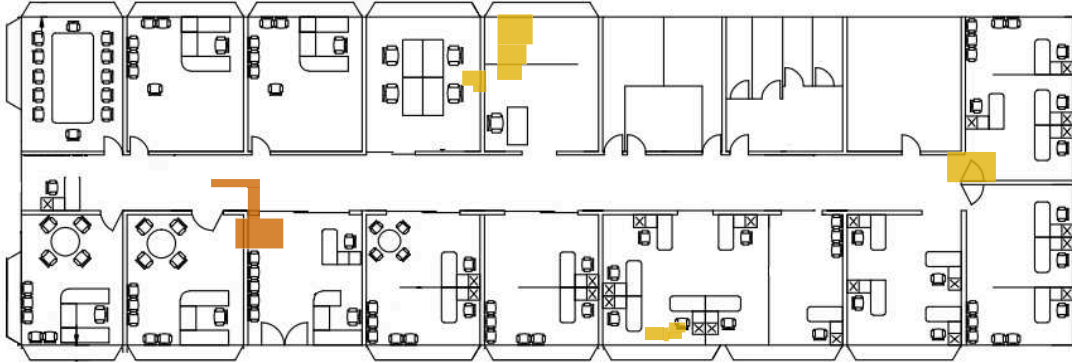


Figura 3.33 Nivel acumulado por canal en las bandas de 2.4 GHz y 5 GHz.

CANAL 6 - Administración



CANAL 8 - Administración



CANAL 8 - DT Laminados

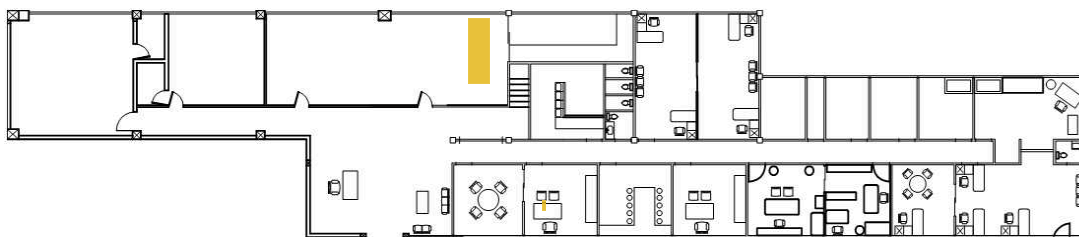
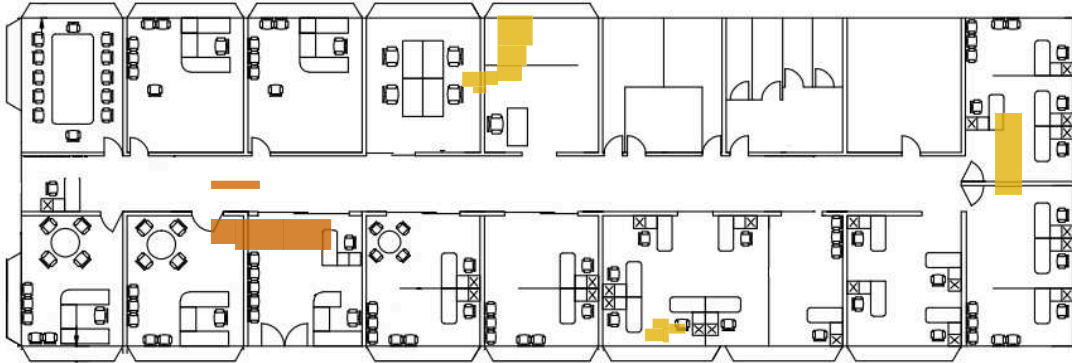


Figura 3.33 Nivel acumulado por canal en las bandas de 2.4 GHz y 5 GHz (continuación).

CANAL 11 - Administración



CANAL 120 - Administración



CANAL 120 - DT Laminados

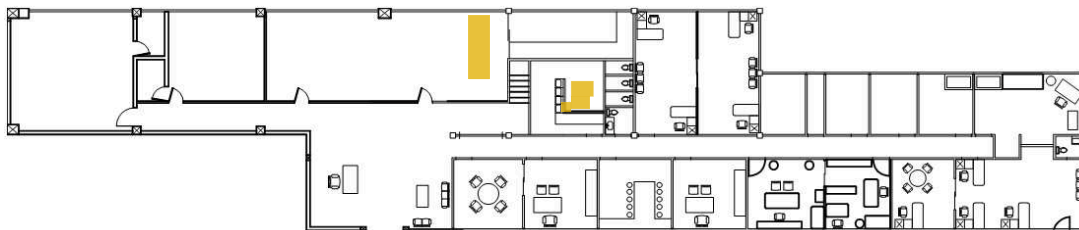


Figura 3.33 Nivel acumulado por canal en las bandas de 2.4 GHz y 5 GHz (continuación).

CANAL 149 - Administración

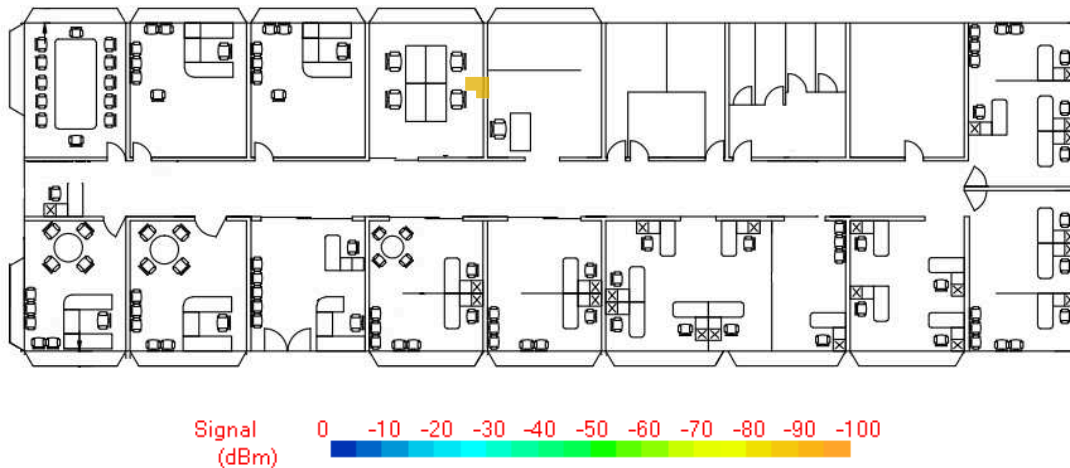


Figura 3.33 Nivel acumulado por canal⁴⁹ en las bandas de 2.4 GHz y 5 GHz (continuación).

Como se observa, en la banda de 2.4 GHz apenas son cuatro (2, 6, 8 y 11) los canales que presentan alguna muestra de señal (que de todas maneras no es alta y no causa inconvenientes en las comunicaciones). De igual manera, para la banda de 5 GHz, la situación es aún mejor ya que solamente se encuentran utilizados dos canales (120 y 149). En ninguno de los dos casos se evidencia un nivel importante de señal de ninguna fuente. Como se puede apreciar, en todos los casos, la distribución de potencia de las señales incidentes es uniforme y se encuentra en el rango de -75 a -95 dBm en promedio.

Número de usuarios: Otro aspecto importante que es necesario definir durante la etapa de diseño es dimensionar el volumen de usuarios que se conectará a la WLAN. Este parámetro depende de los requerimientos propios de la empresa, de la tecnología que se utilice y de las prestaciones del equipo. Si se observa en la tabla 2.3, en los departamentos que se encuentran físicamente dispuestos en las oficinas de administración se han contabilizado 51 computadores (entre desktops

⁴⁹ La figura presenta resultados de los canales en que el software registró alguna incidencia de señal. No se presentan gráficos de los canales que el software identificó como desocupados.

y laptops); adicionalmente, debido a la presencia de la sala de reuniones, el área Administrativa de la planta recibe aproximadamente entre 3 y 5 personas por día las cuales en muchas de las ocasiones solicitan acceso a la red a través de wireless ya que generalmente acuden con sus equipos portátiles. La tabla 3.21 presenta el número de equipos (desktops y laptops) presentes en el área administrativa y, adicionalmente, la figura 3.34 muestra la relación porcentual entre los equipos.

Equipos	Número de usuarios
Laptops	18
Desktops	33

Tabla 3.21 Equipos (laptops y desktops) en el área administrativa.

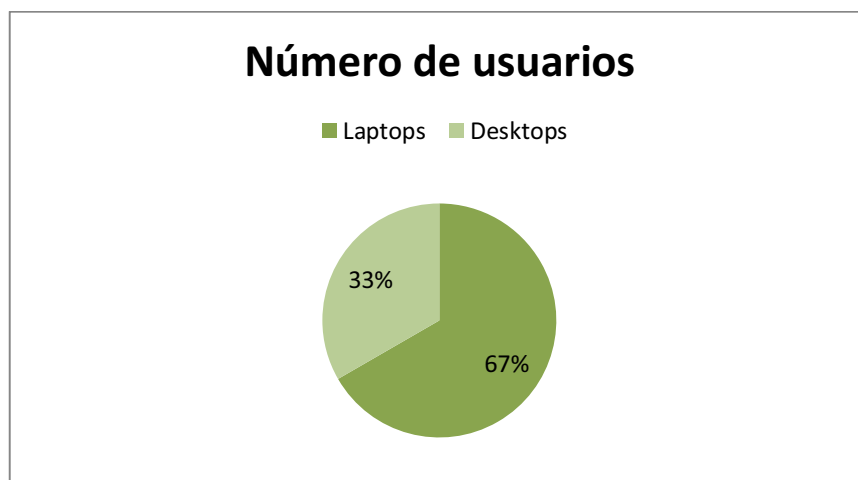


Figura 3.34 Relación porcentual entre equipos.

Como se observa, la presencia de equipos portátiles asciende aproximadamente a un 40% (18 máquinas) más el volumen de usuarios itinerantes y visitas (que oscila entre 3 y 5 equipos en promedio). Es decir que en cuanto a requerimiento propio de la empresa, se tienen 25 usuarios.

Por otra parte, y bajo el mismo criterio, para el área de la Dirección Técnica de Laminados se tiene una situación similar con una presencia aproximada de 30 equipos de los cuales más o menos el 70% corresponde a laptops (debido al trabajo). La tabla 3.22 muestra información referente al número de equipos (desktops y laptops) presentes en la Dirección Técnica de Laminados; asimismo la figura 3.35 presenta comparación porcentual entre los equipos.

Equipos	Número de usuarios
Laptops	20
Desktops	10

Tabla 3.22 Equipos (laptops y desktops) en el área de la Dirección Técnica de Laminados.

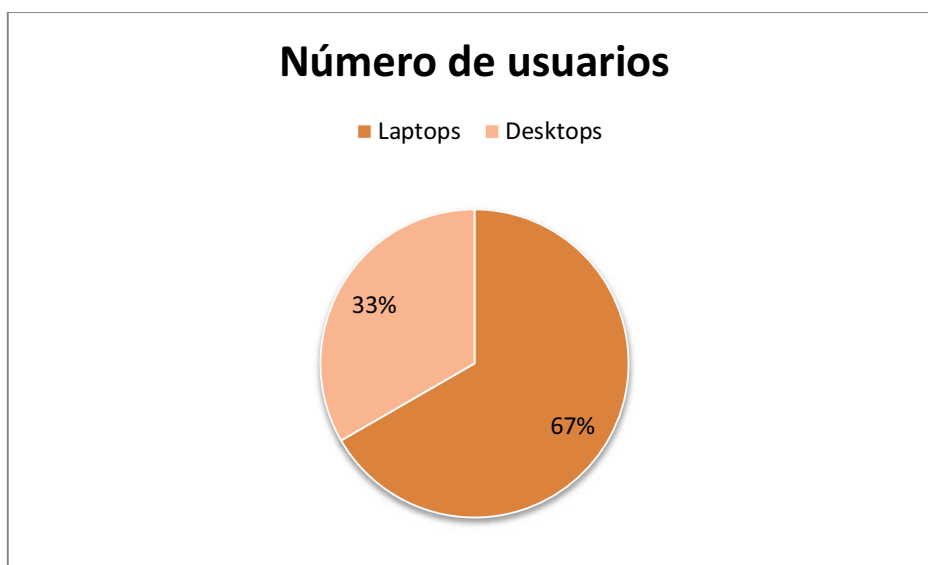


Figura 3.35 Relación porcentual entre equipos (Dirección Técnica Laminados).

Como se había mencionado, otro factor importante a considerar en cuanto al número de usuarios es la disposición propia del estándar ya que cada tecnología tiene capacidad para soportar un número mayor o menor de conexiones simultáneas. En este contexto, la tabla 3.23 presenta información referente a la cantidad de usuarios soportados por los estándares que se encuentran en el mercado.

802.11 a	802.11 b	802.11 g	802.11 n
64	32	50	253

Tabla 3.23 Número máximo de usuarios simultáneos soportados por los estándares comerciales. ^[5]

Como se observa, todos los estándares se ajustan a los requerimientos solicitados por la empresa (25 usuarios para administración y 30 usuarios para la Dirección Técnica de Laminados) aunque en el caso del estándar 802.11 b, quedarían apenas dos conexiones libres lo cual podría causar conflictos en torno a crecimiento; por este motivo, las opciones se reducen a las tres restantes que (de acuerdo a la especificación del estándar) pueden dar cabida a un mínimo de 50 usuarios lo cual casi duplica a lo requerido por la empresa. Los dos factores mencionados anteriormente deberán ser tomados en cuenta al momento de escoger las características del equipo que se vaya a adquirir en caso de que la red inalámbrica llegue a implementarse.

Área de cobertura y materiales de construcción de los edificios: anteriormente se definió los segmentos de la planta en los que la WLAN es requerida; en lo referente al sector administrativo, las instalaciones se encuentran físicamente dispuestas en un galpón de aproximadamente 190 m² con dimensiones longitudinal y transversal de 19x10 [m]. El plano de esta área se presentó en la figura 2.10 del capítulo anterior.

En lo referente a materiales, en el área externa se ubican paredes de bloque de construcción con estructura de varilla de acero; la longitud de dichas paredes es de aproximadamente un metro de altura, y se complementa con vitrales completando una altura de 2 metros; en el extremo final, se tiene otro segmento de bloque de unos 30 cm al cual se ancla la estructura del techo cuyo material es una cubierta metálica a lo largo de todo el segmento de oficinas. En el interior, existen 8 paredes divisorias de bloque que separan las áreas principales; adicionalmente, dentro de cada área están dispuestas paredes de separación con

planchas de MDF (madera aglomerada) que dividen el resto del área. Adicionalmente, existe un corredor que atraviesa todo el galpón.

En lo referente a ubicación, el área administrativa está localizada junto a una playa de parqueaderos y atrás de un pasadizo de circulación vehicular por lo que no está cercana a ninguna de las plantas en las que se encuentra la maquinaria de producción (la planta más cercana es Laminados y se halla a unos 80 m).

De igual manera, para la sección de la Dirección Técnica de Laminados se tiene una infraestructura tipo galpón muy similar a la que se describió anteriormente pero un poco más grande (en sentido oblongo) ya que el área aproximada de esas oficinas es de 300 m² con dimensiones de 30x10 m (que es el área a la que se desea brindar cobertura). En lo referente a material de construcción, mantiene el mismo esquema descrito anteriormente con la diferencia de que las paredes tienen 20 cm adicionales de altura y que existe menor número de paredes de bloque de cemento y más divisiones modulares.

En cuanto a la ubicación, el área de la Dirección Técnica de Laminados se encuentra en la parte superior delantera de esa planta por lo que está cercana al tren de producción (aproximadamente 30 m del mismo); sin embargo, debido a la naturaleza de las oficinas, la planta está separada de la sección administrativa por una pared de concreto con el fin de insonorizar el ambiente de esa área.

Conexión de la WLAN con la red cableada: es importante definir cómo se va a realizar la interconexión entre los equipos inalámbricos y la LAN cableada de tal manera que quien se conecte a la WLAN tenga acceso a los mismos servicios de la red cableada. De acuerdo a lo que se ha comentado, y debido a la naturaleza de las edificaciones, para garantizar cobertura total, se tiene pensado instalar dos Access-points en cada área (Administración y Dirección Técnica Laminados) con un solapamiento de señal del 15% (ya que no amerita colocar un WLAN

Controller, por el tamaño de la red, se pretende que el proceso de intercambio de redes lo realice la tarjeta de red del dispositivo al detectar mejor señal de uno u otro AP). En las oficinas administrativas se pretende colocar un AP en la pared sur-occidente de la oficina de Presidencia 2 (en el sector del corredor) de tal manera que se cubra las oficinas de Presidencia, Direcciones, Sala de Reuniones, Marketing, Sistemas y Cartera, y adicionalmente, el segundo AP iría en la pared nororiental (junto a la puerta de las oficinas de Contabilidad) de tal manera que se tenga cobertura a las áreas de Cartera, Tesorería, Contabilidad y Costos y adicionalmente, se cubra cierto segmento de las áreas de Sistemas y Recepción con el fin de tener solapamiento entre las dos señales; es deseable que este solapamiento no supere el 20% lo cual se logrará regulando la potencia de emisión del AP. Para interconectar estos equipos con la red cableada se deberá tender cable desde el rack de Sistemas hacia los dos puntos en mención (como si fueran dos puntos de datos adicionales dentro del esquema de cableado horizontal presentado en el capítulo anterior para esa área) de ser posible con cable STP con el fin de proteger interferencias o bien con cable UTP cat6. Otra cosa importante que debe dimensionarse es las tomas de corriente para alimentación de los APs, las cuales deberán cumplir con los requerimientos de energía que se especifiquen en las hojas técnicas de los equipos y deberán tener su correspondiente conexión a tierra; de lo contrario, si no se desea hacer uso de tomas eléctricas se deberá adquirir APs que soporten PoE⁵⁰.

Con el fin de presentar el área de cobertura disponible en las instalaciones del edificio de administración con la configuración planteada, la figura 3.36 presenta el site survey realizado para la determinación del número de APs; como se puede observar, con los dos equipos colocados en las zonas antes señaladas, se logra una cobertura total en las áreas de interés.

⁵⁰ Power Over Ethernet: permite llevar alimentación eléctrica para APs y teléfonos a través del tendido de cable de datos en zonas en las que es difícil realizar un tendido eléctrico separado

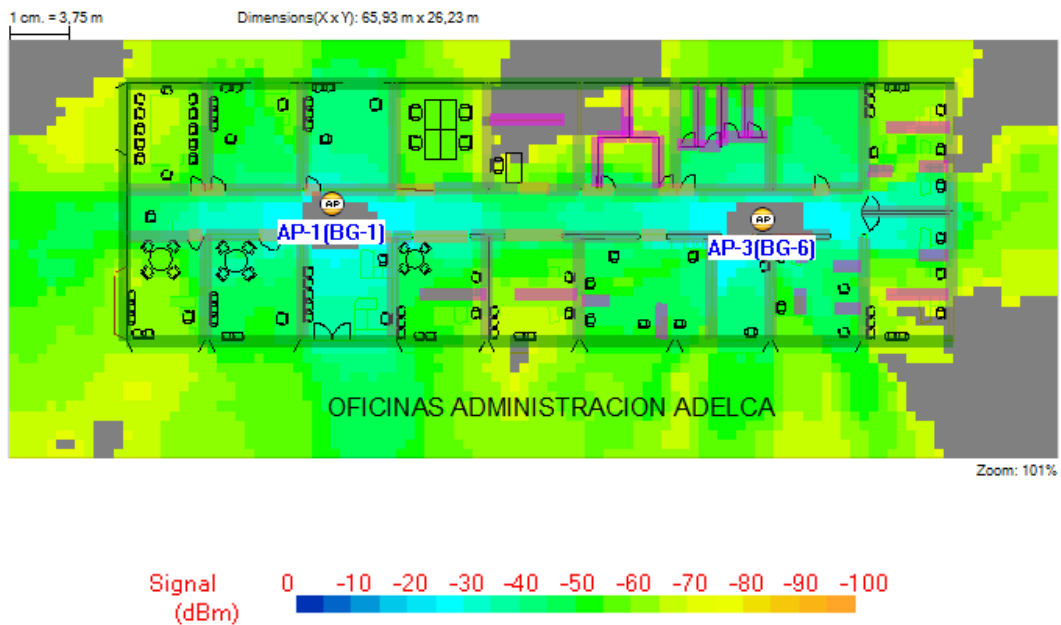


Figura 3.36 Cobertura de la WLAN en las oficinas administrativas.

Las figuras 3.37 y 3.38 permiten visualizar la cobertura entregada por cada AP en el área administrativa:

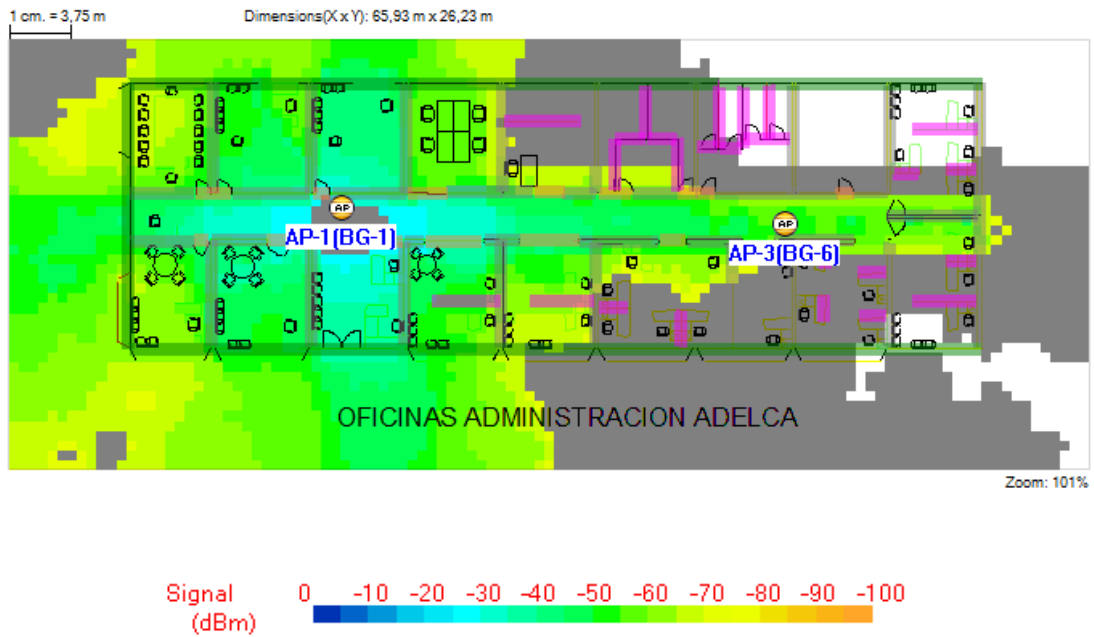


Figura 3.37 Cobertura del AP-1 en las oficinas administrativas.

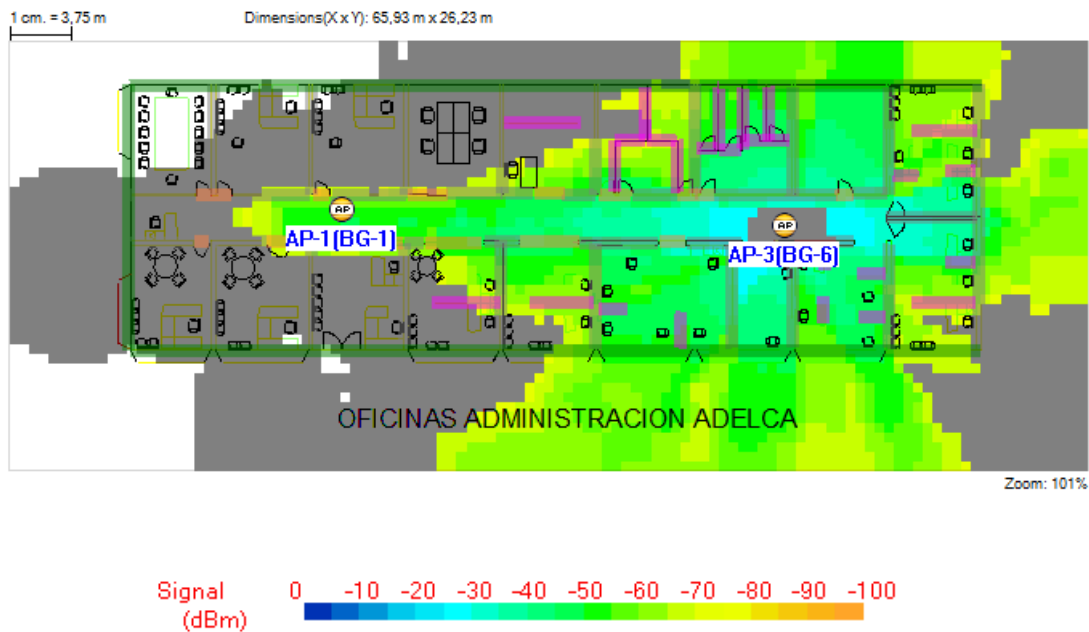


Figura 3.38 Cobertura del AP-3 en las oficinas administrativas.

Como se observa, con dos equipos se logra cubrir toda el área de las oficinas administrativas, en especial las áreas destinadas a oficinas y sala de reuniones.

De la misma manera, para el área de la Dirección Técnica de Laminados, se pretende colocar dos APs con el fin de brindar cobertura total en esa zona (esta tarea se torna más fácil en este sector dado que la mayoría de paredes internas están constituidas por material aglomerado) para lo cual se ubicará un equipo en la pared suroriental del Departamento de Producción con la finalidad de brindar cobertura a las áreas de Producción, Eléctrica, Sala de Reuniones, Dirección Técnica, Recepción, Sala de Reuniones 2 y Departamento de Control de Calidad; por otra parte, se colocará otro equipo en la pared occidental del Departamento de Ingeniería Industrial para cubrir las zonas de los departamentos de Compras, Comercio Exterior, RRHH, Mantenimiento Mecánico y adicionalmente tener un solapamiento de las señales con el otro AP. La potencia de estos equipos también deberá ser regulable de tal manera que se lo pueda ajustar a los requerimientos de la empresa. Para interconectar estos equipos con la red cableada se deberá

disponer de un punto de datos el cual preferentemente debería ser tendido con par trenzado blindado (STP) para proteger la señal de posibles interferencias; como se había mencionado en el capítulo anterior, el rack principal de esta área de la planta se encuentra ubicado en la Sala de Reuniones 2 en un gabinete aéreo desde donde sale todo el tendido hacia las oficinas. En este sentido, será necesario tender cable hacia la pared del Departamento de Producción tomando en cuenta las consideraciones pertinentes para cableado horizontal (enrutamiento, curvaturas, elementos de interconexión y distancias máximas), y de igual manera se deberá hacer lo propio pero hacia la pared del Departamento de Ingeniería Industrial (de acuerdo a lo que se definió anteriormente). Adicionalmente para las dos áreas se deberá considerar el tendido de cableado eléctrico necesario para alimentar de corriente a los equipos; de lo contrario se deberá considerar equipos que soporten PoE.

Con el fin de presentar el área de cobertura disponible en las instalaciones del edificio de la Dirección Técnica de Laminados con la configuración planteada, la figura 3.39 presenta el site survey realizado para la determinación del número de APs; como se puede observar, con los dos equipos colocados en las zonas antes señaladas, se logra una cobertura total en las áreas de interés.

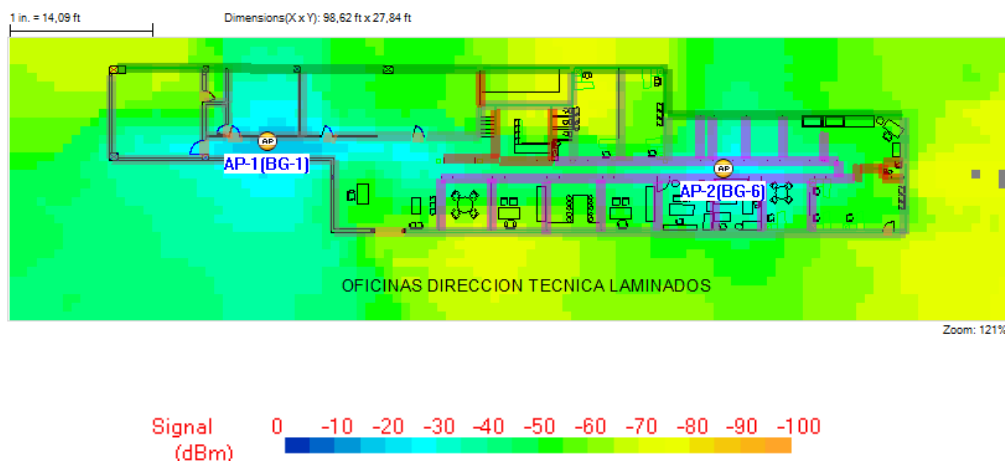


Figura 3.39 Cobertura de la WLAN en las oficinas de la Dirección Técnica Laminados

Las figuras 3.40 y 3.41 permiten visualizar la cobertura entregada por cada AP en el área administrativa:

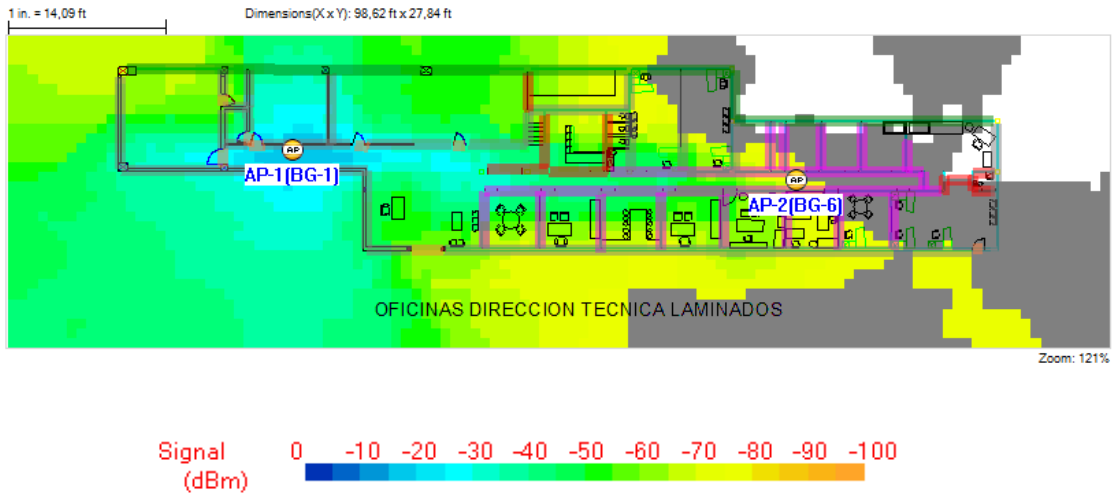


Figura 3.40 Cobertura del AP-1 en las oficinas de Laminados.

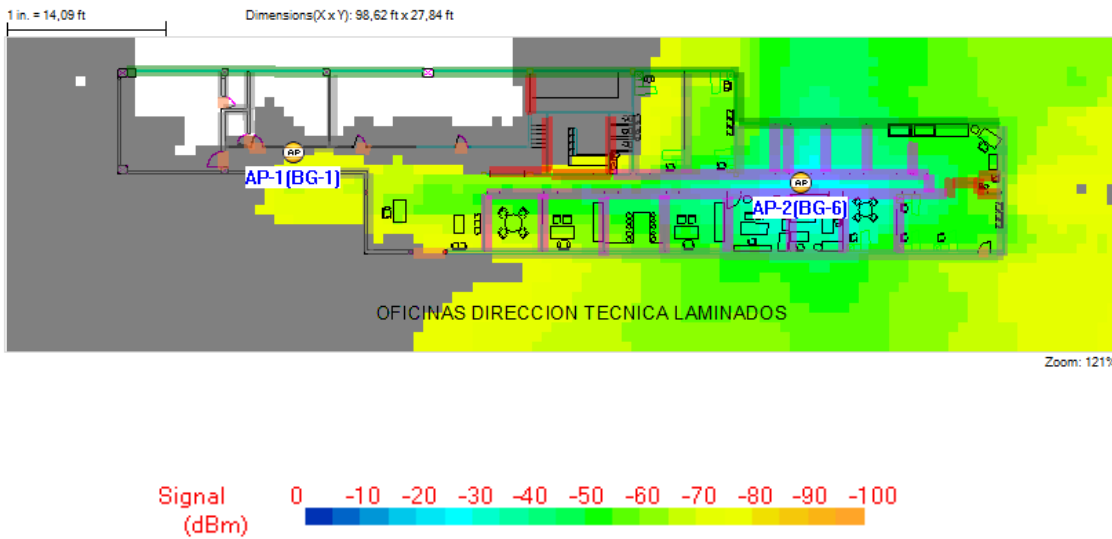


Figura 3.41 Cobertura del AP-3 en las oficinas de Laminados.

Direccionamiento IP: como se había mencionado, esta etapa del proyecto presenta únicamente el diseño de la WLAN para una posible implementación futura; en este sentido, se presenta un esquema de direcciones básico. Debe considerarse que no está definido el instalar un WLAN controller y que la estructura de la red de área local de Alóag es plana (en el sentido que no existe separación por VLANs). Tomando en cuenta estos aspectos, es necesario definir aspectos como dirección de red, máscara de subred, DNS; adicionalmente, se deberá considerar que el equipo tenga la funcionalidad de DHCP para las conexiones de tal manera que se asigne dinámicamente el direccionamiento a los clientes conforme estos se conecten a la red. La tabla 3.24 presenta información referente al esquema básico de direcciones que deberá tomarse en cuenta para los cuatro equipos que conformarían la WLAN y para los correspondientes clientes que se conecten a ella.

	AP1	AP2	AP3	AP4
Dirección de red	172.31.10.0	172.31.10.64	172.31.10.128	172.31.10.192
Máscara de red	255.255.255.192	255.255.255.192	255.255.255.192	255.255.255.192
Puerta de enlace	172.31.10.1	172.31.10.65	172.31.10.129	172.31.10.193
Broadcast	172.31.10.63	172.31.10.127	172.31.10.191	172.31.10.255
DNS	192.168.120.15	192.168.120.15	192.168.120.15	192.168.120.15
DHCP Habilitado	Sí	Sí	Sí	Sí

Tabla 3.24 Direccionamiento para la WLAN.

Identificadores de red y aspectos de seguridad: finalmente, dentro de las consideraciones para el diseño que se mencionaron anteriormente, es importante definir los aspectos de seguridad que se deben tener en cuenta al momento de poner en marcha la WLAN con el fin de proteger la información que se comparte e intercambia dentro de la red. Adicionalmente, se definen los SSID para cada uno de los Access-Point que se va a colocar.

De ser posible, la empresa debe decidir el no radiar el nombre del SSID sino más bien que éste sea configurado por parte del Departamento de Sistemas la primera

vez que los usuarios deseen conectarse a la WLAN de tal manera que no todas las personas que están dentro de las zonas de cobertura puedan visualizar el nombre de las redes disponibles. Adicionalmente, es recomendable que el nombre de los SSID (sea que se radien o no) no contenga parámetros que permitan ubicarlo fácilmente sino que más bien “confundan” a las personas que lo detectan. Peor aún, bajo ningún concepto dejar el SSID por defecto que viene configurado en el equipo ya que esto puede dar indicios a personas no autorizadas respecto a la marca del equipo y a las contraseñas por default del mismo. La tabla 3.25 muestra información referente a los SSID tentativos para los equipos a instalar en la WLAN de ADELCA y las áreas que cubrirían.

SSID	Área de cobertura
APA1	Sección sur oficinas administrativas
APA2	Sección norte oficinas administrativas
APT11	Sección sur oficinas laminados
APT12	Sección sur oficinas laminados

Tabla 3.25 SSIDs WLAN ADELCA.

En cuanto a las configuraciones de seguridad, es deseable controlar el acceso a la red inalámbrica para lo cual la empresa desea mantener una clave de acceso encriptada con WPA2 de tal manera que solo quienes conozcan la contraseña puedan ingresar a los servicios de la red. Adicionalmente se requiere que los usuarios de la empresa (no invitados) que inician sesión a través de conexión inalámbrica, se validen con las configuraciones de Active Directory para sus usuarios (para ello se configurará previamente en el AP correspondiente el DNS 192.168.120.15 correspondiente al servidor de DNS). Por otra parte, como mecanismo adicional de seguridad se configurará el filtro MAC correspondiente en todos los equipos de acceso de tal manera que se conceda servicio únicamente a las tarjetas de red cuya dirección física esté especificada en el listado MAC del

equipo. Con el fin de controlar el acceso a Internet y el buen uso de este recurso por parte de los usuarios, se ha determinado que todo el personal que acceda a la WLAN salga a través del proxy de la empresa.

Con las medidas de seguridad descritas anteriormente se pretende controlar de algún modo el acceso a través de la WLAN en esta etapa piloto; si posteriormente la empresa cree necesario, se tomarán medidas pertinentes con el fin de fortalecer los mecanismos de seguridad.

Con las consideraciones anteriores, se ha determinado que todos los canales tanto de las frecuencias de 2.4 GHz y 5 GHz están desocupados en el sentido de que no existe una ocupación que llegue a comprometer el sistema de comunicaciones en el sector; en este sentido, la WLAN que aquí se plantea podría operar en cualquiera de los dos rangos. En términos generales, los equipos portátiles que se manejan en la planta tienen dentro de su equipamiento tarjetas con el estándar 802.11 b/g que reciben y procesan señal dentro de la banda de 2.4 GHz por lo que este rango de frecuencia es el que se utilizará para este proyecto. Si es que se ajusta al presupuesto podría considerarse el adquirir equipo de banda dual que trabaje en los dos rangos de frecuencia. Dentro de la banda de 2.4 GHz uno de los canales que presenta baja ocupación (después de visualizar y analizar los resultados capturados por el Cisco Airmagnet Survey Pro 5.0) es el 1 (de todas maneras en ningún canal existe una concentración alta de señal que pueda llegar a comprometer el desempeño de un esquema WLAN) por lo que los equipos entrarían a operar en ese canal. Como no se ha dispuesto un WLAN Controller que gestione y administre los procesos de handoff, es recomendable que para garantizar cobertura total las señales se solapen en cierto porcentaje; en este sentido, y para no producir interferencia es recomendable que dentro de la misma área se configure un AP en un rango de frecuencias y el otro (de la misma zona) separado 5 canales de tal manera que las señales no interfieran entre sí. A

continuación, la tabla 3.26 presenta los requerimientos mínimos que los equipos deberían contemplar.

DESCRIPCIÓN:	Access Point
CANTIDAD:	4 Indoor
COMPONENTE	REQUERIMIENTO
Throughput entregado >=28Mbps	SI
Potencia de transmisión >= 100 mW para 802.11g	SI
COMPATIBLE PARA WIRELESS LAN CONTROLLER	SI
Hardware	
Memoria DRAM >= 16 MB	SI
Memoria FLASH >=8 MB	SI
Procesador >=200MHz	SI
Tecnologías de Networking	
IEEE 802.11b/g/n	SI
IEEE 802.1Q	SI
Características Uplink	
Autosensing 802.3 10/100BASE-T Ethernet	SI
Banda de frecuencia y Canales operativos de 20 MHz	
Americas (FCC)	
2.412 to 2.462 GHz; 11 channels 5.180 to 5.320 GHz; 8 channels 5.500 to 5.700 GHz, 8 channels (excludes 5.600 to 5.640 GHz) 5.745 to 5.825 GHz; 5 channels	SI
Canales Non-overlapping	
2.4 GHz	
802.11b/g 20 MHz: 3	SI
5 GHz	
802.11a 20 MHz: 21 802.11n 20 MHz: 21; 40 MHz: 9	SI
Seguridad	
IEEE 802.11i, Wi-Fi Protected Access (WPA), WPA2, y 802.1X,	SI
Protocolos Advanced Encryption Standard (AES) y TKIP	SI
Protocolos Authentication Protocol (EAP) : TLS, TTLS, PEAP	SI
Conectores para Antena	
2.4-GHz: RP-TNC connectors	SI
5-GHz: RP-TNC connectors	SI
Administración	
Línea de comandos CLI y WEB based	SI
Puerto 10/100BASE-T autosensing (RJ-45)	SI
Puerto de Consola (RJ45)	SI
Alimentación Eléctrica	
Alimentación local 120V 60 Hz	SI
DEBE INCLUIRSE	
Mínimo 2 antenas en 2,4Ghz de ganancia de al menos 5 dBi	SI

Tabla 3.26 Requerimientos mínimos para equipos WLAN.

3.6 DISEÑO DEL SISTEMA DE VIDEOCONFERENCIA

El crecimiento continuo de la empresa ha permitido la integración de varias sucursales con el fin de expandir el alcance del negocio a varios sectores del país. Es indispensable para ADELCA contar con un sistema de comunicaciones eficaz que permita tomar decisiones de manera estratégica y de forma inmediata como respuesta ante un suceso importante.

En este sentido, la implementación de un sistema de videoconferencia eficaz permite cubrir las expectativas de comunicación entre las 2 sucursales más influyentes en el core business de la empresa: Planta Industrial de Alóag y sucursal Guayaquil.

3.6.1 REQUERIMIENTOS

La alta gerencia, en conjunto con los directores de cada departamento y planta de producción, realizaron una lista de requerimientos a ser cumplidos en la implementación del sistema de comunicación los mismos que se presentan en la tabla 3.27.

Requerimiento	Obligatorio	Opcional
Comunicación entre 2 o más sitios ⁵¹	x	
Conexión a proyector		x
Conexión a televisión	x	
Conexión a computador	x	
Presentación de documentos	x	
Control de cámara remota		x
Visualización de todos los participantes de forma simultánea	x	
Audio público	x	
Audio Privado		x
Marcación por teléfono		x
Participación de un computador portátil		x

Tabla 3.27 Requerimientos de la alta gerencia.

⁵¹ Como parte inicial de la implementación del proyecto, es mandatorio la comunicación entre 2 sitios. Posteriormente se contempla la integración de 3 sitios más al sistema de videoconferencia.

Los requerimientos mostrados cubren los aspectos más importantes considerados por la empresa. Hay que considerar, adicional a estos requerimientos, todos los aspectos técnicos que la videoconferencia involucra.

Como primer paso, se deben identificar los requerimientos que el Departamento de Sistemas debe proveer para llevar a cabo con éxito la videoconferencia.

Requerimiento	Cumple	No Cumple
Enlace dedicado 384 kpbs ⁵²	x	
Conectividad entre los sitios involucradas	x	

Tabla 3.28 Requerimientos inherentes al Departamento de Sistemas.

Por otro lado, los requerimientos de los equipos de videoconferencia deben ser identificados de tal manera que la comunicación entre las sucursales se lleve a cabo sin inconvenientes y de forma exitosa. Este proceso corre por cuenta del Departamento de Sistemas, lo cual permitirá que los requerimientos que la alta gerencia solicita se encuentren en total sintonía con los recursos tecnológicos con los que cuenta la empresa.

	Requerimiento	Cantidad	Obligatorio	Opcional
Comunicaciones	Puerto RJ-45 (conexión LAN)	1	X	
	Gestión de ancho de banda ⁵³	ND	X	
Video	Salida RCA (televisión)	1		X
	Salida HDMI (televisión)	1	X	
	Cámara PTZ ⁵⁴	1	X	
	Salida VGA (proyector)	1	X	
	Entrada VGA (computador)	1	X	
Audio	Puerto RJ-45 (Conexión de teléfono)	1	X	
Administración	Gráfica	ND	X	
	Control Remoto	1	X	
Participantes	Participantes permitidos	2(mínimo)	X	

Tabla 3.29 Requerimientos de equipos de videoconferencia.

⁵² Como recomendación para un sistema de videoconferencia, la capacidad mínima dedicada para la comunicación es de 384 kbps con el fin de mantener continuidad en la transferencia de audio y vídeo, evitando cortes que pudieran resultar molestos para los participantes de una videoconferencia.

⁵³ La gestión de ancho de banda permite optimizar la comunicación entre dos sitios cuando no se cuenta con el mínimo ancho de banda recomendable.

⁵⁴ PTZ: Pan/Tilt/Zoom, hace referencia a una cámara de video que permite realizar acercamientos a la vez que proporciona un ángulo de visión desde 0° a 270° a través de rotación de la cámara.

3.6.2 DEFINICIÓN DEL ENLACE DE COMUNICACIÓN

Como se mencionó en el capítulo 2, la red de datos de la empresa se encuentra administrada por Telconet (en lo referente a enlaces WAN y conexión a Internet). Esta empresa es la encargada de mantener la disponibilidad continua de los enlaces y garantizar la comunicación entre todas las sucursales involucradas. Al hacer referencia a la tabla 2.5 Enlaces WAN contratados por ADELCA, podemos destacar los valores correspondientes a los anchos de banda contratados tanto para la sucursal en Alóag como en Guayaquil: 2 Mbps y 1 Mbps. Cabe mencionar que la conectividad entre las dos sucursales está probada, ya que múltiples servicios se intercambian entre las sucursales mencionadas (correo, Internet, BaaN, etc). En cuanto a la capacidad disponible para videoconferencia, la figura 2.24 nos brinda un dato aproximado del consumo promedio mensual: 482.60 kbps. Este dato es de gran utilidad ya que se garantiza que el requisito de capacidad de transmisión mínima de 384 Kbps está cubierto dentro del contrato actual con lo que se espera que se puedan establecer las pruebas referentes a videoconferencia sin mayores inconvenientes. Sin embargo, en caso de pasar a producción este sistema deberá considerarse que en ocasiones en este enlace se presentan picos de más de 1Mbps lo cual podría degradar la inteligibilidad de la comunicación por lo que es recomendable considerar aumentar la capacidad contratada.

3.6.3 ANÁLISIS DE OPCIONES DE EQUIPOS DE VIDEOCONFERENCIA

Para la correcta elección de un sistema de videoconferencia es necesario analizar y evaluar las múltiples prestaciones que un conjunto de equipos presenta en concordancia con los requerimientos de la empresa. Es así que se optó por analizar tres proveedores de servicios de videoconferencia: Polycom, LifeSize y Tandberg. Cada opción se evaluó de acuerdo al cumplimiento de los requisitos de la empresa.

	Requerimiento	Polycom	LifeSize	Tandberg
ALTA DIRECCIÓN	Comunicación entre 2 o más sucursales	X	X	X
	Conexión a proyector	X	X	X
	Conexión a televisión	X	X	X
	Conexión a computador	X	X	X
	Presentación de documentos	X	X	X
	Control de cámara remota	X	X	
	Varias formas de vista	X	X	X
	Audio público	X	X	X
	Audio Privado			
	Marcación por teléfono	X	X	
	Participación de un computador portátil	X	X	X
	Presupuesto	X		X
SISTEMAS	Puerto RJ-45 (conexión LAN)	X	X	X
	Gestión de ancho de banda	X	X	
	Salida RCA (televisión)	X		
	Salida HDMI (televisión)		X	X
	Cámara PTZ	X	X	
	Salida VGA (proyector)	X	X	X
	Entrada VGA (computador)	X	X	X
	Puerto RJ-45 (Conexión de teléfono)	X	X	X
	Administración Gráfica	X	X	X
	Control Remoto	X	X	X
Participantes permitidos	X	X	X	

Tabla 3.30 Análisis de cumplimiento de requerimientos.

Del análisis resultante de la tabla 3.30, se optó por realizar pruebas con equipos Polycom y Tandberg. Si bien los equipos LifeSize cumplen con la mayoría de requisitos al igual que los equipos Polycom se descartó esta solución debido al alto costo que implica la adquisición de los mismos.

3.6.4 PLANIFICACIÓN PARA LA FASE DE PRUEBAS

Para la implementación del sistema de videoconferencia, el Departamento de Sistemas en coordinación con las sucursales involucradas realizó un diagrama de cumplimiento, en donde se contemplan las fechas y tiempos previstos para el

cumplimiento de cada una de las fases que abarca la puesta en marcha del sistema mencionado.

	8/Nov/2010 - 10/Dic/2010	13/Dic/2010-14/Dic/2010	15-dic-10
Evaluación de equipos			
Coordinación con proveedores			
Pruebas			
Resolución de problemas ⁵⁵			

Tabla 3.31 Matriz de tiempo de implementación.

3.6.5 PRUEBAS REALIZADAS Y RESULTADOS OBTENIDOS

3.6.5.1 Pruebas realizadas con equipos Tandberg

En la primera fase de pruebas, se optó por realizar el sistema de videoconferencia con equipos de la marca Tandberg provistos por la empresa ADEXUS. Dentro de la propuesta inicial se ha especificado el equipo Tandberg Edge 75MXP with Precision Camera. Este equipo se colocó tanto en la sucursal de Alóag como en la sucursal de Guayaquil para las respectivas pruebas.

Requerimientos:

Como parte de los requerimientos provistos por la empresa ADEXUS, se ha especificado los siguientes parámetros:

- Un punto de red.
- Un canal dedicado de mínimo 384 kbps con salida a Internet.

⁵⁵ La resolución de problemas abarca todas las configuraciones adicionales que se deban realizar en los equipos de comunicaciones de la empresa, específicamente en el firewall.

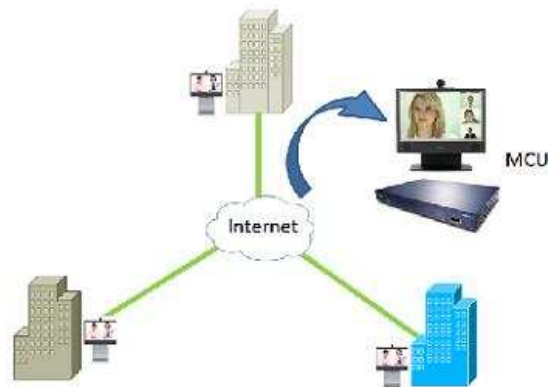


Figura 3.42 Conexión con salida a Internet.

Si no se cuenta con un canal dedicado con salida a Internet, el demo se limitará a realizar una conexión punto a punto.



Figura 3.43 Conexión punto a punto.

1) Si el equipo Tandberg cuenta con una IP pública y se encuentra por delante de un Firewall, es la configuración óptima, dado que no se deberán configurar puertos en el Firewall.

2) Si el equipo Tandberg cuenta con una IP pública y se encuentra detrás de un Firewall se requiere configurar los siguientes puertos:

- 1024-65535 Dynamic TCP
- 1024-65535 Dynamic UDP
- 2326-2485 Dynamic limited UDP
- 5555-5587 Dynamic limited TCP

3) Si el equipo Tandberg cuenta con una IP privada y se encuentra detrás de un Firewall y adicionalmente se tiene NAT y se requiere accesibilidad (de llamadas entrantes) al equipo desde fuera de la red, se debe redireccionar el tráfico desde la IP pública hacia la IP privada del equipo Tangberg y de la misma forma, habilitar los siguientes puertos:

- 1024-65535 Dynamic TCP
- 1024-65535 Dynamic UDP
- 2326-2485 Dynamic limited UDP
- 5555-5587 Dynamic limited TCP

De los requerimientos que la empresa ADEXUS planteó, y debido a que la red de datos de ADELCA se encuentra tras el firewall corporativo y que la implementación del sistema de videoconferencia no requiere la salida de información hacia el Internet, la configuración de los rangos de puertos no se realizó. Una vez cumplidos los requerimientos restantes planteados por la empresa ADEXUS, se procedió a realizar las pruebas correspondientes.

Resultados obtenidos:

En la fase de pruebas se evidenció muchos problemas en cuanto a la comunicación de los equipos de videoconferencia.

En primer lugar la comunicación a nivel de red entre los equipos se dificultó, esto debido a una mala configuración por parte del proveedor. Por este motivo se procedió a resolver el inconveniente configurando de manera adecuada los equipos. Cabe decir que una limitación de los equipos Tandberg es el no tener herramientas de diagnóstico de red, como lo es ping y traceroute para seguimiento de configuración a nivel de red.

Una vez solucionado el primer inconveniente, y comprobada la conectividad a nivel de red se continuó con el siguiente paso: realizar la video-llamada hacia la sucursal de Guayaquil. En este punto se evidenció otro problema al no llevarse a cabo con éxito la llamada. Se procedió a realizar el seguimiento del problema analizando los tramos por el cual la llamada se realizó aislando cada segmento de comunicación. Es así que se procedió a realizar una video llamada hacia una dirección pública propietaria de la empresa ADEXUS en la cual se encontraba configurado otro equipo de video conferencia, para asegurarse que la comunicación desde la planta de Alóag hacia el exterior no presentara problemas. Para la puesta en marcha de estas pruebas se realizó la respectiva configuración de puertos en el firewall corporativo. Al no tener una respuesta satisfactoria en la consecución de la llamada y al comprobar por segunda vez que los requerimientos de la empresa en cuanto a configuración tanto de red como de puertos se cumplían a cabalidad se concluyó que los equipos de video conferencia tenían problemas de comunicación y que era necesario realizar nuevas pruebas con nuevos equipos.

3.6.5.2 Pruebas realizadas con equipos Polycom

Al igual que con los equipos Tandberg, el proveedor de equipos Polycom presentó una serie de requisitos a ser cumplidos por parte del Departamento de Sistemas. Cabe mencionar que la propuesta del proveedor Akros contempla las pruebas con equipos Polycom VSX 7000s, uno ubicado en la Planta Industrial de Alóag y otro ubicado en la sucursal de Guayaquil.

Requisitos:

Para llevar a cabo una comunicación exitosa entre los equipos Polycom es necesario disponer de los siguientes puertos habilitados en el firewall corporativo.

- TCP 1720
- TCP 3230 – 3235

- TCP 3603
- TCP 389
- UDP 3230 – 3253

Además el equipo debe contar con una dirección IP disponible en la red corporativa y opcionalmente especificar un servidor DNS y también contar con un ancho de banda disponible de 384 kbps en el enlace que une las sucursales involucradas. De ser el caso, si la comunicación se lleva a cabo a través de Internet se debe realizar el proceso de traducción de direcciones entre la correspondiente IP pública y privada. De los requisitos planteados por la empresa Akros, se procedió a configurar una dirección IP de la red corporativa válida en los equipos Polycom tanto en la sucursal Alóag como en la sucursal Guayaquil.

Resultados obtenidos:

Al comprobarse la comunicación exitosa en el nivel de red entre los equipos involucrados (mediante ping y traceroute) se procedió a realizar la correspondiente llamada. Para esto se utilizó el control remoto del equipo Polycom VSX7000s y se digitó la dirección IP del equipo remoto en la sucursal Guayaquil estableciéndose con éxito la video-llamada. Una vez establecida la llamada se procedió a comprobar los requisitos planteados por ADELCA entre las que estaban:

- Presentación de documentos (a través de Polycom Visual Concert VSX).
- Control remoto de cámaras.
- Conexión de un proyector (en la Planta Industrial de Alóag).
- Conexión de una televisión (en la sucursal de Guayaquil).
- Presentación de los participantes (visualización del sitio al que se llama, del sitio que llamó) y documentos de forma conjunta.
- Marcación a través de una terminal telefónica.

Además se pudo apreciar que la calidad de voz y video era razonablemente buena y que la imagen no se distorsionaba al momento de girar la cámara o realizar un acercamiento. En lo que tiene que ver al micrófono con el que el equipo cuenta (Polycom SoundStation VTX 1000), se pudo destacar que a la distancia de 5 metros la transmisión de voz era clara y precisa. El audio percibido por parte de la sucursal de Guayaquil fue muy claro, nítido y de gran volumen ya que se pudo comprobar que en el punto más lejano de la sala de reuniones el audio mantenía la inteligibilidad.

Como conclusión de todas las pruebas realizadas con ambas marcas de equipos de videoconferencia, se optó por adquirir la solución de videoconferencia implementada a través de equipos Polycom. Se presenta el esquema de conexión de los equipos de videoconferencia así como los respectivos dispositivos de video que se utilizarán para la visualización de imágenes.

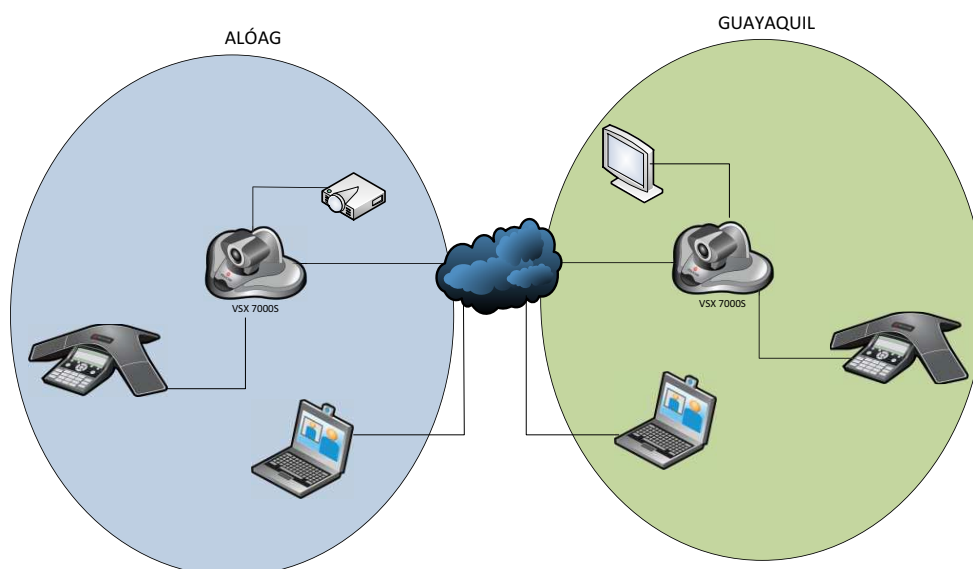


Figura 3.44 Esquema de conexión de equipos de videoconferencia entre las sucursales Alóag y Guayaquil.

La descripción de los equipos Polycom que se utilizaron para las pruebas de videoconferencia se encuentra disponible en el Anexo 6.

3.6.6 CONSIDERACIONES ADICIONALES

La empresa contempla en un futuro incorporar más sucursales al sistema de videoconferencia. Para cumplir con este fin, se planifica la adquisición de un equipo adicional: una unidad de control multipunto (MCU, Multipoint Control Unit). Este equipo se comporta como un switch permitiendo así la comunicación entre múltiples puntos. Con esto se asegura que se lleve a cabo una videoconferencia entre varios participantes. Tomando en cuenta la infraestructura de videoconferencia con la que cuenta la empresa, se recomienda adquirir el equipo Polycom RMX 1000 y ubicarlo en la sucursal de Alóag ya que se trata del sitio principal en la red de comunicaciones.



Figura 3.45 Polycom RMX 1000.

La tabla 3.32 presenta las características principales del equipo mencionado.

Administración	Gráfica, basada en web
Número de participantes	Hasta 20
Participación por contraseña	Habilitada
Personalización de entorno gráfico por usuario	Habilitado

Tabla 3.32 Características de Polycom RMX 1000.

Adicionalmente debe considerarse la opción de redimensionar el enlace de datos para la sucursal de Alóag, puesto que el flujo de datos aumentará en medida del número de participantes del sistema de videoconferencia.

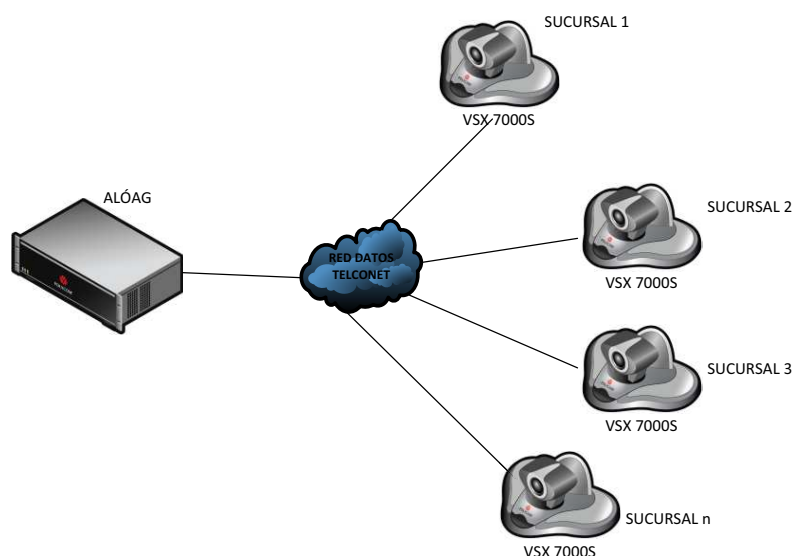


Figura 3.46 Esquema de conexión con MCU Polycom RMX 1000.

3.6.6.1 Dispositivos de audio y video a usar en las sucursales involucradas

En cuanto a los equipos de audio y video, la empresa utilizará equipos que ya se encuentran disponibles en cada una de las sucursales.

	Alóag	Guayaquil
Video	Proyector SONY	Televisor 42" LCD LG
Audio	ND	ND
Lugar	Sala de reuniones	Aula de capacitación

Tabla 3.33 Elementos de audio y video.

Dado que la empresa no dispone de equipamiento de audio, estos dispositivos serán adquiridos junto con los equipos de videoconferencia.

3.7 TELEFONÍA

Las sucursales de Loja y Machala debido a su ubicación no cuentan con conexión al sistema telefónico de la empresa. Con el fin de mantener contacto entre las

sucursales y la planta central, se ha provisto a los empleados que allí laboran de una conexión a Internet a través de dispositivos inalámbricos que se conectan a la red celular (concretamente Claro a través de módems celulares) de tal manera que las comunicaciones se lleven a cabo a través de alternativas como Messenger o Skype (software de mensajería instantánea que permite establecer llamadas en tiempo real entre usuarios que tengan instaladas dichas herramientas). Si bien es cierto que estas sucursales son pequeñas en cuanto a personal, no tienen menos importancia que las del resto del país debido a que funcionan como centros de acopio de chatarra y patios de despacho de producto terminado cuyas operaciones deben registrarse de alguna manera en el sistema. Adicionalmente, la comunicación de voz vía celular es costosa dada la alta demanda que presenta el personal de esa sucursal para coordinar dichas operaciones. Concretamente, en Loja el personal operativo abarca un 90% del total del personal, es decir que no requieren equipos electrónicos de comunicación para realizar su trabajo; en este sentido, existen únicamente dos PCs con conexión a Internet que se comunican a través de ese medio con la planta y las otras regionales y sucursales de la empresa.

De manera análoga, la sucursal de Machala opera en torno a una situación bastante similar dado que esta oficina/patio de operaciones es aún más pequeña que la de Loja por lo que el Departamento de Sistemas ha provisto de un solo computador con salida a Internet a través de la red celular; de igual forma, se ha provisto al personal que lo requiere de teléfonos celulares. Si bien es cierto que las aplicaciones y soluciones antes descritas permiten afrontar de alguna manera el problema de comunicación de voz de las dos sucursales antes mencionadas, esta sección del proyecto propone una alternativa para mejorar este proceso, reduciendo costos operativos e incorporándolas al sistema telefónico de la compañía de tal manera que el personal que labora en las dos regionales en mención, tenga acceso al menos a un teléfono que le permita comunicarse con toda la empresa y con abonados externos de la PSTN y de las operadoras móviles.

Como se mencionó en el capítulo anterior, el sistema de telefonía de la empresa opera actualmente a través de una solución de SIEMENS dentro de todo el ambiente institucional (tanto en la Planta Industrial de Alóag como en las sucursales y regionales a lo largo del país). Concretamente en la planta industrial, se mencionó que se dispone de un equipo HiPath 3800 en el cual se sostiene toda la configuración y operación del sistema telefónico de la compañía; entre las bondades que este equipo ofrece está el soportar tráfico de VoIP, a tal punto que en los lugares remotos de la planta se ha colocado algunas extensiones bajo este esquema con el fin de evitar tender cableado telefónico hacia esos lugares y aprovechar la red de datos que da servicio a esos sectores de la planta (revisar la sección referente a extensiones telefónicas del capítulo anterior para más detalles).

Por otra parte, se mencionó también que dentro de la infraestructura de la empresa, el Departamento de Sistemas ha dispuesto de un Firewall de borde a través del cual todas las comunicaciones, tanto de la planta industrial cuanto de las sucursales, y el Internet son filtradas a través de reglas de acceso configuradas de acuerdo a las políticas de seguridad de la compañía. Como se había descrito en la sección 2.3.2, el Firewall es una solución basada en Linux provista por la empresa AlphaTechnologies la cual es dueña del producto. Este Firewall tiene la capacidad de brindar servicio de VPNs⁵⁶ para permitir el acceso remoto de usuarios a través de una conexión segura a la red LAN de la empresa y a sus correspondientes servicios; es precisamente a través de este servicio que las sucursales de Loja y Machala acceden a los recursos de la red para registrar todas sus operaciones en el sistema de la empresa.

Bajo la panorámica descrita, y tomando en cuenta el equipamiento que se ha mencionado, se propone utilizar la VPN no solo para llevar datos, sino voz de tal manera que estas dos sucursales cuenten también con cobertura del sistema telefónico y puedan realizar de forma más eficiente sus procesos de operación.

⁵⁶ VPN: Virtual Private Network

Las dos sucursales en mención cuentan para la salida a Internet con una conexión de 1.2 Mbps provista por los planes corporativos de Porta (descarga ilimitada). En este sentido, el proveedor brinda a sus clientes como parte del equipamiento un switch/router con conexión a 3G que interconecta la LAN con Internet; adicionalmente, los equipos clientes remotos (tanto en Loja como en Machala) tienen configurado el cliente VPN para acceder a los servicios del sistema de la empresa. En términos generales, a nivel de red, estos usuarios únicamente realizan transacciones de registro en el sistema BaaN lo cual no demanda más del 40% de la capacidad contratada. No existe una herramienta de captura para medir el grado de ocupación de estos canales, pero si se hace una analogía con los datos recogidos en el capítulo anterior en relación a la WAN, y si se considera que el volumen de usuarios de las demás sucursales sobrepasa holgadamente a las de Loja y Machala, y que además todas esas sucursales a más de tráfico de BaaN llevan información de los equipos de marcación (control de entrada/salida de empleados) y todo el tráfico de salida a Internet, se evidencia que la ocupación de los canales oscila entre 30% y 70% (en promedio, considerando todos los enlaces analizados). Con todo lo analizado anteriormente y debido a que el ancho de banda requerido para un teléfono IP oscila entre 21.73 y 79.63 Kbps ^[23] (Dependiendo del CODEC a utilizarse) se concluye que los enlaces con los que cuentan las sucursales involucradas son suficientes para soportar el tráfico de voz.

Aprovechando el servidor de VPN y las prestaciones de la central telefónica SIEMENS HiPath 3800 para soportar voz sobre IP, se pretende configurar en los puntos remotos (Loja y Machala) al menos un teléfono de esas características cuya dirección de red se asocie a una extensión telefónica en la central de Alóag de tal manera que los usuarios de dichas sucursales se interconecten con el sistema telefónico de la empresa. En este sentido, es importante describir tres aspectos:

- La configuración del servidor de VPN.
- La configuración del cliente.

- Las pruebas realizadas.

En las secciones siguientes se abordan estos tres factores que son demandantes para verificar el correcto funcionamiento de la alternativa propuesta y que servirá de base para una implementación futura en caso de que la empresa así lo decida.

3.7.1 CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR DE VPN

Como se mencionó anteriormente, el Firewall de la empresa (provisto por Alpha Technologies) es el que mantiene dentro de su configuración el servidor de VPN el cual también está basado en Linux. El objetivo inicial de mantener una VPN (y en este sentido fueron concebidas las configuraciones en el servidor) fue permitir al personal de Sistemas acceder remotamente a la red de área local de Alóag con el fin de brindar soporte remoto a las operaciones de los servicios de la empresa cuando el personal no se encuentre físicamente en las instalaciones de la misma. Posteriormente, algunos funcionarios (ajenos al Departamento de Sistemas) solicitaron acceso remoto a los servicios y herramientas de la red para poder realizar su trabajo de forma remota de tal manera que puedan realizar “teleworking⁵⁷”. Una vez que entraron en operación las sucursales de Loja y Machala, se aprovechó de la VPN para brindar acceso al sistema al personal de esos dos sitios a través de enlaces inalámbricos adquiridos a Porta (las dos sucursales mencionadas anteriormente se encuentran muy alejadas de los centros poblados por lo que la conexión con el proveedor de servicios Telconet no se pudo realizar).

El servicio de VPN que se mantiene actualmente está configurado en un esquema de acceso remoto en el que usuarios externos se conectan a través del servidor en el Firewall a la red de área local de Alóag. La figura 3.47 muestra un esquema de la disposición de la VPN de la empresa.

⁵⁷ Teleworking: Trabajo a distancia

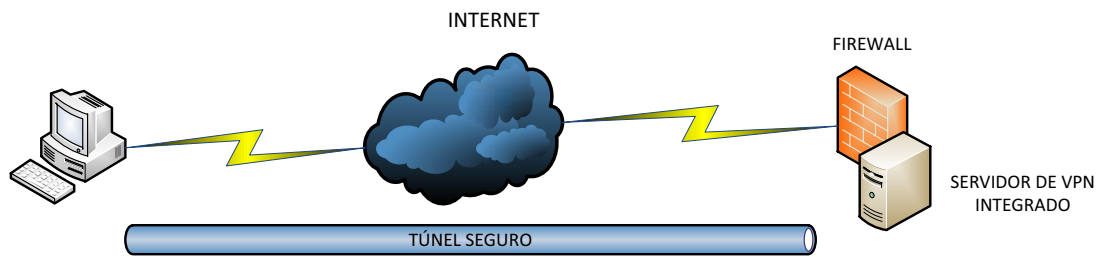


Figura 3.47 Esquema de la VPN de la empresa.

La configuración del Firewall está estructurada de tal manera que se aproveche la característica del Firewall para soportar VPNs. A continuación se describe el proceso de configuración de la VPN.

La interfaz gráfica de configuración del Firewall de la empresa tiene disponible una sección para la asignación de servicios, en esta área se debe agregar el servicio correspondiente al servidor de VPNs. El parámetro de identificación de este servicio es ATPVN y funciona a través del puerto 443. La figura 3.48 muestra la consola de administración del Firewall en la que se encuentra creado el servicio ATPVN.



Figura 3.48 Consola de administración ATFirewall.

Una vez que se ha configurado el servicio, se establece el rango de direcciones que se asignan a los clientes que se conectan a la LAN a través de VPN. Generalmente el rango de direcciones está dentro de la misma LAN, sin embargo, debido a que en la red de Alóag se hallaba saturado el segmento de la red (como se señaló en el capítulo anterior), se decidió crear otra red para la asignación a los clientes VPN y posteriormente en el mismo Firewall enrutar el tráfico desde ese segmento hacia el de la red de Alóag. En este sentido, la figura 3.49 muestra el

objeto de red creado para la asignación de direcciones IP a los clientes que acceden a través de VPN a la LAN de Alóag.

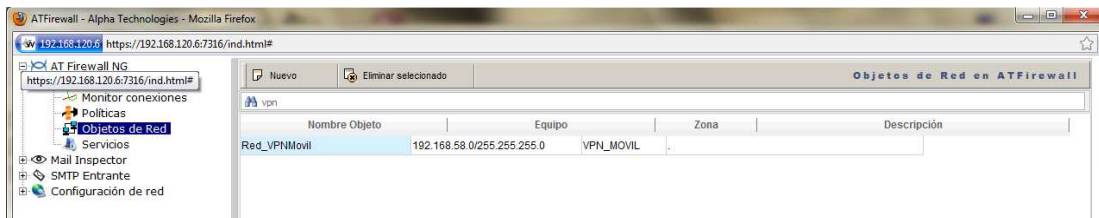


Figura 3.49 Creación de objetos de red para los clientes VPN.

Una vez que se han creado los objetos de red es necesario definir las reglas de acceso. Para el caso de la empresa, se ha definido que quienes se conecten a través de VPN puedan trabajar con todos los servicios disponibles en la LAN. Por esto se ha definido dos reglas de control de acceso: una que permita la salida de todo tráfico desde la LAN hacia la interfaz VPN, y en sentido contrario se ha establecido otra regla que brinde acceso a todo tráfico proveniente desde la red VPN hacia la LAN. La figura 3.50 muestra las dos reglas configuradas. La interfaz que contiene la dirección pública para VPN es InterfacePublica_eth0_0.



Figura 3.50 Reglas de acceso desde y hacia la VPN.

En el proceso anterior concluye la configuración de la VPN a través del Firewall de AlphaTechnologies. Adicionalmente, para que funcione la conexión, se ha configurado una IP pública del pool provisto por Telconet en la interfaz del Firewall de lado de Internet; también será necesario configurar los certificados digitales los cuales son generados directamente por el proveedor de la solución en el software cliente del servidor VPN.

Tomando en cuenta esta panorámica, la siguiente sección describe la propuesta en torno al uso de VPN para extender la cobertura del sistema telefónico a las sucursales de Loja y Machala a través de VoIP.

3.7.2 PROPUESTA DE EXTENSIÓN DE COBERTURA DEL SISTEMA DE TELEFONÍA A LAS SUCURSALES DE LOJA Y MACHALA

Una vez que se han definido las configuraciones del servidor, se propone que a través de la VPN se transmita tráfico de al menos un teléfono de cada una de las sucursales (Loja y Machala) para lo cual se instalará un cliente de telefonía en las máquinas en las que se halla instalado el cliente VPN y se asociará la dirección IP de ese equipo con una extensión de la central telefónica de la Planta Industrial de Alóag de tal manera que los usuarios puedan comunicarse con todos los usuarios del sistema telefónico y con números externos a través de los enlaces troncales dispuestos en Alóag para ese fin (en la sección 2.5.1 se detalló lo referente a las troncales dispuestas para comunicación externa en la planta de Alóag). La figura 3.51 presenta un esquema en el que se ilustra lo descrito en el párrafo anterior.

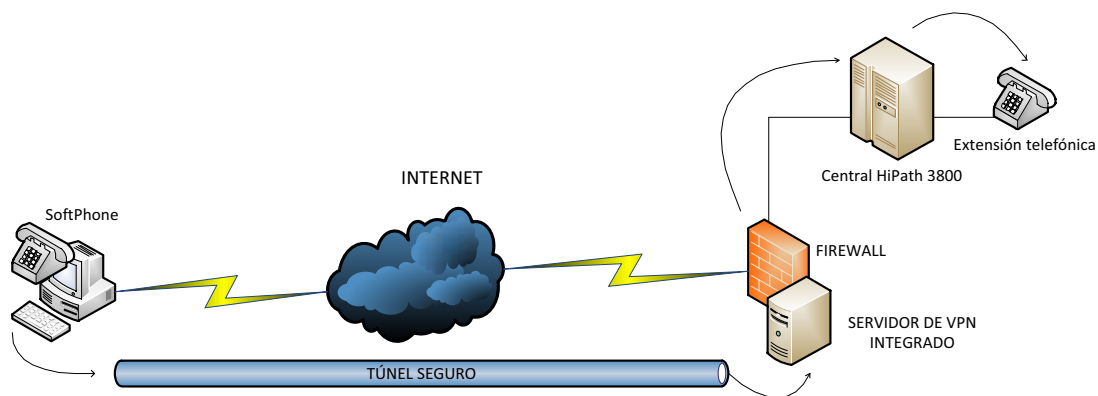


Figura 3.51 Esquema de interconexión del sistema telefónico a través de VPN para las sucursales de Loja y Machala con extensiones IP.

Una vez que se ha definido la topología de lo que se desea implementar, el resto de esta sección describe el procedimiento realizado en cuanto a la configuración de la central telefónica y de los clientes de telefonía en torno a lo que se detalló

anteriormente, y también se presenta resultados en torno a las pruebas realizadas con el fin de evaluar el desempeño y la viabilidad de la solución propuesta.

3.7.2.1 Configuración del cliente

Como parte fundamental de la implementación de la ampliación del esquema de telefonía a las sucursales involucradas es necesario definir el término softphone. Un softphone es un cliente de telefonía estructurado enteramente en software y que emula parte o totalidad de las funcionalidades de un teléfono IP físico. Por sus características su total funcionamiento gira en torno a un computador, sea este de escritorio o portátil, necesitando si es el caso de aditamentos adicionales como audífonos y/o micrófonos externos.

En este sentido, y para conservar el esquema de licenciamiento que el sistema de telefonía presenta, se ha optado por instalar el softphone OptiClient 130 provisto por SIEMENS. Sus principales características se describen a continuación:

- Compatibilidad con los sistemas de telefonía HiPath 2000, 3000 y 5000.
- Estructuración en módulos que permiten una rápida navegación además de una personalización del entorno de trabajo. Este tipo de estructuración permite tener a mano todas las herramientas necesarias para una fácil operación del softphone. Cabe destacar los módulos de teclado sencillo, historial de conversaciones, números favoritos, control de volumen, listado o directorio telefónico.

3.7.2.1.1 Requisitos del software

Como todo software que se desee instalar, existen ciertos requisitos que se deben encontrar al momento de realizar la instalación. En el caso particular del softphone OptiClient 130 a continuación la tabla 3.34 describe los requisitos que se deben cumplir para el correcto funcionamiento del mismo.

Sistema Operativo	Windows 2000 (SP4 o superior) o Windows XP (SP2 o superior).
Procesador	1 GHz o más
Memoria RAM	Mínimo 200 MB libres para el procesamiento de OptiClient.
Espacio en disco	Al menos 150 MB de espacio libre en disco duro.
Componentes adicionales	<ul style="list-style-type: none"> - Microsoft Windows Installer 3.1 - .NET Framework 2.0 - CD-ROM - Tarjeta de red Ethernet
Arquitectura	32 bits

Tabla 3.34 Requerimientos de PC.^[1]

3.7.2.1.2 Instalación y configuración

Como primer paso se debe ejecutar el archivo setup.exe, el cual se encuentra en el cd de instalación. Tras varias ventanas que contienen bienvenida y la aceptación del contrato, se debe seleccionar el proveedor del sistema de telefonía. Como se ha mencionado con anterioridad, la central telefónica pertenece a la serie HiPath 3000, por lo que se procede a seleccionar la opción HiPath-Provider en el parámetro Default Provider. Esto se observa en la figura 3.52.

El parámetro encontrado en la Figura 3.52 es el único que debe ser configurado en el proceso de instalación. Posterior a la configuración del mismo y tras confirmar otras ventanas de información finaliza el proceso de instalación.

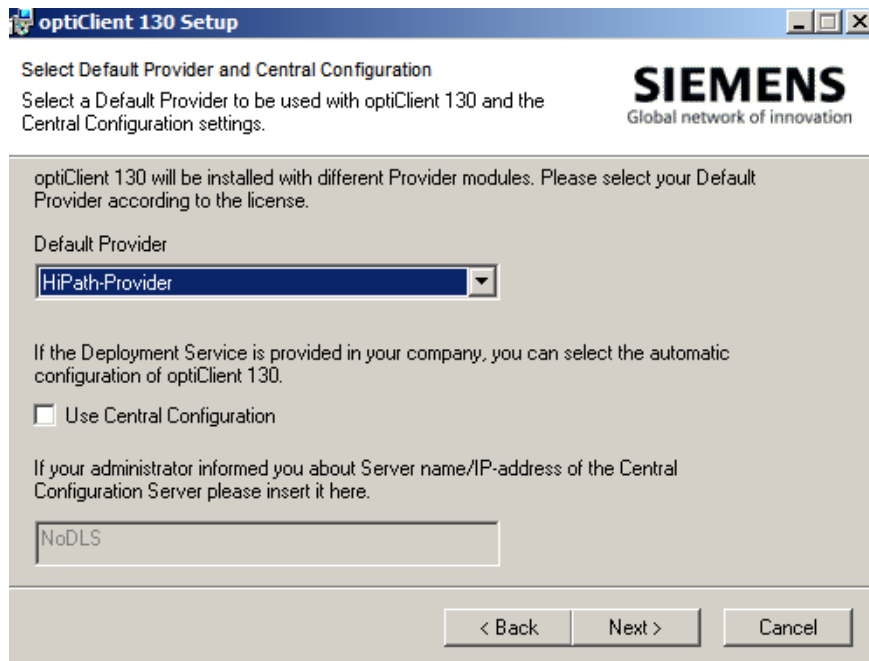


Figura 3.52 Selección del proveedor HiPath para el cliente telefónico.

La primera vez que se ejecuta el softphone OptiClient se despliega una ventana de ajustes de configuración. Existen muchas opciones tanto de configuración como de personalización del entorno de trabajo pero se hará hincapié en las opciones de configuración que sean absolutamente necesarias para el correcto funcionamiento del cliente de telefonía.

En primer lugar se debe realizar la configuración en lo que respecta a parámetros de red. En este sentido es primordial definir los siguientes datos:

- El tipo de central telefónica
- Dirección IP del Gateway telefónico
- Dirección IP asignada al softPhone
- El número de extensión asociado al softphone.
- La interfaz de red por la cual se conectará el softphone.

La figura 3.53 muestra la configuración de los datos mencionados anteriormente. Cabe señalar que la dirección IP asignada al softphone y la interfaz de red

asociada se resumen en la opción de configuración “Dirección IP Propia”. Si fuera el caso en el cual no se puede determinar la interfaz de red o la dirección IP asignada al softphone es recomendable configurar la opción mencionada anteriormente en “Determinación Automática”.

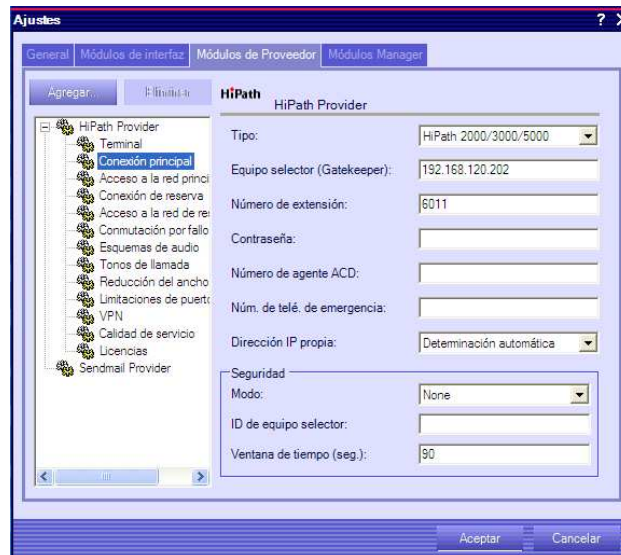


Figura 3.53 Configuración de red del softphone OptiClient 130.

Como siguiente paso se deben configurar los parámetros relacionados con el acceso a la PSTN. En este caso solo se debe especificar tres parámetros:

- Código Nacional
- Prefijo para llamadas interurbanas y,
- Prefijo para llamadas internacionales.

Los demás parámetros de configuración, como lo son el número de acceso a la red telefónica (prefijo de acceso), reglas de autorización a la red telefónica se obtienen de forma automática al momento de realizarse la conexión exitosa entre el softphone y la central telefónica. La figura 3.54 muestra la configuración de los parámetros mencionados anteriormente.

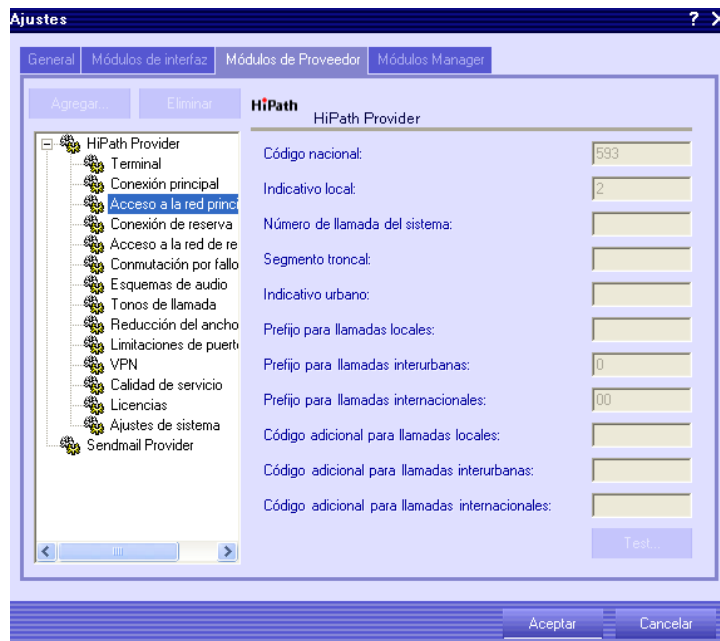


Figura 3.54 Parámetros de configuración de acceso a la PSTN.

Finalmente y como se ha dicho con anterioridad la solución propuesta para la integración de las sucursales de Loja y Machala contempla la conexión del cliente telefónico OptiClient 130 con la central telefónica HiPath3000 a través de una conexión VPN. Para cumplir con lo dicho anteriormente se debe configurar el valor del parámetro VPN en automático como lo muestra la figura 3.55.

Adicionalmente, se debe realizar la instalación de la licencia correspondiente al cliente telefónico. Como se ha mencionado con anterioridad al tratarse de un cliente propietario requiere de una licencia para su funcionamiento caso contrario la central telefónica no validará su funcionamiento y no se podrá realizar ninguna llamada telefónica. La licencia que corresponde al softphone se la encuentra en el cd de instalación que la empresa proveedora ha facilitado a ADELCA. La instalación de la licencia es simple y solo se debe asentir las políticas de privacidad y legalidad acerca del uso del softphone.

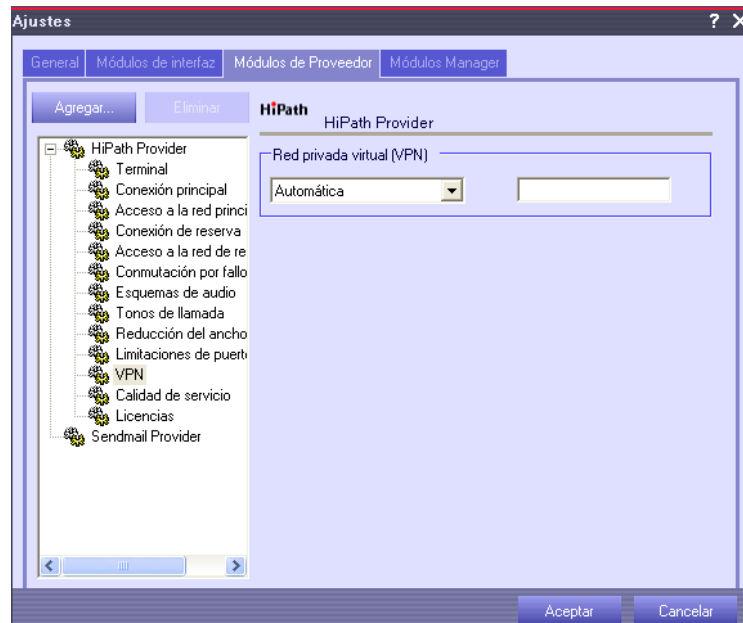


Figura 3.55 Configuración de la conexión VPN para OptiClient 130.

Configuración del cliente VPN

Como parte de la configuración del software instalado en el cliente para llevar a cabo la conexión del softphone con la central telefónica a través de Internet es importante definir todos los parámetros necesarios para iniciar la conexión VPN entre el cliente y el firewall.

Para esto se debe configurar el software ATClient, necesario para establecer la conexión VPN. Tal como se hizo para el softphone es necesario definir los parámetros de red indispensables para el correcto funcionamiento de la conexión. La figura 3.56 y 3.57 muestra lo explicado anteriormente.

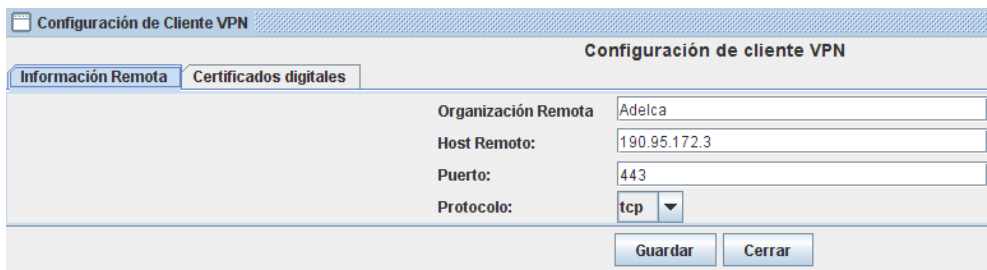


Figura 3.56 Parámetros de red del cliente VPN.

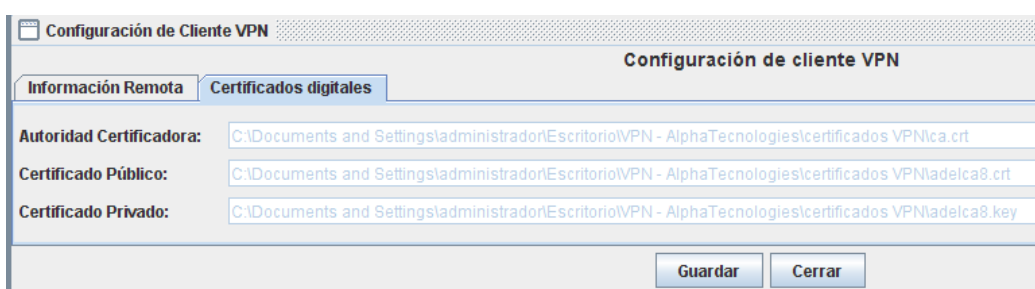


Figura 3.57 Ubicación del certificado digital provisto por AlphaTechnologies.

3.7.3 PRUEBAS REALIZADAS

Con el fin de probar todas las configuraciones que se han realizado tanto en la central telefónica como en el softphone OptiClient 130 esta sección describirá las pruebas realizadas con el fin de verificar la comunicación del sistema de telefonía.

Como primer paso, se procedió a establecer la conexión VPN entre el cliente y el firewall. Para esto se utilizó el cliente VPN provisto por AlphaTechnologies. En el proceso de establecimiento de la conexión se intercambian varios parámetros definidos tanto en el firewall como en el certificado configurado para la conexión (entre estos parámetros se pueden mencionar el tipo de encriptación, el tipo de autenticación, parámetros de red.) La figura 3.58 muestra el proceso de establecimiento de la conexión VPN.



Figura 3.58 Establecimiento de la conexión VPN.

Una vez que la conexión VPN se ha llevado a cabo con éxito, el siguiente paso es comprobar que el softphone reciba todas las configuraciones por parte de la central telefónica HiPath 3000 y de esta manera habilitar el uso del mismo para realizar llamadas telefónicas. Para verificar que el softphone ha sido habilitado se debe chequear la barra superior del OptiClient 130. En esta barra se puede encontrar una sección en la cual se muestra el número de extensión configurada así como la ubicación del sistema de telefonía además de otros parámetros de información como lo son la hora y fecha del sistema. La figura 3.59 muestra lo expuesto anteriormente.



Figura 3.59 Funcionamiento del OptiClient 130.

Finalmente y como prueba de que el softphone es capaz de recibir llamadas desde cualquier parte de la sucursal de Aloag, la figura 3.60 muestra la captura del momento en el cual la extensión denominada "Internet Aloag" está realizando una llamada al optiClient 130. Como una observación adicional, cuando se está recibiendo una llamada, aparece un icono de color naranja indicando la recepción de la misma.



Figura 3.60 Recepción de una llamada telefónica.

3.8 COSTOS REFERENCIALES

Como parte complementaria tanto al diseño como a la implementación de las diversas soluciones planteadas en este capítulo, a continuación se detallan los respectivos costos que cada una de las soluciones requiere, haciendo referencia tanto al hardware como al software necesario en cada una de las mismas. Cabe mencionar que los valores que a continuación se presentan están exentos de IVA:

ENLACES REDUNDANTES DE FIBRA ÓPTICA

Para este caso se han analizado dos alternativas en cuanto a equipos de conmutación y transceivers. La primera alternativa contempla un switch Cisco de 24 puertos con 4 SFP⁵⁸ para fibra óptica, y la segunda alternativa contempla un switch D-Link de 24 puertos con 4 SFP incluidos. Adicionalmente se cuenta con los costos de los enlaces de fibra óptica correspondientes a las áreas involucradas. La tabla 3.35 muestra lo descrito anteriormente.

AMPLIACIÓN DE LA RED DE ÁREA LOCAL DE ALÓAG

De acuerdo con las 3 opciones planteadas en el punto 3.2.1 y que involucran equipos de conectividad, tanto en capa 2 y capa 3, se han analizado varias alternativas para la ampliación de la red de área local de Alóag. La tabla 3.36 muestra las distintas alternativas de equipos para cada una de las 3 opciones.

⁵⁸ SFP: Small Factor-Form Pluggable

ENLACES REDUNDANTES FIBRA ÓPTICA			
		ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
Switch a reemplazar	Equipo	Catalyst 2960 S 24 GigE	DES-3052
	Precio	\$3026.93	\$945.36
Terminal/ puerto de fibra	Equipo	SFP Cisco	N/A
	Precio	\$451.73	N/A
Transceiver	Equipo	Transceiver MC200CM	Transceiver HT
	Precio	\$57.49	\$197.5
Enlace Laminados-Acería			\$2324.85
Enlace Laminados-Trefilados			\$2508.26
Enlace Acería-Gestión Integral			\$3219.17

Tabla 3.35 Costos referenciales para enlaces redundantes de fibra óptica⁵⁹.

AMPLIACIÓN DE LA RED DE ÁREA LOCAL ALÓAG				
		ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Router Adicional	Equipo	Cisco modular 1921	Cisco SRP 521	TP-Link TL-R4299G
	Precio	\$1831.29	\$352.8	\$400
Creación de VLANs	Equipo	Utilización de switch Huawei L3 existente	N/A	N/A
	Precio	\$0		
Optimización de equipos	Equipo	Router de datos Telconet	N/A	N/A
	Precio	Horas de soporte Telconet	N/A	N/A

Tabla 3.36 Costos referenciales para la ampliación de la red de área local de Alóag.

⁵⁹ Los costos de los enlaces Laminados-Acería, Laminados-Trefilados y Acería-Gestión Integral contemplan materiales (bandeja, adaptadores y conectores de fibra óptica, ductos, cable de fibra óptica, etc.), enrutamiento de fibra óptica, identificación de cableado de fibra, pruebas de certificación, y mano de obra.

IMPLEMENTACIÓN DE DHCP

En el análisis de costos para la implementación de DHCP se contemplaron 3 alternativas: dos a través de software Libre (en sistemas operativos Linux) y una a través de software propietario (en Windows). La tabla 3.37 detalla los costos involucrados.

IMPLEMENTACIÓN DE DHCP				
		ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Servicio DHCP	Solución	Microsoft Windows Server 2008 Standard Edition	Fedora 8 paquete Dnsmasq	CentOS 5.0 paquete dhcpd
	Precio	\$1061.86	\$0	\$0
Equipo	Servidor	IBM Xeon 3 GHz 1GB, HD 136 GB		
	Precio	\$860		

Tabla 3.37 Costos referenciales para la implementación de DHCP.

IMPLEMENTACIÓN DE ACTIVE DIRECTORY

Debido a los requerimientos de la empresa, el servicio de Active Directory se implementó a través del sistema operativo Windows Server, siendo este la única opción analizada. Dicho análisis contempla costos de sistema operativo, hardware de servidor y Licencias de Acceso al Cliente (CAL). Todo lo descrito anteriormente se refleja en la tabla 3.38.

ACTIVE DIRECTORY	
	ALTERNATIVA 1
Servidor	Blade Center H
Precio	\$179200
Sistema Operativo	Microsoft Windows Server 2003 Standard Edition
Precio	\$735
CAL Per Server	\$31.85
CAL Per Client	\$41.38

Tabla 3.38 Costos referenciales para la implementación de Active Directory.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA DMZ

En lo concerniente a la DMZ, y debido a que solo se necesita la incorporación de un servidor adicional que cumpla las funciones descritas en el punto 3.4.2.2, se analizó una única alternativa que contempla tanto el sistema operativo como el hardware para el servidor. Todo esto se ve reflejado en la tabla 3.39.

DMZ	
ALTERNATIVA 1	
Servidor	IBM Xeon 3 GHz 1GB, HD 136 GB
Precio	\$860
Sistema Operativo	Microsoft Windows Server 2008 Standard Edition
Precio	\$1061.86

Tabla 3.39 Costos referenciales para la implementación de la DMZ.

DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA

Dentro del diseño de la WLAN de la empresa, se contemplaron 4 Access-Points para la cobertura de las áreas involucradas. En este sentido se han analizado 3 alternativas para estos dispositivos, los cuales se reflejan en la tabla 3.40.

WLAN				
		ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Access Points	Equipo	Cisco AP AIR-AP-1262N-A-K9	H3C Wireless WA-2620-AGN Dual-Radio 11 a/g/n AP	WN802T AP
	Precio	\$1533.13	\$512.9	\$132.98

Tabla 3.40 Costos referenciales para el diseño de la WLAN de la empresa.

DISEÑO DEL SISTEMA DE VIDEOCONFERENCIA

De acuerdo a lo planteado en el punto 3.6.3, en la tabla 3.41 se detalla el análisis de costos para las tres alternativas involucradas en el diseño del sistema de videoconferencia.

VIDEOCONFERENCIA ALÓAG-GUAYAQUIL			
	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Equipo	LifeSize Express 220	Polycom VSX Series	Tandberg Edge 75MXP
Precio	\$21768.90	\$16120.55	\$11832.8

Tabla 3.41 Costos referenciales para el diseño del sistema de videoconferencia.

TELEFONÍA A TRAVÉS DE VPN

En lo concerniente a telefonía IP se han analizado los costos correspondientes tanto al softphone y al certificado digital VPN utilizados en la comunicación. Solo se cuenta con una alternativa a los elementos mencionados anteriormente ya que se trata de soluciones propietarias (tanto para la central SIEMENS como para el firewall ATFirewall). La tabla 3.42 muestra lo descrito anteriormente.

TELEFONÍA Loja-Machala	
	ALTERNATIVA 1
Softphone	SIEMENS Opticlient 130
Precio	\$269.14
Certificado VPN	ATVPN Alpha Technologies
Precio	\$45

Tabla 3.42 Costos referenciales para la telefonía a través de VPN.

A continuación, y después de haber seleccionado las mejores opciones en lo que respecta a cada una de las soluciones descritas anteriormente, la tabla 3.43 muestra un resumen de las opciones escogidas para cada una de las soluciones, así como el costo total de implementación de las mismas.

Item	Cantidad	Descripción	Valor Unitario	Valor Total
1	2	Servidor IBM Xeon 3 GHz 1GB, HD 136 GB	\$ 860.00	\$ 1720.00
2	4	Cisco AP AIR-AP-1262N-A-K9	\$ 1533.13	\$ 6132.52
3	1	SIEMENS Opticlient 130 Softphone	\$ 269.14	\$ 269.14
4	1	ATVPN Alpha Technologie certificado	\$ 45.00	\$ 45.00
5	1	Microsoft Windows Server 2008 Standard Edition	\$ 1061.86	\$ 1061.86
6	1	Microsoft Windows Server 2003 Standard Edition	\$ 735.00	\$ 735.00
7	1	Cuchilla JS22 Blade Center H IBM	\$ 25600.00	\$ 25600.00
8	130	Licencias de acceso de cliente Per Server	\$ 31.85	\$ 4140.50
9	1	Sistema de videoconferencia Polycom VSX Series	\$ 16120.55	\$ 16120.55
10	1	Catalyst 2960 S 24 GigE	\$ 3026.93	\$ 3026.93
11	4	SFP Cisco	\$ 451.73	\$ 1806.92
12	4	Transceiver MC200CM	\$ 57.49	\$ 229.96
13	1	Enlace F.O. Laminados-Acería	\$ 2324.85	\$ 2324.85
14	1	Enlace F.O. Laminados-Trefilados	\$ 2508.26	\$ 2508.26
15	1	Enlace F.O. Acería-Gestión Integral	\$ 3219.17	\$ 3219.17
16	1	Servicios Profesionales	\$ 10700.00	\$ 10700.00
			Subtotal	\$ 79640.66
			IVA 12%	\$ 9556.88
			TOTAL	\$ 89197.54

Tabla 3.43 Resumen y costo referencial final de las soluciones en ADELCA.

3.9 ANÁLISIS FINANCIERO DE IMPLEMENTACIÓN DE ACTIVE DIRECTORY

Finalmente, se presenta el análisis financiero realizado para la implementación del proyecto de Active Directory; para realizarlo, se han considerado los gastos operativos que se tienen sin el proyecto de directorio, contrapuestos con los alcanzados después de la implementación del mismo con el fin de evaluar el ahorro generado a través de la implementación. La tabla 3.44 presenta los gastos operativos mensuales en los que incurre la empresa por concepto de mantenimiento, soporte, desgaste de los equipos debido a incidentes generados por los usuarios al tener acceso a funcionalidades adicionales a las que son estrictamente necesarias para la realización de su trabajo. Cabe señalar que el

período de análisis sobre el que se evidenciaron estos gastos fue de 6 meses (de Julio a Diciembre de 2010) los cuales fueron tomados con el fin de analizar un comportamiento real de los mismos.

Rubro	Sin AD					
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Personal de soporte (\$600 por persona)	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00
Administrador de red (tiempo dedicado a soporte)	\$ 480,00	\$ 400,00	\$ 208,00	\$ 720,00	\$ 592,00	\$ 528,00
Improductividad por empleados sin recurso tecnológico	\$ 800,00	\$ 500,00	\$ 600,00	\$ 800,00	\$ 400,00	\$ 600,00
Equipo	\$ 50,00	\$ 50,00	\$ 50,00	\$ 50,00	\$ 50,00	\$ 50,00
Soporte externo	\$ 300,00	\$ 200,00	\$ 150,00	\$ 200,00	\$ 350,00	\$ 370,00
Gasto Total	\$ 3.430,00	\$ 2.950,00	\$ 2.808,00	\$ 3.570,00	\$ 3.192,00	\$ 3.348,00

Tabla 3.44 Gastos operativos en mantenimiento sin AD.

Los rubros que se mencionan corresponden a lo siguiente:

- Personal de soporte: hace referencia a la remuneración mensual de tres empleados destinados específicamente a brindar atención y solución a problemas en los equipos de usuario final (formateo de equipos, cambio de partes y piezas, reparación de problemas de hardware y software, recuperación de información etc.)
- Administrador de red: dado el alto número de incidentes, el personal de soporte no abastece la demanda de los usuarios finales por lo que en muchas ocasiones, el administrador de red deja de lado sus actividades para dar atención a las llamadas y problemas en los equipos finales; los valores indicados en la tabla corresponden al porcentaje de tiempo que el administrador de red dejó de lado las actividades para las que fue contratado, y se dedicó a dar soporte. Para el cálculo de estos valores en términos monetarios se multiplicó el porcentaje de casos atendidos por la remuneración mensual percibida por éste miembro del equipo de Sistemas (\$1600).

- **Improductividad por empleados sin recurso tecnológico:** la alta dependencia de la herramientas informáticas para la realización de las actividades cotidianas hace que las fallas en los equipos de usuario traigan como consecuencia gastos innecesarios durante el periodo de reparación debido a que los usuarios dejan de realizar muchas de sus actividades durante ese lapso. En este sentido, el cálculo del valor económico de este gasto se lo ha calculado de la siguiente manera: el valor del percentil 99 de la remuneración por empleado en ADELCA se ha dividido para las horas trabajadas mensualmente con el fin de obtener el costo promedio de la hora hombre trabajada; ese valor se lo ha multiplicado por el número de horas promedio en las que el personal de Sistemas tarda en solucionar un incidente que implique la inoperatividad del equipo de usuario final en un mes. Estos valores son promedios obtenidos de las bitácoras de actividades del Departamento de Sistemas de la Compañía. La tabla 3.45 presenta estos valores

Percentil 99 salarios ADELCA	\$ 800
Hora hombre promedio	\$ 5
Tiempo promedio de solución de incidentes	2 horas
Horas promedio mensuales en las que los equipos son retenidos por el personal de Sistemas para reparación (en la tabla anterior este valor es variable debido a que se accedió a los datos de registro mensual durante los 6 meses de análisis).	160 horas

Tabla 3.45 Cálculo de gastos por improductividad.

- **Equipo:** con el uso actual (antes de la implementación del proyecto) se ha evidenciado de acuerdo a los registros contables que el tiempo de vida útil de los equipos finales es de 2 años (antes de que presenten fallas de difícil solución que impiden el correcto desempeño de los mismos). A partir de ese período se debería sustituir ese equipo. Esto implica que el gasto en equipamiento por mes es de \$50 (promedio) el cual se obtiene dividiendo el costo del equipo para el tiempo de vida en meses.

- Soporte externo: este rubro corresponde a casos que el personal de soporte no ha logrado solucionar, y por tal motivo ha sido necesario llamar a técnicos externos que se encarguen del problema.

De la misma manera, se ha analizado los mismos rubros antes señalados durante los cuatro meses siguientes a la implementación del proyecto, con el fin de evaluar el comportamiento económico del mismo. La tabla 3.46 presenta estos rubros y el ahorro reflejado frente a la situación anterior.

Rubro	Con DA			
	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes10
Personal de soporte (\$600 por persona)	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00
Administrador de red 40% del tiempo dedicado a soporte	\$ 0,00	\$ 80,00	\$ 16,00	\$ 0,00
Improductividad por empleados sin recurso tecnológico	\$ 200,00	\$ 120,00	\$ 80,00	\$ 200,00
Equipo	\$ 33,33	\$ 33,33	\$ 33,33	\$ 33,33
Soporte externo	\$ 120,00	\$ 100,00	\$ 110,00	\$ 90,00
Gasto Total	\$ 1.553,33	\$ 1.533,33	\$ 1.439,33	\$ 1.523,33
Ahorro	\$ 1.876,67	\$ 1.416,67	\$ 1.368,67	\$ 2.046,67

Tabla 3.46 Gastos operativos en mantenimiento con AD.

Con el fin de evidenciar la sostenibilidad del proyecto en términos de ahorro, se presenta la figura 3.61 la cual muestra dos curvas comparativas relacionadas a las tablas anteriores. La curva azul refleja los gastos presentados en la tabla 3.44 con los datos de los 6 meses analizados; adicionalmente se ha graficado una línea de tendencia con el fin de evaluar el comportamiento de gastos de mantenimiento bajo el esquema de no tener directorio activo. La curva roja en cambio muestra el comportamiento de los gastos después de haber implementado el proyecto (tabla 3.46); de la misma manera, se presenta la línea de tendencia para el segundo caso con el fin de evaluar el comportamiento de los gastos de mantenimiento bajo el escenario del proyecto.

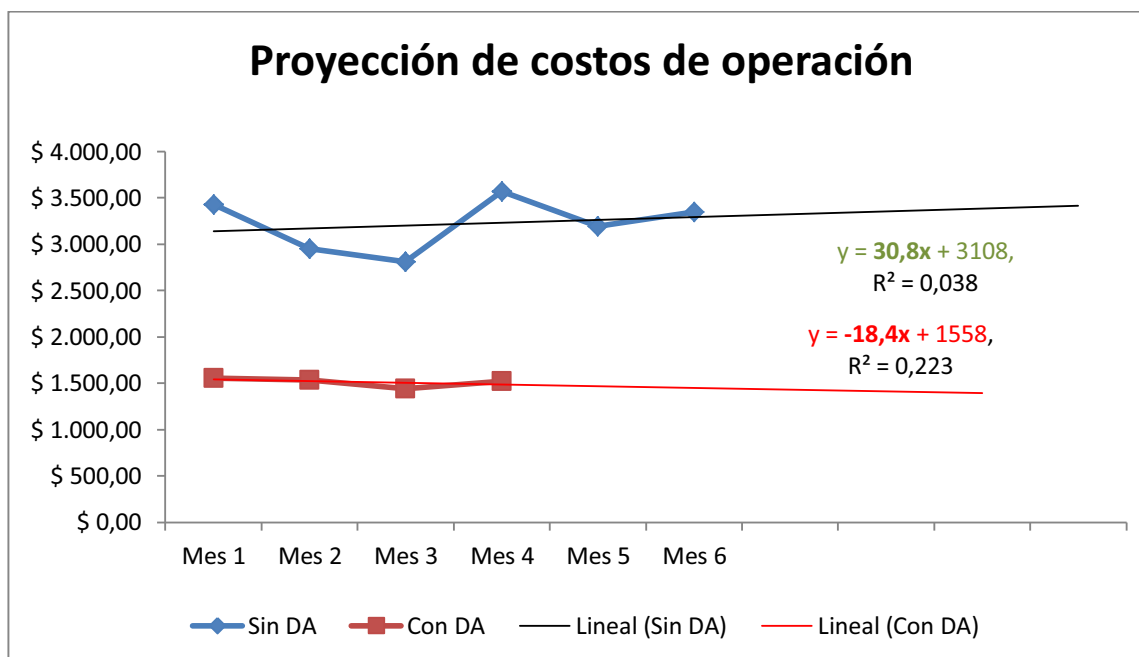


Figura 3.61 Proyección de costos de operación bajo los dos escenarios.

De lo que se observa, la pendiente de la curva roja es negativa debido al factor de ahorro existente al tener implementado el proyecto frente a la situación de la curva azul que claramente indica un crecimiento en los costos operacionales. Cabe señalar que las curvas de tendencia para ambos casos no reflejan 100% el comportamiento futuro debido a que por contar con valores de seis meses para el un caso y cuatro para el otro, la extrapolación de los mismos para la proyección futura no asegura certidumbre en el comportamiento, es así que los factores de correlación R^2 son bastante menores a la unidad, sin embargo, permiten tener una idea del comportamiento del proyecto.

La figura 3.62 presenta una comparativa entre los gatos sin el proyecto, con el proyecto y el ahorro reflejado en un año (se ha utilizado valores promedio).

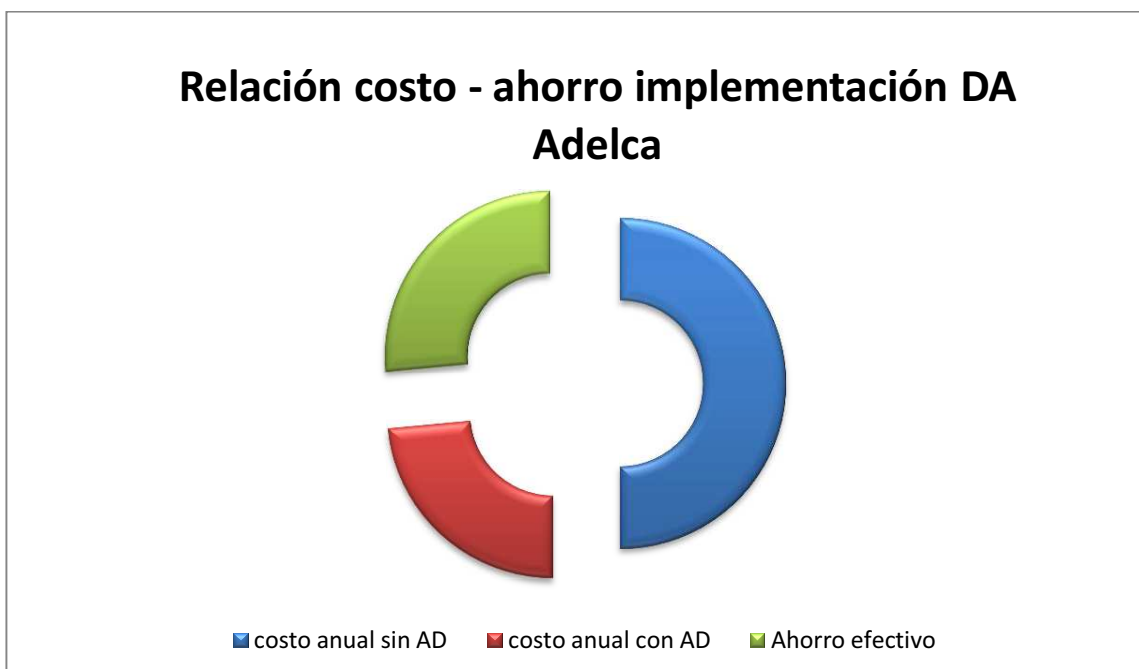


Figura 3.62 Relación costo-ahorro de la implementación.

De lo presentado anteriormente, se observa que existe un diferencial promedio mensual de \$ 1667 equivalentes al 53%; en términos anuales, el ahorro se aproxima a los \$20000.

Desde el punto de vista de la inversión, debe considerarse que para implementar el proyecto se ha realizado un gasto de \$26335 (correspondientes esencialmente al servidor y a la correspondiente licencia de Windows Server 2003; el valor del servidor es el proporcional a una cuchilla del blade system al que se hace referencia en la tabla 3.38) en el mes en el que entró a producción el proyecto. En este sentido, es necesario evaluar el retorno de la inversión. La figura 3.63 presenta el flujo de efectivo de la inversión y el ahorro percibido mes a mes. El cruce de la curva de capital devengado con el eje del tiempo marca el instante a partir del cual la empresa ha recuperado la inversión.

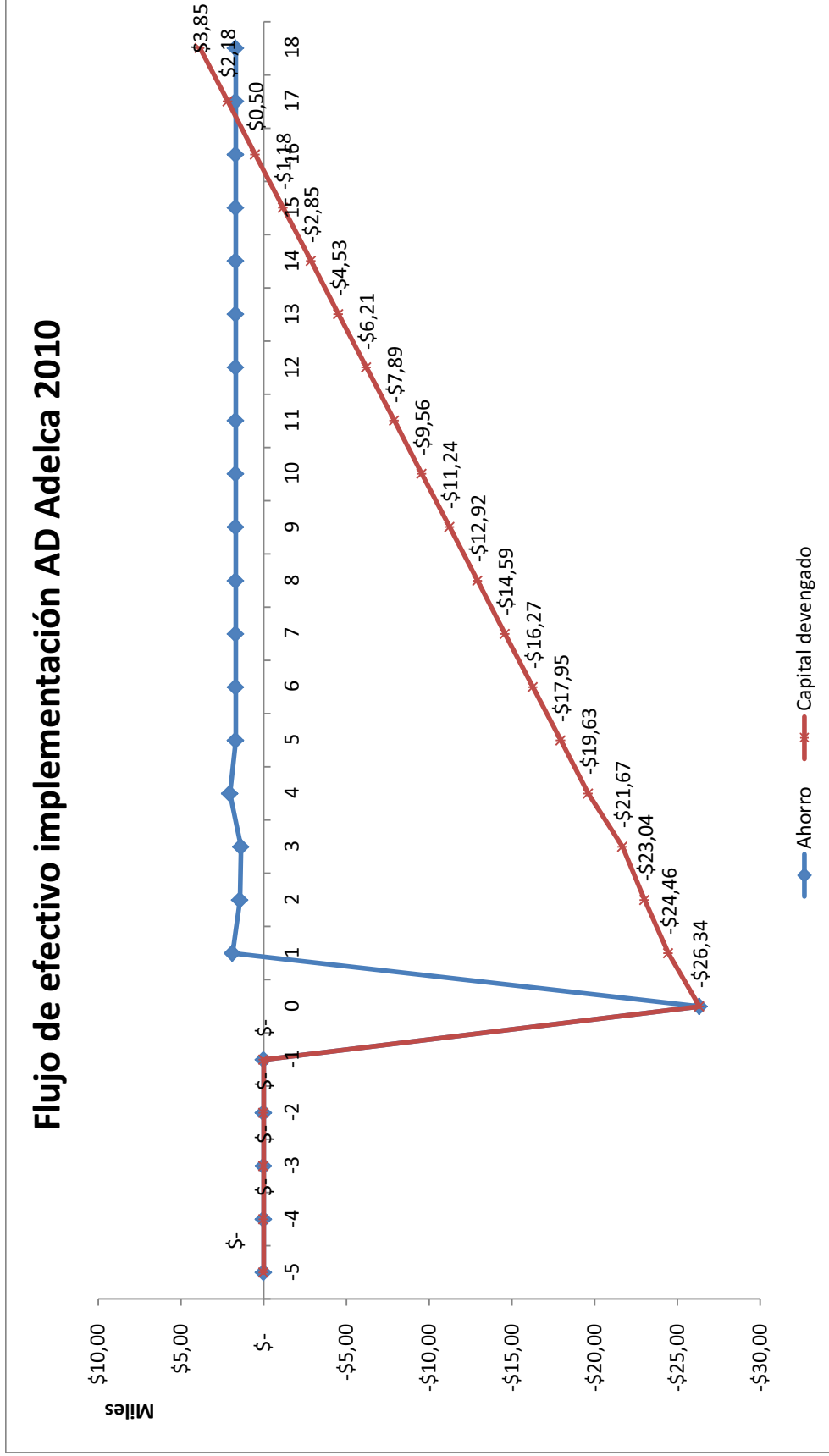


Figura 3.63 Flujo de efectivo del proyecto de implementación de AD.

Como se observa, el retorno de la inversión se presenta antes del mes 16, es decir que se espera tener utilidad en términos de ahorro un año cuatro meses después de haber realizado la implementación.

Finalmente, con el fin de evaluar si la empresa está dispuesta a realizar la inversión, se contraponen el valor del proyecto contra el presupuesto anual 2010 del Departamento de Sistemas con el fin de verificar si existe el recurso financiero necesario para la implementación de este proyecto.

Mantenimiento														Valor
Descripción	Tipo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
UPS Sistemas	Trimestral	890,00				890,00				890,00				2.670,00
UPS acería	Trimestral			450,00				450,00				450,00		1.350,00
Video y audio	Trimestral		300,00				300,00				300,00			900,00
Servidores / Computadoras	Trimestral	1.250,00				1.250,00				1.250,00				3.750,00
Equipos de conectividad	Trimestral		500,00				500,00				500,00			1.500,00
Centro de datos	Trimestral		1.500,00				1.500,00				1.500,00			4.500,00
Licencias y actualizaciones														
Windows	Anual									12.878,00				12.878,00
Lotus	Anual								6.550,00					6.550,00
Office	Anual				10.391,20									10.391,20
Access	Anual						187,00							187,00
Visio	Anual							1.200,00						1.200,00
AT VPN (certificados)						100,00								100,00
AT Proxy	Anual			322,50										322,50
AT Firewall	Anual			480,00										480,00
Antivirus	Anual											5.850,00		5.850,00
Qlikview	Anual	1.800,00												1.800,00
ERP (130 usuarios)	Anual												9.100,00	9.100,00
BES	Anual			450,00										450,00
E-volution	Anual			500,00										500,00
Renovación														
Equipos	Mensual	3.600,00	3.600,00	3.600,00	3.600,00	3.600,00	3.600,00	3.600,00	3.600,00	3.600,00	3.600,00	3.600,00	3.600,00	43.200,00
Servidores	Anual			2.400,00				1.500,00						3.900,00

Impresoras	Anual	120,00	1.600,00		390,00		150,00			300,00				2.560,00
Blade System (60%)	Mensual	11.946,67	11.946,67	11.946,67	11.946,67	11.946,67	11.946,67	11.946,67	11.946,67	11.946,67				107.520,03
BlackBerry gerentes, directores				590,00				590,00				590,00		1.770,00
Cintas de respaldo	Semestral					300,00							300,00	600,00
Capacitación														
IBM Blade administratio n												3.500,00		3.500,00
Linux												1.600,00		1.600,00
ITIL													4.500,00	4.500,00
Lotus					1.300,00									1.300,00
Windows 2008			750,00			590,00				800,00		590,00		2.730,00
Oracle				1.100,00							900,00		620,00	2.620,00
Mantenimien to		300,00				400,00					300,00			1.000,00
BaaN								2.500,00						2.500,00
Soporte														
Oracle	Mensual	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	9.600,00
Qlikview	Trimestra l			2.200,00				2.200,00					2.200,00	6.600,00
Qlikview implementaci ón		4.000,00					5.500,00					4.800,90		14.300,90
BaaN	Mensual	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	12.000,00
E-Volution	Trimestra l		850,00					850,00				850,00		2.550,00
Soporte externo para equipos finales	Mensual	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00	4.800,00
AlphaTecnolo gie	Trimestra l		500,00					500,00				500,00		1.500,00
IBM	Trimestra l		1.500,00					1.500,00				1.500,00		4.500,00
HighTelecom conectividad	Trimestra l		700,00					700,00				700,00		2.100,00
Proyectos														
Aire acondicionado			14200					14200				14200		42.600,00
Enlaces de F.O dispensario médico												5543,27		5.543,27
Audio-vídeo centro comunitario												1000		1.000,00
Salidas de cableado centro comunitario												1439,02		1.439,02
Equipamient o Site Center Cumbayá								4500				3200,75		7.700,75
Enlaces de F.O sala de													2508	2.508,00

capacitación															
Workflow Gestión Integral						15000									15.000,00
Ampliación de la red Servidor DHCP				1500											1.500,00
DMZ										2000					2.000,00
Active Directory, DNS			7.375,00						7.375,00					7.375,00	22.125,00
Servicios															
Conectividad sucursales	Mensual	3.696,00	3.696,00	3.696,00	3.696,00	3.696,00	3.696,00	3.696,00	3.696,00	3.696,00	3.696,00	3.696,00	3.696,00	3.696,00	44.352,00
Internet	Mensual	761,60	761,60	761,60	761,60	761,60	761,60	761,60	761,60	761,60	761,60	761,60	761,60	761,60	9.139,20
Gastos															
Sueldos	Mensual	9.400,00	9.400,00	9.400,00	9.400,00	9.400,00	9.400,00	9.400,00	9.400,00	9.400,00	9.400,00	9.400,00	9.400,00	9.400,00	112.800,00
Suministros	Mensual	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	30.000,00
TOTAL		42.464,27	63.879,27	44.096,77	46.185,47	52.634,27	60.991,27	49.919,27	47.154,27	50.222,27	53.308,50	50.395,64	39.185,60	600.436,87	

Como se observa, existe un presupuesto de \$22125 los cuales están destinados únicamente para la implementación de Active Directory, fuera de ese valor se ha destinado \$107000 para el pago del Blade System y \$12878 adicionales para licenciamiento; dado que se ha tomado una cuchilla del Blade System para el proyecto de Active Directory (incluido dentro de los \$107000) los \$22125 cubren perfectamente el valor de la licencia por lo que existe viabilidad financiera por parte de la empresa para la implementación del proyecto.

CAPÍTULO 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se presentan conclusiones y recomendaciones en torno al estudio y las implementaciones realizadas en este proyecto.

4.1 CONCLUSIONES

El servicio más crítico, sobre el cual están sostenidos todos los procesos financieros, contables y de producción de la empresa es el ofrecido por el sistema BaaN ERP. Debido a este motivo, el Departamento de Sistemas enfatiza sus procedimientos de mantenimiento y respaldos en torno a este servicio con el afán de salvaguardar la información que allí reposa.

Del análisis de tráfico realizado se pudo observar que en términos generales, la utilización del canal interno de la red local de la planta de Alóag no sobrepasa los 5 Mbps lo cual representa el 5% de la capacidad total debido a que el esquema de switching ofrece 100 Mbps y las aplicaciones que actualmente se manejan no demandan altas capacidades.

En lo referente a equipos de conectividad, se ha observado que los switches que se han adquirido, en muchos casos, no satisfacen las características mínimas que deberían considerarse dentro de un esquema de red corporativa sino que más bien son orientados hacia redes pequeñas y de hogar. En este sentido, no existe flexibilidad para realizar configuraciones avanzadas en torno al manejo de la LAN.

Las aplicaciones que se manejan en la empresa dan soporte a procesos importantes del negocio; en este sentido, la alta disponibilidad y la confiabilidad en el sistema deben estar garantizadas.

- La aplicación más crítica que es el BaaN ERP está actualmente instalada sobre un equipo SUN Solaris que ha tenido casi diez años de operación por lo que su tiempo de vida útil está próximo a terminar. En cuanto al licenciamiento de esta aplicación, se ha adquirido un pool de 70 licencias de conexión que, considerando el volumen de usuarios que existía cuando

el sistema se implementó, podrían haber sido demasiadas. Sin embargo, hoy en día resultan insuficientes dado que la cantidad de usuarios del ERP sobrepasa casi en un 30% ese número por lo que en muchas ocasiones cuando el pool de licencias se ha agotado, el servidor no recibe más conexiones hasta que una licencia sea liberada por otro usuario.

- Otro servicio que presenta ciertos inconvenientes debido a los recursos del servidor es el sistema de correo electrónico basado en Lotus el cual mantiene altos índices de utilización del procesador durante todo el día así como también insuficiente memoria RAM, lo cual resulta en no envíos de mensajes y eventualmente, denegación de servicio para algunos usuarios.
- Las soluciones de red para Firewall, VPN y Proxy están implementadas bajo un esquema de software el cual está configurado en base a Linux con algunas modificaciones en el kernel del Sistema Operativo. Estas soluciones fueron adquiridas a una empresa ecuatoriana y es ésta la encargada de brindar soporte cuando sea requerido.

A pesar del crecimiento exponencial de la empresa y de su personal en los últimos años, el Departamento de Sistemas no ha considerado la actualización de los equipos terminales de usuario, por lo que en varios casos se pueden hallar máquinas con sistemas operativos desde Windows 95 hasta Windows 7.

Otro aspecto relacionado con el crecimiento del personal y que ha causado conflicto es la planificación del direccionamiento IP ya que hace algunos años se estableció una dirección de red clase C plana con la que se interconectan máximo 254 usuarios. Debido a la tasa de crecimiento y a la incorporación de equipos de red, la planificación inicial llegó a tener 252 usuarios con lo que el esquema de direccionamiento se saturó.

En muchas de las áreas de trabajo no existe un etiquetado adecuado de los puntos de voz y datos por lo que se dificulta la administración y se transgrede la norma EIA/TIA referente a cableado estructurado.

En la red local de Alóag se maneja un esquema de direccionamiento estático lo cual inicialmente fue óptimo debido al volumen relativamente bajo de equipos; sin embargo, hoy en día este mecanismo dificulta la administración en el sentido de que para realizar las configuraciones de IP el personal de Sistemas debe desplazarse hacia el lugar en el que se encuentra localizado el usuario.

Para manejar una infraestructura segura, se ha dispuesto que todos los usuarios de las sucursales así como de la planta, accedan a Internet a través de un único enlace localizado físicamente en Alóag para lo cual los datos que se encaminan fuera de la infraestructura empresarial se dirijan hacia el firewall de la compañía y posteriormente a Internet a través del router de Telconet.

Existe todavía una baja utilización del sistema de telefonía IP (aproximadamente 12 teléfonos) por lo que no se ha percibido una baja inteligibilidad de las comunicaciones de voz. Sin embargo, debido a que se mantiene un esquema plano en la red, esta estructura podría llegar a ser débil si algún momento se planifica implementar VoIP en toda la planta de Alóag.

A pesar de que la utilización de la capacidad de la LAN de Alóag no alcanza más del 5%, se visualizó que existe gran cantidad de tráfico tipo broadcast en la red debido a que por manejarse un esquema plano (sin subnetting), se dispone de un solo dominio de difusión.

Considerando que la actual infraestructura no soporta un esquema de VLANs, para la planificación de ampliación del esquema de direccionamiento se consideró el hacer uso de una de las interfaces del router dispuesto en la empresa de tal forma que se maneje un balance entre lo técnico y lo económico.

Para hacer cambios de direccionamiento es importante considerar el hecho de que no se debe afectar a los elementos críticos de la red ya que esto implicaría modificar los parámetros de direcciones en cada uno de los clientes (por ejemplo,

la dirección del servidor de correo o la del BaaN) afectando de este modo la continuidad del sistema. Por ese motivo se optó por crear un nuevo segmento de red que involucre únicamente a usuarios finales de tal manera que las modificaciones se lleven a cabo únicamente en las PCs de los mismos sin involucrar a los servidores ni a los equipos de red.

Es importante tomar en cuenta que cualquier cambio que se realice (por mínimo que aparente) afecta al usuario final. Por este motivo, es importante manejar una planificación adecuada que permita englobar la mayor cantidad de aspectos en una sola visita a los usuarios de tal manera que éstos no perciban las modificaciones que se realicen. En este sentido por ejemplo, se fusionó la implementación de los cambios del esquema de direccionamiento y del servidor DHCP en una sola visita a los usuarios involucrados. También vale la pena recalcar que en la medida de lo posible, toda modificación debería llevarse a cabo en horarios fuera del laboral.

La mayoría de soluciones para DHCP ofrece dentro de su configuración la posibilidad de parametrizar elementos como rangos de IP, asignación fija por MAC, Gateway, DNS, etc. A pesar de ello, el filtrado por MAC para que se asigne direccionamiento únicamente a los equipos registrados no es un parámetro común, y solo fue hallado en la solución OpenSource dnsmasq que fue la que se utilizó en este proyecto.

Dada la extensión de la empresa, y la cantidad de usuarios existente, es necesario centralizar el control de los recursos de los computadores de los usuarios finales de tal manera que éstos accedan únicamente a lo que realmente necesitan para realizar sus actividades de trabajo. En este sentido, la implementación de Active Directory es una herramienta que coadyuva a la administración del sistema a través de directivas establecidas por el personal encargado desde un servidor de directorio.

La planificación y diseño del esquema de Active Directory constituye la fase más importante de la implementación de la solución debido a que en base a esa estructura definida se aplicarán las políticas y directivas lo cual redundará en facilidad al momento de administrar las mismas.

Dentro del esquema de aplicación de directivas, es importante definir únicamente las que son necesarias para atacar un problema determinado de uso de recursos de las PCs ya que Microsoft ofrece una gama demasiado amplia de posibilidades de control las cuales deben analizarse detenidamente antes de su aplicación dentro de Active Directory. Es importante mencionar que el hecho de aplicar una determinada directiva sin tomar en cuenta el alcance de la misma podría ocasionar problemas por bloqueos innecesarios en componentes del sistema operativo, o conflictos con aplicaciones particulares.

Para la aplicación de directivas a usuarios finales se debe tomar en cuenta parámetros comunes compartidos entre grupos de usuarios de tal manera que una sola directiva se aplique a varias personas ya que esto facilita en gran medida la administración del servicio. En este sentido, se deben considerar las necesidades y privilegios de los usuarios en función del perfil organizacional que manejan dentro de la empresa.

La etapa de pruebas dentro de un proyecto de implementación es una fase muy importante como mecanismo de observación de impacto de la propuesta que se está manejando. En este sentido se utilizan esquemas virtualizados que permiten evaluar el comportamiento de una determinada solución con el fin de identificar posibles inconvenientes dentro de las configuraciones realizadas de tal manera que se puedan realizar los cambios pertinentes de manera oportuna. A pesar de que el ambiente virtual brinda una visión bastante clara del comportamiento de la solución, es importante manejar una segunda fase de pruebas en la que se considere una muestra del ambiente en producción con el propósito de visualizar en un esquema real el comportamiento de la solución.

Un aspecto de cuidado cuando se realizan implementaciones con sistemas propietarios es el relacionado con licenciamiento. En este sentido, previo a la implementación es necesario contactar a los proveedores autorizados por la marca de tal manera que ellos expliquen los diferentes parámetros de licencias que son requeridas para cumplir legalmente con las políticas de derecho de autor, y las alternativas de licenciamiento disponibles en el mercado, de tal manera que quien se encuentra a cargo pueda balancearlas de acuerdo a sus recursos y requerimientos.

La implementación de Active Directory dentro de un esquema organizacional sirve de base para futuras aplicaciones orientadas al mejoramiento de la administración de los recursos de la red así como también el reforzamiento de los esquemas de seguridad manejados por la empresa de acuerdo a sus políticas y lineamientos.

Dentro del tiempo estimado para la implementación del proyecto, es necesario determinar un lapso dedicado a la solución de problemas ya que después del proceso de migración, los usuarios siempre presentan inconvenientes que deben ser solucionados de manera inmediata.

Debido a la ubicación remota de la planta, y a la distancia relativamente lejana de las áreas administrativas con respecto al sector de producción (maquinaria), no se evidenció presencia considerable de señales que pudieran llegar a comprometer el desempeño adecuado de una WLAN en las bandas de frecuencia de 2.4 GHz y 5 GHz. Por tal motivo, se podría configurar los equipos inalámbricos en cualquiera de los dos rangos de frecuencia. Cabe aclarar que todos los equipos portátiles adquiridos por la empresa, disponen de tarjetas inalámbricas que operan en la banda de 2.4 GHz por lo que en caso de realizar una implementación de la WLAN se deberá considerar ese rango de frecuencias.

Es importante que dentro de las configuraciones realizadas en los APs, se considere el aseguramiento a través de algún mecanismo de autenticación con encriptación de contraseña de tal manera que para acceder a la WLAN exista algún método de autenticación.

El material con el que están construidas las áreas en las que se llegaría a instalar una WLAN no representa un problema en cuanto a pérdida de señal debido a que las paredes internas están constituidas en su mayoría por planchas de madera o aglomerado.

Una de las funciones que provee la central HiPath 3800 es la autorización de llamadas, la cual permite definir roles según el cargo que cada persona disponga para permitir o denegar el acceso a algún tipo de llamadas (interno, local, nacional, internacional o celular). Gracias a esta funcionalidad, las personas encargadas de la administración de la central telefónica pueden controlar el acceso a las líneas telefónicas y controlar el mal uso de las mismas.

La central HiPath 3800 cuenta con varias tarjetas telefónicas que brindan soporte para telefonía desde analógica hasta IP. Varias de estas tarjetas pueden soportar hasta 24 extensiones telefónicas según sea su tipo. Adicionalmente, la central cuenta con tarjetas para soportar enlaces troncales para permitir la comunicación tanto con las centrales secundarias como con la PSTN y las distintas operadoras celulares.

El soporte para múltiples tecnologías telefónicas permite que la central telefónica HiPath 3800 maneje distintos tipos de terminales. En la empresa se pueden encontrar múltiples tipos de terminales, desde genéricas hasta propietarias. En el caso de terminales telefónicas genéricas la central provee las funcionalidades más básicas como lo son el realizar y recibir llamadas. Por otro lado, las terminales telefónicas propietarias de SIEMENS (serie OptiPoint y OptiSet) permiten implementar múltiples funcionalidades, por ejemplo la identificación de llamadas, el desvío de llamadas, configuraciones de tonos, etc.

Con el paso del tiempo y con la inclusión de nuevas tecnologías, la empresa ha ido migrando sus terminales telefónicas a tecnología IP (en un porcentaje reducido). Esto con el fin de reducir el cableado telefónico existente e incorporar varias funcionalidades adicionales que las terminales IP proveen, además de aprovechar el cableado de datos ya establecido en la empresa.

Todas las llamadas que se originan desde la red de voz de la empresa hacia la PSTN o hacia la red celular se rigen al plan de numeración. En un inicio, todas las llamadas que se originaban en la empresa eran dirigidas a través de los enlaces telefónicos arrendados a CNT, lo que acarreaba en altos costos de consumo del servicio telefónico. Con el plan de numeración, cada llamada es identificada de acuerdo a los primeros dígitos del número marcado y redirigido según el tipo de llamada (local, celular, interprovincial, internacional) por una troncal determinada.

Actualmente, y debido al crecimiento continuo de la empresa, la central telefónica cuenta con un total de 300 extensiones telefónicas. Del total citado anteriormente, el 64% son extensiones telefónicas ocupadas y el restante 36% líneas disponibles.

Una DMZ es un segmento de red, físico o lógico, que contiene uno o varios servidores que necesitan ser accedidos desde una red externa y no confiable (por lo general Internet). Este segmento de red permite implementar un esquema de seguridad en el cuál los servicios críticos de la empresa, como lo son el correo, no se vean comprometidos debido a ataques externos.

Como parte inicial se definió tres segmentos de red para el intercambio de información: segmento interno, externo y DMZ. Todos los segmentos mencionados anteriormente se configuraron en el firewall ATFirewall siendo el segmento DMZ el único que se configuró como nuevo segmento.

Para el diseño del segmento DMZ se deben tomar en cuenta todos los servicios involucrados. En la empresa, el segmento DMZ ha sido orientado a proteger el servicio de correo electrónico debido a la importancia del mismo para todos los usuarios.

Con el fin de llevar a cabo con éxito la implementación del segmento DMZ se ha debido configurar todos los servidores DNS involucrados en el intercambio de correo electrónico. Estas configuraciones comprendieron tanto el servidor DNS interno, implementado en un servidor Linux, como el DNS externo provisto por la empresa Telconet, la cual provee del servicio de Internet a la empresa, y a través de la cual también se hace la entrega y recepción de correo electrónico en la Internet.

Como parte de la configuración de los equipos involucrados en la implementación del segmento DMZ se consideró la inclusión de un servidor de correo electrónico en dicho segmento que sirva para el envío y recepción de correo hacia y desde Internet. Además se instaló Lotus Domino con el fin de implementar un esquema de roles definidos por el software de servidor.

El esquema de roles que Lotus Domino ofrece basa su funcionamiento en dos servidores de correo configurados de la siguiente manera: Smart host y relay host. Este esquema permite intercambiar correo electrónico entre el segmento de red confiable (intranet) y el segmento DMZ con el fin de realizar el proceso de reenvío y recepción de correo. Este esquema es fundamental en el funcionamiento de la DMZ puesto que permite implementar esquemas de reenvío de correo electrónico sin definir rutas específicas en otros equipos ya que los servidores involucrados son los encargados de definir hacia que equipo se debe enviar los correos electrónicos.

La configuración que se realizó en el Firewall comprende en su mayoría permisos de acceso entre un segmento y otro ya que se debe permitir el paso solo de correo electrónico entre los segmentos involucrados. Puesto que todo el proceso de envío y recepción se lleva a cabo a través del protocolo SMTP, los permisos configurados en el firewall comprenden al puerto 25 y a las subredes vinculadas con cada segmento de red.

Las configuraciones de los servidores DNS, tanto interno como externo, permiten que el correo proveniente de Internet sea recibido por el servidor de correo

ubicado en el segmento DMZ y luego reenviado hacia el servidor interno. Además permite también que el correo originado en la red interna sea entregado al servidor de correo DMZ y luego reenviado hacia la Internet.

En cuanto al ancho de banda, se realizó un estudio de la ocupación de los enlaces de datos de Guayaquil y Alóag durante un mes. De este resultado se concluyó que el ancho de banda requerido para videoconferencia (mínimo 384 kbps) estaba temporalmente solventado debido a que el enlace de datos entre la Planta Industrial y la Regional de Guayaquil reportó un grado de utilización menor al 70% de la capacidad contratada.

En el análisis de opciones para la implementación del sistema de videoconferencia se tomaron en cuentas los siguientes aspectos: requerimientos establecidos por parte de la alta gerencia, requerimientos establecidos por el Departamento de Sistemas y el presupuesto disponible para la adquisición de la solución de videoconferencia. Del cumplimiento de la totalidad o la mayoría de los aspectos mencionados anteriormente depende la selección de la solución de videoconferencia.

Uno de los aspectos más importantes a tomar en cuenta en lo que se refiere a configuración de equipos es la configuración del firewall. Cada una de las opciones que fueron analizadas requiere crear permisos para los puertos que se utilizan en la comunicación.

Las sucursales que no cuentan con una conexión directa con la red de datos y telefonía de la empresa han tenido que invertir en enlaces externos para poder acceder a servicios que son vitales en el funcionamiento de la empresa tal como Baan, correo electrónico, etc. El acceso a dichos servicios se lo ha realizado a través de una conexión remota VPN establecida entre el firewall de la empresa y las PCs ubicadas en cada sucursal involucrada.

Dentro de las configuraciones que se realizaron en las PCs para habilitar la conexión remota VPN están la instalación del software cliente VPN provisto por AlphaTechnologies. Este cliente permite configurar parámetros tales como

dirección IP del firewall, certificado digital, el puerto y protocolo utilizado para establecer la conexión, con el fin de permitir que las sucursales de Loja y Machala puedan integrarse a la red de datos de la empresa.

Cada conexión remota VPN que se establece con el firewall de la empresa debe contar con su propio certificado digital. Cada certificado está configurado con parámetros tales como tipo de encriptación, tipo de autenticación, configuración de red para el cliente, con el fin de establecer una conexión segura entre la fuente (en este caso cada PC ubicada ya sea en Loja o Machala y configurada para conexión remota) y el destino (el firewall de la empresa). Dichos certificados son adquiridos por la empresa proveedora del servicio.

Con el fin de habilitar el servicio de telefonía en las sucursales que cuentan con una conexión remota VPN, se consideró la instalación del softphone OptiClient 130. Este software emula las funcionalidades de un teléfono físico y debido a su esquema propietario y de licenciamiento permite implementar funcionalidades tales como desvío de llamadas, directorio telefónico, etc.

Para el correcto funcionamiento de OptiClient 130 se configuró una extensión telefónica del tipo IP en la central HiPath 3800 haciendo correspondencia entre la dirección IP asignada al cliente a través del correspondiente certificado digital y el número de extensión designado para el teléfono OptiClient. Con estos datos, automáticamente el softphone obtuvo parámetros de configuración de la central telefónica y se habilitó para el uso de llamadas en la red telefónica de ADELCA.

4.2 RECOMENDACIONES

Como se mencionó en el capítulo 2, la empresa cuenta con dos departamentos independientes que administran por una parte lo relacionado a la infraestructura de datos y por otro lo referente a voz; en este contexto, se recomienda que debería existir una fusión de las dos áreas de tal manera que toda la infraestructura de comunicaciones (voz y datos) sea administrada desde una sola perspectiva lo cual conlleva a mejorar la gestión de los recursos.

Con el fin de mejorar el desempeño de la red en cuanto a conmutación, se recomienda reestructurar la red de datos en cuanto a equipos activos con el fin de poder cambiar el diseño plano que se maneja actualmente.

Actualmente el equipo que brinda el servicio de correo electrónico se halla saturado en cuanto a la utilización de procesador, RAM y disco duro. En este sentido, se recomienda aumentar estos recursos con el objetivo de mejorar el servicio que actualmente se ofrece.

En este proyecto se planteó e implementó un esquema de dominio basado en Active Directory de Microsoft. En este sentido es importante que las máquinas cliente cuenten con sistemas operativos acordes a esta implementación de tal manera que las configuraciones y aplicaciones de directivas que se planifique sean aplicables a los clientes; por tal motivo, es recomendable que se considere el migrar al menos a la versión XP a los usuarios que actualmente trabajan con Windows 95 o 98 ya que estos sistemas operativos no brindan la suficiente flexibilidad en cuanto a su uso en red.

Con el fin de facilitar la administración de los elementos pasivos de la red local de Alóag, es recomendable seguir la normativa de cableado estructurado en cuanto a identificación y etiquetado ya que actualmente muy pocos puntos cuentan con sus correspondientes etiquetas que permitan identificarlos.

Como se ha mencionado, cada PC ubicada en las sucursales tanto de Loja como de Machala ha sido habilitada para el uso del cliente VPN con el fin de permitir el acceso a los servicios que se prestan en la red de datos de la empresa. Cada conexión remota requiere de un certificado digital que permita negociar parámetros de conexión entre el cliente y el firewall. En este sentido, cada vez que una PC adicional requiera conectarse a la red de datos, necesitará de su correspondiente certificado digital que por supuesto tiene su costo. En la situación actual de la empresa, y al tenerse pocos computadores que requieren acceso a la

red de la empresa, los costos de la adquisición de certificados digitales han sido bajos. En la posible situación de un crecimiento considerable de computadores, la inversión en cuanto a la compra de certificados será significativamente superior por lo que se recomienda establecer un esquema de conexión VPN site to site. Este tipo de esquema permite enlazar a través de una conexión VPN dos subredes con el fin de permitir un número mayor de conexiones sin la necesidad de adquirir un certificado por computador.

En la fase de instalación del software OptiClient 130 se procedió a la instalación del mismo en un sistema operativo de 64 bits. En las partes iniciales de instalación no hubo mayor inconveniente por lo que se concluyó de forma tempranera que el software funciona en una arquitectura de 64 bits. Al momento de realizar la configuración de ajustes en el softphone se observó la deshabilitación de todas las opciones de configuración, por lo que altamente recomendable instalar el softphone en un sistema operativo de 32 bits.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Índice	
[1]	http://world-of-dino.blogspot.com/2007/02/modelo-osi-y-modelo-tcpip.html , disponible el 21 de agosto de 2010.
[2]	http://www.pulsewan.com/data101/ethernet_basics.htm , disponible el 21 de agosto de 2010.
[3]	VINUEZA Mónica, “Folleto de Redes de Área Local”, Marzo 2009, EPN.
[4]	http://www.zero13wireless.net/foro/showthread.php?88-Que-es-el-Wireless-%F3-WLAN , disponible el 18 de diciembre de 2010.
[5]	SINCHE Soraya, “Folleto de Redes de Área Extensa”, Septiembre 2009, EPN.
[6]	http://www.cisco.com/en/US/products/hw/wireless/ps430/prod_technical_reference09186a0080144498.html , disponible el 12 de septiembre de 2010
[7]	http://www.memoireonline.com/07/08/1359/m_extensions-simulateur-omnet-transmission-multimedia-reseaux-ieee-802-117.html , disponible el 20 de septiembre de 2010
[8]	http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11n , disponible el 4 de septiembre de 2010.
[9]	http://www.siemon.com/us/standards/09-06-10-update-568-c.asp , disponible el 29 de mayo de 2011.
[10]	http://www.ipref.info/2009/06/tiaeia-568-b.html , disponible el 28 de agosto de 2010.
[11]	Cisco Systems, Curricula CCNA1: Aspectos básicos de networking, capítulo 2: Comunicación a través de la red
[12]	Cisco Systems, Curricula CCNA1: Aspectos básicos de networking, capítulo 3: Protocolos y funcionalidad de la capa aplicación
[13]	http://www.segu-info.com.ar/firewall/firewall.htm , Disponible el 12 de septiembre de 2010
[14]	http://www.monografias.com/trabajos33/estandar-voip/estandar-voip.shtml , Disponible el 12 de septiembre de 2010.
[15]	Descripción del software de gestión de RRHH E-volution, E-VOLUTION, octubre 2010.
[16]	SIEMENS S.A., “HiPath 3000 v5.0.pdf”, Julio 2007
[17]	PÉREZ Luis, LastLoad.KDS (ADELCA ALOAG), Septiembre 2010
[18]	GALABAY Gladys, NARVÁEZ Jorge, "Diseño de una red telefónica utilizando el servidor de comunicaciones HIPATH 3000 con integración wireless para las aplicaciones de voz y datos de la empresa Industrias Guapán", Febrero 2009, EPN.
[19]	PÉREZ Luis, “Manual de operaciones HiPath 3800 - ADELCA C.A”, Noviembre 2008.
[20]	http://www.siemens.com.mx/Ic/Data/OptiPoint%20500.pdf , disponible el 09 de enero del 2011.

[21]	http://centrales-telefonicas.com/catalogo/product_info.php?manufacturers_id=26&products_id=144 , disponible el 09 de enero de 2011.
[22]	http://www.microsoft.com/latam/softlegal/sam/lic_cal.msp , disponible el 15 de enero de 2011.
[23]	http://www.iponline.com.ar/es/telefonaiip.php , disponible el 6 de noviembre de 2010.
[24]	RUSSEL Charlie, CRAWFORD Sharon, GEREND Jason, "Microsoft Windows Server 2003 Administrator Companion", año 2003, editorial Microsoft Press, Toronto, Canadá
[25]	http://art-phone.net/r_3193_siemens-s30810-q2225-x-slmae-.html , disponible el 06 de enero del 2011
[26]	http://www.its-tel.com/index.php?Itemid=94&option=com_zoo&view=item&category_id=1&item_id=7 , disponible el 20 de diciembre de 2010.
[27]	http://www.globalpc.net/telecom/PDFS/Data_Sheet_Optiset_E_Phones_esp.pdf , disponible el 09 de enero del 2011
[28]	http://locutorios.alomaximo.com/cabinas-telefonicas/lista-de-prefijos-usados-en-cabinas-telefonicas-en-ecuador/ , disponible el 09 de enero del 2011
[29]	http://www.telefoniadelsureste.com/45501/siemens/optipoint410.pdf , disponible el 10 de enero de 2011
[30]	http://www.digitalcenter.cl/documento/1/presentacion-siemens-hipath-3000 , disponible el 10 de enero de 2011
[31]	http://mfcom.es/manuales%20usuario/DG1_Office_v22.pdf , disponible el 10 de enero de 2011
[32]	http://mxtoolbox.com/SuperTool.aspx?action=mx%3ahotmail.com , disponible el 8 de marzo de 2011.
[33]	http://mxtoolbox.com/SuperTool.aspx?action=mx%3aadelca.com , disponible el 8 de marzo de 2011.