



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

REDISEÑO DE UNA RED MULTISERVICIOS PARA LA EMPRESA
ELABORADOS CÁRNICOS SA

“Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos
para optar por el título de Ingenieros en Redes y Telecomunicaciones.”

Profesor Guía

Ing. Mario Andrés Jaramillo Astudillo

Autores

Paulina Elizabeth Acurio Parra

Miguel Bayardo Altamirano Serrano

Año

2015

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con los estudiantes, orientando sus conocimientos para un adecuado desarrollo del tema escogido, y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

.....

Mario Andrés Jaramillo Astudillo

Ingeniero Electrónico

CI: 0102424207

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaramos que este trabajo es original, de nuestra autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

.....
Paulina Elizabeth Acurio Parra
CI: 0502508294

.....
Miguel Bayardo Altamirano Serrano
CI: 1711807527

AGRADECIMIENTO

A Dios por todas las bendiciones que derrama sobre mí y por la fuerza que me brinda para seguir adelante.

A mis padres por todo el amor y el apoyo que me han brindado a lo largo de mi vida.

A nuestro profesor guía Ing. Mario Andrés Jaramillo por todos los consejos y paciencia a lo largo de la realización de este proyecto.

Paulina

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por todas las bendiciones a lo largo de mi vida, a mi familia por todo el apoyo que siempre me han brindado, a los ingenieros y tutores por compartir su conocimiento y experiencias, un agradecimiento especial al Ing. Ángel Jaramillo por brindarme la oportunidad de hacer posible este sueño y finalmente al Ing. Mario Jaramillo por sus conocimientos y paciencia a la hora de guiarnos durante este proyecto de titulación.

Miguel

DEDICATORIA

A mis padres y hermano a quienes amo.

A mi abuelita que está en el cielo.

Paulina

DEDICATORIA

A mi hijo, madre, tía y abuela por todo
el amor y creer en mí.

Miguel

RESUMEN

El presente escrito constituye una evidencia del trabajo que se realizó para optar por el título de Ingeniero en Redes y Telecomunicaciones ofertado por la Universidad de las Américas, en el mismo, se planteó el objetivo de estudiar y rediseñar la red de información con la que cuenta la empresa Elaborados Cárnicos S.A. unificando sus cuatro sedes ubicadas en tres provincias distintas y brindar la oportunidad de optimizar sus operaciones y procesos de negocio a través de una de red multiservicios que cuente con todos los estándares de calidad y seguridad.

El estudio y rediseño de la red involucró la aplicación de todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la trayectoria estudiantil y de igual manera la investigación de tópicos nuevos que pusieron a prueba la capacidad personal de autoaprendizaje de los autores de este demandante proyecto de titulación.

Durante el desarrollo de este proyecto se hará un recorrido identificando los pasos para el diseño de una red multiservicios donde: el marco teórico nos proporcionará los conocimientos básicos que deben estar claros para selección de las tecnologías, el análisis de situación inicial el cual brindará una idea clara del estado actual de la red de comunicación, el diseño de la red donde se evidenciará y materializarán los conocimientos adquiridos y finalmente, conclusiones y recomendaciones fruto del esfuerzo y dedicación a este propósito.

ABSTRACT

The following written is an evidence of the work performed to get the official degree in Networking and telecommunications ingeneer offered by Univeridad de las Americas where, the primary objective is to study and redesign the Elaborados Carnicos S.A.'s current communication network unifying its four campuses located in three different provinces and provide the opportunity to optimize their business operations and processes through a multiservice network that has all the standards of quality and safety.

The study and network redesign involved the application of all the knowledge acquired throughout the student experience and the research of new topics tested the personal capabilities of self-learning of the authors of this demanding project degree.

During the development of this project the steps for designing a multi-services network will be identifying: first chapter "Theoretical Framework" will provide the basic knowledge that must be clear in order to have the correct criteria for the selection of the technologies, second chapter "Initial Situation Analysis" which must show a clear panorama of the current state of the communication network, third chapter "network design" in which the knowledge gained over this journey will be make evident and finally, conclusions and recommendations result of effort and dedication to this purpose.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
1 CAPITULO I: MARCO TEÓRICO	2
1.1. Red de Información	2
1.1.1. Red de Comunicación:.....	2
1.1.2. Ventajas de las redes:.....	2
1.2. Sistema de Cableado Estructurado.....	3
1.2.1. Sistema de Cableado Estructurado.....	3
1.2.2. Estándares:.....	3
1.2.3. Elementos del sistema de cableado estructurado:.....	4
1.3. Subsistemas del cableado estructurado.....	5
1.3.1. Subsistema Horizontal:	5
1.3.2. Subsistema Vertical:	5
1.3.3. Sistema Puesta a tierra:.....	5
1.4. Diseño de una Red.....	5
1.4.1. Metodología para el desarrollo de una red.....	6
1.4.2. <i>Network Blueprints</i> (Planos de la Red).....	7
1.4.3. Modelo de red Jerárquica.....	8
1.4.4. Capas del modelo Jerárquico:.....	8
1.5. Tecnología de Red <i>Ethernet</i>	9
1.5.1. Historia de <i>Ethernet</i> :	9
1.5.2. <i>Ethernet</i> :.....	10
1.5.3. <i>FastEthernet</i> :.....	11
1.5.4. <i>Gigabit Ethernet</i> :	11
1.5.5. Trama <i>Ethernet</i>	12
1.6. Direccionamiento IP	12
1.6.1. Esquema jerárquico del direccionamiento IP:	13
1.6.2. Cabecera IP (Calidad de Servicio, QoS).....	13
1.6.3. Direccionamiento de red:	14

1.6.4.	IPv6 (<i>Internet Protocol Version 6</i>)	16
1.6.4.1.	Ventajas de IPv6:	17
1.7.	Redes LAN	17
1.7.1.	Medios de Transmisión:	18
1.7.2.	Componentes de una red LAN.....	19
1.8.	Redes WLAN.....	19
1.8.1.	Elementos de una red WLAN.....	20
1.8.2.	Seguridad en las redes inalámbricas	21
1.8.3.	Velocidad	21
1.9.	Redes WAN	22
1.9.1.	Tipos de red WAN.....	22
1.9.2.	Redes Orientadas a conexión:	23
1.9.3.	Redes No orientadas a conexión:	23
1.9.4.	Topologías de red	24
1.9.5.	Principal Medio de transmisión	25
1.10.	MPLS.....	26
1.10.1.	Protocolo MPLS	26
1.10.2.	Características de MPLS.....	27
1.10.2.1.	Soporte multiprotocolo	28
1.10.2.2.	Ingeniería de tráfico	28
1.10.2.3.	Soporte de redes virtuales privadas.....	29
1.10.2.4.	Soporte de QoS con múltiples clases de servicio	29
1.10.3.	Funcionamiento MPLS.....	29
1.10.4.	Dominio MPLS	30
1.10.5.	MPLS Redes privadas virtuales	31
1.11.	VLANs	31
1.11.1.	Beneficios de las VLANs.....	31
1.11.2.	Rangos de las VLANs	32
1.11.3.	Estándar 802.1Q	32
1.12.	Voz sobre IP (VoIP).....	33
1.12.1.	Componentes de la VoIP	33

1.12.2.	Tipos de transmisión de voz.....	37
1.12.3.	Modelo de protocolos de internet y protocolos usados en VoIP	38
1.12.4.	Principales problemas de la VoIP	38
1.12.5.	Ancho de Banda en la VoIP	40
1.12.6.	Seguridad VoIP	40
1.13.	Video	41
1.13.1.	Formato de video:	41
1.13.2.	Video Vigilancia:.....	42
1.13.3.	Video en las redes convergentes	42
1.14.	Seguridad de las redes.....	45
1.14.1.	Ataques:.....	45
1.14.2.	Herramientas de Seguridad:	48
1.15.	Calidad de Servicio en la Redes de conmutación (QoS)	51
1.15.1.	Antecedentes	52
1.15.1.1.	<i>IP Precedence y Type of Service</i>	52
1.15.2.	Modelos de Calidad de Servicio	53
1.15.2.1.	Modelo de Servicios Integrados.....	53
1.15.2.2.	Modelo de Servicios Diferenciados.....	54
1.15.2.3.	Clase de Servicio	57
1.15.3.	Método de clasificación del tráfico	58
1.15.4.	Método marcado de tráfico.....	59
1.15.5.	Manejo de congestión de paquetes	62
1.15.5.1.	Encolamiento FIFO (<i>First In, First Out</i>)	62
1.15.5.2.	Encolamiento PQ (<i>Priority Queuing</i>).....	63
1.15.5.3.	Encolamiento CQ (<i>Custom Queuing</i>).....	65
1.15.5.4.	Encolamiento WFQ (<i>Weighted Fair Queuing</i>).....	66
1.15.5.5.	Encolamiento CBWFQ (<i>Class Based Weighted Fair Queuing</i>).....	68
1.15.5.6.	Encolamiento LLQ (<i>Low Latency Queuing</i>)	70
1.15.6.	Evasión de congestión	71
1.15.6.1.	<i>Trail Drop</i>	71

1.15.6.2.	RED (<i>Random Early Detection</i>)	72
1.15.6.3.	WRED (<i>Weighted Random Early Detection</i>)	74
1.16.	Administración de las redes	76
1.16.1.	La Importancia	76
1.16.2.	Integrantes de la administración de redes.....	76
2	CAPITULO II: SITUACION ACTUAL DE LA RED.....	78
2.1.	Antecedentes de CARNI S.A.....	78
2.1.1.	Misión.....	78
2.1.2.	Visión	78
2.1.3.	Historia.....	78
2.1.4.	Política de calidad	79
2.1.5.	Organigrama	81
2.1.6.	Ubicación Geográfica	85
2.2.	Red de Datos	89
2.2.1.	Rangos de direcciones IP de la empresa.....	89
2.2.2.	Planta de Procesamiento (Latacunga)	90
2.2.3.	Oficina Matriz (Quito)	109
2.2.4.	Oficina de Distribución (Guayaquil)	132
2.2.5.	Granja Porcina (Latacunga)	150
2.2.6.	Descripción de la red WAN proporcionada por un proveedor de este servicio.	157
2.3.	Aplicaciones (Global).....	158
2.3.1.	Office:.....	158
2.3.2.	Vmware	159
2.3.3.	Aplicaciones de sistemas de mejoramiento continuo	159
2.3.4.	Apoyo	159
2.3.5.	Oracle.....	159
2.3.6.	McAfee	160
2.3.7.	AQTC	160
2.3.8.	Pig Chan care	160
2.3.9.	Paccess.....	160

2.3.10.	LCF	160
2.3.11.	Formulador Excel	161
2.3.12.	MobilVendor	161
2.3.13.	MobilCensus	161
2.3.14.	Sistema Administrativo Financiero NAF	161
2.3.15.	Sistemas Total Production (TPM)	164
2.4.	Descripción del funcionamiento de las aplicaciones	165
3	CAPITULO III: DISEÑO DE LA RED.....	170
3.1	Introducción	170
3.2	Planteamiento de requerimientos para la red multiservicios.....	170
3.2.1	Requerimientos de Datos.....	171
3.2.2	Requerimientos de voz	171
3.2.3	Requerimientos de Video.....	172
3.2.4	Requerimientos de cableado estructurado.....	172
3.2.5	Determinación de Tasa de crecimiento de la red.....	172
3.3	Selección del modelo de la red	172
3.4	Selección de la tecnología de la red.....	173
3.5	Selección de la topología de la red	173
3.6	Diseño de la red pasiva	173
3.6.1	Fábrica de procesamiento.....	174
3.6.2	Granja porcina.....	196
3.7	Diseño de la red activa	205
3.7.1	Estaciones de trabajo.....	205
3.7.2	Servidores	206
3.7.3	Equipos activos de la red	206
3.7.4	Telefonía IP.....	211
3.7.5	Sistema de video vigilancia IP.....	215
3.7.6	Flujo de datos de aplicaciones sobre la red WAN.....	219
3.8	Diseño de la red inalámbrica	221

3.8.1	Acceso a Internet	222
3.8.2	Capacidad de acceso a internet de la red inalámbrica.....	222
3.8.3	Ubicación de los puntos de acceso inalámbricos (AP) en cada una de las sedes	223
3.9	Diseño lógico de la red	225
3.9.1	Diseño y distribución de VLANS	225
3.9.2	Plan de direccionamiento IP.....	226
3.10	Diseño de QoS (Calidad de servicio)	231
3.10.1	Elección del modelo de Calidad de Servicio (QoS).....	231
3.10.2	Justificación de selección de parámetros y métodos para QoS.....	233
3.10.3	Configuración de las políticas de QoS	239
3.11	Dimensionamiento de la red WAN	241
3.11.1	Ubicación de las sedes	241
3.11.2	Análisis de Tráfico.....	241
3.11.3	Planteamiento de Topología	241
3.11.4	Planteamiento Ancho de banda	242
3.11.5	Selección de la Tecnología	244
3.11.6	Costo.....	244
3.11.7	Fortalecimiento de la seguridad de routers y switches.....	246
4	CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	249
4.1	Conclusiones.....	249
4.2	Recomendaciones.....	250
	REFERENCIAS.....	253
	ANEXOS	256

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Clases de direcciones IPv4	15
Figura 2: MPLS en el modelo OSI.....	27
Figura 3: Modelo de protocolos de internet y protocolos usados en VoIP.....	38
Figura 4: Paquete perdido que corresponde a un cuadro de referencia	44
Figura 5. Type of Service	60
Figura 6: <i>First In, First Out (FIFO)</i>	62
Figura 7: Encolamiento <i>Priority Queuing</i>	64
Figura 8: Encolamiento <i>Custom Queuing</i>	66
Figura 9: Encolamiento <i>Weighted Fair Queuing</i> . Tomado de H3C Technologies Co, 2015.....	68
Figura 10: Encolamiento <i>Class Based Weighted Fair Queuing</i>	69
Figura 11: Encolamiento de baja latencia con CBWFQ.	70
Figura 12: Explicación grafica de " <i>Trail Drop</i> "	72
Figura 13: Perfiles de descarte en RED	73
Figura 14: Flujo de funcionamiento de WRED, Cisco <i>Implement the DiffServ QoS Model</i>	75
Figura 15: Organigrama Planta de balanceados.	81
Figura 16: Organigrama Granja Porcina.....	82
Figura 17: Organigrama ECARNI S.A.	83
Figura 18: Organigrama FC (Fabricación y comercialización).....	84
Figura 19: Ubicación de la Fábrica de Producción en la ciudad de Latacunga	85
Figura 20: Ubicación de la Granja Porcina en la ciudad de Latacunga	86
Figura 21: Ubicación de la oficina matriz en la ciudad de Quito	87
Figura 22: Ubicación de la Oficina de distribución y ventas en la ciudad de Guayaquil	88
Figura 23: Diagrama de comunicaciones de la empresa	89
Figura 24: Diagrama de red fábrica de procesamiento	90
Figura 25: Switch de acceso	91
Figura 26: Diagrama de distribución.....	91

<i>Figura 27:</i> Plano de la planta de procesamiento con señalética de los puntos de voz, datos y cámaras de seguridad	92
<i>Figura 28:</i> Plano del área administrativa en la fábrica de procesamiento con la señalética de puntos de voz y datos	93
<i>Figura 29:</i> Cuarto de Telecomunicaciones de la fábrica de procesamiento	95
<i>Figura 30:</i> Diagrama de red de la fábrica de procesamiento.....	97
<i>Figura 31:</i> Generado por el sniffer Wireshark filtrado por protocolo en escala automática.....	98
<i>Figura 32:</i> Generado por el sniffer Wireshark en una escala logarítmica para identificar fácilmente todos los flujos de interés.	99
<i>Figura 33:</i> Generado por el sniffer Wireshark en escala automática.....	100
<i>Figura 34:</i> Generado por el <i>sniffer Wireshark</i> en escala Logarítmica.....	101
<i>Figura 35:</i> Central telefónica Panasonic KX-TDA100.....	102
<i>Figura 36:</i> Central Telefónica de la fábrica de procesamiento	103
<i>Figura 37:</i> Switch Departamento médico sin etiquetado y expansión de la red	104
<i>Figura 38:</i> Punto de red actual en la fábrica de procesamiento	104
<i>Figura 39:</i> Muestra el cableado horizontal extendiéndose por el techo falso y bajando por canaletas plásticas	105
<i>Figura 40:</i> Puntos de red sin etiquetado.....	105
<i>Figura 41:</i> Accesos Biométricos, izquierda: Lectora de huellas digitales, derecha Tarjeta RFID.	108
<i>Figura 42:</i> Cámaras de circuito cerrado de tv. Cámara 360° (izq.) y cámara estática (der.).....	108
<i>Figura 43:</i> Conexión de DVR Hik-Vision DS-7316HI-S en el cuarto de equipos.....	109
<i>Figura 44:</i> Diagrama de red de las oficinas de Quito.	110
<i>Figura 45:</i> Proyector IP y Access Point	111
<i>Figura 46:</i> Plano de la planta baja 1 de la oficina matriz con la señalética de puntos de voz, datos y cámaras de seguridad.	112
<i>Figura 47:</i> Plano de la planta baja 2 de la oficina matriz con la señalética de puntos de voz, datos y cámaras de seguridad.	113

Figura 48: Plano de la planta baja 3 de la oficina matriz con la señalética de puntos de voz, datos y cámaras de seguridad.	114
Figura 49: Plano de la planta baja 4a de la oficina matriz con la señalética de puntos de voz, datos y cámaras de seguridad.	115
<i>Figura 50:</i> Plano de la planta baja 4b de la oficina matriz con la señalética de puntos de voz, datos y cámaras de seguridad.	116
Figura 51: Plano de la planta alta 1 de la oficina matriz con la señalética de puntos de voz, datos y cámaras de seguridad.	116
Figura 52: Plano de la planta alta 2 de la oficina matriz con la señalética de puntos de voz, datos y cámaras de seguridad.	117
Figura 53: MDF de las instalaciones de Quito (oficina matriz), racks para servidores (izq.) y telecomunicaciones (der.)	119
Figura 54: Acometida del servicio de internet provisto por Telefónica.	120
Figura 55: Diagrama de red de la sede principal (Quito)	121
Figura 56: Proporcionado por el sniffer Wireshark en escala logarítmica.	122
Figura 57: Proporcionado por el sniffer Wireshark en escala automática.	123
Figura 58: Proporcionado por el sniffer Wireshark en escala logarítmica.	124
Figura 59: Proporcionado por el sniffer Wireshark filtrado por protocolos, donde se muestra el mayor pico de tráfico tcp alrededor de las 21:00 horas en escala numérica.	125
Figura 60: Proporcionado por el sniffer Wireshark filtrado por protocolos en escala numérica, donde se muestra un pico de trafico alto pero moderador alrededor de las 19:30 horas.....	125
Figura 61: Proporcionado por el sniffer Wireshark filtrado por protocolos en escala numérica, donde se muestra picos de tráfico a lo largo del horario normal de la jornada laboral.	126
Figura 62: Central telefónica Panasonic: Kx Td1232bx 8ext digital super hybrid system 16slc.	126
Figura 63: Distribución desde el patchpanel hacia los distintos puntos de voz.	127
Figura 64: Conexión de la central telefónica Panasonic.....	128
Figura 65: Sistema de etiquetado en los puntos de la red.....	129

Figura 66: Enlace del backbone llegando al patchpanel por cable UTP CAT 6A.....	130
Figura 67: Control de acceso biométrico Quito (Oficina matriz).	131
Figura 68: Cámara HikVision instalada en la recepción (planta baja)	132
Figura 69: Diagrama de red de las oficinas de Guayaquil.	133
Figura 70: Fachada lateral de la oficina de distribución de Guayaquil.	134
Figura 71: Fachada frontal de la oficina de distribución de Guayaquil.	134
Figura 72: Plano de la oficina de distribución de Guayaquil.....	135
Figura 73. Plano de la sede Guayaquil dividido por secciones	136
Figura 74: Oficina de distribución de Guayaquil Sección 1.	137
Figura 75: Oficina de distribución de Guayaquil Sección 2.	137
Figura 76. Oficina de distribución de Guayaquil Sección 3.	138
Figura 77: Oficina de distribución de Guayaquil Sección 4.	139
Figura 78: Rack Principal del cuarto de servidores oficina Guayaquil.....	140
Figura 79: Acometida del servicio de internet provisto por Telefónica.	141
Figura 80: Proporcionado por el sniffer Wireshark en escala numérica filtrado por protocolos.....	142
Figura 81: Proporcionado por el sniffer Wireshark en escala logarítmica para facilitar la identificación de las aplicaciones.	143
Figura 82: Proporcionado por el sniffer Wireshark en escala automática.	143
Figura 83: Uso de ancho de banda para aplicaciones con uso de base de datos en escala logarítmica.....	144
Figura 84: Central telefónica Panasonic KX-TEM824	145
Figura 85: Enlace del backbone llegando al patch pannel por cable UTP CAT 6A.....	147
Figura 86: Servidor y sistema de video vigilancia.....	149
Figura 87: Control de acceso biométrico.....	149
Figura 88: Plano de la sede Granja Porcina.....	150
Figura 89: Rack Principal de la granja porcina.	151
Figura 90: Proporcionado por el <i>sniffer WireShark</i> en una escala logarítmica.....	152

Figura 91: Proporcionado por el <i>sniffer WireShark</i> en una escala automática.....	153
Figura 92: Proporcionado por el <i>sniffer WireShark</i> en una escala logarítmica.....	154
Figura 93: Rack Granja Porcina, Conexiones de red.	155
Figura 94: WIRE LESS Linksys. Punto de datos no señalado.....	156
Figura 95: Diagrama de comunicaciones entre sedes de la empresa y direccionamiento IP	157
Figura 96: Diagrama de servidores de la sede matriz en Quito.....	166
Figura 97: Diagrama de la empresa para el uso del servidor de aplicaciones.....	167
Figura 98: Diagrama de la empresa para el uso del servidor de la aplicación móvil (MOVIL VENDOR).	167
Figura 99: Diagrama de servidores de la fábrica de procesamiento.	168
Figura 100: Diagrama de servidores de la fábrica de procesamiento.	168
Figura 101: Diagrama de servidores de la fábrica de procesamiento.	169
Figura 102: Diseño de puntos en el área administrativa	175
Figura 103: Diseño y resumen de puntos del área de producción de la fábrica de procesamiento	177
Figura 104: Diagrama con división por áreas por cuarto de telecomunicaciones	180
Figura 105: Diagrama con las distancias máximas para el cálculo de rollos de cable	181
Figura 106: Diagrama del subsistema vertical de la fábrica de procesamiento.....	182
Figura 107: Diagrama de enrutamiento del área administrativa.....	185
Figura 108: Diagrama de enrutamiento del área de producción.....	187
Figura 109: Diagrama de enrutamiento de carrilera plástica del área de producción.....	188
Figura 110: Ubicación del cuarto de telecomunicaciones secundario (color verde) en la planta de producción.	191

Figura 111: Ubicación del cuarto principal de telecomunicaciones en las oficinas de administración de la fábrica de procesamiento.	192
Figura 112: Diagrama de puntos de red y datos	197
Figura 113: Descripción de la cobertura del cuarto de Comunicaciones.....	198
Figura 114: Diagrama ubicación del punto más distante en el plano.	198
Figura 115: Tendido de escalerilla metálica.	200
Figura 116: Tendido de carrilera plástica.	201
Figura 117: Ubicación del cuarto de telecomunicaciones en la granja porcina.....	203
Figura 118: Trama Ethernet	212
Figura 119: Distribución de las cámaras IP en la fábrica de procesamiento. .	216
Figura 120: Distribución de las cámaras IP en la granja porcina.....	216
Figura 121: Ubicación de AP en la granja porcina	223
Figura 122: Ubicación de los APs en la fábrica de procesamiento.....	224
Figura 123: Captura de VLSM (CIDR) Subnet Calculator	226
Figura 124: Descripción del enlace con el proveedor Movistar	242
Figura 125: Diagrama de comunicaciones	245
Figura 126: Red de la empresa ECARNI S.A. simulado con el programa Packet Tracer	270
Figura 127: Comando show vlan en el switch GRN-ALL.....	274
Figura 128: Comando show interfaces fastethernet 0/7 switchport en el switch GRN-ALL.....	275
Figura 129: Comando show interfaces fast Ethernet 0/1 switchport en el switch GRN-ALL.....	276
Figura 130: Comando show mls qos interface fastEthernet 0/1 en el switch GRN-ALL.....	277
Figura 131: Comando show access-list en router UIO	279
Figura 132: Comando show class-map en el router R-UIO.....	280
Figura 133: Comando show policy-map en el router R-UIO	281

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Trama Ethernet.....	12
Tabla 2: Cabecera IP	13
Tabla 3: Rango de direcciones para las clases de IPv4.....	16
Tabla 4: Rangos de IPs privadas.	16
Tabla 5: Valores aceptables para una buena calidad de voz	40
Tabla 6: problemas en la compresión de video.	43
Tabla 7: Valores y Descripción del campo TOS del octeto <i>Type of Service</i>	52
Tabla 8: <i>IP Precedence</i>	53
Tabla 9: Información es insertada en el campo denominado DS (Differentiated Services).	55
Tabla 10: Bit menos significativo de ECN.....	55
Tabla 11: Grupos de categorías de DSCP.	55
Tabla 12: Posibilidad de descarte.	56
Tabla 13: Descripción de los posibles valores para las clases en el DSCP.	57
Tabla 14: Ventajas y desventajas ACLs vs NBAR	58
Tabla 15: Descripción de PHB (Per hop behavior) típica DSCP	60
Tabla 16: Valores del campo DSCP.....	61
Tabla 17: Rangos de direcciones IP de la empresa	89
Tabla 18: Resumen de puntos de la planta de procesamiento.....	93
Tabla 19: Resumen de puntos del área administrativa de la fábrica de procesamiento.	94
Tabla 20: Resumen del total de puntos de voz, datos y cámaras dentro de las instalaciones de la fábrica de procesamiento.	94
Tabla 21: Diagrama de elevación actual en la fábrica de procesamiento.	95
Tabla 22: Descripción de las aplicaciones críticas en la fábrica de procesamiento y el puerto que utilizan para su comunicación.	98
Tabla 23: Uso de ancho de banda por aplicación, se obtuvo una media aproximada según la captura en escala logarítmica.....	100
Tabla 24: Características de la Central Panasonic KX-TDA100.....	102
Tabla 25: Equipamiento informático de red de la fábrica de procesamiento. .	106

Tabla 26: Servidores de la fábrica de procesamiento.	107
Tabla 27: Resumen de puntos de voz y datos en la planta baja 1 de la oficina matriz.	112
Tabla 28: Resumen de puntos de voz y datos en la planta baja 2 de la oficina matriz.	113
Tabla 29: Resumen de puntos de voz y datos en la planta baja 3 de la oficina matriz.	115
Tabla 30: Resumen de puntos de voz y datos en la planta baja 4a de la oficina matriz.	115
Tabla 31: Resumen de puntos de voz y datos en la planta baja 4b de la oficina matriz.	116
Tabla 32: Resumen de puntos de voz y datos en la planta alta 1 de la oficina matriz.	117
Tabla 33: Resumen de puntos de voz y datos en la planta alta 2 de la oficina matriz.	117
Tabla 34: Resumen total de puntos de voz y datos de la oficina matriz.	118
Tabla 35: Diagrama de elevación actual del MDF de la oficina matriz.	119
Tabla 36: Diagrama de elevación actual del SDF de la oficina matriz.	120
Tabla 37: Descripción del uso de ancho de banda de las aplicaciones críticas en la oficina Matriz en la ciudad de Quito.	123
Tabla 38: Características de la central telefónica.	127
Tabla 39: Equipamiento informático de red de la oficina matriz.	130
Tabla 40: Servidores de red de la oficina matriz.	131
Tabla 41: Resumen de puntos de voz y datos en la Sección 2 de la oficina Guayaquil.	137
Tabla 42: Resumen de puntos de voz y datos en la Sección 2 de la oficina Guayaquil.	138
Tabla 43: Resumen de puntos de voz y datos en la Sección 3 de la oficina Guayaquil.	138
Tabla 44: Resumen de puntos de voz y datos en la Sección 4 de la oficina Guayaquil.	139
Tabla 45: Resumen total de puntos de voz y datos de la oficina Guayaquil. .	139

Tabla 46: Diagrama de elevación del MDF en la oficina de Guayaquil.	141
Tabla 47: Descripción del uso de ancho de banda de las aplicaciones críticas en la oficina de distribución en la ciudad de Guayaquil.....	144
Tabla 48: Características de la central telefónica Panasonic KX-TEM824.....	146
Tabla 49: Equipamiento informático de red de la oficina de distribución Guayaquil.	148
Tabla 50: Servidores de red de la oficina de distribución Guayaquil	148
Tabla 51: Resumen de puntos de voz y datos de la granja porcina	150
Tabla 52: Diagrama de elevación de la granja porcina	151
Tabla 53: Descripción del tráfico promedio por aplicación en la sede Granja porcina.	153
Tabla 54: Equipamiento informático de red de la oficina de la granja porcina.....	156
Tabla 55: Servidor de red de la oficina de la granja porcina.....	156
Tabla 56: Factor de calidad de servicio	158
Tabla 57: Puntos del área administrativa de la fábrica de procesamiento.	176
Tabla 58: Puntos del área de producción de la fábrica de procesamiento.	178
Tabla 59: Resumen de puntos de la fábrica de procesamiento.....	178
Tabla 60: Distancias máximas y mínimas	182
Tabla 61: Resumen del área de usuario de sede fábrica de procesamiento..	189
Tabla 62: Resumen del subsistema horizontal.....	189
Tabla 63: Diagrama de elevación para el cuarto de comunicaciones MDF/SDF ubicado en el área administrativa de la fábrica.....	193
Tabla 64: Diagrama de elevación para el cuarto de comunicaciones secundario (SDF), ubicado en el sector de producción de la fábrica.....	193
Tabla 65: BOM Totalizado de la Fábrica de procesamiento.....	194
Tabla 66: BOM del cuarto de comunicaciones.....	195
Tabla 67: Resumen de puntos de red y datos.....	197
Tabla 68: Distancias máximas y mínimas.	199
Tabla 69: Resumen del área de usuario.....	202
Tabla 70: Resumen del subsistema horizontal.....	202

Tabla 71: Diagrama de elevación.....	203
Tabla 72: Bon de la granja porcina.....	204
Tabla 73: BOM del cuarto de telecomunicaciones.	205
Tabla 74: Requerimiento de switches de acceso por sede.	207
Tabla 75: Requerimiento de switches de distribución por sede.....	208
Tabla 76: Características del códec G.729.....	212
Tabla 77: Capacidad requerida actual [Kbps].....	213
Tabla 78: Plan de telefonía por sede (Plan de división de extensiones)	213
Tabla 79: Requerimiento de teléfonos IP por sede	215
Tabla 80: Requerimiento de cámaras IP.	217
Tabla 81: Descripción de uso del canal correspondiente a todas las aplicaciones críticas de software.	220
Tabla 82: Descripción de la sumatoria de uso de ancho de banda correspondiente a todas las aplicaciones críticas de software que harán uso del canal WAN de 4Mbps.	220
Tabla 83: Detalle de uso del canal por aplicación de red	221
Tabla 84: Detalle de la totalidad de uso del canal por aplicación de red.....	221
Tabla 85: Descripción del uso del canal WAN.....	221
Tabla 86: Características principales del estándar IEEE 802.11a.....	222
Tabla 87: Distribución de las VLANs	225
Tabla 88: Direccionamiento IP para la sede matriz	227
Tabla 89: Direccionamiento IP para la planta de procesamiento	228
Tabla 90: Direccionamiento IP para la granja porcina.....	229
Tabla 91: Direccionamiento IP para la sede de distribución de Guayaquil.....	230
Tabla 92: Ventajas y desventajas de modelos de QoS.....	232
Tabla 93: Resumen de parámetros seleccionados para la implementación de QoS	234
Tabla 94: Asignación de anchos de banda en Kbps para uso de canal WAN para las aplicaciones de software en la sede Fábrica de procesamiento.	235

Tabla 95: Asignación de anchos de banda en Kbps y porcentaje para uso de canal WAN para las aplicaciones de red en la sede Fábrica de procesamiento.	235
Tabla 96: Asignación de clases y porcentaje de utilización del ancho de banda de la fábrica de procesamiento.....	236
Tabla 97: Asignación de anchos de banda en Kbps y porcentaje para uso de canal WAN para las aplicaciones de software en la sede de Quito.	236
Tabla 98: Asignación de clases y porcentaje de utilización del ancho de banda de la sede Matriz en Quito.....	237
Tabla 99: Asignación de anchos de banda en Kbps y porcentaje para uso de canal WAN para las aplicaciones de software en la sede de distribución Guayaquil.....	237
Tabla 100: Asignación de clases y porcentaje de utilización del ancho de banda de la sede de distribución en Guayaquil.	238
Tabla 101: Asignación de anchos de banda en Kbps y porcentaje para uso de canal WAN para las aplicaciones de software en la sede Granja porcina.	238
Tabla 102: Asignación de anchos de banda en Kbps y porcentaje para uso de canal WAN para las aplicaciones de red en la sede granja porcina.....	239
Tabla 103: Asignación de clases y porcentaje de utilización del ancho de banda de la granja porcina.	239
Tabla 104: Ubicación de las sedes de la empresa	241
Tabla 105: Uso de ancho de banda en la sede Fábrica de procesamiento....	242
Tabla 106: Uso de ancho de banda en la sede de Quito.	243
Tabla 107: Uso de ancho de banda en la sede Guayaquil.....	243
Tabla 108: Uso de ancho de banda en la sede Granja porcina.....	243
Tabla 109: Asignación de anchos de banda por sede y total contratado con el proveedor de servicio.....	244
Tabla 110: Costos por enlace.....	246
Tabla 111: Costos referenciales de la red pasiva.....	258

Tabla 112: Costos referenciales de equipos de routing	259
Tabla 113: Costos referenciales de access points	259
Tabla 114: Costos referenciales de la central telefónica	260
Tabla 115: Costos referenciales de los teléfonos IP	260
Tabla 116: Costos referenciales de los NVR.....	260
Tabla 117: Costos referenciales de cámaras IP.....	261
Tabla 118: Resumen de costos referenciales	261
Tabla 119: Costos adicionales	262
Tabla 120: Ahorro promedio por tiempo de respuesta y tiempos muertos	264
Tabla 121: ahorro promedio en la comunicación entre sedes.....	264
Tabla 122: Ahorro promedio.....	265
Tabla 123: Ingresos totales por ahorro.....	265

INTRODUCCIÓN

Las redes multiservicio o redes convergentes nacieron con la necesidad de incorporar servicios de voz, datos y video que tradicionalmente se ofrecían sobre redes especializadas, en una red única en la que puedan converger de forma natural. Estas redes además de la evidente reducción en costos de administración, mantenimiento y manejo de la información, tienen como ventaja el aumento en la productividad y la disminución en tiempos para la atención a los clientes.

IP constituye el protocolo correspondiente a la capa de red sobre el que corren estas redes de integración de servicios. Aunque en los años 80, en la etapa inicial de las redes convergentes, se consideró la integración de estas redes sobre el PBX para después acceder al ISBN. Una característica fundamental de las redes (hoy en día) son los protocolos basados en la conmutación de paquetes que soportan los diferentes tipos de tráfico que se transportan por estas redes integradas, por lo que *Frame Relay* y ATM fueron consideradas como buenas alternativas, pero de la misma forma descartadas por el volumen de tráfico, la creciente difusión de Internet y mucho más importante por las nuevas versiones de IP que pueden atender las nuevas demandas de tráfico en tiempo real y con calidad de servicio.

1 CAPITULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Red de Información

1.1.1. Red de Comunicación:

Es un conjunto de elementos de *hardware* y de *software* que son utilizados para comunicar a usuarios de una red.

Las redes de información o de red de datos son redes de comunicaciones basadas en el intercambio de datos con el uso de protocolos de comunicaciones, estos comunican fuente y destino que son dispositivos conectados a la red.

Una red de información o de datos tiene tres componentes:

- **Nodos:** dispositivos electrónicos que reciben y procesan la información
- **Conjunto de enlaces:** que conectan los nodos para el envío y recepción de datos
- **Protocolos de comunicación:** deben existir reglas y acuerdos para que los nodos puedan comunicarse entre sí.

1.1.2. Ventajas de las redes:

- **Recursos compartidos:** Todos los nodos que están conectados a una red pueden hacer uso de los recursos de la misma.
- **Red de broadcasting:** cuando un nodo de la red transmite información esta puede ser escuchada por todos los nodos de la red.

1.2. Sistema de Cableado Estructurado

Cableado estructurado es un conjunto de elementos pasivos que son utilizados para la conexión de equipos activos que permitirán la comunicación entre sus distintos puntos. Su implementación permite integrar diferentes servicios, sistemas de control, comunicación, etc. Facilitando su administración en las diferentes aplicaciones como son voz, datos y video.

1.2.1. Sistema de Cableado Estructurado

Hasta finales de la década de los 80's las edificaciones eran diseñadas sin considerar la estructura de las redes de comunicación. Por este motivo incluso los proveedores de telefonía convencional realizaba instalaciones en el momento de la construcción.

Fue hasta inicios de los 90's cuando se consideró las redes de comunicación como una característica principal para la construcción de edificios destinados a ejercer cualquier tipo actividad comercial, industrial, entre otros.

1.2.2. Estándares:

ANSI/TIA/EIA-568B:

Este estándar se encarga de regularizar la instalación de cableado estructurado en edificios comerciales.

- TIA/EIA 568-B1, Requerimientos generales.
- TIA/EIA 568-B2, Elementos de cableado de cobre.
- TIA/EIA-568-B3, Elementos de cableado de fibra.

Debido a que la validez de documentación reconocida por la ANSI (Instituto Nacional de Estándares Americanos) es únicamente de cinco años. Surge la

ANSI/TIA/EIA-568-C. La misma que surgió para actualizar los estándares 568-B.

- Por lo expuesto anteriormente, 568-C es el estándar para el cableado de telecomunicaciones genérico y podemos encontrar su ramificación de la siguiente forma:
 - **ANSI/TIA/568-C.1**, se encuentra orientado Edificios comerciales.
 - **ANSI/TIA/568-C.2**, se encuentra orientado a sistemas de telecomunicaciones basados en componentes y cableado de cobre.
 - **ANSI/TIA/568-C.1**, se encuentra orientado a sistemas de telecomunicaciones basados en componentes y cableado de Fibra óptica.

ANSI/TIA/EIA-569-A: Es el encargado de los reglamentos y normas a cumplir para el enrutamiento del cableado.

ANSI/TIA/EIA-570-A: Normas residenciales de telecomunicaciones

ANSI/TIA/EIA-606-A: Administración de la infraestructura de telecomunicaciones.

ANSI/TIA/EIA-607: Normas y requerimientos para los sistemas de puesta a tierra.

ANSI/TIA/EIA-758: Normas de cableado para plantas externas de telecomunicaciones.

1.2.3. Elementos del sistema de cableado estructurado:

- Cuarto de telecomunicaciones.
- Área de trabajo

- Cuarto de equipos
- Acometida de entrada
- Cruzada Horizontal

1.3. Subsistemas del cableado estructurado

1.3.1. Subsistema Horizontal:

Es aquel está definido por todos los componentes que existen entre el cuarto de comunicaciones y el área de trabajo. Entre sus elementos se pueden citar faceplates, patchcords, cajas sobrepuestas, patchpanels, conectores, cable utp o fibra etc.

1.3.2. Subsistema Vertical:

También conocido como backbone, está definido por el conjunto de elementos que hacen posible la comunicación entre los distintos cuartos de telecomunicaciones como son cuarto de entrada de servicios, MDFs (Main Distribution Frame) y SDFs (Secondary Distribution Frame).

1.3.3. Sistema Puesta a tierra:

Todos los proyectos de cableado estructurado modernos cuentan con un sistema puesta a tierra de acuerdo al estándar ANSI/TIA/EIA-607. A fin de brindar seguridad frente a descargas eléctricas no previstas. El mismo que será fusionado con el sistema puesta a tierra del edificio.

1.4. Diseño de una Red

Para poder diseñar una red existen factores de los cuales depende directamente la misma. Factores como: el volumen y tipo de tráfico que deben

sobrellevar. El tráfico se manifiesta de dos maneras: tráfico de usuario y tráfico de control interno y de monitorización.

1.4.1. Metodología para el desarrollo de una red

Una metodología consiste en una sucesión esquemática de pasos, cuyo producto es una red óptima que está en la capacidad de satisfacer las necesidades de una empresa. Existen varios modelos de diseño que a lo largo de los años han dado buenos resultados.

Es necesario recalcar que no existe un diseño estandarizado para una red. Cada red es única debido a las demandas del Core de negocio al que está asociada. Por este motivo se utilizaron diversas fuentes como punto de referencia y partida a la hora de diseñar la red para este proyecto. A continuación se describirán los pasos necesarios para diseñar la red.

a) Levantamiento de información

Para comenzar el proceso de análisis de diseño de una red es necesario recopilar información relevante para la empresa. La misma que será listada a continuación:

- Ubicación geográfica
- Estructura Organizacional
- Situación actual y crecimiento estimado futuro
- Políticas de seguridad
- Situación Económica
- Recursos de *hardware* y *software*
- Requerimientos que demandan los usuarios
- Servicios y equipos de comunicación

El propósito de llevar a cabo este paso es: identificar la situación actual de la red, los servicios que corren sobre dicha infraestructura, las

deficiencias en términos de rendimiento y seguridad y las demandas del Core de negocio en cuanto a aplicaciones y performance.

b) Análisis de la información

Este paso será el encargado de someter toda la información recolectada a un análisis, donde se evaluarán las posibles soluciones a las demandas de la red. Las mismas que fueron expuestas por el usuario final y por las actividades cotidianas de la empresa como por ejemplo:

- La disponibilidad de la red.
- La seguridad en la información.
- La interconexión entre las distintas sucursales a través de VoIP, Videoconferencia y datos.

c) Diseñar la arquitectura de red (Infraestructura)

El paso descrito aquí, tiene como objetivo realizar un diseño estructurado de la red, dividiéndolo en capas y teniendo como directriz llegar a satisfacer las necesidades de la empresa.

Para lo cual se tomarán en cuenta **Diagramas Lógicos** (*Logical Diagrams*) de red que muestran la relación de conectividad entre los distintos dispositivos de una red y la manera en la que interactúan unos con otros, y como podrían trabajar en conjunto para proveer de servicio y soporte a la red.

1.4.2. Network Blueprints (Planos de la Red)

Los planos de la red son los que describen de manera detallada todos los aspectos físicos de una red, aspectos como la localización de los dispositivos de la red, servidores, seguridad física de la red; describen también como los dispositivos van a estar conectados, el tipo de interfaces que poseen y también

a las velocidades que trabajan. La característica más importante de un plano de red es que es mucho más detallado que un diagrama lógico.

Los planos de una red pueden presentarse en un diagrama completo de la red o en varios diagramas dependiendo de los segmentos de red que se quieran describir esto también depende del tamaño de la red. Si la red es muy grande es mejor realizar un diagrama que contenga toda la red con algunos detalles de la misma y además varios diagramas de secciones de red mucho más detallados, en los que se pueda describir la ubicación geográfica de las áreas: WAN, LAN, *backbones* de la red, edificios, incluso pisos y áreas de un edificio.

El desarrollo de un modelo o plano de red consiste en realizar un mapeo estratégico de los elementos de la red, aplicando la topología e información de la tecnología y además añadiendo la descripción del equipamiento y servicios de la red.

1.4.3. Modelo de red Jerárquica

Como fruto de las buenas prácticas en el diseño de redes, se desarrolló el modelo jerárquico el cual implica dividir la red en las siguientes capas independientes: capa de acceso, capa de distribución y capa de core.

Una red tiene más probabilidades de éxito cuando se utiliza este modelo en la implementación de redes ya que puede expandirse con más facilidad, la administración de la misma es mucho más manejable y por último permite resolver los problemas con rapidez.

1.4.4. Capas del modelo Jerárquico:

a) Capa de acceso:

Esta capa será la encargada de interactuar de manera directa con los dispositivos finales. Entiéndase por dispositivos finales todo aquel

equipo que cuenta con una tarjeta de red como: Tabletillas, computadoras portátiles, celulares, impresoras, teléfonos IP, etc. brindándoles el acceso a la red.

b) Capa de Distribución:

También llamada "*Work group layer*" (Jack, 2004, pp. 19), esta capa intermedia que provee comunicación entre la capa de Acceso y Core será la encargada del control de flujo en la red implementado ruteo, políticas, VLANs, Acceso a WAN, Filtrado de paquetes, entre otras. Y finalmente establece la ruta más conveniente a seguir hasta un destinatario.

c) Capa de Core:

Esta capa constituye el *backbone* de la red, donde se realizará el más alto *performance* y está provista de equipos robustos de alto desempeño capaces de realizar ruteo de paquetes a altas velocidades. La capa core es la encargada de brindar conectividad entre los equipos de la capa de distribución motivo por el cual debe estar en la capacidad de otorgar redundancia y alta disponibilidad.

1.5. Tecnología de Red *Ethernet*

1.5.1. Historia de *Ethernet*:

A través de los últimos años la tecnología ethernet se ha convertido en la carretera que transporta los datos en las infraestructuras de comunicaciones, ya sea en la capa de acceso, distribución e inclusive en el core. La simplicidad, capacidad para escalar, disponibilidad y los niveles de integración que ofrece *Ethernet* a través de todas las capas de la red ha hecho que esta tecnología tenga una amplia acogida.

Esta tecnología fue concebida en los años 70's como una arquitectura basada en un bus de datos. La tecnología *Ethernet* ha tenido cambios bastante considerables antes de llegar al punto en el que se encuentra hoy en día, que es la etapa *Gigabit Ethernet*. La etapa inicial de la evolución desde la topología de bus hasta la topología de estrella en 1990 fue un gran paso para *Ethernet*.

La topología en estrella de *Ethernet* usaba cable telefónico convencional para interconectar las estaciones de los usuarios y los hubs. Este gran cambio hizo muy atractiva la utilización de esta nueva tecnología por lo que se elimina el cable coaxial, que era más difícil de conectar y mucho más costoso.

Fast Ethernet surgió en 1993 con la compañía pionera en esta tecnología "*Grand Junction Networks*". Se convirtió en estándar en el año de 1995 como el IEEE 802.3u y fue por su bajo costo y mayor ancho de banda que la tecnología inicial de *Ethernet* que ganó mercado haciendo a un lado a FDDI.

Así como la gran demanda de ancho de banda se dio paso a *Gigabit Ethernet* que es lo que mantendrá con vida a esta tecnología por los próximos años, ya que esta nueva etapa de la tecnología *Ethernet* está pensada para abarcar el paulatino crecimiento en la demanda de ancho de banda a costos accesibles.

1.5.2. *Ethernet*:

Estándar IEEE 802.3, opera a una velocidad de 10 Mbps y sus principales implementaciones son:

- 10 BASE 2: Es un cable de tipo coaxial que alcanza una distancia máxima de 185 m y tiene una velocidad de transmisión de 10Mbit/s.
- 10 BASE T: Es un cable de tipo par trenzado que alcanza una distancia máxima de 100 m y tiene una velocidad de transmisión de 10Mbit/s.
- 10 BASE F: Es un cable de tipo fibra óptica que alcanza una distancia máxima de 2000 m y tiene una velocidad de transmisión de 10Mbit/s

1.5.3. Fast Ethernet:

Estándar IEEE 802.3u, opera a una velocidad de transmisión de 100 Mbps y sus principales implementaciones son:

- 100 BASE TX: Es un cable de tipo par trenzado (UTP de categoría 5) que alcanza una distancia máxima de 100 m y tiene una velocidad de transmisión de 100Mbit/s.
- 100 BASE T4: Es un cable de tipo par trenzado (UTP de categoría 3) que alcanza una distancia máxima de 100 m y tiene una velocidad de transmisión de 100Mbit/s.
- 100 BASE FX: Cable de tipo fibra óptica que alcanza una distancia máxima de 2000 m y tiene una velocidad de transmisión de 100Mbit/s.

1.5.4. Gigabit Ethernet:

Estándar IEEE 802.3z, opera a una velocidad de transmisión de 1 Gbps y sus principales implementaciones son:

- 1000 BASE T: Cable de tipo par trenzado (UTP de categoría 5E o 6) que alcanza una distancia máxima de 100 m y tiene una velocidad de transmisión de 1000Mbit/s.
- 1000 BASE LX: Cable de tipo fibra óptica (multimodo) que alcanza una distancia máxima de 550 m y tiene una velocidad de transmisión de 1000Mbit/s.
- 1000 BASE SX: Cable de tipo fibra óptica (monomodo) que alcanza una distancia máxima de 5000 m y tiene una velocidad de transmisión de 1000Mbit/s.

1.5.5. Trama *Ethernet*

Tabla 1: Trama Ethernet

Preambulo	Delimitador de inicio de trama	MAC destino	MAC origen	802.1QEtiqueta(opcional)	Ethernetype	Payload	Secuencia de comprobación	Gap entre frames
7 Bytes	1 Byte	6 Byte	6 Bytes	(4 Bytes)	2 Bytes	De 46 (o 42) hasta 1500 Bytes	4 Bytes	12 Bytes
		64–1522 Bytes						
72–1530 Bytes								
84–1542 Bytes								

Adaptado de (Path Solutions, s.f)

- El preámbulo se utiliza para indicar el inicio de la trama y su objetivo principal es hacer que los dispositivos detecten la nueva trama.
- El segundo campo es el delimitador de inicio que indica que la trama empieza a partir de él.
- Los campos de MAC origen y MAC destino tienen la dirección física e los dispositivos de origen y destino.
- Las etiquetas son un campo optativo, el mismo que contiene la información de pertenencia a la VLAN o la prioridad y es ampliamente utilizado cuando empleamos encapsulación 802.1Q y enlaces troncales.
- *Ethernetype* se utiliza para mostrar con que protocolo de capa superior están encapsulados los datos.
- El *payload* tiene todos los datos que van a ser transmitidos.
- La secuencia contiene el valor de verificación del control de redundancia cíclica (CRC).
- El gap tiene el objetivo de crear espacio entre tramas y consta de 12 bytes vacíos.

1.6. Direccionamiento IP

Una dirección IP constituye un número de identificación, el mismo que es asignado a un equipo terminal que pertenece a una red IP. Esto asigna la ubicación lógica de un dispositivo dentro de una red.

Una dirección IP es una dirección lógica, no una dirección física, es una etiqueta que se coloca a una interfaz de red y se usa para identificar hosts en una red local. El direccionamiento IP fue diseñado para permitir que un host de una red se comuniquen con otro host de una red distinta, sin importar el tipo de red a la que pertenezcan.

1.6.1. Esquema jerárquico del direccionamiento IP:

Una dirección IP consiste en 32 bits de información. Estos bits están divididos en cuatro octetos o bytes, el contenido de cada byte es de 8 bits. Una dirección IP se puede representar de tres maneras diferentes:

- Decimal con puntos: 192.168.2.124
- Binario: 1100000000.10101000.00000010.011111100
- Hexadecimal: C0.A8.02.7C;

Todos los ejemplos muestran la misma dirección, sin embargo el hexadecimal no se usa muy a menudo, pero lo podemos encontrar en algunos programas.

La dirección IP de 32 bits es una dirección jerárquica o estructurada que tenía como ventaja el manejar una gran cantidad de direcciones, para ser exacto 4, 294, 967,296 direcciones, pero la gran demanda de direcciones IP hicieron que se piense en un esquema más grande para el direccionamiento, de ahí nace IPv6.

1.6.2. Cabecera IP (Calidad de Servicio, QoS)

Tabla 2: Cabecera IP

0 - 3	4 - 7	8 - 15	16 - 18	19 - 31
Versión	Tamaño cabecera	Tipo de servicio	Longitud total	
Identificador			Flags	Posición de Fragmento
Tiempo de vida		Protocolo	Suma de control de cabecera	
Dirección IP de origen				
Dirección IP de destino				
Opciones				Relleno

Dentro de la cabecera IP existen 8 bits establecidos para el tipo de servicio, estos contienen una serie de parámetros para establecer la QoS durante la propagación de paquetes en la red. Las prioridades de servicios que ofrecen algunas redes son las siguientes:

- Precedencia de los mensajes (3 bits): nivel de urgencia para la propagación del mensaje, es este podemos encontrar los siguientes estados:
 - Sin prioridad
 - Prioritario
 - Inmediato
 - Relámpago
 - Invalidación relámpago
 - Procesando llamada crítica
 - Entre otros

- Características del servicio (5 bits):
 - Prioridad
 - Retardo
 - Rendimiento
 - Fiabilidad

1.6.3. Direccionamiento de red:

Una dirección de red identifica de manera única cada red. Cada uno de los dispositivos que pertenecen a la misma red comparte la dirección de red como parte de su dirección IP. Por ejemplo en la dirección IP 192.168.2.124 la porción que corresponde a la red es 192.168.2, mientras que el último octeto identifica de manera única a un dispositivo que se encuentra dentro de la red.

Los diseñadores del protocolo IP decidieron crear clases para las redes basadas en el tamaño de las mismas.

	8 bits	8 bits	8 bits	8 bits
Clase A	Red	Host	Host	Host
Clase B	Red	Red	Host	Host
Clase C	Red	Red	Red	Host
Clase D	Multicast			
Clase E	Research			

Figura 1: Clases de direcciones IPv4

Clase A: el primer octeto se utiliza como dirección de red y los tres octetos restantes como identificadores para hosts, lo que nos da un total de 16,777,214 host

Clase B: los dos primeros octetos son utilizados como dirección de red y los octetos restantes como identificadores de hosts, el total de direcciones de hosts disponible es de 65,534.

Clase C: los tres primeros octetos se utilizan como dirección de red lo que nos deja un octeto para la identificación de hosts, existe 254 direcciones de host disponibles

Clase D y E: es estas clases restantes existen rangos de direcciones IP asignados para cada propósito, esto se muestra en el gráfico.

Tabla 3: Rango de direcciones para las clases de IPv4

Clase	Rango	Nº Redes	Nº Host	Mascara
A	0.0.0.0 - 127.255.255.255	128	16777214	255.0.0.0
B	128.0.0.0 - 191.255.255.255	16384	65534	255.255.0.0
C	192.0.0.0 - 223.255.255.255	2097152	254	255.255.255.0
D	224.0.0.0 - 239.255.255.255			
E	240.0.0.0 - 255.255.255.255			

Direcciones especiales: algunas direcciones están reservadas para propósitos especiales, así que estas no pueden ser asignadas a ningún dispositivo o nodo de la red.

- 0.0.0.0 -> Reservada para identificación local.
- 255.255.255.255 -> Representa todas las redes.
- 127.0.0.1 -> Dirección reservada para test de *loopback*.

IPs privadas: Estas Ips pueden ser usadas en redes internas o privadas pero no pueden ser propagadas a Internet (Red pública), están diseñadas con el propósito de crear una medida de seguridad pero también ayudan muy convenientemente a espacio IP valioso.

Tabla 4: Rangos de IPs privadas.

Clase	Espacio reservado de direcciones
Clase A	10.0.0.0 - 10.255.255.255
Clase B	172.16.0.0 - 172.31.255.255
Clase C	192.168.0.0 - 192.168.255.255

1.6.4. IPv6 (*Internet Protocol Version 6*)

Está diseñado para ser el sucesor de IPv4 que es un protocolo de capa 3 usado en el internet y en la gran mayoría de redes. IPv4 ha sobrevivido más de 30 años y ha sido parte integral de la evolución del internet.

La demanda por direcciones de red ha incrementado de manera descomunal con el avance de la tecnología, hoy en día múltiples dispositivos están conectados al internet y se prevé que muchos más se conecten en el futuro. Por esta razón es muy necesario contar con direcciones de red suficientes y además tomando en cuenta que las direcciones IPV4 disponibles son casi nulas es necesario migrar a un estándar de direccionamiento más amplio, que en este caso es IPV6.

1.6.4.1. Ventajas de IPV6:

- Espacio extendido de direcciones: IPV6 provee una dirección con longitud de 128 bits comparados con los 32 bits que ofrece IPV4, lo que significa una cantidad enorme de 3.4×10^{38} hosts.
- Configuración automática sin estado: IPV6 provee un mecanismo donde los hosts pueden autogenerar direcciones de ruteo. Las direcciones auto configurables de IPV4 se limita a una red local.
- Elimina la necesidad de NAT/ PAT: Debido al gran número de direcciones disponibles no es necesario un proceso NAT o PAT para las redes.
- Elimina el broadcast: IPV6 no usa direcciones broadcast de capa 3, sino que emplea solicitudes de direcciones multicast que es una técnica más eficiente y selectiva para procesos como la solución de direcciones.

1.7. Redes LAN

Una red LAN o *Local Area Network* por su acrónimo en inglés, son redes limitadas por su extensión geográfica. Generalmente se categorizan por ser de alta velocidad dependiendo de sus equipos de conexión.

1.7.1. Medios de Transmisión:

Cable UTP o de cuatro pares: El cable de par trenzado es ampliamente utilizado en el área de las telecomunicaciones por su eficiencia y bajos costos. Consiste de cuatro pares de cables sólidos de cobre. Sin embargo las soluciones de cobre en cableado estructurado se encuentran limitadas a los cien metros de extremo a extremo.

Categorías:

- Las categorías del cable UTP se extienden desde la categoría 1 hasta la categoría 6A ampliamente empleadas, sin embargo existen categorías prototipo que cumplen con la función enteramente investigativa como son: 7 y 7 A.
- Centrándonos en la problemática de este trabajo de titulación vamos a describir únicamente las categorías 3, 5E, 6 y 6A.
- Categoría 3: Es utilizada para enlaces telefónicos principalmente ya que no supera los 16 Mhz.
- Categoría 5E: utilizada en enlaces de hasta 100 Mhz fue ampliamente utilizada y la mayoría de redes LAN las utilizaron por mucho tiempo hasta que surgió la demanda de mayores velocidades y tiempos de respuesta más cortos.
- Categoría 6: Esta vez la frecuencia se sitúa en unos prometedores 250 Mhz con los que podemos alcanzar velocidades del Gbps.
- Categoría 6A: pese a la generosa oferta de su predecesor. La categoría 6A nos proporciona enlaces de hasta 500 Mhz y velocidades de hasta 10 Gbps.

Nota: Los proyectos actuales de cableado estructurado contemplan planes de crecimiento a futuro, donde intervienen variables como la tasa de crecimiento y la velocidad. Esto ha incurrido en que los proyectos de cableado estructurado implementen la categoría 6A como medida preventiva a un crecimiento futuro.

1.7.2. Componentes de una red LAN

Los componentes de una red LAN son los siguientes:

- Servidores
- *Workstation* o estación de trabajo
- *Gateway*
- Tarjetas de red
- Medio de transmisión

1.8. Redes WLAN

También conocidas como red de área local inalámbrica por su acrónimo en español. Tienen la capacidad de interconectar terminales en un área similar a las tradicionales LAN (aproximadamente cien metros) ofreciendo la característica más importante que es la movilidad ya que su medio de transmisión es el espectro.

Las WLAN trabajan en la banda correspondiente a los 2,4 y 5 Ghz. Que son bandas libres de las cuales no es necesario pagar concesiones y dentro de este rango de frecuencia se repartieron once canales para su uso. Los estándares bajo los que se rige esta tecnología son: IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g y finalmente IEEE 802.11n.

1.8.1. Elementos de una red WLAN

- **Medio de transmisión:** El espectro radioeléctrico constituye el medio de transmisión para estas redes.
- **Usuarios:** Todas las personas pueden transformarse en potenciales usuarios de una red inalámbrica.
- **Tarjetas de red inalámbrica:** También conocida como NIC (*Network Interface Card*) consiste en un transceiver encargado de la interfaz de conexión del usuario final con la infraestructura.
- **Estación base:** Consiste en un dispositivo activo encargado de realizar el enlace punto-punto y punto multipunto.
- **Puntos de acceso:** Es un dispositivo encargado de recibir la señal y retransmitirla ampliando su cobertura, es decir juega el papel de un repetidor.
- **Enrutador inalámbrico:** Es un dispositivo encargado de realizar el traspaso de la señal de un dominio eléctrico al dominio de radiofrecuencia. Capaz de soportar múltiples conexión dando abasto a los dispositivos que se conecten a él.

Tienen la capacidad de permitir el acceso a usuario o denegarlos así como también facilitar la conexión de dispositivos que mantienen conexión alámbrica. Asigna direcciones IP a los terminales y por último aporta con funcionalidades para aportar calidad de servicio.

- **Dispositivos finales:** Todo dispositivo que cuente con una antena de red inalámbrica constituye un potencial dispositivo final. Podemos

mencionar una lista larga como son: computadora portátil, tabletas, celulares, consolas de juego, televisores inteligentes, etc.

1.8.2. Seguridad en las redes inalámbricas

La seguridad en este punto se convierte en una desventaja. Al utilizar el aire como medio de acceso y transmisión se hace susceptible a intrusos ya que cualquier individuo con una tarjeta de red inalámbrica podría acceder a nuestra red siempre y cuando no se tomen las medidas adecuadas.

Como primer factor de seguridad podemos mencionar que para establecer la conexión es necesario autenticar al usuario. Dicho usuario debe ingresar una contraseña. Y como segundo factor de seguridad podemos encontrar que la transmisión de datos se realiza de forma cifrada. Entre los protocolos de seguridad podemos mencionar: WEP, WEP2, EAP y otros.

1.8.3. Velocidad

La velocidad también se transforma en un factor negativo en estas redes ya que actualmente se ofertan velocidades de hasta 7 Gbps en la banda de 5 GHz en el estándar 802.11ac. Donde la máxima velocidad es únicamente alcanzada a cortas distancias y evitando obstáculos por efectos de la reflexión, refracción y difracción de señal.

Sin embargo la evolución en los nuevos estándares que rigen las comunicaciones inalámbricas (802.11x) ha hecho posible implementar enlaces de hasta 50 kilómetros haciendo uso de antenas parabólicas. (Metro Logic Instruments Inc., s.f.)

1.9. Redes WAN

Por su acrónimo en español redes de área amplia nos permiten expandir el área de las redes de área local. Las distancias que podemos alcanzar en una red WAN van desde los 100 a los 1000Km, esto hace posible enlazar ciudades y países.

Pueden ser diseñadas e implementadas por organizaciones para uso privado sin embargo, lo más común es el contrato a un ISP (*Internet Service Provider*) que este en la capacidad de conectar los puntos necesarios de nuestra empresa u organización.

La contratación de un ISP es común ya que es una empresa dedicada a brindar este servicio y puede ofertarnos redundancia, seguridad, disponibilidad, entre otras características propias de su Core de negocio. Los costos de implementación y mantenimiento de una WAN pueden ser significativos y por este motivo es la solución favorita para las empresas.

1.9.1. Tipos de red WAN

- **Conmutación por Circuitos:** permite la conexión entre los dos extremos a través de establecer un canal lógico para la comunicación. Para lograr lo mencionado se deben realizar tres pasos: establecimiento del circuito, transferencia de datos y desconexión del circuito. El ejemplo más notable de la red conmutada por circuitos, es la red de telefonía pública (PSTN).
- **Conmutación por mensaje:** Consiste en un equipo que este en la capacidad de receptor la información de los distintos puntos conectados a él. Una vez recibida la información analiza la cabecera del mensaje en busca de la dirección de destino y lo reenvía. Este proceso se puede repetir hasta llegar al receptor.

- **Conmutación por paquetes:** Aquí la información es dividida en segmentos más pequeños. Los mismos que viajan dentro de paquetes que a su vez son conformados por: información de control y datos. Donde la información de control será quien contenga la ruta a seguir hasta llegar a su destinatario. El ejemplo más claro son los paquetes de Ethernet que usa 1500 bytes de información.

1.9.2. Redes Orientadas a conexión:

Son aquellas redes donde es necesario establecer un canal entre el emisor y el transmisor para comenzar la transmisión. Dicho canal puede ser físico o lógico, una vez establecido permanecerá inalterable durante el proceso y únicamente cuando la comunicación haya concluido el canal se podrá dar de baja.

Podemos resumir el proceso de la siguiente forma:

1. Establece el canal para la comunicación.
2. Se realiza la transmisión de información.
3. Cierra el canal.

Entre los protocolos orientados a conexión podemos encontrar:

- TCP
- Frame Relay
- ATM

1.9.3. Redes No orientadas a conexión:

La característica principal de estas redes es que no necesita establecer el canal antes de comenzar la transmisión. Un canal puede pasar del estado libre al estado de transmisión, es decir el un emisor envía la información al receptor sin esperar que el mismo esté o no listo para recibir información.

Entre los protocolos no orientados a conexión podemos encontrar:

- Protocolo IP
- Protocolo UDP
- ICMP
- IPx
- TIPC

1.9.4. Topologías de red

Entiéndase por topología de red a la manera en la que está diseñada. Una red responde al conecto de un conjunto de nodos interconectados entre sí. La topología es la manera en la que estos nodos estarán conectados.

- **Topologías físicas:** Como su nombre lo indica es la manera física en la que los nodos de una red están conectados. Entre las comunes podemos encontrar las siguientes:
- **Topología de Bus:** utiliza un backbone para la conexión con sus nodos.
- **Topología de Anillo:** conecta los nodos de la red de un punto al siguiente formando un anillo.
- **Topología de estrella:** Consiste en interconectar todos los nodos a un nodo central.
- **Topología de Malla Extendida:** Comparte las mismas características que una topología de estrella común, exceptuando que en ésta cualquier nodo tiene la capacidad de transformarse en un nodo principal.
- **Topología en malla:** Todos los nodos de la red están directamente conectados unos con otros.

- **Topologías lógicas:** Las topologías lógicas son aquellas que se logran a través de la configuración de equipos administrables de una red (*switches* y/o *routers*). Esto se logra tras segmentar dominios enteros, interconectando nodos a través de redes virtuales, entre otras. También puede entenderse como la manera en la que los usuarios se comunican entre sí. Las más utilizadas son listadas a continuación:
- **Topología de *broadcast*:** haciendo mención a su nombre significa que un host está en la capacidad de enviar datos a todos los miembros de la red.
- **Topología de transmisión de *tokens*:** determina el permiso de acceso a la red a través de la asignación de un *token*. El cual le otorgará privilegios para comunicación.

1.9.5. Principal Medio de transmisión

Fibra Óptica

La fibra óptica es un excelente medio de transmisión para las redes de datos. Consiste en un filamento de vidrio, plástico o silicio. Por el que viaja un haz de luz disparado por el transmisor hasta el receptor. Al tratarse de luz es inmune a la interferencia electromagnética y *crosstalk*. La deformación de la señal y *Jitter* son menores que en otros medios de transmisión por lo que podemos alcanzar enlaces de hasta 200 Km sin necesidad de amplificadores.

Como lo mencionamos antes la fibra es una excelente solución para la implementación de redes pero el costo es una desventaja. Sin embargo se utilizan para enlaces verticales y el backbone en redes LAN.

Tipos de fibra óptica:

- **Multimodo:** Dentro de esta categoría podemos encontrar que su núcleo es más grueso y la luz tiende a “rebotar” con las paredes o revestimiento. Su núcleo está entre las 50 y 62.5 μm . es menos costosa que la fibra mono modo y la podemos encontrar en cuatro tipos: OM1, OM2, OM3 y OM 4.
- **Mono modo:** La característica de la fibra mono modo es que la luz viaja en una sola dirección. Y eso produce que se alcancen mayores velocidades y distancias. Este es el resultado de disminuir el diámetro de su núcleo hasta obtener 8.3 – 10 μm .

1.10. MPLS

1.10.1. Protocolo MPLS

MPLS (Multi Protocol Label Switching) es un multiprotocolo de conmutación de etiquetas que opera entre la capa de enlace de datos y la capa de red del modelo OSI, es decir no opera en capa 2 o capa 3 sino en la capa 2.5 como se muestra en la figura a continuación:

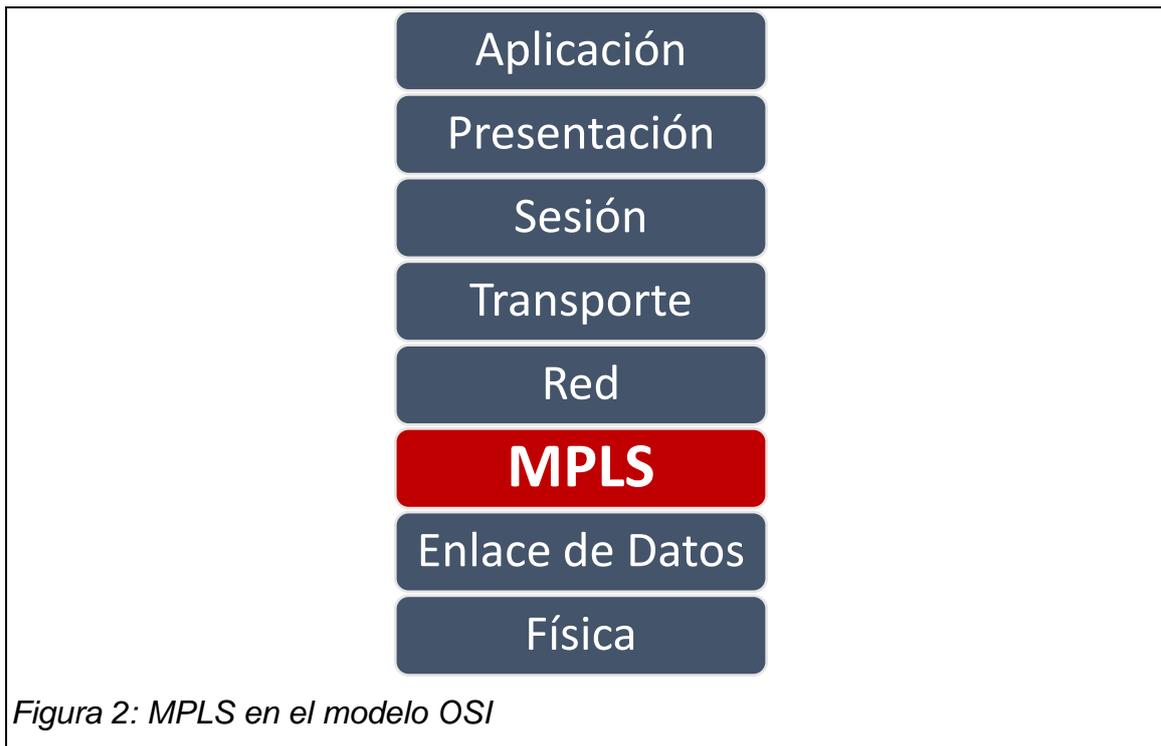


Figura 2: MPLS en el modelo OSI

Este modelo fue diseñado para poder transportar datos entre redes que funcionan con conmutación de circuitos y redes de conmutación de paquetes, este protocolo se usa para transportar diferentes tipos de tráfico, como tráfico de voz y de paquetes IP.

En la actualidad MPLS está reemplazando a Frame Relay y ATM para transportar datos de alta velocidad y tiene la capacidad de transportar tráfico de voz digital con prioridad usando la misma conexión, ya que MPLS brinda mayor fiabilidad, mayor rendimiento de la red y además puede reducir los costos de la red por la eficiencia de la misma.

1.10.2. Características de MPLS

MPLS es un mecanismo de transporte de datos estándar creado por la IETF¹ (Internet Engineering Task Force) que sirve para facilitar un designación, reenvío, ruteo y conmutación más eficiente de los datos que fluyen sobre la red, cuyo principal objetivo es crear redes más estables, flexibles y escalables.

¹IETF: Internet Engineering Task Force, es una organización internacional abierta de normalización.

Este protocolo utiliza una forma de mapeo de direcciones IP etiquetas simples con una longitud fija que pueden ser usadas por tecnologías de conmutación de paquetes o reenvío de paquetes distintas. Funciona como interface con protocolos de ruteo como OSPF² (Open shortest path first) y RSVP³ (Resource reservation protocol).

Las características principales de MPLS son:

- Soporte multiprotocolo
- Ingeniería de tráfico
- Soporte de redes virtuales privadas
- Soporte de QoS con múltiples clases de servicio

1.10.2.1. Soporte multiprotocolo

MPLS es utilizable con distintas tecnologías, lo que facilita la escalabilidad de la red, ya que fue diseñada para trabajar con redes Frame Relay y ATM. Esto es una ventaja ya que se pueden tener redes mixtas con QoS para utilizar de manera óptima los recursos.

1.10.2.2. Ingeniería de tráfico

Esta característica permite que se defina rutas de forma dinámica, además la asignación de los recursos sea en base a la demanda lo que implica una optimización del uso de la red. Para el balanceo de carga MPLS asigna los recursos de red dependiendo de la demanda de tráfico de los usuarios. MPLS hace posible la predicción de rutas en base a flujos individuales y si existe una amenaza de congestión en la red, las rutas MPLS pueden ser encaminadas nuevamente y de forma inteligente.

²OSPF: Open Shortest Path First, el camino más corto primero, es un protocolo de encaminamiento jerárquico de gateway interior que usa el algoritmo Dijkstra de estado de enlace para calcular la ruta más corta.

³RSVP: Resource Reservation Protocol, protocolo de reserva de recursos.

1.10.2.3. Soporte de redes virtuales privadas

Para el manejo de redes privadas virtuales MPLS proporciona un mecanismo muy eficiente, de manera que el tráfico de una VPN puede atravesar una red pública eficazmente y de manera transparente para el usuario, esto es eliminando cualquier tráfico externo de la conexión y de esta forma protegiendo la información.

MPLS utiliza etiquetas para el envío de paquetes, estas etiquetas tienen la misma función de un código postal y tienen un identificador que aísla el tráfico de la VPN de la red pública.

1.10.2.4. Soporte de QoS con múltiples clases de servicio

La calidad de servicio permite que los administradores de red configuren la misma para el uso eficiente de los recursos, para así poder asignar más recursos a las aplicaciones que lo necesiten sin afectar el desempeño de las demás aplicaciones. La calidad de servicio le da al administrador de la red mayor control de la misma lo que es reflejado en menores costos y una mayor satisfacción de los usuarios.

1.10.3. Funcionamiento MPLS

MPLS usa LSP (Label Switching Paths) para la transmisión de datos. Cada LSP es una cadena de etiquetas desde el origen hasta el destino. Los LSP se pueden establecer de dos formas, una antes de la transmisión y es generada manualmente o por un protocolo de control como es BGP y la otra forma es que los LSP se crean conforme los flujos de datos en los nodos se van detectando. Estos dos procesos reciben el nombre de *Control Driven* y *Data Driven* respectivamente.

La conmutación de paquetes de alta velocidad en MPLS es posible gracias a que las etiquetas son de longitud fija y están insertadas en la cabecera de los paquetes, por lo que no es necesario desarmar los mismos para llegar a ellas, eso permite una conmutación de paquetes a nivel de *hardware*.

Una red MPLS es un conjunto de routers que realizan conmutación de etiquetas que son capaces de conmutar y enrutar paquetes en base a cada una de las etiquetas que han sido añadidas a cada uno de los paquetes. Cada una de las etiquetas define un flujo específico de paquetes entre dos puntos y cada uno de esos flujos es diferente al otro y se denomina clase de equivalencia de reenvío o FEC (*Forwarding Equivalence Class*), y cada uno de estos flujos tiene un camino específico a través de la red, por lo que la tecnología MPLS es orientada a conexión.

Cada FEC contiene varios caracteres que definen los requerimientos de QoS de cada flujo. Los routers MPLS no tocan el encabezado IP de cada paquete, solamente necesitan leer el valor de la etiqueta para reenviar el mismo.

1.10.4. Dominio MPLS

Un dominio MPLS está determinado por un conjunto de routers continuos que operan con enrutamiento y envío MPLS.

En el enrutamiento tradicional un paquete es asignado dentro de una FEC y cada uno de los routers hace una elección de reenvío distinta, mientras que en una red MPLS cuando a un paquete se le asigna una FEC los demás routers ya no deben realizar este proceso y el reenvío se realiza solamente basado en las etiquetas.

Para reenviar a información se realiza una búsqueda simple en una tabla que enlaza direcciones del siguiente salto con los valores de las etiquetas.

1.10.5. MPLS Redes privadas virtuales

Una de las características más importantes de MPLS es que permite la creación de VPNs (Redes virtuales privadas), las cuales se usan para prestar servicios como ejes troncales VPN de capa 3. En la tecnología IP las VPN se usan para servicios de valor agregado como son los servicios de telefonía y transmisión de datos.

En MPLS cada VPN se asocia con una o más instancias de ruteo virtual o VRF que determina la pertenencia de un cliente conectado al router de frontera del proveedor de servicio o router PE. Cada VRF e compone de una tabla de ruteo IP de las posibles rutas que están disponibles en la VPN y que pueden ser accesadas por los sitios de los clientes y cada uno de estos sitio pueden estar suscritos a varias VPNs pero únicamente a un solo VRF.

1.11. VLANs

Una VLAN (LAN virtual) constituye un circuito lógico y a través de ellas podemos agrupar segmentos de una red y dividir un dominio de *broadcast* en distintos dominios separados, las VLANs están pensadas para disminuir el trafico *broadcast* dentro de una red.

La configuración de las VLANs e la realiza en los *switches* dentro de una LAN y constituyen una herramienta sumamente importante para la seguridad y administración en redes y finalmente también puede brindar Calidad de Servicio (QoS).

1.11.1. Beneficios de las VLANs

- Seguridad
- Reducción de costos
- Alto rendimiento

- Distribución de tráfico broadcast
- Administración más simplificada

1.11.2. Rangos de las VLANs

Las VLANs están divididas ya sea en rangos normales o rangos extendidos; el rango normal de VLANs se utilizan normalmente en redes de pequeño o mediano tamaño y usan identificadores que van entre 1 - 1005 y el rango extendido está pensado para redes que van a crecer de manera significativa y usan IDs entre el rango de 1006 - 4094. Los estándares que definen las VLANs son: IEEE 802.1p, 802.1d, 802.1Q y finalmente 802.10.

Vlans Privadas: Hace posible separar las interfaces de un *switch* dentro de una red con la finalidad de localizar únicamente puntos deseados dentro de un dominio. Para lo cual existen Vlans primarias, las mismas que son asociadas a las Vlans Secundarias.

1.11.3. Estándar 802.1Q

En los inicios de las VLANs se vio la aparición de varias especificaciones como el protocolo de Cisco *Inter-Switch Link* (ISL), y el protocolo de 3Com (El mismo que durante el año 2010 fue adquirido por HP) *Virtual LAN Trunk* (VLT). Debido que estos protocolos eran propietarios y generalmente soportados por el Hardware de su compañía la IEEE publicó el estándar IEEE802.1Q. Este estándar logra que una VLAN funcione a través del *hardware* de diferentes marcas.

El estándar 802.1Q inserta una etiqueta en la trama *Ethernet* cambiando completamente su formato. Debido a que es de gran utilidad esta etiqueta se coloca inmediatamente después de la dirección MAC en la trama *Ethernet*.

La cabecera de 802.1Q es un campo de 32 bits y alberga un gran volumen de información.

- Dentro del primer campo de 16 bits está una etiqueta identificadora del protocolo “*Tag Protocol Identifier*” (TPID).
- El segundo campo de 16 bits es una etiqueta de control de información “*Tag Control Information*” (TCI), que a su vez se divide en tres campos.
 - *Priority Code Point* (PCP), 3 bits que especifican la prioridad de la trama, los valores de prioridad de este estándar están en un rango de 0 a 7, donde la prioridad más baja es el 1, la más alta es el 7 y el 0 representa el mejor esfuerzo “*best effort*”.
 - *Drop Eligible Indicator* (DEI), es usado conjuntamente con el PCP para indicar la elegibilidad de una trama para ser descartada en el caso de una congestión en la red.

1.12. Voz sobre IP (VoIP)

Consiste en la transmisión de señales de voz utilizando la infraestructura de una red de datos basada en protocolo IP (Internet, Red IP pública e intranet.). Esto se logra al digitalizar y codificar la voz e introducir esa información a paquetes de datos IP que posteriormente serán transmitidos en la red de datos.

1.12.1. Componentes de la VoIP

El sistema de VoIP está conformado de los siguientes elementos:

El Cliente: Como primer requisito para llevar a cabo la comunicación es necesario convertir la voz y los sonidos audibles al oído humano a una señal digital. Es el micrófono quien capta la señal para realizar un muestreo en el tiempo y cuantificar la amplitud. La misma que es trasladada al receptor y el

proceso se manifiesta de manera contraria en el otro extremo de la comunicación. Donde la señal digital será sometida a otro proceso en el cual se la convierte a señal analógica para ser reproducida por un pequeño auricular.

Servidores: Son los encargados de proveer las herramientas necesarias y las aplicaciones debidas para llevar a cabo el enrutamiento de los paquetes a través de la red. Gracias a su capacidad es ampliamente parametrizable y su robustez permite: autenticación de usuarios, contabilidad, enrutamiento, administración del servicio, actualización de clientes, registro de clientes, control, directorio telefónico entre otros.

Códecs: También conocidos como el formato, tienen la misión de codificar y decodificar el audio para comprimirlo y finalmente transmitirlo. Existen herramientas de hardware y software encargadas de realizar este proceso. Seleccionar el códec óptimo dependerá de la demanda del de negocio y la capacidad que tenga su red de operación. Todo sistema de VoIP debe contar con al menos un códec de audio como: G.711 y/o G.723 y opcionalmente pueden contar con códecs como: G.728, G.729, G729A y G729AB.

G.711: Es un códec ampliamente utilizado por su tasa de bits de 64 Kbps esto lo convirtió en el lenguaje nativo utilizado por la telefonía digital. También fue conocido como *Pulse Code Modulation* (PCM) y dividía la señal 8000 veces por segundo y de esta manera representaba 8 bits para un total de 64.

G.723: su nacimiento fue en el año 1988 y utiliza ADPCM (*Adaptive Differential Pulse Code Modulation*) para producir una señal con menor tasa de bits este códec implementó ADPCM consiguiendo una tasa de 24 – 40 kkbps.

G.728: Este códec implementa LD-CELP (*Low Delay Code Excited Linear Prediction*) operando a compresión de 16 kbps y tomando 8000

muestras por segundo. El algoritmo utilizado puede devolver la excelente calidad de voz similar a su hermano (G726) necesitando un inferior ancho de banda.

G.729: Es una codificación de voz 8 kbit/s utilizando CS-ACELP (*Conjugate Structure Algebraic Code Excited Linear Prediction*). Reduce la necesidad de uso en ancho de banda sin comprometer la calidad de la voz comprimiendo la carga y dando como resultado 8 kilobits. Este estándar posee algunas extensiones ya que existen versiones *open source* (versiones de fuente abierta) y las extensiones 729 A y 729AB fueron ganando terreno.

G.729 A: Esta extensión de G.729 difiere en las tramas de entrada de 10 milisegundos de duración. La entrada y salida contienen muestras (*PCM - Pulse Code Modulation*) de 16 bits y las comprime en datos de 8 kilobits. Esta compresión toma 15 milisegundos.

G.729 AB: Los parámetros utilizados son iguales a su hermano 729 A con la adición de *Voice Activation Detection* (VAD) donde la carga de información se reduce cuando no detecta una señal de audio esto lo logra mediante el uso de *Comfort Noise Generation* (CNG).

GateWay: Es un componente que actúa como puerta de enlace entre la red de telefonía convencional y la red IP. Para lograr una comunicación entre estas redes es necesaria la conversión de la señal análoga a señal digital y contenida en paquetes de protocolo IP. Por un lado se conecta a la señal de telefonía convencional y por otro se conecta a la red IP. También está en la capacidad de enlazar dispositivos no IP con dispositivos IP.

Gatekeeper: El gatekeeper es un dispositivo activo que tiene como función principal actuar como ente administrador y autorizador para la comunicación. Se encarga de autenticar a los usuarios, el enrutamiento y el ancho de banda.

Debido a problemas de compatibilidad con las redes convencionales de telefonía actualmente el gatekeeper es un dispositivo opcional en el sistema de telefonía IP.

Proxies: Es un sistema que hace el papel de intermediario con distintas entidades similar a sus hermanos proxies en las redes IP.

Se los utiliza con la finalidad de optimizar los recursos de red, alivian la carga de los servidores y de acuerdo al tipo de proxy (web, cache, transparente, reverse, NAT, abierto, *cross-domain*) pueden ser utilizados también para aumentar el performance de las aplicaciones o servicios. Adicionalmente pueden brindar seguridad al realizar un filtrado de datos entrantes y/o salientes. A continuación citaremos unos ejemplos

Proxy Web: Su desempeño está basado en las peticiones web que se realizan y su funcionamiento (HTTP y HTTPS),

Proxy Cache: Su operación va ligada con el servidor proxy ya que para brindar una navegabilidad más rápida almacena información que es recurrente en una memoria de rápido alcance.

Proxy Transparente: se denominan transparente ya que su dirección IP está expuesta y funciona paralelamente con un proxy NAT.

Proxy Inverso: Es un equipo generalmente instalado en las granjas de servidores, con la finalidad que todo tráfico que entre o salga hacia uno de estos equipos pase primero por el proxy inverso. El proxy inverso puede realizar varias operaciones con la información entre ellas: Cifrado, Distribución de carga, Contenido estático de cache o seguridad.

Proxy NAT: Cumple la función de modificar las direcciones fuentes de dominios privados a públicos y viceversa.

Proxy abierto: Este equipo tiene la funcionalidad de aceptar las peticiones desde cualquier destinatario.

Proxy *Cross-Domain*: Su funcionalidad es cumplir con requerimientos Web asíncronos y es ampliamente utilizado por tecnologías como Flash, Ajax, comet, etc.

Terminales: Los terminales constituyen los teléfonos que puedan conectarse directamente a una red IPy que a su vez soporten el protocolo H.323 o SIP.

Protocolo H.323: Este protocolo rápidamente se está convirtiendo en la ley más no la excepción a la hora de realizar un sistema de VoIP. En el año 2009 la ITU define el estándar para comunicaciones en redes LAN. El mismo que está basado en algoritmos de compresión para audio y video en tiempo real, haciendo ideal para las aplicaciones de esta índole.

SIP: Es un protocolo de señalización y control diseñado para atender las demandas de servicios tales como la telefonía y la videoconferencia. Está basado en protocolos como HTTP o STMP. Lo que hace de SIP un protocolo exitoso es que no se encuentra restringido a ningún fabricante en especial. Es un protocolo bastante versátil y está en la capacidad de trabajar con otros protocolos. Por los motivos mencionados SIP se transformó en el estándar de telefonía IP.

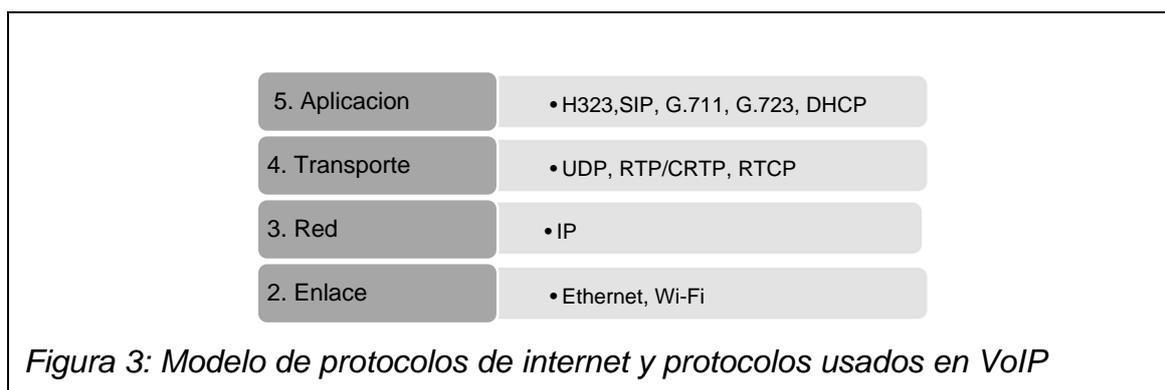
1.12.2. Tipos de transmisión de voz

Transmisión UDP (*User Datagram Protocol*): Constituye un protocolo poco fiable mediante el cual se permite el intercambio de tramas a través de la red sin necesidad de que una conexión de haya establecido previamente, por lo que este protocolo no ofrece integridad en los datos. Por otro lado el aprovechamiento del ancho de banda con este protocolo es mayor que en TCP (*Transmission Control Protocol*) ya que TCP se encarga de asegurar la llegada

de todos los paquetes en lugar de asegurar la rapidez en la transmisión de los datos, que es muy importante durante la transmisión de voz.

Transmisión RTP (*Real Time Protocol*): Protocolo de nivel de sesión que se usa para la transmisión de datos punto a punto en tiempo real. Este protocolo provee facilidades para la compensación del *jitter* y la detección de pérdida de secuencia de los datos al llegar a su destino, que es muy común durante las transmisiones en redes IP. RTP maneja la secuencia de los datos marcando la secuencia en los paquetes UDP con la información de tiempos para que durante la llegada de paquetes la información llegue en el orden necesario para establecer una comunicación.

1.12.3. Modelo de protocolos de internet y protocolos usados en VoIP



1.12.4. Principales problemas de la VoIP

1.12.4.1. Eco:

En la señal telefónica se puede producir eco ya sea debido a la latencia o el jitter que existe en la señal de datos, por lo que es necesario utilizar canceladores de eco.

1.12.4.2. Jitter:

Se define como la variación de la llegada de paquetes en el tiempo, esto se produce por el tráfico o congestión en el *backbone* de red, una pérdida en la sincronización o porque los paquetes toman diferentes rutas para llegar a su destino.

1.12.4.3. Latencia o retardo:

Es la Medida en el retardo en una llamada, se considera aceptable que el retardo o la latencia en una conversación sea menos a 150ms, ya que de exceder este número se producen retardos importantes en la comunicación.

1.12.4.4. Perdida de paquetes:

Las comunicaciones en tiempo real están basadas en el protocolo de conexión UDP, el cual no está orientado a conexión se produce la perdida de los paquetes que no se reenvían y causan una distorsión vocal. Otro motivo para tener perdida de paquetes en una red es por el descarte de los mismos debido a que estos no llegan a tiempo al receptor.

Gracias a que la voz es fácil predecir, si se llegan a perder paquetes aislados la perdida de datos sería prácticamente imperceptible. Los problemas se producen el momento en que se pierden ráfagas enteras de paquetes

1.12.4.5. Valores aceptables para una buena calidad de voz:

Tabla 5: Valores aceptables para una buena calidad de voz

	Excelente	Bueno	Aceptable	Pobre
Jitter (ms)	$t < 10$	$10 \leq t < 20$	$20 \leq t < 50$	$t > 5$
Latencia (ms)	$t < 50$	$50 \leq t < 150$	$150 \leq t < 300$	$t \geq 300$
Perdida de paquetes (ms)	$p < 0,1$	$0,1 \leq p < 0,5$	$0,50 \leq p < 1,5$	$p > 1,5$

1.12.5. Ancho de Banda en la VoIP

Como ya es de nuestro conocimiento el ancho de banda en una red de datos es limitado y se comparte con numerosas aplicaciones que corren dentro de la red, por lo que es posible que nuestras comunicaciones de VoIP no se puedan mantener correctamente ya que no se tiene la capacidad suficiente.

El ancho de banda se relaciona fuertemente con el códec o codificación que se esté utilizando por lo que es importante trabajar con un códec con mayor compresión para que la VoIP use un menor ancho de banda.

1.12.6. Seguridad VoIP

Con el pasar de los años la popularidad en las redes de VoIP fue aumentando y así, también el riesgo dentro de ellas. Las redes de telefonía IP tienen vulnerabilidades según el protocolo que está utilizando, por ejemplo: para una red de telefonía IP que está basada en SIP es posible encontrarse con ataques de: *message flooding* (inundación de mensajes), secuestro de registro, invite, desconexión, entre otros.

Una red de telefonía VoIP es susceptible a una serie de amenazas que se listaran a continuación:

- Acceso no autorizado y fraude

- Denegación de servicio
- Ataque a dispositivos
- Ataques a nivel de aplicación
- Enumeración y descubrimiento
- Vulnerabilidades en la red adyacente

1.13. Video

Los avances tecnológicos han hecho que las comunicaciones a larga distancia no se limiten al uso de correo electrónico, mensajes de texto, chats o llamadas telefónicas. Gracias al aumento en ancho de banda y el desarrollo de las aplicaciones de tiempo real ahora puedan gozar de una de la transmisión de video.

Las empresas a nivel mundial que han decidido hacer uso de las últimas herramientas que ofrece la tecnología han optado por implementar las aplicaciones de video a su core de negocio. Ya sea para video conferencias o video vigilancia.

Para que se garantice el buen funcionamiento de todas estas nuevas aplicaciones es importante considerar, como en la voz, que el video debe propagarse mediante un protocolo orientado a conexión. Tomando en cuenta lo anterior la calidad de servicio en video garantiza la disponibilidad del ancho de banda necesario para esta comunicación.

1.13.1. Formato de video:

H.263: Es un estándar en la codificación de video proveniente del popular MPEG-4 (*Moving Picture Experts Group*) y describe un formato de video diseñado para optimizar las videoconferencias. Es utilizado en una gama extensa de aplicaciones en el internet como *Youtube* y *flashplayer*.

H.264: La ITU-T (Unión Internacional de Telecomunicaciones Sector de Normalización) define a este como el formato óptimo para la compresión de videos en alta calidad. Inicialmente fue orientado a la compresión de video de baja calidad haciéndolo ideal para su uso en videoconferencia. Pero con el incremento de la tecnología éste fue evolucionando hasta transformarse en uno de los emblemáticos formatos de video.

H.265: La ITU-T en conjunto con *Video Coding Experts Group* (VCEG) emprendió la carrera de investigación e innovación mejorando el formato H.264 donde la diferencia más significativa es la eficiencia a la hora de comprimir los fotogramas que conforman el video. Esto lo logran gracias a matrices matemáticas que hacen posible la compresión de imágenes con una resolución de hasta 8192x4320 Mppx.

Estándar H320: Es el encargado de regir normas para las videoconferencias que pueden realizarse de dos maneras: Punto-Punto o Punto-Multipunto. Adicionalmente está en la capacidad de garantizar la contabilidad entre dispositivos terminales de distintos fabricantes.

1.13.2. Video Vigilancia:

La video vigilancia forma parte de una característica en redes multiservicios. La misma que a través de una red lógica funcionando dentro de una misma infraestructura está en la capacidad de ofrecer una aplicación adicional. Puede ser dimensionada de distintas maneras según la funcionalidad de la misma, las instalaciones físicas y por último es parametrizable de acuerdo a la demanda del negocio.

1.13.3. Video en las redes convergentes

La calidad de servicio en la transmisión de video es percibida directamente por los usuarios finales y es por este motivo que se considera una aplicación crítica

sobre una red. Dicha transmisión se puede ver afectada de manera directa por diversos factores, los mismos que se mencionan a continuación:

1.13.3.1 Compresión

Dentro del proceso de compresión y digitalización de video, se emplean técnicas que permiten transformar una secuencia de pixeles a dominio de frecuencia espacial, contabilizando valores y desechando componentes de alta frecuencia, razones por las cuales se produce el fenómeno dominado “Ruido de cuantificación” que es el responsable de generar degradaciones en videos de alta compresión que pueden ser fácilmente perceptibles.

La transmisión de video demanda de un proceso de compresión el mismo que, indiferentemente del ancho de banda pone un límite a la calidad del video. A continuación se presenta un listado de degradaciones comunes producidas por los códecs en el proceso de compresión:

Tabla 6: problemas en la compresión de video.

#	Descripción
1	Efecto de bloques (blocking)
2	Efecto de imagen de base (basis image)
3	Borrosidad o falta de definición (blurring)
4	Color bleeding (corrimiento del color)
5	Efecto escalera y ringing
6	Patrones de mosaicos (Mosaic Patterns)
7	Contornos y bordes falsos
8	Errores de compensaciones de movimiento (MC mismatch)
9	Efecto mosquito
10	Fluctuaciones de áreas estacionarias
11	Errores de crominancia

1.13.3.2 Pérdida de paquetes:

La pérdida de paquetes es un fenómeno que afecta de manera directa a la calidad del video en una red IP. Cuando la pérdida de un paquete se presenta,

se ven afectados todos los paquetes subsecuentes en la transmisión, y a esto lo conocemos como “*Slice*”.

Otro comportamiento anormal provocado por la pérdida de paquetes ocurre cuando el paquete perdido corresponde a un cuadro referencia, dando como resultado una afectación a los anteriores y posteriores, propagando el error en el tiempo (Ver figura 4).

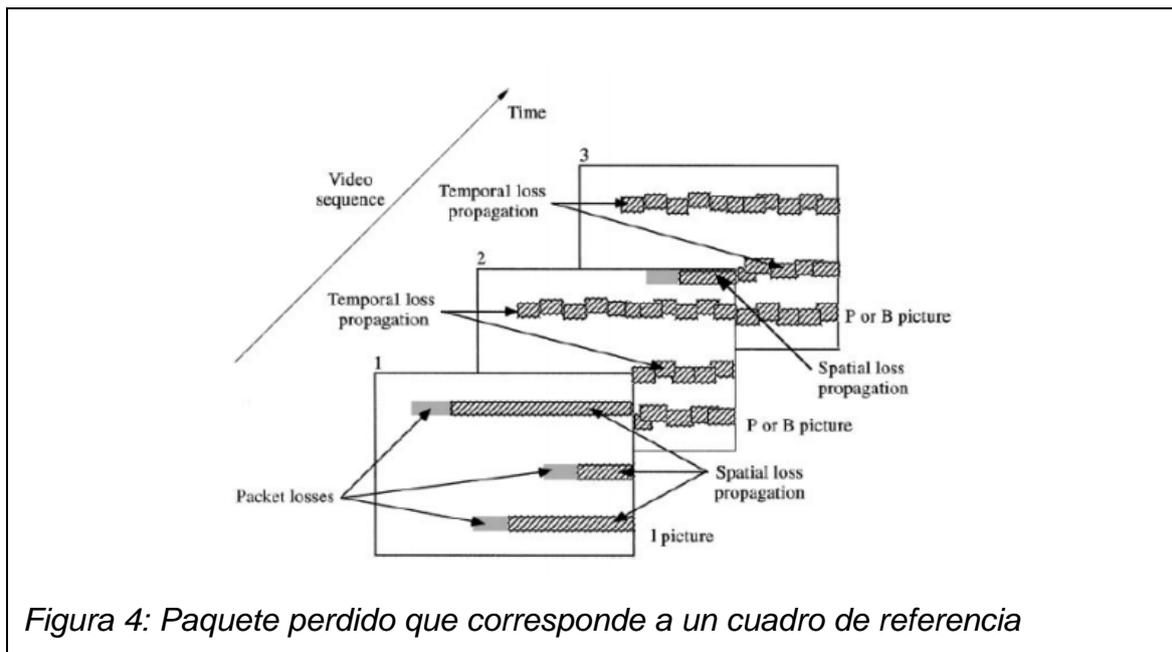


Figura 4: Paquete perdido que corresponde a un cuadro de referencia

Afortunadamente, se han desarrollado técnicas que nos permiten reducir el efecto causado por la pérdida de paquetes, los mismos que intentan reconstruir la información en función de la información que poseen, a estas técnicas llamamos: Técnicas de cancelación de paquetes perdidos.

1.13.3.3 Delay y Jitter

En la transmisión de video en una red IP el receptor debe recibir paquetes en intervalos constantes de tiempo y de esta manera poder reconstruir la señal. Ya que el *jitter* es un fenómeno inevitable en cualquier red de comunicación los receptores son dotados de *buffers*, los mismos que se encaran de recibir la información en tiempos variables, para después poder entregarlos en intervalos

constantes. Lógicamente mientras exista más variación de demoras o *jitter*, más grande debe ser el *buffer* por lo que el *delay* que se introducirá al sistema.

1.14. Seguridad de las redes

La seguridad en las redes de comunicación constituye un factor imprescindible para cualquier organización. Se entiende por seguridad a la necesidad de salvaguardar todos los equipos que hacen posible la comunicación, las personas que acceden a ella, y la información que está en continua transmisión.

La información de la empresa conforma uno de los activos más importantes para su desempeño y la toma de decisiones. Si la información no se encuentra apropiadamente resguardada durante la transmisión de datos puede generar pérdidas incalculables.

1.14.1. Ataques:

1.14.1.1 Ataques pasivos:

La particularidad sobresaliente en este tipo de ataque sería que la información en tránsito no se ve alterada de ningún modo. La acción del atacante consiste recibir y monitorear la información que se encuentra circulando y por este motivo los ataques pasivos son difíciles de detectar sin embargo existen cosas que se pueden hacer para salvaguardar nuestra información. Aplicar técnicas de cifrado puede brindar cierta seguridad ya que al no poseer la llave para decodificar la información, esta se vuelve inútil para el atacante. Entre los ataques pasivos podemos encontrar dos tipos:

- **Divulgación del contenido de un mensaje:** En este tipo de ataque el intruso adquiere la información de una transmisión, por ejemplo escuchar las llamadas, o leer los correos.

- **Análisis de tráfico:** el intruso monitorea la información en tránsito con el fin averiguar más sobre la comunicación, por ejemplo saber la localidad e identidad de los actores en la comunicación.

1.14.1.2 Ataques Activos:

En estos ataques los datos en tránsito se ven alterados de algún modo es decir, el atacante somete la información a algún tipo de procesamiento. Es frecuente en este tipo de ataques que el atacante cree un falso flujo o proceso haciéndolos un poco más fácil de detectar. Entre los ataques activos más comunes podemos encontrar:

- **Suplantación de identidad:** el atacante suplanta la identidad y se hace pasar por una entidad diferente.
- **Re-actuación o Repetición:** el intruso captura mensajes originales de la transmisión y los repite varias veces para provocar efectos no deseados.
- **Modificar mensajes:** consiste en utilizar segmentos de los mensajes legítimos para inyectar información propia del atacante con el objetivo de obtener más información o detonar errores en el otro extremo de la comunicación.
- **Degradación de servicio:** a través de la manipulación de los mensajes el intruso puede ocasionar una baja en el performance de servicio y hasta colapsarlo. El atacante puede repetir mensajes a través de lazos infinitos lo cual impide al servicio atender los mensajes legítimos de la comunicación.

1.14.1.3 Otra Clasificación:

- **Descubrir Contraseña:** Ataques de fuerza bruta con equipos de alta capacidad son ejecutados con la finalidad de decodificar las contraseñas.
- **Ataques orientados a datos:** *Spam, Trojans, Virus, Worms, JavaScript,* etc.
- **Aprovechar bugs en software:** El atacante con un alto conocimiento en programación inyecta código y aprovecha los “Errores” en el sistema con distintos propósitos, podemos citar el ejemplo de “*HeartBleed*” una brecha que obligó a millones de usuarios a cambiar sus contraseñas en el año 2014.
- **Hijacking:** El atacante roba la sesión generada a un usuario legítimo con distintos propósitos.
- **Ingeniería Social:** El atacante convence al usuario legítimo de brindar usuarios, contraseñas o cualquiera tipo de información que pueda ser utilizada para cometer actos ilícitos.
- **RFI-LFI:** Consiste en ejecutar scripts maliciosos desde un servidor Web, cuando este script se encuentra en el servidor propio se denomina *Local File Inclusion* (LFI) y por ultimo si se encuentra en un servidor ajeno al otro lado de la comunicación se denomina *Remote File Inclusion* (RFI).
- **Man in the middle:** El atacante se sitúa en el medio de la comunicación para escuchar la información siendo transmitida y dando pie a nuevos tipos de ataque como son:

- **Phising:** *Suplanta un sitio web y obtiene información crítica de usuarios legítimos.*
- **Sniffing:** *Escuchar la comunicación a través de la red.*
- **Spoofing:** *El atacante transmite paquetes con una dirección fuente distinta.*
- **Inyección de código SQL:** El atacante aprovecha los errores de desarrollo para enviar código SQL que modificará la consulta en los servidores al otro extremo de la comunicación.
Los requisitos para que la información viaje segura a través de la red son listados a continuación:
- **Integridad:** demanda que los recursos sean alterados por las personas autorizadas aplicando métodos que garanticen la protección de la información en su totalidad.
- **Confidencialidad:** Se entiende por confidencialidad a garantizar que los individuos que cuenten con acceso a información sean autorizados para la misma
- **Disponibilidad:** hace referencia a que la información se debe encontrar disponible en cualquier momento que se necesite de esta.

1.14.2. Herramientas de Seguridad:

1.14.2.1 Autenticación:

Mediante métodos de identificación como solicitud de contraseñas, control biométrico, por nombrar algunos, permiten garantizar que el usuario es quien dice ser.

1.14.2.2 Autorización:

También denominado como “Control de Acceso” constituye una fundamental herramienta para garantizar que usuarios no autorizados tengan acceso a información o recursos que no son propios de su perfil. Para lo cual se otorgan o restringen privilegios.

1.14.2.3 Auditoría:

Con el objetivo de monitorear y evaluar la seguridad red. Se obtiene un muestreo que indicará sus actividades y de esta manera será más fácil encontrar cualquier incidente de seguridad (en caso de que se presente).

1.14.2.4 Cifrado:

El cifrado es una técnica utilizada por más de un milenio para proteger información valiosa. Existe: cifrado simétrico y asimétrico. Ambos consisten en el uso de llaves, el simétrico con una única llave pública y el asimétrico con el uso de llave pública y privada.

Existen varias técnicas de cifrado como AES (*Advanced Encryption Standard*), DES (*Data Encryption Standard*), 3DES y los últimos modelos matemáticos prometen una técnica de cifrado elíptico.

1.14.2.5 Filtros de paquete:

Esta es una herramienta que es configurada desde los equipos de capa tres, ya sea un *router* o un *switch* administrable o también en el servidor. Podemos restringir el paso de paquetes no deseados a nuestra red. Estos filtros pueden ayudarnos a proteger los recursos de la red y su uso no autorizado.

Podemos realizarlo de dos maneras:

- Restringir el paso de un cierto grupo de paquetes y permitir el acceso de los demás.
- Permitir el acceso a un grupo de paquetes y denegar al resto.

1.14.2.6 Firewalls:

Es un componente de *hardware* o *software* empleado en una red de comunicación que analiza el tráfico que entra o sale hacia o desde el Internet y que a través de políticas previamente establecidas permite o niega su acceso.

1.14.2.7 Vlans en la seguridad:

Las *Virtual Local Area Network* (Redes virtuales de área local) ofrecen seguridad en las redes ya que al segmentar los dominios hacen posible una clasificación del uso de recursos según su criticidad. Los administradores de las redes están conscientes de que las probabilidades de que existan brechas de seguridad son reales y que estas brechas son principalmente aprovechadas por los usuarios internos de las mismas.

- Al implementar Vlans en una red, estamos en la capacidad de integrar características que nos pueden brindar confidencialidad, integridad y disponibilidad: (Dordoigne, 2013, pp. 247)
- Al segmentar las redes podremos crear una red virtual que agrupe a un equipo de trabajo (Operaciones) y otro (Ventas). El tráfico de uno no será mezclado con el otro.
- Segmentar el tráfico correspondiente a la Voz del resto de flujos de datos, apartando una Vlan dedicada para los enlaces de voz.
- Garantizar el uso de recursos mediante la integración de listas de acceso que optimizaran el consumo de recursos.

- Podremos también separar el tráfico de datos común con el tráfico que pertenece a la administración o control de red al crearla Vlan dedicada para este propósito.

1.15. Calidad de Servicio en la Redes de conmutación (QoS)

Desde el momento de su creación a finales de los años 80 es una tecnología que ha sido refinada y ha ido evolucionando con el pasar del tiempo, en especial en los últimos años. El uso de la QoS ha ido cada vez aumentando transformándose hoy en día en una parte fundamental del diseño y operación de las redes convergentes.

La calidad de servicio está descrita como la habilidad de una red de datos para reconocer los diferentes requerimientos de un servicio o aplicaciones de flujo de datos. Los mismos que tras una negociación con los SLAs para cada aplicación y/o servicio, intenta maximizar la eficiencia en los recursos para garantizar un mejor desempeño.

En resumen, la calidad de servicio es la capacidad de otorgar prioridades de tráfico a cada una de las aplicaciones o servicios con la finalidad de brindar un cierto nivel de rendimiento para las mismas.

Sin QoS los datagramas de servicio son despachados por la red de la siguiente manera: El primero en llegar será el primero en ser despachado (*FIFO, First in - First Out*), también conocido como *Best-effort Service*. No se asigna prioridad a ningún datagrama y como resultado, la diferenciación a los datagramas no es posible, por lo tanto son propensos a bajar su rendimiento producto de la mezcla de información que se propaga en la red.

1.15.1. Antecedentes

1.15.1.1. *IP Precedence y Type of Service*

Debido a que el internet por sí solo no puede brindar una optimización para una aplicación en particular, *IP Precedence* y TOS (*Type Of Service*) pueden ayudarnos con esta misión ya que el diseño de IP cuenta con un octeto denominado "*Type of Service*" el mismo que sirve para indicar el tipo de servicio que maneja el paquete actual. Lo que facilita a las capas superiores la identificación de los paquetes y proporcionar la prioridad de tráfico para ese paquete en particular.

Dentro de la composición del octeto podemos encontrar dos campos: el valor de precedencia (*Precedence*) el mismo que está constituido por tres bits y el TOS que también está constituido de 3 bits.

La precedencia fue creada para identificar la prioridad, donde cero (0) significaba menor importancia y por este motivo recibía el "Peor Trato" y finalmente el valor siete (7) que indica mayor prioridad y "mejor trato" para el paquete.

El tipo de servicio puede adoptar los siguientes valores:

Tabla 7: Valores y Descripción del campo TOS del octeto *Type of Service*.

Valor	Descripción
1000	Minimize delay
0100	Maximize throughput
0010	Maximize reliability
0001	Minimize monetary cost
0000	Normal service

Como podemos apreciar en la tabla descriptiva, los valores de “Solicitud de tipo de servicio” (*Requested TOS*) son diversos y brindan distintos tipos de garantías para la transmisión de paquetes de servicio. Por ejemplo el valor 0000 indica que no posee garantías de ningún tipo y es denominado default TOS, un valor de 1000 o “*Minimize delay*” garantiza que el camino tomado para esa aplicación tendrá un retardo que podríamos considerar como bajo o nulo.

Tabla 8: *IP Precedence*.

Bits	Decimal	Descripción
000	0	Routine
001	1	Priority
010	2	Inmediate
011	3	Flash
100	4	Flash Override
101	5	Critical
110	6	Internetnetwork Control
111	7	Network Control

1.15.2. Modelos de Calidad de Servicio

1.15.2.1. Modelo de Servicios Integrados

También conocido como *IntServ*, constituye una arquitectura que se encuentra estrechamente relacionada con el concepto de flujo de información. Entiéndase por flujo, a la corriente continua de información creada por un usuario. A nivel de transporte, un flujo se encuentra identificado por la dirección y número de puerto, tanto de origen como destino.

Dentro de la arquitectura de *IntServ* están definidos los siguientes tipos de servicio:

Servicio garantizado: Se encarga de asegurar un mínimo desempeño para aplicaciones y servicios de tiempo real para aplicaciones que demandan de estrictas medidas de calidad.

Servicio de Carga Controlada: Se encarga de brindar garantías no estrictas, donde lo que principalmente se pretende es alcanzar un buen tiempo de respuesta.

Servicio *Best Effort*: No ofrece ningún tipo de garantía.

RSVP: Por su acrónimo en inglés *Resource reSerVation Protocol*, constituye un protocolo de señalización orientada a garantizar la QoS. Posee la capacidad de reservar un ancho de banda en cada uno de los nodos en un determinado flujo. Originalmente fue diseñado tanto para transmisiones multidifusión (*Multicast*) como unidifusión (*Unicast*); pero su naturaleza le permitió ser ampliamente utilizado en transmisiones multicast.

Dentro de QoS, RSVP es utilizado para dos tipos de servicio: Carga controlada, donde la pérdida de paquetes es muy baja o nula, y, servicio garantizado, donde adicionalmente se reserva un mínimo ancho de banda para llevar a cabo el flujo de datos.

1.15.2.2. Modelo de Servicios Diferenciados

También conocido como *DiffServ*, está basado en que la información de QoS esta descrita en los datagramas y esta característica hace de *DiffServ* una tecnología altamente escalable ya que a más de los identificadores establecidos, existen bits reservados para su uso futuro logrando funciones de clasificación y condicionamiento. Por lo expuesto, esta arquitectura es utilizada en redes IP y por proveedores de servicio para poder brindar calidad de servicio rápidamente y a diferentes niveles.

En *Diff Serv*, es el usuario quien dictamina la prioridad de cada flujo, para lo cual lleva a cabo la inserción de información en la cabecera de un paquete IP, en el byte correspondiente a ToS (*Type of service*). La información es insertada en el campo denominado DS, cuya estructura podremos apreciar a continuación:

Tabla 9: Información es insertada en el campo denominado DS (Differentiated Services).

Subcampo	Longitud (bits)
DSCP (<i>Differentiated Services CodePoint</i>)	6
ECN (<i>Explicit Congestion Notification</i>)	2

Dónde ECN hará referencia a la denotación de congestión, identificándola por su bit menos significativo para un futuro descarte como se muestra a continuación:

Tabla 10: Bit menos significativo de ECN.

Descripción	Bit
<i>Non ECN-Capable Transport, Non-ECT</i>	00
<i>ECN Capable Transport, ECT(0)</i>	10
<i>ECN Capable Transport, ECT(1)</i>	01
<i>Congestion Encountered, CE.</i>	11

DSCP nos permite definir la categoría de tráfico y existen 32 posibles categorías a escoger. DSCP estará dividido en los siguientes grupos:

Tabla 11: Grupos de categorías de DSCP.

Code Point	Valores Posibles	Uso
Aaabb0	32	Estándar
aaaa11	16	Local oExperimental
aaaa01	16	Reservado

En *DiffServ* podremos encontrar tres tipos de servicio:

- **Servicio Expedited Forwarding:** También conocido como Premium, es el servicio que nos puede ofrecer mayor calidad y es comparado al servicio de línea dedicada o el servicio garantizado propio de *Int Serv*, esto lo consigue al garantizarnos una tasa máxima de pérdidas en términos de pérdida de paquetes, jitter, y, retardo y finalmente un ancho de banda mínimo, el cual está definido por la criticidad de la aplicación.
- **Servicio Assured Forwarding:** En este servicio se garantiza un trato prioritario a los paquetes con esta señalización; pero no nos puede garantizar caudales, retardos, etc. y es comparable al servicio de carga controlada de *IntServ*. Dentro de este servicio podemos encontrar cuatro clases, las mismas que tienen una relación intrínseca con el trato (Posibilidad de descarte) que se lo otorgará al paquete al llegar a uno de los nodos.

Tabla 12: Posibilidad de descarte.

Precedencia de descarte			
Clase	Baja	Media	Alta
4	10001	10010	10011
3	01101	01110	01111
2	01001	01010	01011
1	00101	00110	00111

* Los mencionados bits que corresponden a los bits menos significativos forman la primera sección del campo de TOS.

- **Servicio Best Effort:** Al igual que *IntServ*, este servicio no ofrece garantía alguna. Dentro de lo que es DiffServ tiene la característica de tener sus tres primeros bits apagados, es decir un valor de cero y los restantes denotarán la prioridad.

1.15.2.3. Clase de Servicio

La clase de servicio esta discriminada por la combinación de los tres primeros bits “xxx000” o *Class Selector Code Points*, los mismos que en escala decimal abarcan valores de 0 a 7, en esta gama podemos encontrar los siguientes valores:

Tabla 13: Descripción de los posibles valores para las clases en el DSCP.

DSCP	Binario	Decimal
CS1	1000	8
CS2	10000	16
CS3	11000	24
CS4	100000	32
CS5	101000	40
CS6	110000	48
CS7	111000	56

El comportamiento estará definido por los valores antes mencionados, donde el menor valor (000) representa una menor prioridad y finalmente el número mayor (111) corresponde a la más alta prioridad que puede adoptar una trama.

En cuando a la compatibilidad, no todos los nodos pueden soportar todas las clases. Por este motivo podemos agrupar las clases para obtener únicamente dos prioridades de la siguiente manera: códigos del 1 – 3, baja prioridad; 4 – 7, alta prioridad. De esta manera logramos que el nodo sea compatible con las especificaciones de *DiffServ* a pesar de no contar con las ocho clases citadas anteriormente.

1.15.3. Método de clasificación del tráfico

Para escoger el modelo, a continuación mostramos una tabla con ventajas y desventajas entre ACLs⁴ y NBAR.⁵

Tabla 14: Ventajas y desventajas ACLs vs NBAR

	Ventajas	Desventajas
ACLs (Listas de control)	<p>Las listas de acceso (ACLs) son de fácil mantenimiento.</p> <p>Limitan el tráfico de la red.</p> <p>Controla el flujo del tráfico que debe pasar por el Router.</p> <p>Se puede programar de forma modular y al mismo tiempo mantener los requerimientos de acceso.</p> <p>Permite tomar decisiones a la hora de seleccionar qué tipo de flujo será enviado o será bloqueado dentro de las interfaces de un Router.</p> <p>Realiza filtrado de paquetes de capa 3 y 4.</p>	<p>Se debe realizar un análisis exhaustivo del tráfico antes de crear las ACLs y agregarlas de forma ordenada.</p>
NBAR (Reconocimiento de aplicaciones basadas en red)	<p>Capacidad de descubrimiento de protocolo.</p> <p>Permite identificar páginas Web y su contenido.</p> <p>Realiza el mismo trabajo que las listas de acceso (ACLs) para protocolos clasificados por número de puerto.</p>	<p>NBAR es un protocolo propietario de Cisco.</p> <p>No soporta enlaces que manejen encriptación.</p> <p>No inspecciona paquetes IP fragmentados.</p>

⁴ACLÑ: Listas de control de acceso

⁵NBAR: Network-Based Application Recognition

Una vez determinados los pros y los contras de los métodos de clasificación determinamos que el método más adecuado para ser implementado en la red es del método de listas de acceso o ACLs, por su compatibilidad con múltiples marcas de equipos y otras ventajas sobre NBAR que ya se mencionan en la tabla 14.

1.15.4. Método marcado de tráfico

Como se mencionó anteriormente, en el presente trabajo se va a utilizar el modelo de servicios diferenciados para la implementación de QoS en la red, el marcado de tráfico se debe hacer por lo tanto con DSCP (*Differentiated Services Code Point*).

Diff Serv es un modelo en el que el tráfico es tratado por sistemas intermedios, con las prioridades relativas basadas en el tipo de servicios (*Type of Service, ToS*) de campo. Definido en el RFC 2474 y RFC 2475, el estándar *DiffServ* sustituye a la especificación original, para definir la prioridad de paquetes que se describe en el RFC 791.

Diff Serv aumenta el número de niveles de prioridad definibles mediante la reasignación de bits de un paquete IP para el marcado de prioridad.

La arquitectura *Diff Serv* define el campo *Diff Serv* (DS), este reemplaza el campo ToS en IPv4 para tomar decisiones de comportamiento por salto (PHB) sobre la clasificación de paquetes y funciones de acondicionamiento de tráfico, tales como la medición, trazado, conformación y políticas. (Cisco Networking, 2008)

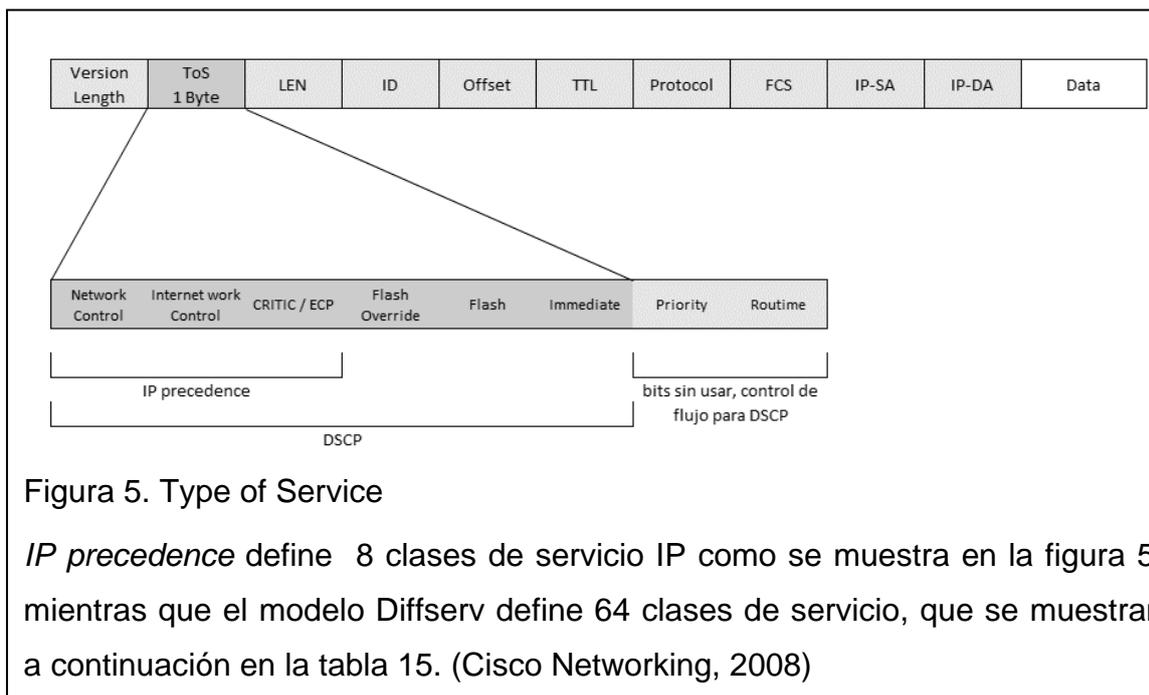


Figura 5. Type of Service

IP precedence define 8 clases de servicio IP como se muestra en la figura 5, mientras que el modelo Diffserv define 64 clases de servicio, que se muestran a continuación en la tabla 15. (Cisco Networking, 2008)

Tabla 15: Descripción de PHB (Per hop behavior) típica DSCP

Tipo de servicio	DSCP PHB	DSCP value
<i>Network Control</i>	CS7(111000)	56
<i>IP Routing</i>	CS6(110000)	48
<i>Interactive Voice</i>	EF(101110)	46
<i>Interactive Video</i>	AF41(100010)	34
<i>Video control</i>	AF31(011010)	26
<i>Transactional/interactive (corresponding to high-priority applications)</i>	AF2x(010xx0)	18, 20, 22
<i>Bulk Data (corresponding to medium-priority applications)</i>	AF1x(001xx0)	10, 12, 14
<i>Streaming Video</i>	CS4(000100)	4
<i>Telephony Signaling</i>	CS3(000011)	3
<i>Network Management</i>	CS2(000010)	2
<i>Scavenger</i>	CS1(000001)	1
<i>Best Effort</i>	0	0

Tabla 16: Valores del campo DSCP

Decimal	Binario	Significado
62	111110	Reservado
60	111100	Reservado
58	111010	Reservado
56	111000	Proced 7 (routing y control)
54	110110	Reservado
52	110100	Reservado
50	110010	Reservado
48	110000	Proced 6 (routing y control)
46	101110	EF (premium)
44	101010	Config Usuario
42	101000	Config Usuario
40	100110	Proced 5
38	100100	AF43
36	100010	AF42
34	100000	AF41
32	011110	Proced 4
30	011100	AF33
28	011010	AF32
26	011010	AF31
24	011000	Proced 3
22	010110	AF23
20	010100	AF22
18	010010	AF21
16	010000	Proced 2
14	001110	AF13
12	001100	AF12
10	001010	AF11
8	001000	Proced 1
6	000110	Config Usuario
4	000100	Config Usuario
2	000010	Config Usuario
0	000000	Proced 0 (Best Effort, por defecto)

1.15.5. Manejo de congestión de paquetes

Es posible proveer calidad de servicio en diferentes niveles. Uno de ellos es el manejo o administración de paquetes para los casos de congestión, para evitar que se produzca un descarte de paquetes.

El manejo de congestión de paquetes cuenta con varios tipos de estrategias de encolamiento, estas sirven para establecer una prioridad de envío de (*forwarding*) los paquetes.

1.15.5.1. Encolamiento FIFO (*First In, First Out*)

Es el tipo de encolamiento más simple y más conocido, en este lo primordial, es que el primer paquete en llegar a una determinada interfaz también será el primero en ser despachado.

Este método de encolamiento no ofrece ningún tipo de priorización de tráfico, solamente almacena los paquetes en el orden en que llegaron para enviarlos en cuanto la interfaz está disponible.

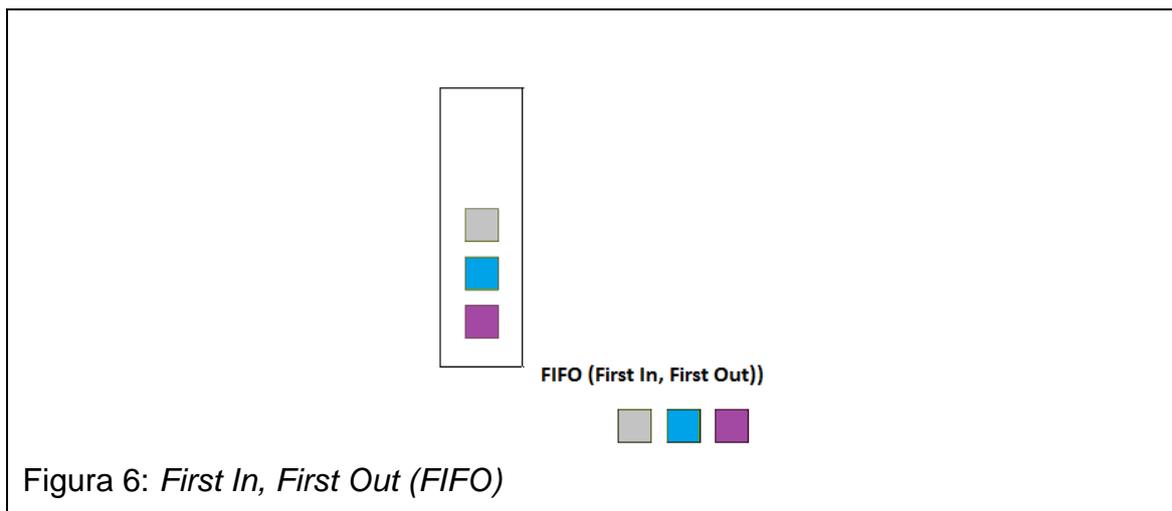


Figura 6: *First In, First Out (FIFO)*

- Ventajas
 - Menor procesamiento en el equipo de red.
 - Los paquetes no son reordenados por lo que el retraso se mide solamente por la longitud de la cola en espera.
- Desventajas
 - No permite realizar la priorización de paquetes.
 - Con el encolamiento FIFO se puede aumentar el *de lay* y *jitter* en aplicaciones en tiempo real.
 - Una ráfaga de datos puede absorber completamente la capacidad de una cola FIFO, y por este motivo a los demás flujos de datos se les denegará el servicio.

1.15.5.2. Encolamiento PQ (*Priority Queuing*)

Esta técnica de encolamiento está diseñada para poder establecer altas prioridades a las aplicaciones críticas en la red de tal manera que sean las primeras en ser “atendidas” de acuerdo a su nivel de criticidad.

Nos puede brindar la oportunidad de realizar una diferenciación del tráfico en la red estableciendo colas de distintos niveles donde, sin importar el orden que los paquetes lleguen, estos serán almacenados según su clasificación y únicamente despachados los de alta prioridad y después las prioridades restantes según nivel.

En caso de que se estén despachando los paquetes de una cola de inferior prioridad y un paquete de prioridad más alta arribe, PQ interrumpe el despacho de paquetes de la cola actual para atender a los paquetes entrantes de mayor prioridad.

Clasificación de las colas de *Priority Queuing*:

- Alto o *High*
- Normal
- Medio o *Medium*
- Bajo o *Low*

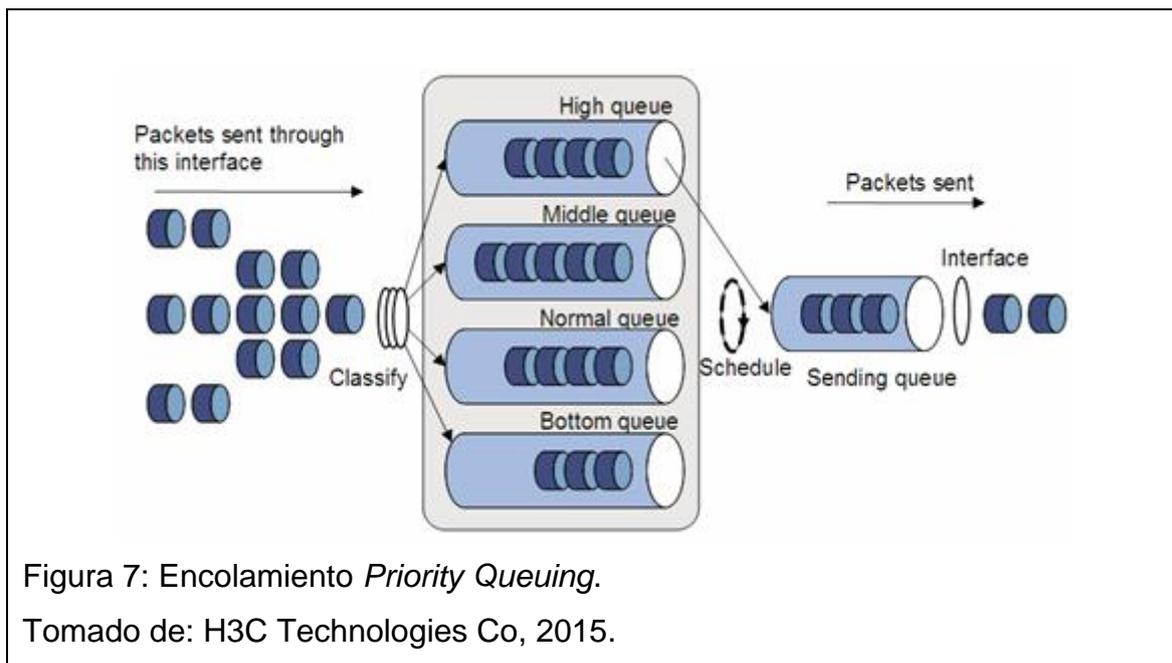


Figura 7: Encolamiento *Priority Queuing*.

Tomado de: H3C Technologies Co, 2015.

- Ventajas
 - Permite integrar la priorización de tráfico para aplicaciones como la voz y el video.
- Desventajas
 - Si existe un tráfico alto de datos, la prioridad puede hacer que se descarten los paquetes de prioridad baja.
 - Un comportamiento errado de un determinado flujo de datos de una prioridad alta, podría provocar que se aumente el *delay* y el *jitter* de otros flujos de alta prioridad.

1.15.5.3. Encolamiento CQ (*Custom Queuing*)

Esta técnica permite administrar la congestión de la red, de tal manera que a cada cola, se le asigna un contador de bytes, donde el valor por defecto es 1500 bytes. Cada cola será atendida hasta cumplir dichos 1500 bytes y se pueden establecer hasta un máximo de 16 colas adicionales a la cola de sistema (*System Queue*), que equivale a la cola 0, que es utilizada para los *keep alive*.

Primeramente se debe establecer un contador para cada cola. El proceso consiste en permitir, a cada una transmitir paquetes hasta que el contador tenga un valor igual o menor a cero, para después continuar con la siguiente cola. Se realizará este proceso de manera ordenada y en periodos de tiempos equitativos lo que en informática se conoce como *Round-robin*⁶.

Debido a las probabilidades de que el contenido de los paquetes provoque que el contador llegue al cero absoluto, CQ permite que los paquetes mantengan un flujo continuo hasta que dicho contador llegue a un valor igual 0 o a un valor menor pero muy cercano al 0.

⁶Round-robin: Consiste en un método que permite tomar elementos pertenecientes a un grupo de manera ordenada racionalmente y equitativamente. Debe su nombre al popular algoritmo de selección y compartición en distintos campos y áreas.

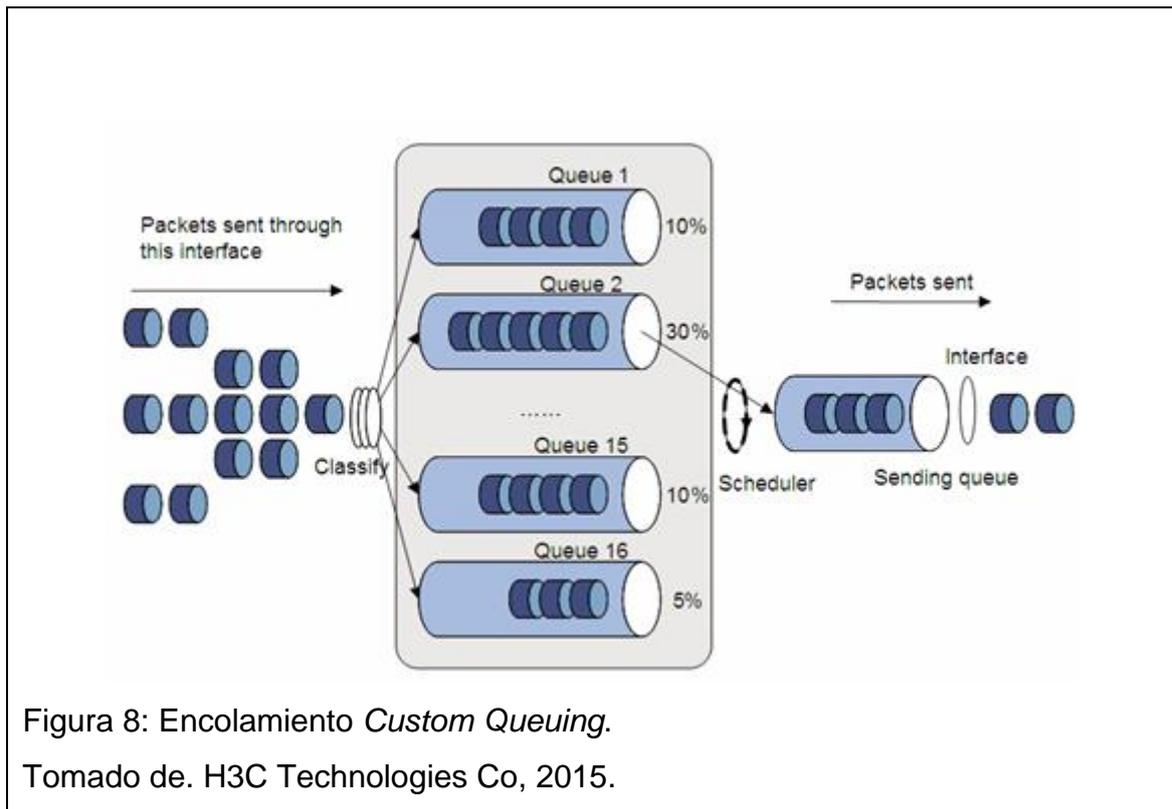


Figura 8: Encolamiento *Custom Queuing*.

Tomado de. H3C Technologies Co, 2015.

- Ventajas
 - El tráfico de datos con una alta cantidad de flujos no degradará la calidad de servicio brindado cada flujo, puesto que cada uno de ellos se maneja con su propia cola.
- Desventajas
 - CQ reserva la misma cantidad de ancho de banda para cada uno de los flujos.
 - CQ toma en consideración el orden de llegada de los paquetes.
 - CQ no proporciona fácilmente la implementación de servicios en tiempo real como la VoIP.

1.15.5.4. Encolamiento WFQ (*Weighted Fair Queuing*)

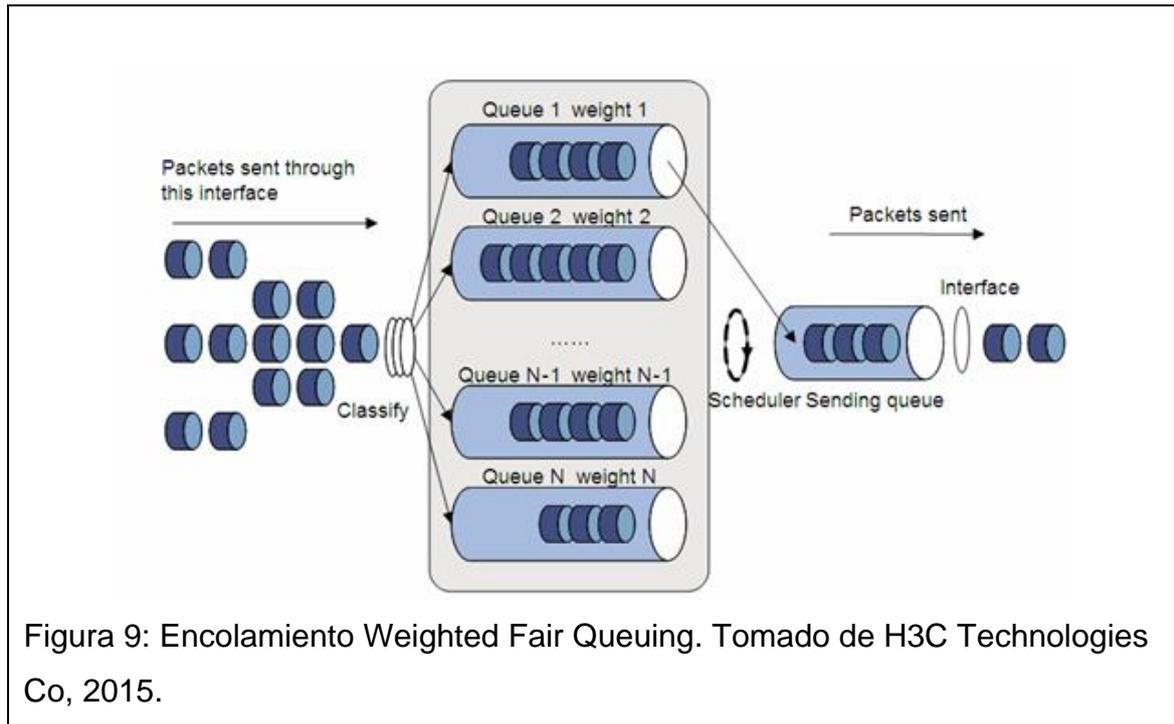
Esta técnica de encolamiento permite brindar una equidad en el flujo de paquetes a través de la red, tiene como objetivo evitar la congestión en las redes convergentes.

Es decir, los paquetes de menor peso serán despachados con mayor frecuencia que uno de mayor peso (Cisco Networking, 2008) debido a que se busca un balance en flujo de paquetes y que de esta manera sean atendidos todos a la vez. Cada cola FIFO que mencionamos anteriormente será servida a una tasa de velocidad $1/N$ del enlace total donde: N representa el número de flujos activos o colas que contienen paquetes esperando a ser atendidos.

WFQ posee la ventaja de ser veloz, confiable y fácil de implementar considerando criterios como: colas dedicadas para cada flujo, repartir el ancho de banda de una manera equitativa entre los flujos reduciendo el retraso y proporcionando garantías al servicio, finalmente el *IP Precedence* es utilizado como peso para la repartición del ancho de banda. Pese a que WFQ busca brindar equilibrio en el uso de ancho de banda para todos los flujos de paquetes no siempre se consigue una equidad debido a que los flujos con mayor *IP Precedence* tendrán cierta preferencia sobre los demás flujos.

WFQ maneja políticas de inserción y descarte de paquetes, en cuanto al descarte de paquetes emplea descarte prematuro y agresivo (*Early and Aggressive dropping*). El descarte temprano o prematuro, se produce cuando el umbral de descarte (*Discard Threshold*) es alcanzado y el descarte agresivo es llevado a cabo cuando se ha alcanzado el límite de la cola de espera (*Hold-Queue*).

WFQ siempre descarta paquetes de los flujos más agresivos empleando CDT (*Congestion Discard Threshold*) y HQO (*Hold-Queue out limit*) donde CDT llevará a cabo un descarte de paquetes incluso si la cola de espera todavía no ha alcanzado su capacidad total y finalmente, HQO define el número máximo de paquetes que pueden alojarse a cualquier momento en un sistema WFQ.



- Ventajas
 - Proporciona un nivel mínimo de ancho de banda a cada una de las clases de servicio.
 - WFQ puede brindar una garantía con respecto a la asignación equilibrada del ancho de banda en el puerto de salida para cada una de las clases.
- Desventajas
 - Complejidad en el mantenimiento por la cantidad significativa de clases que se deben manejar.
 - Impacto negativo a la escalabilidad por el gran número de clases de servicio que se debe manejar.

1.15.5.5. Encolamiento CBWFQ (*Class Based Weighted Fair Queuing*)

Esta técnica de encolamiento es considerada como una característica adicional a la WFQ, ya que le da al usuario la capacidad de alterar el flujo de tráfico en la red al determinar clases. Donde permite alcanzar una equidad en el flujo de la

red después de ser agrupadas en dichas clases. Las mismas que pueden ser basadas una serie de parámetros como la prioridad, la interface o su origen.

Al llegar los paquetes son encolados en función de sus clases, y esperando a ser atendidas donde la frecuencia de despacho será directamente proporcional a su prioridad, pero se consigue una equidad en el despacho de paquetes ya que CBWFQ nos permite garantizar un ancho de banda para todos los flujos.

Adicionalmente cada cola es atendida a manera del algoritmo *Weighted-Round-Robin*⁷ (WRR), basándose en el ancho de banda asignado a cada clase; sin embargo, el ancho de banda no es estático, representa el ancho de banda mínimo garantizado. Si no existen paquetes en una clase determinada, se atenderán a las demás colas repartiendo dinámicamente el ancho de banda no utilizado.

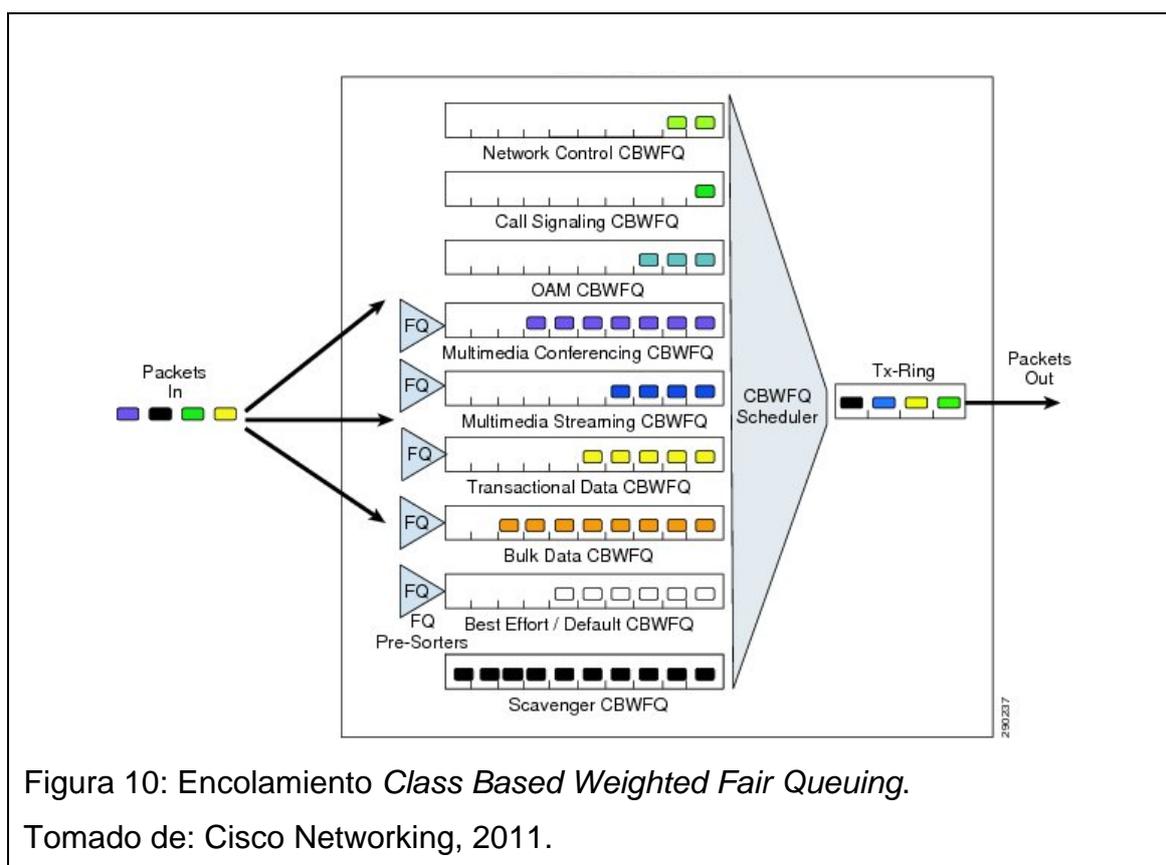


Figura 10: Encolamiento *Class Based Weighted Fair Queuing*.

Tomado de: Cisco Networking, 2011.

⁷Weighted-Round-Robin, Consiste en una disciplina que emplea Round-Robin avanzado para lograr solucionar el problema de *Starvation* que se produce cuando una cola no es atendida por largos periodos de tiempo. Dicho tiempo de atención para cada cola será acorde al peso dado, lo que implica que a medida de que el peso se incrementa también lo hará el tiempo de atención para dicha cola.

- Ventajas
 - Permite tener un número limitado de colas con políticas de calidad de servicio.
 - Permite asignar un ancho de banda diferenciado por cada una de las colas.
 - En combinación con LLQ (Low-latency queuing) es recomendable su utilización para el tráfico multimedia que requiere de un bajo delay y bajo jitter.
- Desventajas
 - Las colas se llenan basándose en la clasificación de paquetes que determina el administrador.
 - Requiere un mantenimiento de una cantidad significativa de clases.

1.15.5.6. Encolamiento LLQ (*Low Latency Queuing*)

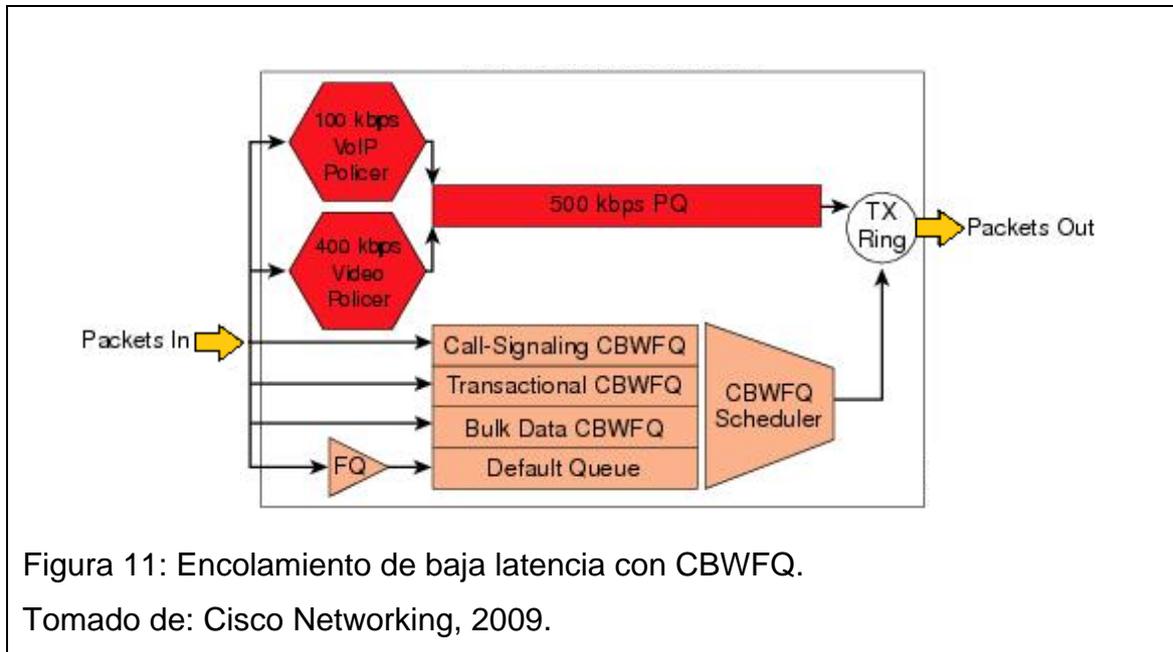


Figura 11: Encolamiento de baja latencia con CBWFQ.

Tomado de: Cisco Networking, 2009.

El encolamiento de baja latencia es actualmente el más recomendado para aplicaciones en tiempo real como la VoIP y la telefonía sobre IP, además es bastante apropiado para la videoconferencia.

LLQ basa sus colas de prioridad personalizadas en las clases de tráfico, y además consta de una cola de prioridad que tiene preferencia sobre todo el tráfico.

- Ventajas
 - Método más recomendado en la actualidad para aplicaciones en tiempo real.
 - Tiene colas de prioridad personalizadas y basadas en la clase de servicio.
 - Al trabajar con CBWFQ añade a esta una cola de prioridad estricta.

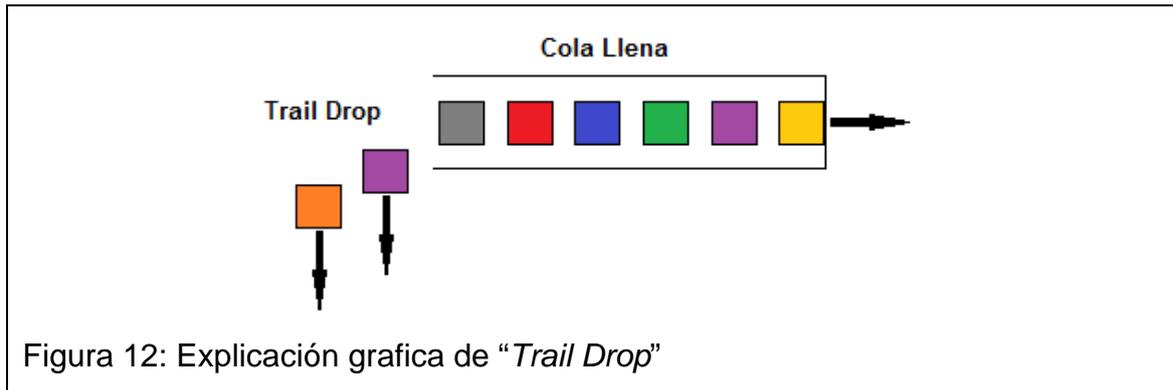
- Desventajas
 - Se necesita establecer un límite de ancho de banda asignada a una cola de prioridad con el propósito de evadir una degradación de las otras colas.

Por todo lo expuesto anteriormente se escogió la utilización de CBWFQ complementado con LLQ como tipo de encolamiento.

1.15.6. Evasión de congestión

1.15.6.1. *Trail Drop*

Es una forma simple para manejar la capacidad de la cola puesto que trata todo el tráfico de igual manera y no hace diferenciación en las clases de servicio. Cuando existe alta congestión de datos y las colas están llenas *Trail Drop* entra en acción descartando todos los paquetes que llegan hasta que la congestión sea eliminada.

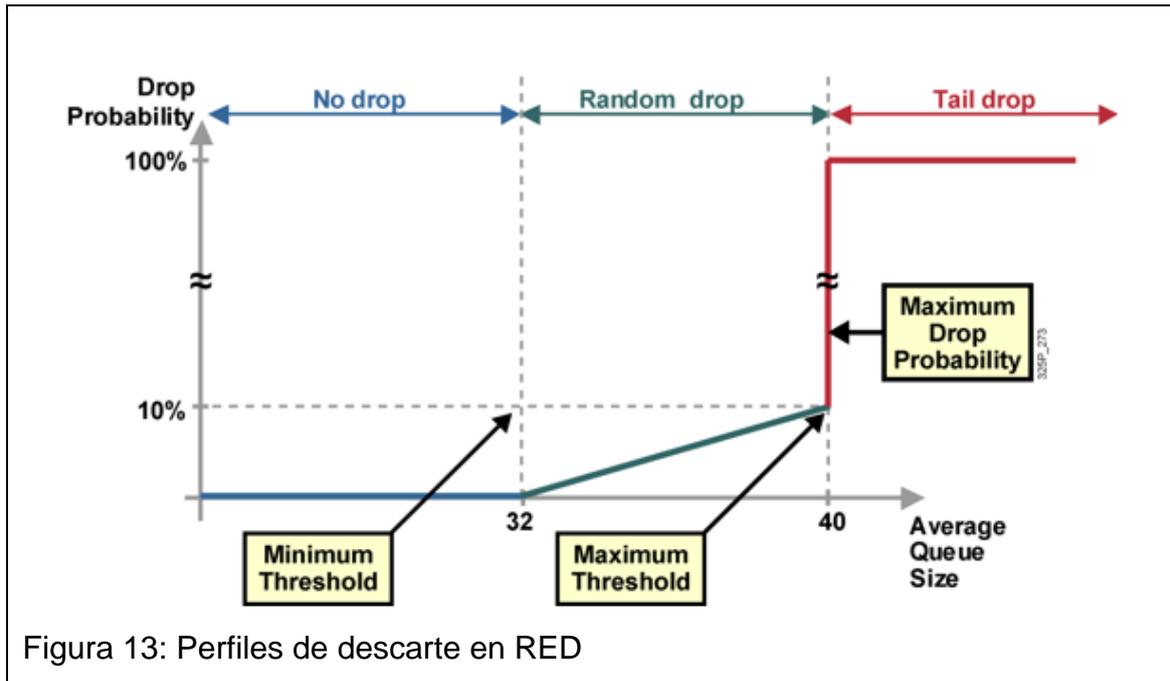


1.15.6.2. RED (*Random Early Detection*)

Es considerado como una disciplina para el flujo de la red y evitar la congestión en la misma. En *Tail Drop* mencionamos que se realizan descartes sin discriminación alguna una vez que alcanzó la capacidad de la cola, pero en RED se produce un descarte temprano de paquetes en función del umbral alcanzado, donde se pueden conseguir valores entre cero y uno, siendo uno el valor máximo de descarte y todo paquete entrante será descartado.

Adicionalmente RED hace uso de perfiles de descarte, los mismos que consisten un mecanismo que definen las probabilidades de que un paquete sea descartado de acuerdo a la capacidad y uso de la cola. Para lograr esto se definen dos umbrales de descarte, un mínimo y un máximo.

Para configurar los perfiles de descarte, es necesario tener presente dos valores: la totalidad de la cola y la probabilidad de descarte, donde la totalidad de la cola constituye el porcentaje de memoria empleada para llevar a cabo el encolamiento de paquetes en relación a la capacidad total de la misma, asimismo la probabilidad de descarte que representa el porcentaje que está relacionado con la probabilidad de que un paquete sea descartado.



RED monitorea el tamaño promedio de la cola con probabilidades estadísticas para realizar un descarte de paquetes. Es decir, si la cola se encuentra casi vacía o está por debajo del umbral mínimo aceptará todo tráfico entrante (*No Dropping*), si la ocupación de la cola está entre el umbral mínimo y máximo se realizará un descarte de acuerdo a la probabilidad de descarte configurada y a medida que la cola va creciendo la probabilidad de realizar un descarte incrementa exponencialmente (*Random Dropping*) y cuando dicha probabilidad alcanza el umbral máximo, es decir un valor de uno o 100% todo paquete entrante será descartado es decir, llevará a cabo un *Tail Drop (Full Dropping)*.

- Ventajas
 - Responde con descartes aleatorios a las etapas tempranas de congestión.
 - RED descarta de forma agresiva los paquetes con la finalidad evitar que una cola llegue al 100% de su capacidad en casos en los que la congestión siga incrementándose.
 - Acepta ráfagas de tráfico y no descarta todas las tramas pertenecientes a una determinada ráfaga.
 - Mantiene una cantidad moderada de tráfico e las colas.

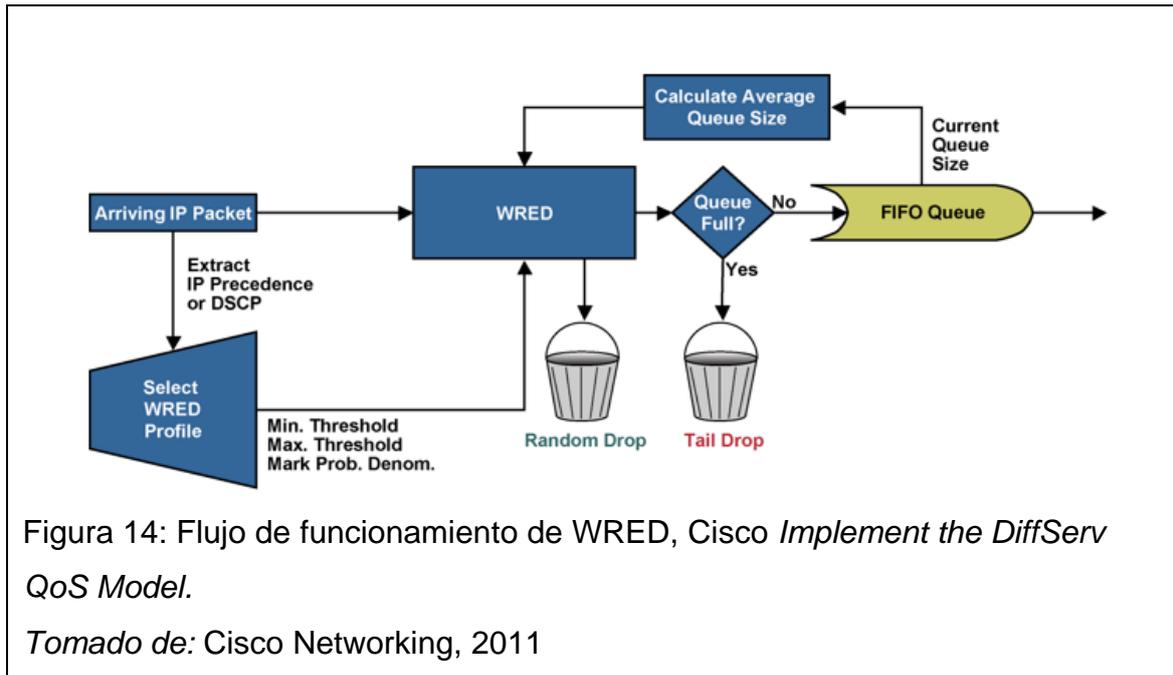
- Permite realizar una mejor administración de ancho de banda en la salida de la interfaz.
- Desventajas
 - Tiene un nivel alto de dificultad de configuración si se requiere tener una ejecución predecible.
 - Si no se establecen de forma adecuada los parámetros de RED es posible que funcione de forma más deficiente que *Trail Drop*.
 - No se recomienda la utilización de Red para tráfico basado en UDP, no es posible saber que un paquete de este tipo ha sido descartado por lo que no se altera la tasa de transmisión.

1.15.6.3. WRED (*Weighted Random Early Detection*)

Realiza un descarte temprano, al igual que lo hace RED, con la diferencia que se pueden obtener distintas probabilidades por cada una de las clases, asimismo se pueden configurar distintos perfiles de descarte para los distintos flujos, proporcionando una diferente QoS para distintos tipos de tráfico.

Cada perfil configurado está identificado por: el umbral mínimo, umbral máximo y el MPD (*Mark Probability Denominator*) que es el valor que da la probabilidad que se extiende entre el mínimo y el máximo umbral. La selección del perfil se basa en el *IP Precedence* y DSCP.

WRED lleva a cabo un descarte agresivo de paquetes menos importantes por lo que podemos afirmar que su funcionamiento puede brindar cierta protección a los paquetes más importantes ya que si llega un paquete de baja prioridad este tendrá probabilidades más altas de descarte para brindar espacio al paquete de mayor prioridad.



- Ventajas
 - Es una ampliación de RED y admite asignar múltiples perfiles de descarte a las distintas clasificaciones de tráfico.
 - Proporciona mayor precisión en el control en comparación con RED, debido a la capacidad de este método de definir múltiples perfiles de descarte a los distintos flujos.
- Desventajas
 - Si el factor de peso exponencial, configurado por el administrador de la red, consigue valores excesivamente grandes WRED no posee la capacidad de reaccionar a la congestión.
 - Si el factor de peso exponencial obtiene un valor excesivamente bajo WRED puede reaccionar fuertemente ante las ráfagas momentáneas de tráfico y realiza descartes innecesarios.

1.16. Administración de las redes

Se refiere a las actividades asociadas con la gestión de red, junto con tecnología necesaria para apoyar estas actividades. Una parte significativa de gestionar una red es monitorearla para entenderla, pero además comprende otros aspectos.

1.16.1. La Importancia

Una red es una estructura compleja que requiere gran atención. Debe ser cuidadosamente planeada. Las configuraciones en los dispositivos de red deben ser modificadas sin afectar al resto de la misma. Las fallas en la red ocurren y necesitan ser detectadas, diagnosticadas, y reparadas. Puesto que la operaciones de la entidad dependen de ello.

1.16.2. Integrantes de la administración de redes

El proveedor del servicio, que provee varios tipos de servicio a los clientes. Hay diferentes proveedores de acuerdo al servicio. Lo que tienen en común es que viven de la gestión de red, como ellos manejen sus redes hace la diferencia.

El Departamento IT, gestiona la red dentro de la empresa, proveyendo la comunicación interna.

El usuario final, no se refiere a los usuarios del servicio de comunicación, usualmente para ellos la red es invisible, son los usuarios de los distintos sistemas de gestión y aplicaciones y que dependen de ellos para realizar su trabajo.

Integrador de sistemas, ofrecen servicios para integrar un conjunto de aplicaciones de gestión con una red específica y el entorno de soporte de operaciones, tapan lagunas funcionales y ofrecen adaptaciones de interfaz que

podrían ser necesarios para convertir un conjunto de aplicaciones independientes en una solución clave que se personaliza para un proveedor de red específica.

2 CAPITULO II: SITUACION ACTUAL DE LA RED

2.1. Antecedentes de CARNI S.A.

Elaborados Cárnicos S.A. es una empresa de procesamiento y elaboración de carnes y embutidos que posee una infraestructura dividida en cuatro sedes para su funcionamiento, las mismas que se encuentran repartidas de la siguiente manera: en Latacunga provincia de Cotopaxi, se encuentran ubicadas dos de las sedes de la empresa, la fábrica de procesamiento y la granja porcina, en Quito, provincia de Pichincha está la sede matriz. Finalmente en Guayaquil provincia del Guayas, están ubicadas oficinas de ventas y distribución del producto. (Don Diego, s.f.)

2.1.1. Misión

Elaborar y proveer alimentos de calidad y servicios de excelencia para satisfacer las necesidades de nuestros clientes y consumidores, con innovación permanente de productos, contribuyendo al bienestar de los empleados y la comunidad, con mayor rentabilidad y eficiencia. (Don Diego, s.f.)

2.1.2. Visión

“Ser la empresa de alimentos preferida por calidad, salud y servicio en el Ecuador.” (Don Diego, s.f.)

2.1.3. Historia

En julio de 1982, un grupo de empresarios visionarios formó esta empresa y empezaron ofreciendo en el mercado ecuatoriano productos diferentes, sanos y exquisitos, basados en fórmulas y componentes de origen español pero adaptados al gusto del mercado ecuatoriano.(Don Diego, s.f.)

Durante sus primeros años, Embutidos Don Diego, con el fin de mantener sus estándares de calidad, realizó varios acuerdos con productores independientes para que a través de asesorías permanentes, lograr una producción de cerdos sanos, bien alimentados y de buena carne. La búsqueda continua de la excelencia y los objetivos de garantiza calidad que perseguía la compañía, hizo posible que seis años más tarde, el proyecto de tener una granja porcina propia, se haga realidad. La granja porcina está localizada a 11kms de la planta procesadora en Latacunga, provincia de Cotopaxi .(Don Diego, s.f.)

Así con la finalidad de renovar la genética de nuestros animales se empezó a importar cerdos de raza de varios países como Estados Unidos de América, Chile y Perú, actividad que se sigue haciendo cada tres años. Posteriormente, Don Diego empezó a desarrollar su propia línea de cerdos. (Don Diego, s.f.)

A continuación, viendo la necesidad de mantener un control alimenticio eficiente sobre nuestros animales; montamos una fábrica de balanceados y un año más tarde instalamos nuestro camal para tener garantías de higiene en el faenamiento. (Don Diego, s.f.)

La calidad de los productos de Alimentos Don Diego es reconocida a nivel internacional. En 1993 se empezó a exportar a Colombia, un mercado que en la actualidad está sólidamente fortalecido ya que estos productos se comercializan en 28 ciudades del vecino país. (Don Diego, s.f.)

Entre los proyectos a corto plazo, está conseguir otras certificaciones de calidad como la HACCP y entrar a otros países latinos como Perú. (Don Diego, s.f.)

2.1.4. Política de calidad

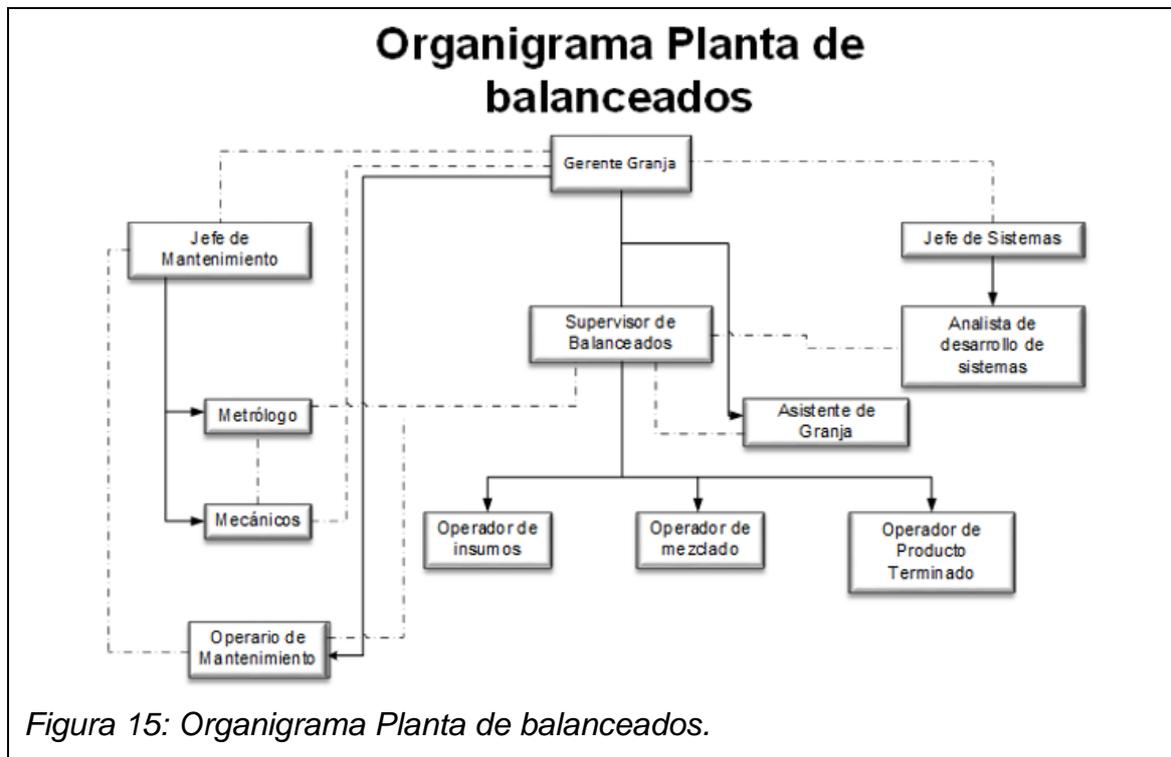
Cuando se inicia un proceso de calidad en cualquier Organización, se presentan diferentes tipos de posiciones, unas a favor del cambio y otras

reticentes al mismo. El cambio es duro y tan largo como el grado de compromiso, que la alta dirección pueda transmitir a todos los colaboradores, y de ahí la importancia de la visión, misión y las metas que se desean conseguir. (Don Diego, s.f.)

En el caso de la organización el proceso de instaurar un Sistema de Gestión de Calidad se inició desde el año 1998 a fin de encaminar a ECARNI S.A. por el sendero de la CALIDAD TOTAL; para esta fecha en el país no se conocía o existía nada referente a BPM y HACCP, de manera incipiente se trataba lo referente a ISO9002 versión 94, y con estas bases se empezó a trabajar en el tema y posterior a la superación de los graves problemas económicos nacionales y luego del esfuerzo interno, con la colaboración de todo el personal en Agosto del 2001 se obtuvo la Certificación ISO otorgada por la empresa alemana GERMANISCHER LLOYD CERTIFICATION. (Don Diego, s.f.)

Cada año son sometidos a las auditorías externas de seguimiento, cada dos años se realiza una auditoría externa de recertificación, los cuales han sido superados exitosamente, por lo cual actualmente poseen la certificación ISO9001:2000 obtenida desde el año 2001, a través de la cual manejan las actividades de la organización desde el punto de vista de procesos y los controlamos a través de objetivos e indicadores, que permiten tomar decisiones rápidas y dirigidas a la eficacia, la rentabilidad y la manera continua, filosofía que se refleja en la visión, misión y política de calidad. (Don Diego, s.f.)

2.1.5. Organigrama



Organigrama Granja Porcina

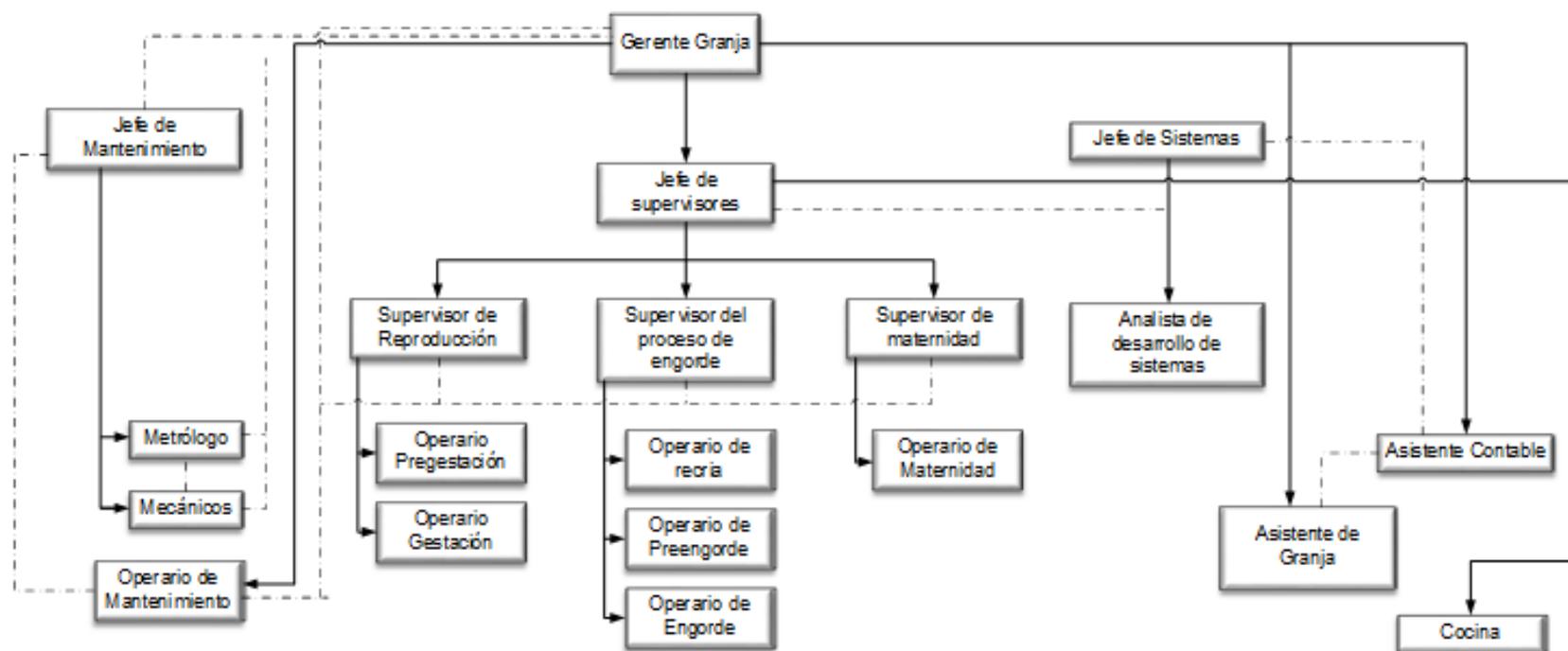


Figura 16: Organigrama Granja Porcina.

Organigrama ECARNI S.A.

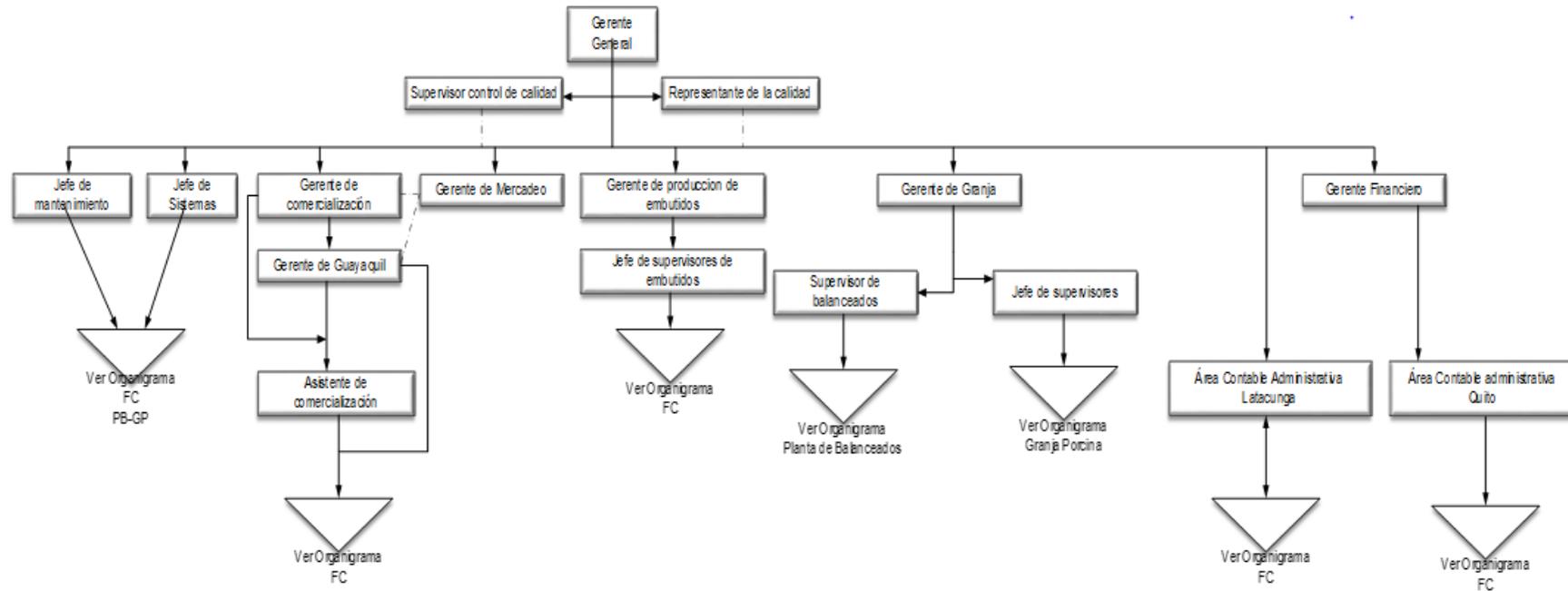


Figura 17: Organigrama ECARNI S.A.

Organigrama FC (Fabricación y comercialización)

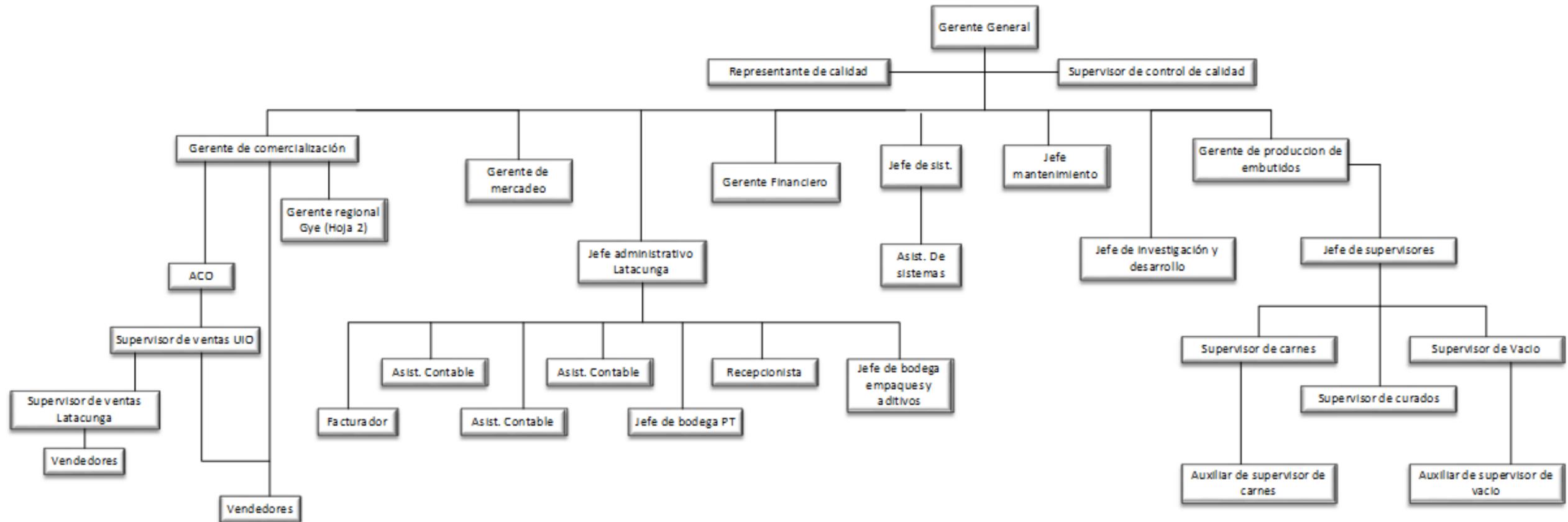


Figura 18: Organigrama FC (Fabricación y comercialización).

2.1.6. Ubicación Geográfica

2.1.6.1. Latacunga – Fábrica de Procesamiento:

Se encuentra ubicada en el km. 2 – 2.5 de la panamericana sur vía Ambato.



Esta infraestructura consta de dos plantas fundamentalmente. El área principal correspondiente al sector de la planta de producción está situado en la planta baja y es de mayores proporciones al segundo sector elevando (Piso 2) en el que funcionan las oficinas administrativas de la organización. Adicionalmente podemos encontrar en los alrededores de oficinas de ventas, Departamento médico, sector de mecánica, seguridad industrial, archivo, bodega de mantenimiento y planta de tratamiento de agua.

2.1.6.2. Latacunga – Granja porcina

Esta sede se encuentra en el sector de Laigua detrás del tenis club de la ciudad de Latacunga.



La infraestructura de esta sede consta de una sola planta en la que se distribuyen 7 computadores incluido el computador que se utiliza como servidor, debido a que esta sede no necesita de mucha infraestructura para personal administrativo ya que la mayor parte del personal de la esta sede realiza tareas manuales como la fabricación de los balanceados y la crianza de cerdos y controles en la salud de los mismos.

2.1.6.3. Quito – Oficina matriz de administración

La sede matriz está situada en el sector norte de la ciudad de Quito en un sector industrial en la Calle de los Cerezos y Av. Eloy Alfaro.



Esta es la sede matriz por lo que gran parte del personal administrativo de la empresa trabaja en estas instalaciones, las cuales se encuentran divididos en dos galpones, el principal con oficinas distribuidas en dos pisos y adicionalmente el comedor que usan todos los empleados. En el segundo galpón se encuentran las oficinas de los vendedores, facturación, los cuartos fríos en los que se almacena el producto y además dos habitaciones que son utilizadas por los conductores de los camiones que llegan con producto a altas horas de la noche.

2.1.6.4. Guayaquil – oficina de distribución y ventas:

Las instalaciones de las oficinas de distribución de la ciudad de Guayaquil se encuentran ubicadas en el sector industrial de Los Ceibos.



En esta sede funciona como una oficina de distribución de productos para la región costa del país.

2.2. Red de Datos

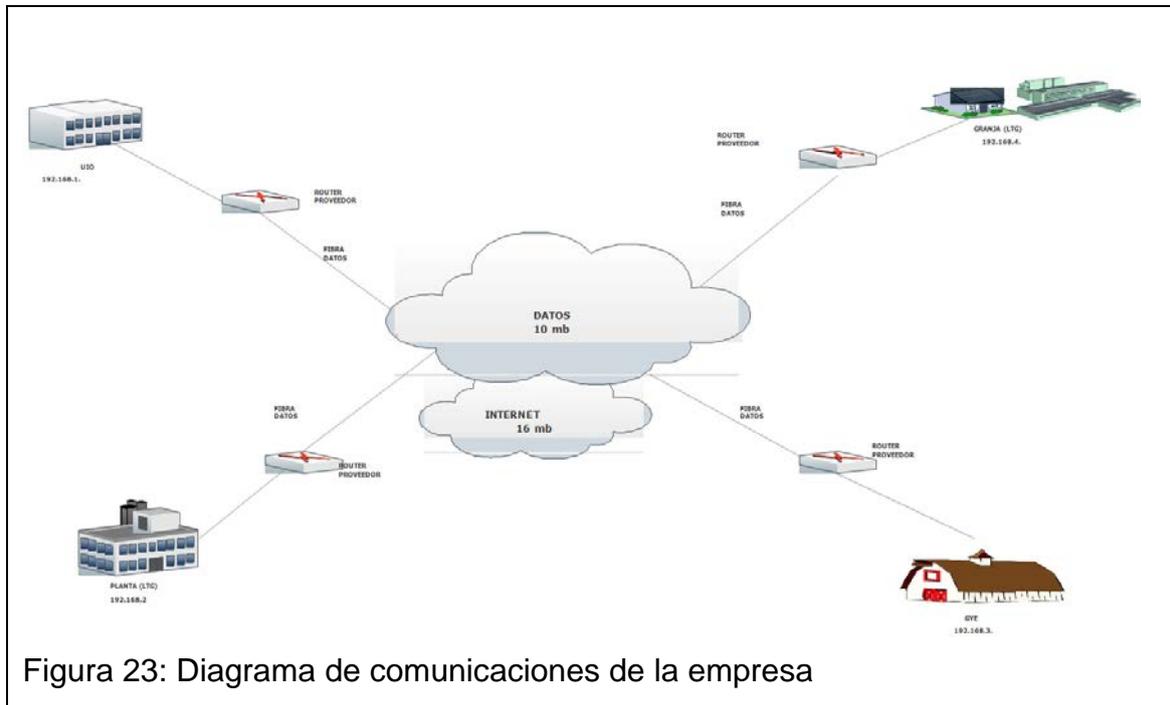


Figura 23: Diagrama de comunicaciones de la empresa

2.2.1. Rangos de direcciones IP de la empresa

Tabla 17: Rangos de direcciones IP de la empresa

QUITO		
FIJOS	192.168.1.101	192.168.1.186
DHCP	192.168.1.23	192.168.1.85
LATACUNGA		
FIJAS	192.168.2.151	192.168.2.206
DHCP	192.168.2.3	192.168.3.50
GRANJA		
FIJAS	192.168.4.100	192.168.4.110
	192.168.3.3	192.168.3.15
GUAYAQUIL		
FIJAS	192.168.3.2	192.168.3.20
	192.168.3.171	192.168.3.184
DHCP	192.168.3.50	192.168.3.80

2.2.2. Planta de Procesamiento (Latacunga)

La red local de la fábrica trabaja sobre una topología de tipo estrella (Figura 23) con un cableado de categoría 5E que alcanza velocidades máximas de 1 Gbps. Este par trenzado está implementado tanto para el subsistema horizontal como para el backbone y recorre las instalaciones por canaletas plásticas desde el cuarto de equipos hasta cada uno de sus nodos y en ocasiones es tendido sobre el techo falso de la arquitectura y directamente al equipo final.

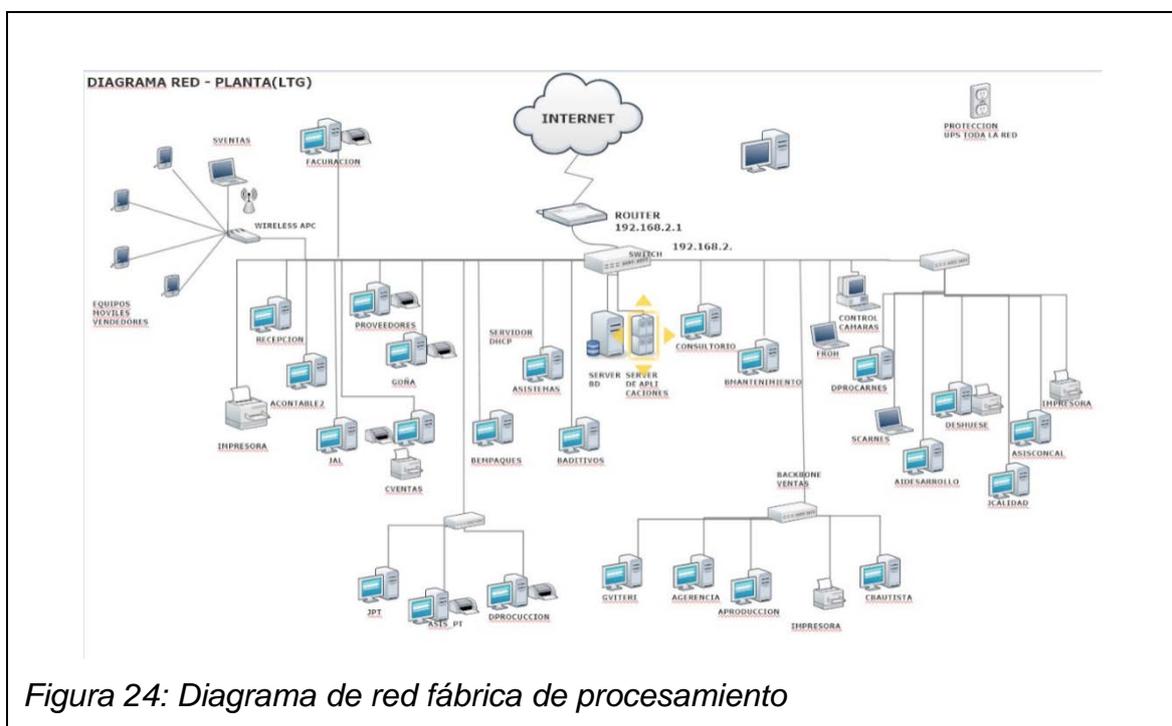


Figura 24: Diagrama de red fábrica de procesamiento

Ya que el crecimiento paulatino de la empresa iba demandando cada vez más puntos de red, ésta posee switches dispersados por toda el área, los mismos que no están debidamente protegidos y no garantizan un óptimo funcionamiento como se demuestra en la figura 24.



Figura 25: Switch de acceso

El cuarto de equipos se encuentra situado en el departamento de Sistemas, consta con un sistema de refrigeración, un rack de 36 UR (unidades de Rack), *switches*, *routers*, servidores y una central de video vigilancia de circuito cerrado. Desde este cuarto de equipos se realiza la distribución hacia todos los nodos como detallaremos en la siguiente figura.

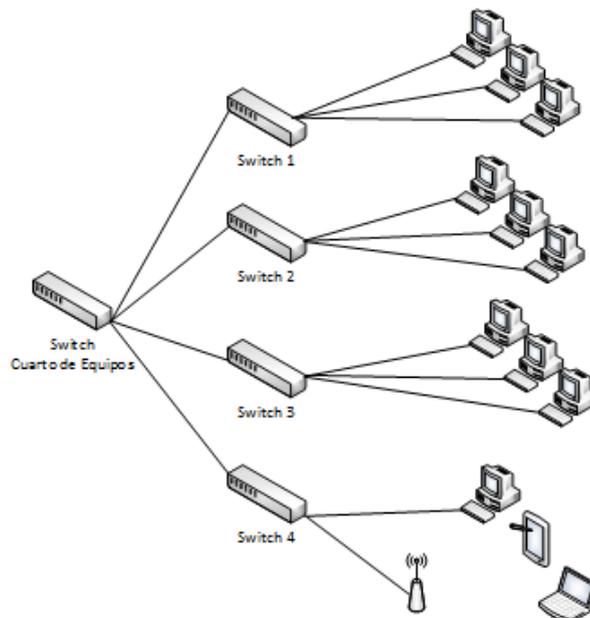


Figura 26: Diagrama de distribución.

Tabla 18: Resumen de puntos de la planta de procesamiento.

Número de puntos		
	Descripción	Número
1	Puntos de datos	27
2	Puntos de voz	25
3	Cámara	16
	Total	68

2.2.2.2 Resumen de puntos de voz y datos – Oficinas de administración

En el sector administrativo los puntos de comunicación se encuentran repartidos de la siguiente manera:

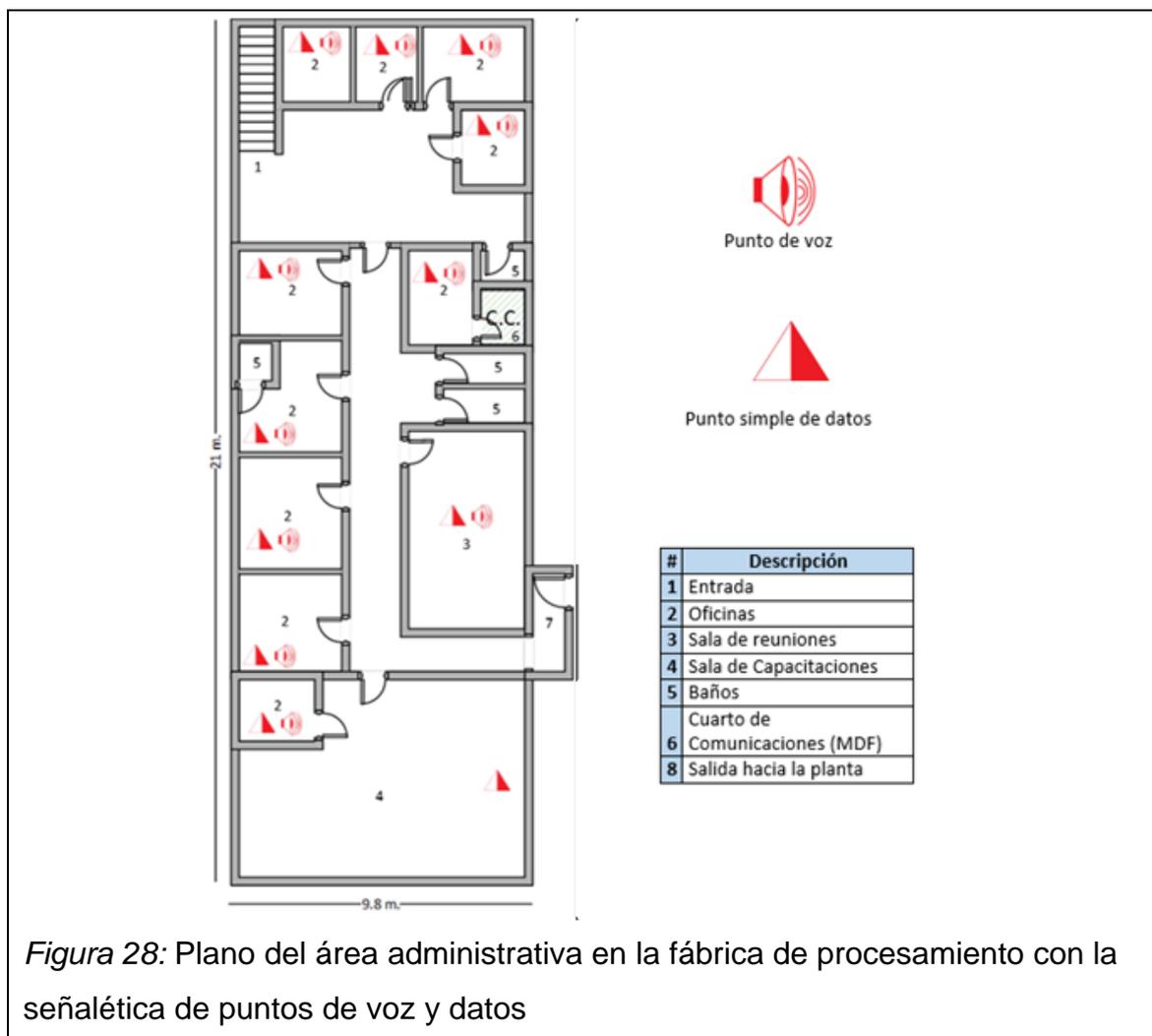


Figura 28: Plano del área administrativa en la fábrica de procesamiento con la señalética de puntos de voz y datos

Tabla 19: Resumen de puntos del área administrativa de la fábrica de procesamiento.

Número de puntos		
	Descripción	Número
1	Punto de dato	12
2	Punto de voz	11
3	Cámara	0
Total		23

2.2.2.3 Resumen totalizados de puntos en toda la sede

Tabla 20: Resumen del total de puntos de voz, datos y cámaras dentro de las instalaciones de la fábrica de procesamiento.

Número de puntos			
	Descripción	Planta	Administrativa
1	Punto de datos	27	12
2	Punto de voz	25	11
3	Cámara	16	0
Subtotal		68	23
Total		91	

2.2.2.4 Cuarto de telecomunicaciones

Esta es la habitación central de telecomunicaciones, servicios y datos que se utilizan en estas instalaciones. Se encuentra ubicada en el segundo piso de la fábrica dentro de la oficina de sistemas.



Figura 29: Cuarto de Telecomunicaciones de la fábrica de procesamiento

Tabla 21: Diagrama de elevación actual en la fábrica de procesamiento.

Organizador
SW Core
Router de proveedor de internet
Organizador de fibra
2 DVR's
Servidor de Base de Datos
Servidor de Aplicaciones

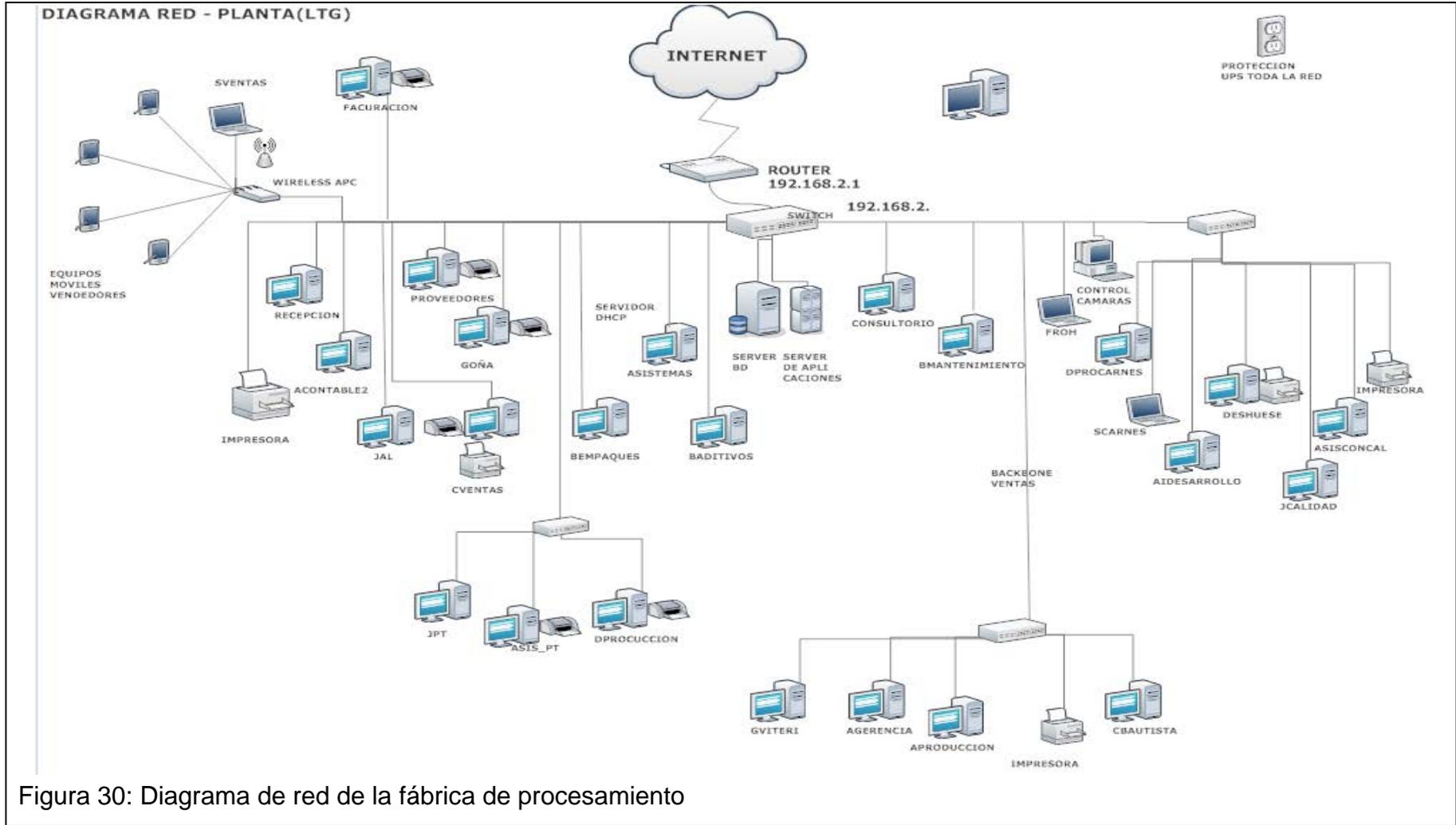
2.2.2.5 Acometida de servicios

- La acometida del servicio de telefonía la provee la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT) y está ubicada en la parte superior de la planta, esta se conecta directamente a la central telefónica de la empresa
- En cuanto al servicio de internet la acometida entra por la parte superior de la construcción hacia el cuarto de telecomunicaciones, el proveedor de este servicio es Telefónica (Movistar).
- La energía eléctrica es proporcionada por la empresa pública de electricidad. La acometida de este servicio se encuentra en un cuarto destinado para el de alto voltaje y la distribución del mismo hacia las instalaciones. El cuarto de Alto Voltaje tiene la señalética reglamentaria.

2.2.2.6 Tráfico de la red

Mediante el análisis de las capturas de tráfico realizadas por el *sniffer* *WIRESHARK*, se pretende obtener una idea generalizada de la cantidad de recursos que esta red está gastando para mantener en pleno funcionamiento todas las aplicaciones necesarias para el *Core* del negocio de la empresa en cada una de sus sedes.

Mediante un método de *Man in the Middle* lógico con el apoyo de herramientas de *software* como Cain & Able (Windows) y Ettercap (Linux) se empleó un *Poisoning ARP* y se logró realizar las capturas de una semana entera de trabajo, el cual fue segmentado en archivos de proporciones similares y emplearemos aquel que presentó mayor congestión para realizar nuestro análisis.



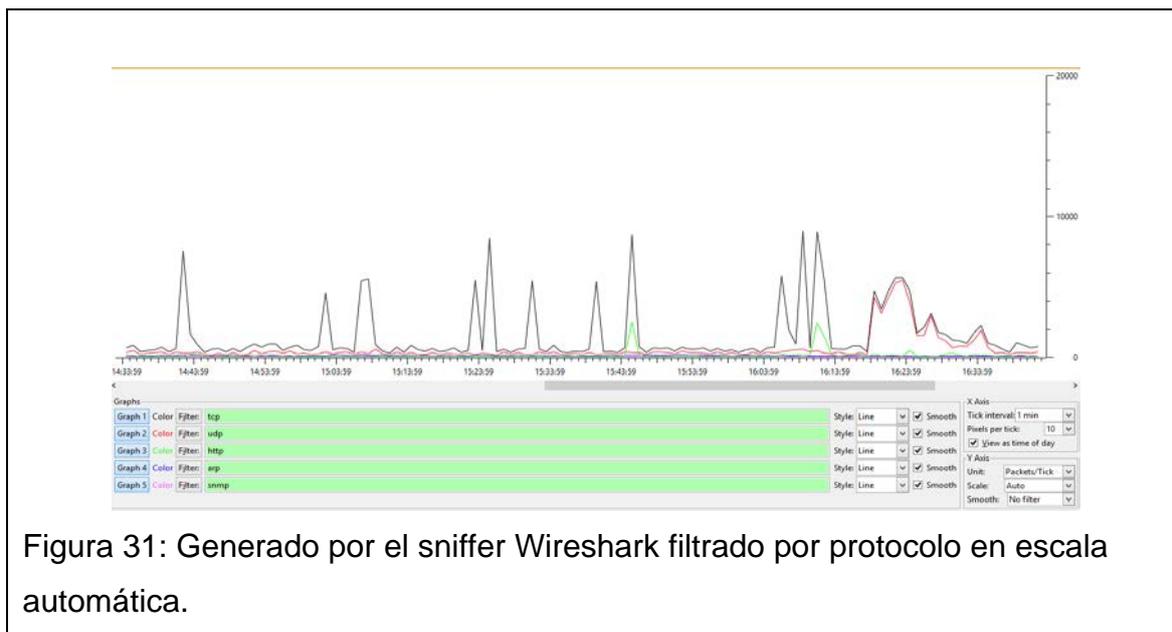
Para poder reconocer cada una de las aplicaciones de negocio se llevó a cabo un *sniffing* durante pocos segundos y ejecutando una aplicación a la vez con una única finalidad de obtener los puertos que emplean para su comunicación. Los servidores de aplicaciones ya fueron identificados en el listado de equipos, por lo tanto la dirección de destino ya es conocida a esta altura.

A continuación una descripción de las aplicaciones identificadas.

Tabla 22: Descripción de las aplicaciones críticas en la fábrica de procesamiento y el puerto que utilizan para su comunicación.

#	Aplicación	Puerto
1	Sistema Administrativo Financiero NAF	TCP: 445
2	Correo	TCP: 3128
3	MobilVendor	TCP: 82
4	QlickView Server, QlickView Call, QlickView Aplicativos	UDP: 161

A continuación los resultados obtenidos, los mismos que servirán de base para el cálculo de tráfico futuro.



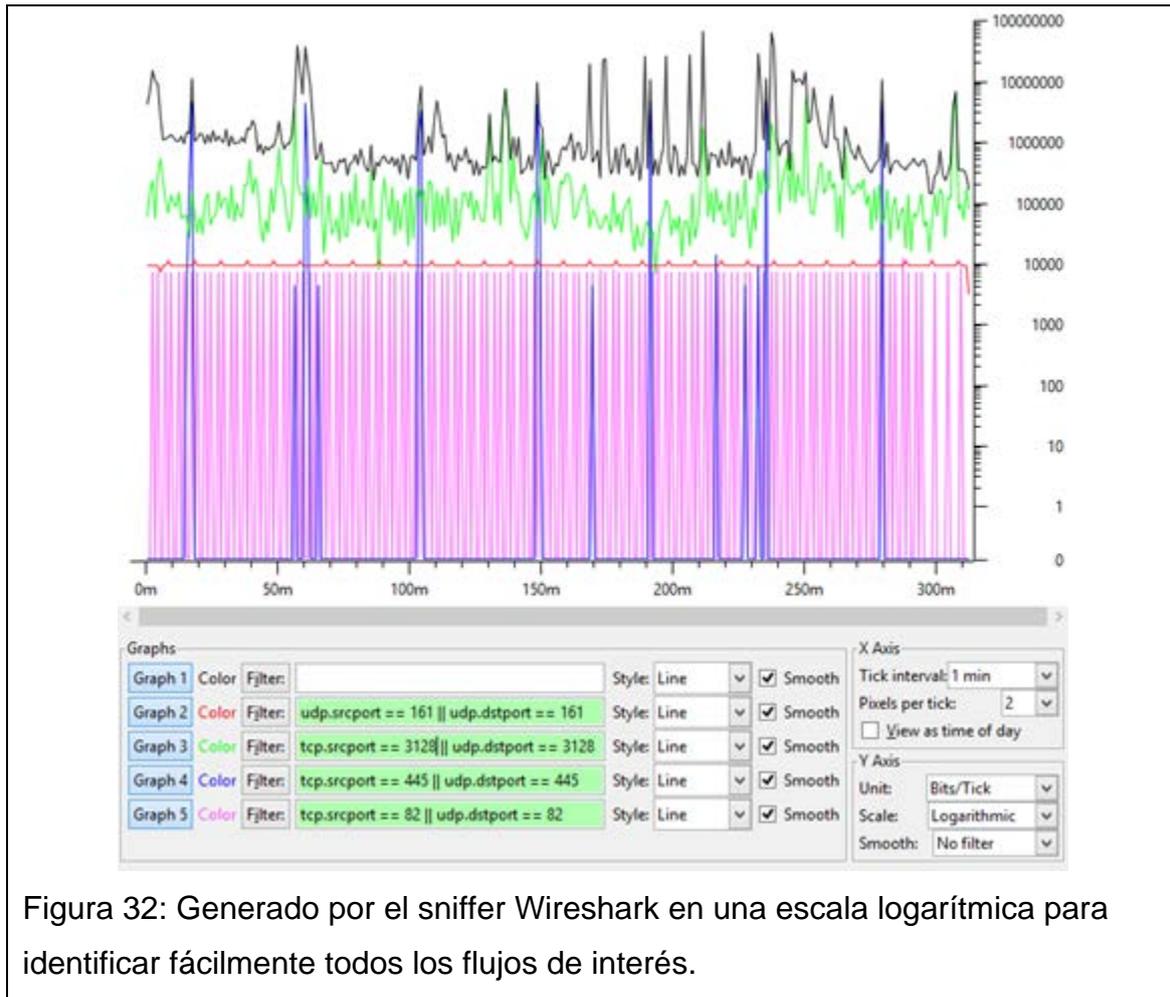


Figura 32: Generado por el sniffer Wireshark en una escala logarítmica para identificar fácilmente todos los flujos de interés.

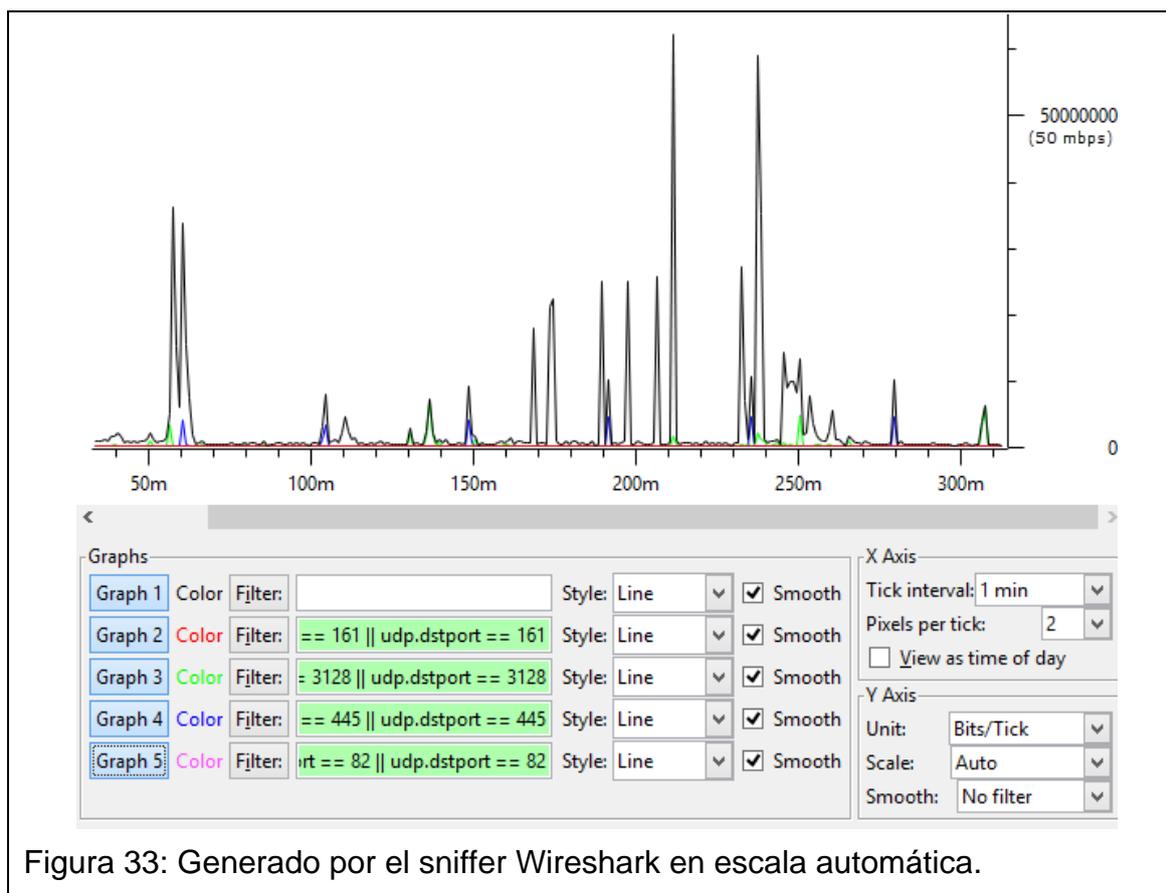


Tabla 23: Uso de ancho de banda por aplicación, se obtuvo una media aproximada según la captura en escala logarítmica.

Aplicaciones críticas de Core de negocio			
#	Aplicación	bps	Kbps
1	Sistema Administrativo Financiero NAF	100	0.1
2	Correo	120000	120
3	MobilVendor	10000	10
4	QlickView Server, QlickView Call, QlickView Aplicativos	10000	10

Cabe mencionar que cada sede cuenta con su servidor de aplicaciones, por lo que el análisis de tráfico está centrado en la LAN correspondiente, asimismo cuentan con un servidor de base de datos el mismo que también genera cierto tráfico en la red en sus operaciones CRUD (*Create, Read, Update, Delete*).

A continuación analizaremos el tráfico generado por aplicaciones que hacen uso de bases de datos:



Figura 34: Generado por el *sniffer Wireshark* en escala Logarítmica.

Para realizar este análisis se instaló el *sniffer Wireshark* en el servidor de aplicaciones con la intención de capturar todo el tráfico dirigido al servidor de base de datos, donde podremos apreciar que la escala logarítmica en la gráfica nos ayuda a identificar los puntos máximos de ancho de esta aplicación, el mismo que bordea los 100Kbps, pero no se trata de un consumo frecuente en el tiempo y esto se debe a la naturaleza de la propia sede, donde no existe mucha demanda dicha aplicación y que las réplicas de base de datos se realizan a determinadas horas en el día, por lo expuesto podemos establecer una media de uso en los 10Kbps.

2.2.2.7 Red Telefónica



Figura 35: Central telefónica Panasonic KX-TDA100

La central telefónica para la fábrica en Latacunga es una central Panasonic KX-TDA100, la misma que administra las extensiones telefónicas de la fábrica y tiene un costo aproximado de 450 USD. En la Tabla 24 se describen sus características.

Tabla 24: Características de la Central Panasonic KX-TDA100.

Panasonic KX-TDA100	
Capacidad del sistema	
1	64 puertos de extensión
2	64 canales de puertos Trunk
3	Configuración automática de ISDN
4	Selección automática de ruta
5	Consola PC/PC Teléfono
6	Programación en PC
7	Llamada VIP
8	Identificador visual de llamadas
9	Operación con manos libres(<i>Hands-free</i>)
10	<i>HandOver</i> automático
11	Conexión interna directa con marcado
12	Suscripción de múltiples números
13	Capacidad de trabajar con telefonía IP-PBX

La central telefónica está instalada en el segundo piso de la fábrica, en el área de la sala de capacitaciones. Posee un sistema de regletas acopladas que no tiene el debido etiquetado para facilitar su identificación, además se encuentra completamente expuesta sin ningún tipo de seguridad. Tal como podemos apreciar en la Figura 36. La interconexión a los distintos puntos de telefonía se realiza a través de un par trenzado CAT 3.



Figura 36: Central Telefónica de la fábrica de procesamiento

2.2.2.8 Cableado estructurado

La planta de procesamiento no cuenta con cableado estructurada, el proceso de implantación y crecimiento de la red se realizó de una manera empírica, llevando a cabo un tendido de cable desde su cuarto de comunicaciones a los distintos nodos y algunos casos implementado un switch para alargar aún más su alcance como se demuestra en la Figura 37.



Figura 37: Switch Departamento médico sin etiquetado y expansión de la red

Adicionalmente a lo largo de la planta podemos encontrar puntos de red en los que se puede apreciar que sus cajas sobrepuestas, faceplates, jacks y/o el cable se encuentran en mal estado.



Figura 38: Punto de red actual en la fábrica de procesamiento

- **Horizontal**

El cableado horizontal se extiende por la empresa a través de un cable UTP CAT 5E, con una velocidad máxima de 100 Mbps por canaletas plásticas y por sobre el techo falso de las instalaciones (Figura 39). Ya

que es un sector un industrial existe un alto índice de interferencia electromagnética y ambientes hostiles para una red de información.



Figura 39: Muestra el cableado horizontal extendiéndose por el techo falso y bajando por canaletas plásticas

Como apreciamos en la Figura 40 no existe ningún tipo de etiquetado, lo cual hace muy difícil identificar un punto de red y este patrón se extiende por toda la empresa con pocas excepciones en el área administrativa.



Figura 40: Puntos de red sin etiquetado

- **Vertical - *BackBone* de datos:**

Como se mencionó en la descripción de la red local de la fábrica, los switches se encuentran dispersos de manera uniforme conectándose al MFD en una topología de tipo estrella y por medio de un cable UTP CAT 5E.

2.2.2.9 Equipamiento informático de la red

Tabla 25: Equipamiento informático de red de la fábrica de procesamiento.

TIPO	MARCA	MODELO	SISTEMA OPERATIVO
PC	HP	DC5700	WINDOWS XP
PC	HP	D510	WINDOWS MILENIUM
PC	HP	HP COMPAQ 6000 PRO	WINDOWS XP
PC	HP	EVO D310	WINDOWS XP
PC	HP	HP COMPAQ D220	WINDOWS XP
PC	HP	HP COMPAQ DC5100MT	WINDOWS PROFESIONAL 2000
PC	HP	HP COMPAQ 6000 PRO	WINDOWS XP
PC	HP	D220MP	WINDOWS XP
PC	HP	DC5700M/E6400/160HNW	WINDOWS XP
PC	HP	6200 PRO MICROTOWER	WINDOWS PROFESIONAL 7
PC	HP	HP D530 SFF(DG059A)	WINDOWS PROFESIONAL 2000
PC	HP	D530S/P2.8/40/BC/256E/4 LTNA	WINDOWS XP
PC	HP	D31D	WINDOWS XP
PC	HP	EVO	WINDOWS XP
PC	HP	EVO	WINDOWS XP
PC	HP	COMPAQ EVO 310	WINDOWS 98 SE
PC	HP	DC5700M	WINDOWS XP
PC	HP	HP COMPAQ 6000 PRO	WINDOWS XP
PC	HP	HP 6000 PRO	WINDOWS XP
PC	HP	HP COMPAQ 6000 PRO MINITOWER	WINDOWS 7
PC	HP	EVO D3D	WINDOWS XP
PC	HP	DC5100 MT	WINDOWS XP

PORTABLE	DELL	I5447 I781T SW8S/NA	WINDOWS 8 PRO
PORTABLE	HP	PROBOOK 4310S	WINDOWS XP
PORTABLE	TOSHIBA	U400-SP2804	WINDOWS XP
PORTABLE	DELL	I5447 I781T SW8S/NA	WINDOWS 8 PRO
Portable	LENOVO	42369LS	WINDOWS PROFESIONAL 7
PORTABLE	TOSHIBA	TECRA A2-SP219	WINDOWS XP
PORTABLE	TOSHIBA	AS-SP416	WINDOWS XP
PORTABLE	TOSHIBA	SATELLITE PRO L300	WINDOWS VISTA
PORTABLE	TOSHIBA	SATELLITE 2400 S251	WINDOWS XP
PC	HP	DC 5800	WINDOWS XP
All in One	HP	HP PROONE 400 G1 A/O NT SRP LT	WINDOWS PROFESIONAL 7
PC	HP	6200 MICROTOWER	WINDOWS 7

2.2.2.10 Servidores

Tabla 26: Servidores de la fábrica de procesamiento.

TIPO	MARCA	MODELO	SISTEMA OPERATIVO
SERVIDOR APLICACIONES	HP	ML370G3	WINDOWS 2000 SERVER
SERVIDOR DATOS	HP	DM380 G7	CENTOS 6

2.2.2.11 Control de acceso biométrico

La plata posee dos tipos de accesos biométricos para el control de personal, ubicados en 3 posiciones distintas: entrada a las oficinas administrativas, entrada al comedor y en el acceso posterior de la planta.

Los dos tipos de accesos biométricos están distinguidos por su naturaleza: control mediante tarjeta RFID y lectora de huellas de digitales (Figura 41).



Figura 41: Accesos Biométricos, izquierda: Lectora de huellas digitales, derecha Tarjeta RFID.

2.2.2.12 Sistema de Video Vigilancia Circuito Cerrado de Tv.

Las instalaciones de la fábrica de procesamiento cuentan con un sistema de video vigilancia Hik-Vision DS-7316HI-S compuesto de doce cámaras (Estáticas y giratorias 360°) centralizadas en un DVR ubicado en el cuarto de equipos.



Figura 42: Cámaras de circuito cerrado de tv. Cámara 360° (izq.) y cámara estática (der.)



Figura 43: Conexión de DVR Hik-Vision DS-7316HI-S en el cuarto de equipos.

2.2.3. Oficina Matriz (Quito)

La red local de la oficina matriz en Quito opera sobre una topología de tipo estrella, con un cableado CAT 6A que alcanza velocidades de 10 Gbps. El mismo que está presente en el subsistema horizontal y vertical. Para desplazarse por las instalaciones, utiliza tubería dentro de las paredes de la infraestructura y por escalerillas metálicas sobre el techo falso de la misma.

DIAGRAMA RED - QUITO(OFICINA PRINCIPAL)

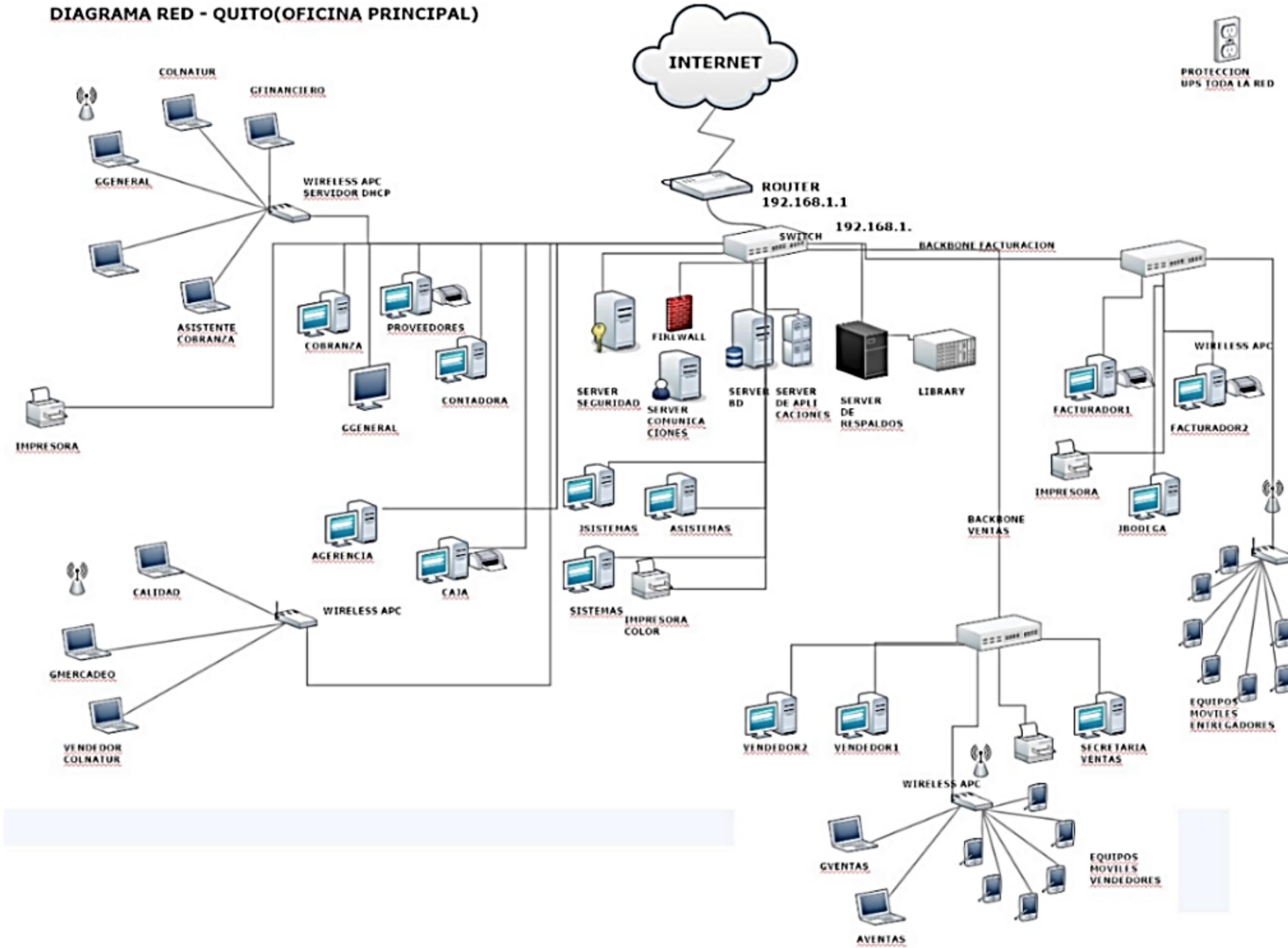


Figura 44: Diagrama de red de las oficinas de Quito.

La planificación para el sistema de cableado en esta sede pronosticó el crecimiento de la red y la posibilidad de implementar servicios como Video vigilancia y VoIP, por lo cual es una red enteramente de categoría 6A y espacio suficiente para agregar más equipos de routing en sus cuartos de telecomunicaciones.

Posee actualmente servicio de voz analógica mediante una central telefónica, video vigilancia, dispositivos de control de acceso biométrico, access points y proyectores IP.

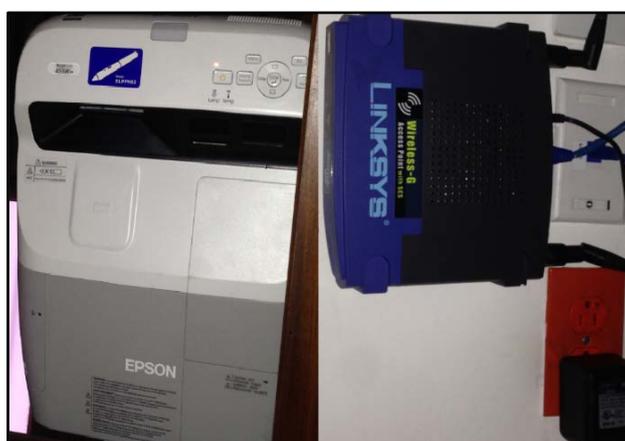


Figura 45: Proyector IP y Access Point

2.2.3.1 Resumen de puntos de voz y datos

2.2.3.1.1 Planta Baja

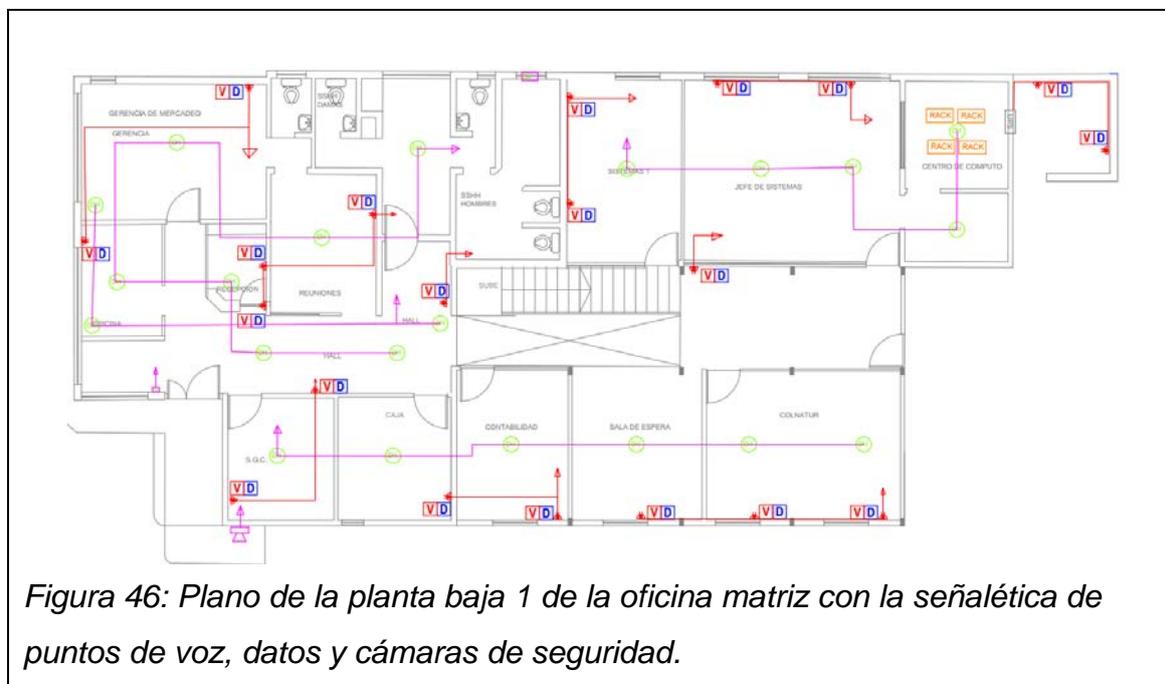


Tabla 27: Resumen de puntos de voz y datos en la planta baja 1 de la oficina matriz.

Planta Baja 1	
Punto de datos	20
Punto de voz	20
Total	40

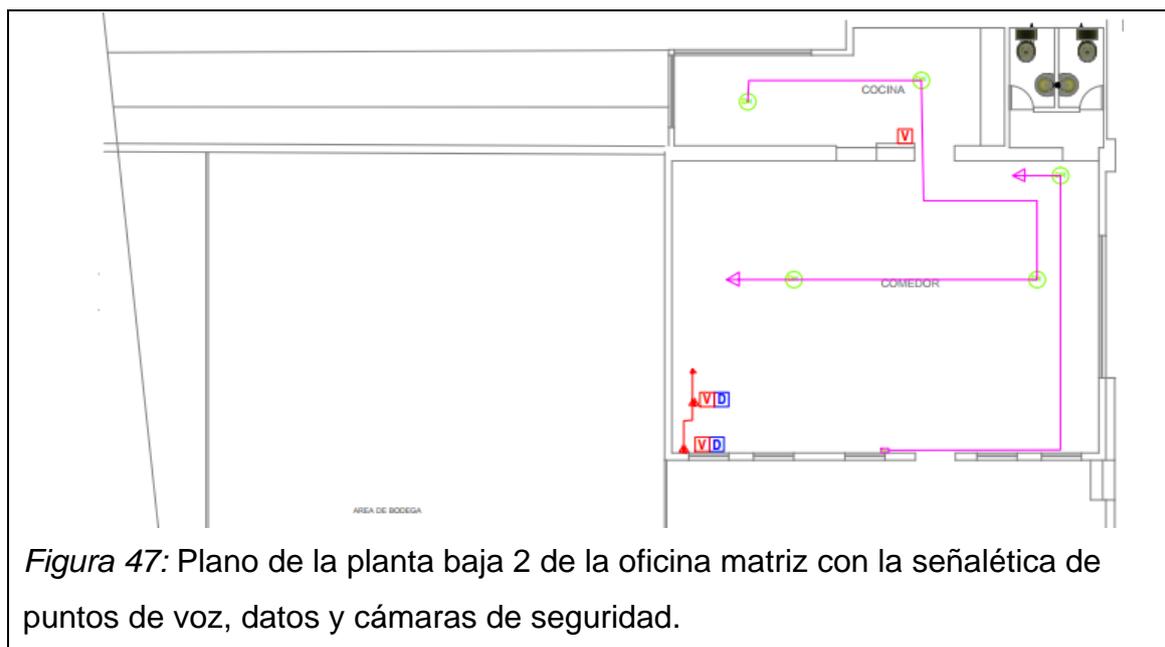


Tabla 28: Resumen de puntos de voz y datos en la planta baja 2 de la oficina matriz.

Planta Baja 2	
Punto de datos	2
Punto de voz	3
Total	5

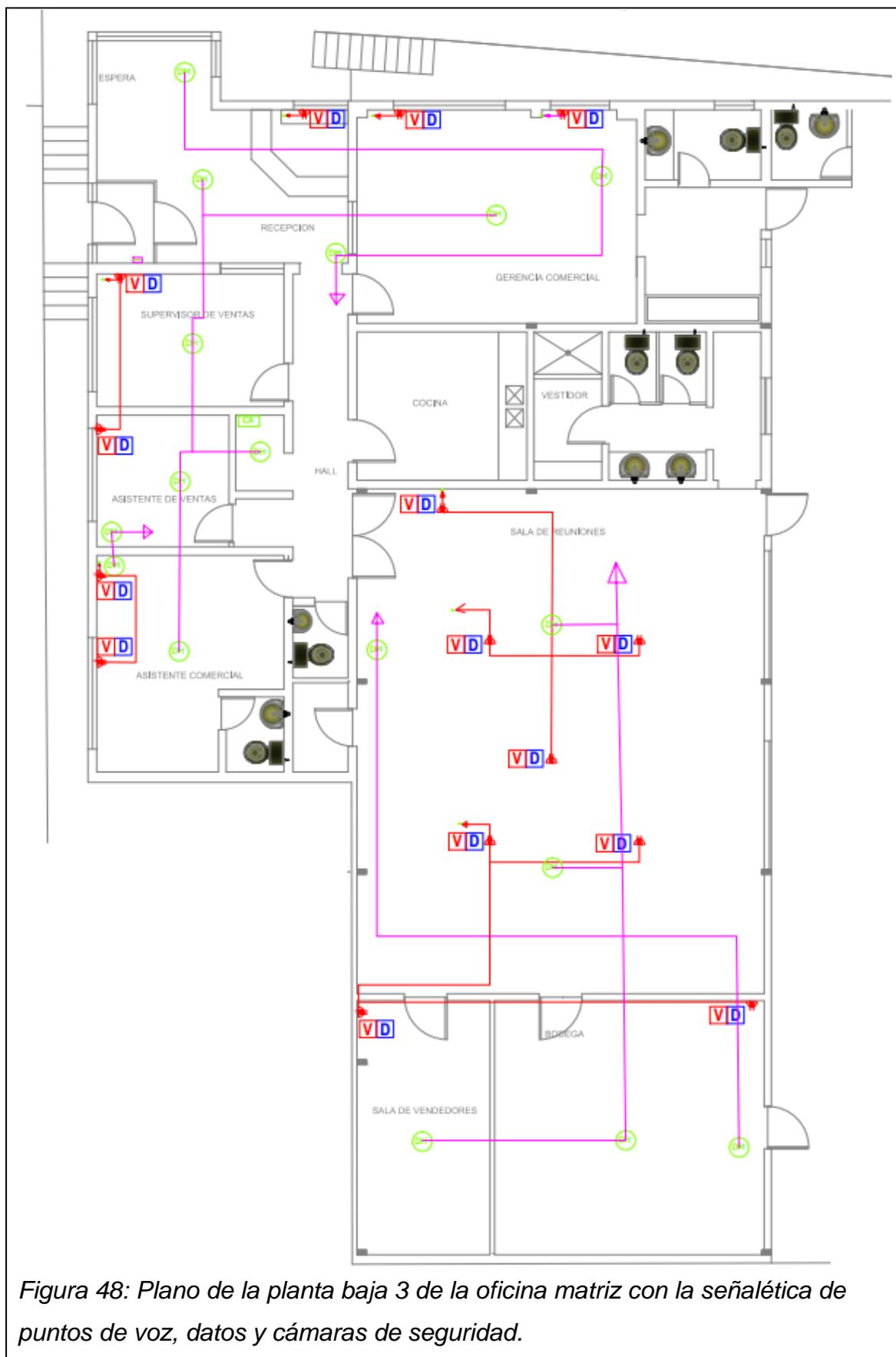


Figura 48: Plano de la planta baja 3 de la oficina matriz con la señalética de puntos de voz, datos y cámaras de seguridad.

Tabla 29: Resumen de puntos de voz y datos en la planta baja 3 de la oficina matriz.

Planta Baja 3	
Punto de datos	15
Punto de voz	15
Total	30

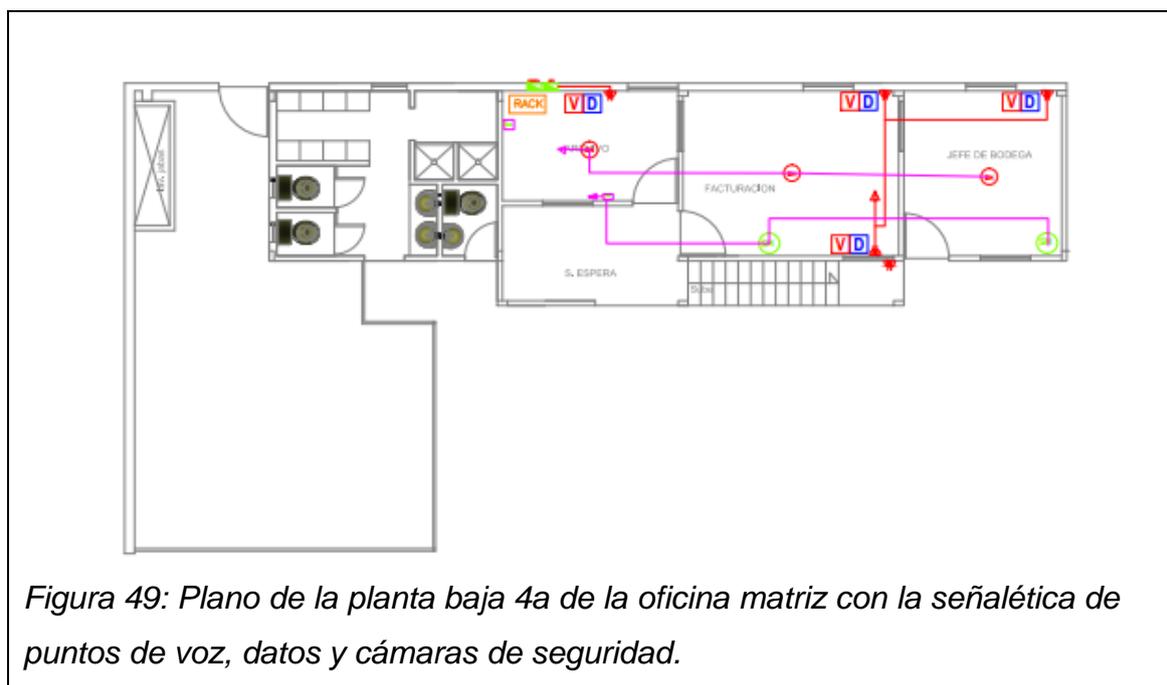


Tabla 30: Resumen de puntos de voz y datos en la planta baja 4a de la oficina matriz.

Planta Baja 4	
Punto de datos	4
Punto de voz	4
Total	8

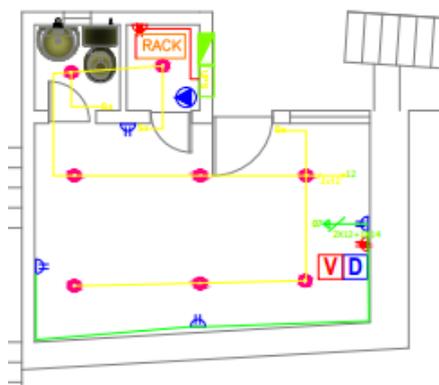


Figura 50: Plano de la planta baja 4b de la oficina matriz con la señalética de puntos de voz, datos y cámaras de seguridad.

Tabla 31: Resumen de puntos de voz y datos en la planta baja 4b de la oficina matriz.

Planta Baja 4	
Punto de datos	4
Punto de voz	4
Total	8

2.2.3.1.2 Planta Alta



Figura 51: Plano de la planta alta 1 de la oficina matriz con la señalética de puntos de voz, datos y cámaras de seguridad.

Tabla 32: Resumen de puntos de voz y datos en la planta alta 1 de la oficina matriz.

Planta Alta 1	
Punto de datos	1
Punto de voz	1
Total	2

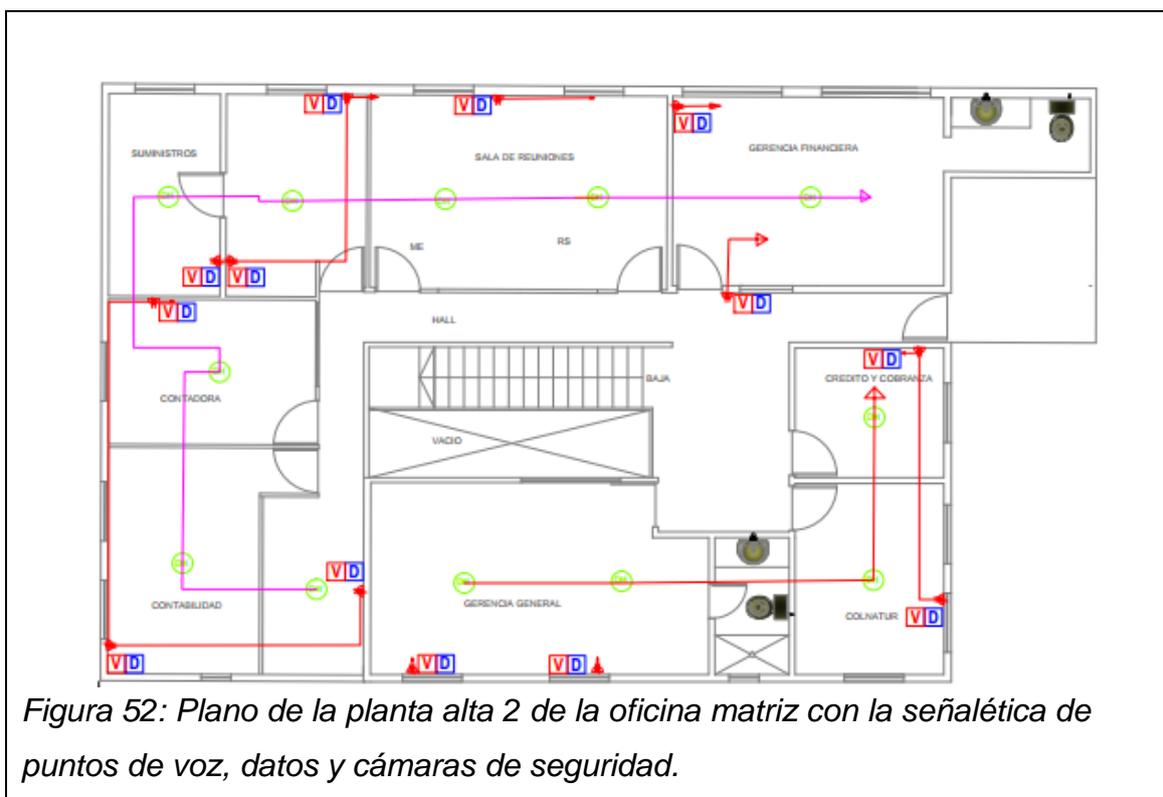


Figura 52: Plano de la planta alta 2 de la oficina matriz con la señalética de puntos de voz, datos y cámaras de seguridad.

Tabla 33: Resumen de puntos de voz y datos en la planta alta 2 de la oficina matriz.

Planta Alta 2	
Punto de datos	13
Punto de voz	13
Total	26

2.2.3.2 Resumen total de puntos

Tabla 34: Resumen total de puntos de voz y datos de la oficina matriz.

	Voz	Datos	Subtotal
Planta Baja 1	20	20	40
Planta Baja 2	3	2	5
Planta Baja 3	15	15	30
Planta Baja 4	4	4	8
Planta Baja 5	1	1	2
Planta Alta 1	1	1	2
Planta Alta 2	13	13	26
Total			113

2.2.3.3 Cuarto de equipos

En las instalaciones de Quito donde funcionan las oficinas administrativas, la empresa cuenta con un robusto cuarto de telecomunicaciones donde está ubicado el MDF. El mismo que se encuentra en la planta baja del edificio en la oficina de gerencia de sistemas.

Cuenta con la acometida de servicios de telefonía e internet, servidores de tipo rack, sistema de aire acondicionado, dos racks de 42 y 37 URs (Unidad de rack) y equipos de routing (Figura 53).

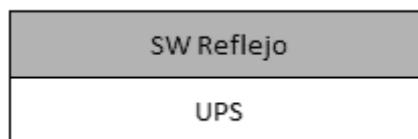


Figura 53: MDF de las instalaciones de Quito (oficina matriz), racks para servidores (izq.) y telecomunicaciones (der.)

Tabla 35: Diagrama de elevación actual del MDF de la oficina matriz.

Organizador
SW Core 48p
Router proveedor internet
Organizador de fibra
DVR
Servidor de base de datos
Servidor de aplicaciones
Central telefónica analógica
Servidor de seguridad
Servidor de comunicaciones
Servidores de respaldos
Librería
UPS (Servidores)
UPS (Área administrativa)

Tabla 36: Diagrama de elevación actual del SDF de la oficina matriz.



2.2.3.4 Acometida de servicios

La acometida del servicio de telefonía está provista por la CNT, la misma que se encuentra en el MDF y llega de manera directa a la central telefónica.

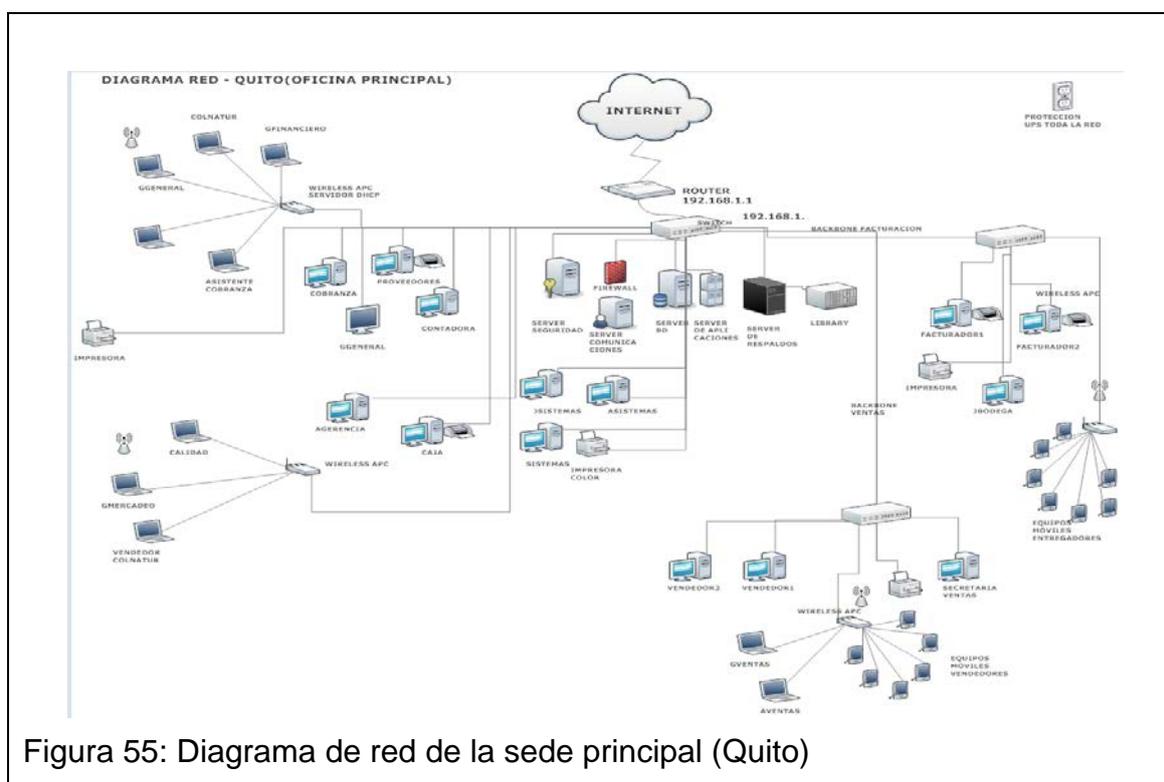
En cuanto al servicio de internet, que es provisto por la empresa Telefónica, llega con fibra óptica hacia el MDF, que mediante un organizador de fibra y un router, interactúa de manera directa con el resto del sistema (Figura 54).



Figura 54: Acometida del servicio de internet provisto por Telefónica.

La energía eléctrica es suministrada por la empresa pública de electricidad, y está alojada en el exterior de las instalaciones, donde esta provista de una planta en caso de fallo. Adicionalmente se encuentra aislada en su respectivo cuarto de alto voltaje, que cuenta con todas las señalizaciones dictaminadas por la ley.

2.2.3.5 Trafico de la red



Mediante el análisis de las capturas de tráfico realizadas por el sniffer WIRESHARK, podremos obtener una idea de los recursos que esta red está empleando para mantener en pleno funcionamiento todas las aplicaciones necesarias para el *Core* del negocio de la empresa en las oficinas principales en la ciudad de Quito.

Ya que las aplicaciones están centralizadas en sus servidores (*NAF*, *BI*, *Corre* y *MobilVendor*) se instaló el sniffer en cada uno de ellos y se realizaron capturas durante días enteros de trabajo de la empresa de forma ininterrumpida, con la finalidad de obtener datos reales de tráfico de red. Finalmente se procedió a realizar una fusión (*merge*) de los resultados en cada uno de los servidores y obtuvimos el uso total que los podremos visualizar a continuación:

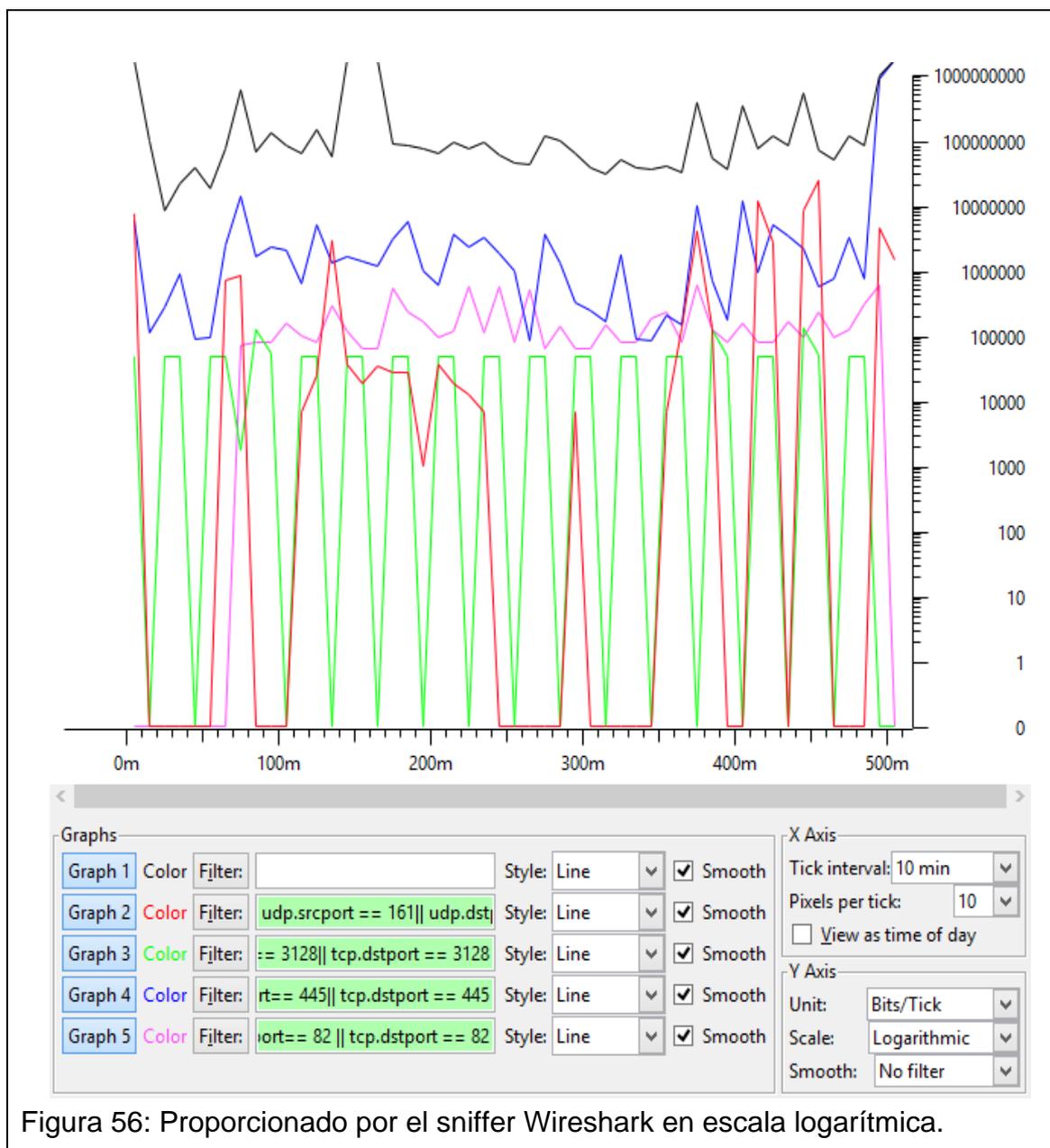


Figura 56: Proporcionado por el sniffer Wireshark en escala logarítmica.

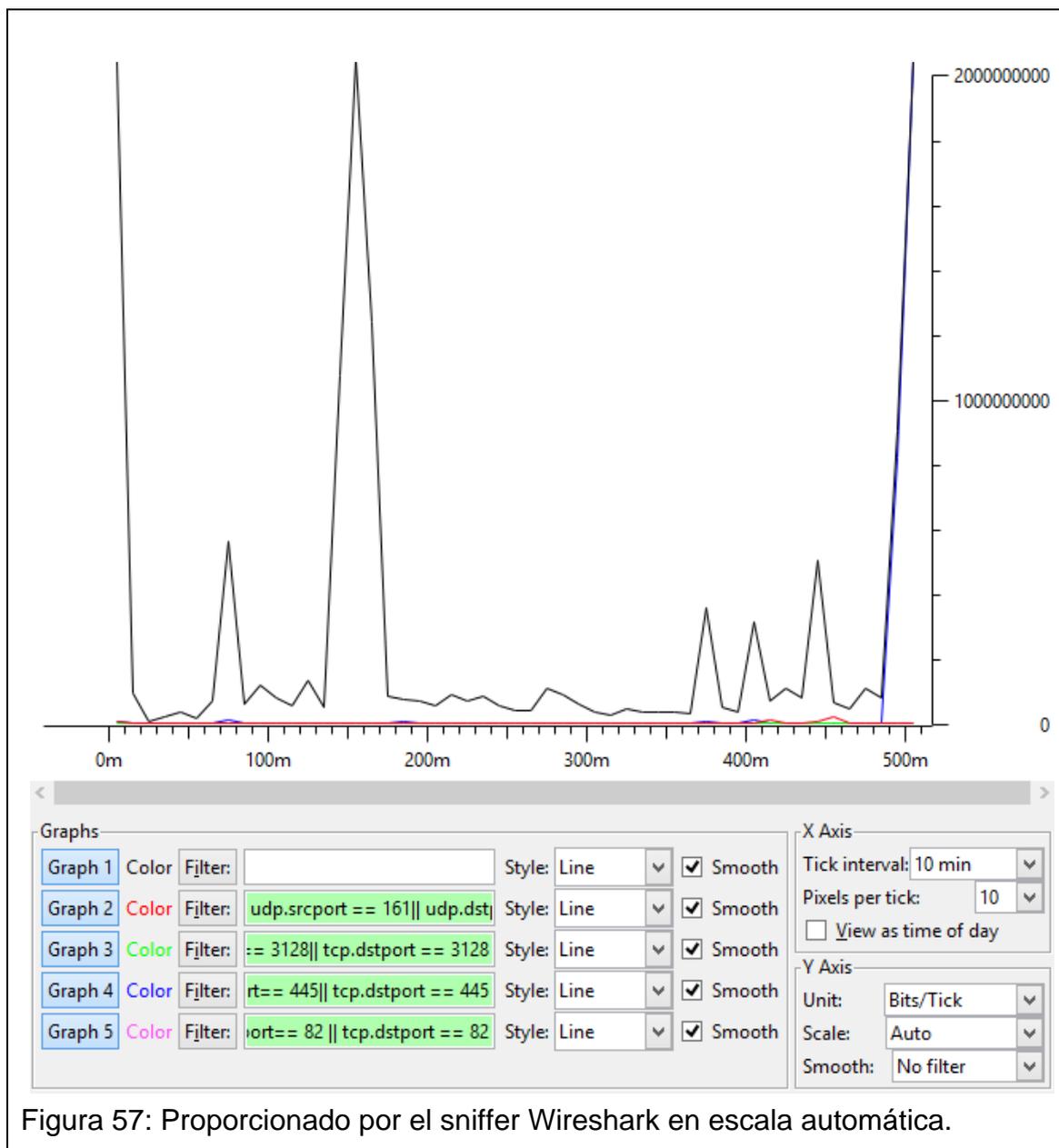


Figura 57: Proporcionado por el sniffer Wireshark en escala automática.

Tabla 37: Descripción del uso de ancho de banda de las aplicaciones críticas en la oficina Matriz en la ciudad de Quito

Aplicaciones críticas de Core de negocio			
#	Aplicación	bps	Kbps
1	Sistema Administrativo Financiero NAF	1000000	1000
2	Correo	100000	100
3	MobilVendor	110000	110
4	QlickView Server, QlickView Call, QlickView Aplicativos	1000	1

Como podemos apreciar en esta oficina es donde más tráfico existe, se registran picos elevados en todas las aplicaciones y las velocidades también son superiores en comparación con las otras sedes.

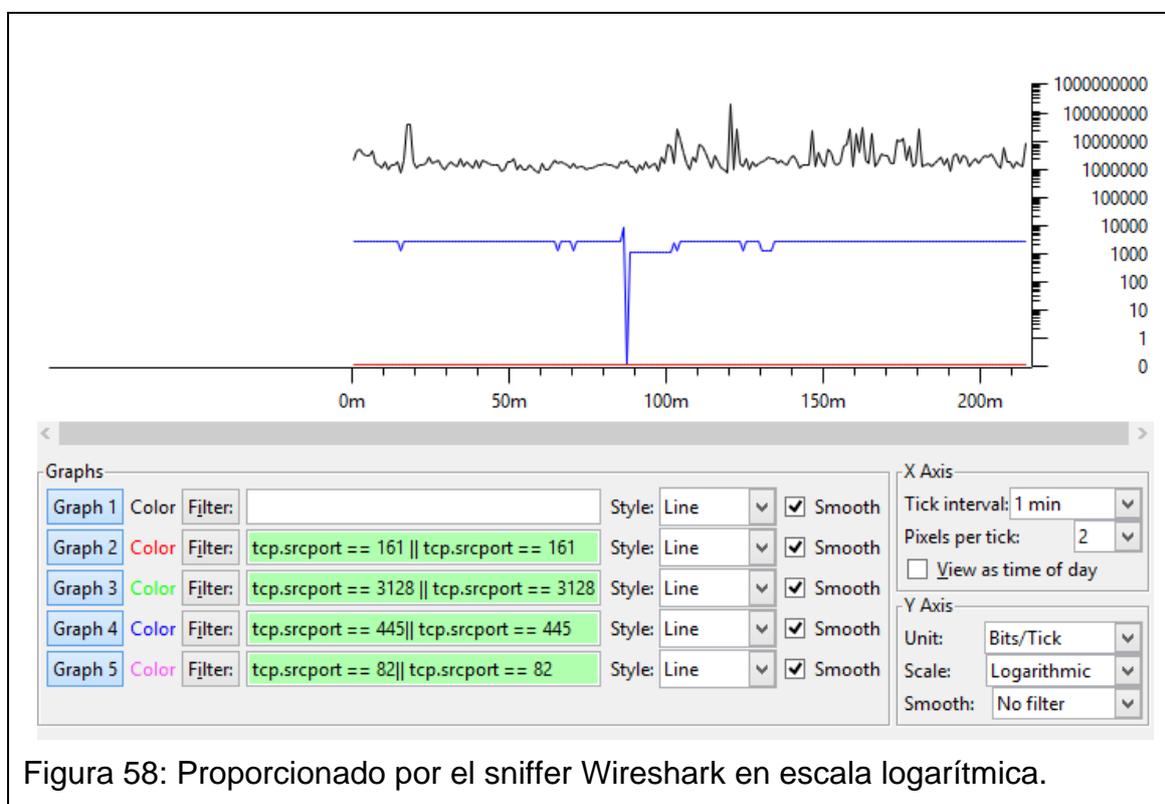


Figura 58: Proporcionado por el sniffer Wireshark en escala logarítmica.

Para realizar el análisis de este tráfico se instaló Wireshark en el propio servidor Linux de base de datos y cómo se aprecia no existe tráfico de correo, aplicación de inteligencia de negocio, ni MobilVendor y eso se debe a que la herramienta administrativa es la única que accede a esta aplicación. La escala logarítmica nos ayuda a identificar la media en el uso de ancho de banda de esta aplicación, la misma que bordea los 10Kbps.

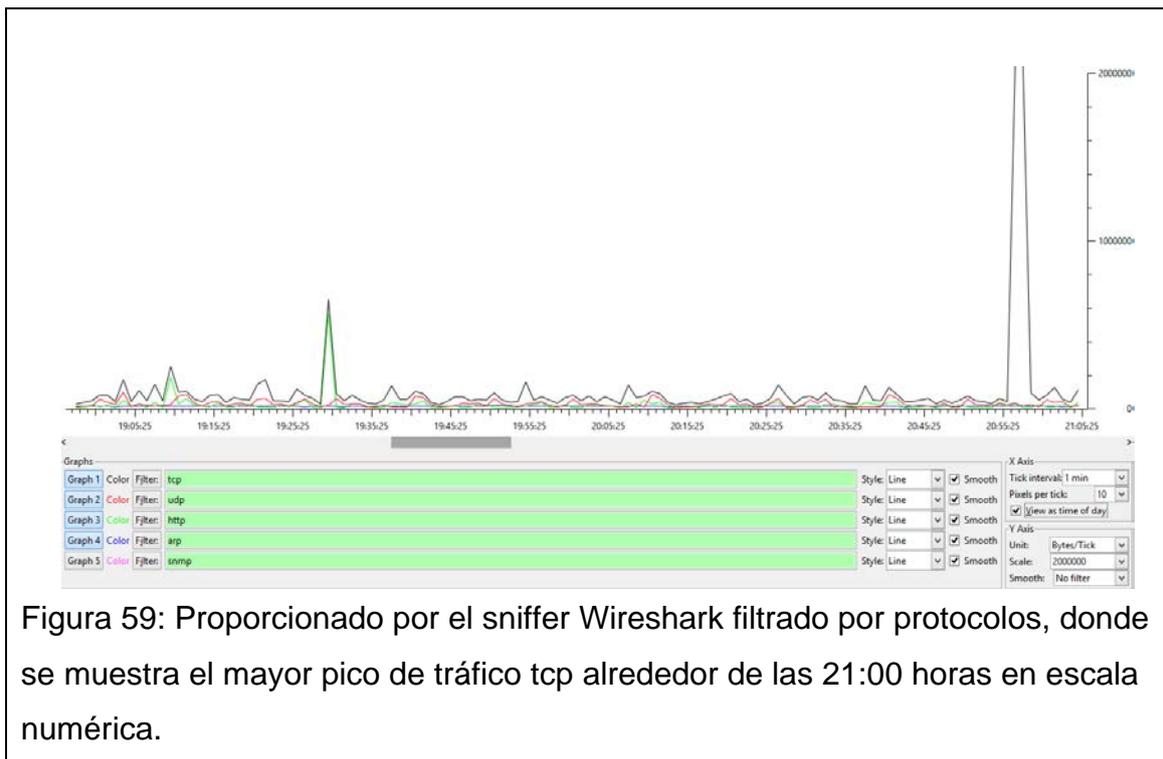


Figura 59: Proporcionado por el sniffer Wireshark filtrado por protocolos, donde se muestra el mayor pico de tráfico tcp alrededor de las 21:00 horas en escala numérica.

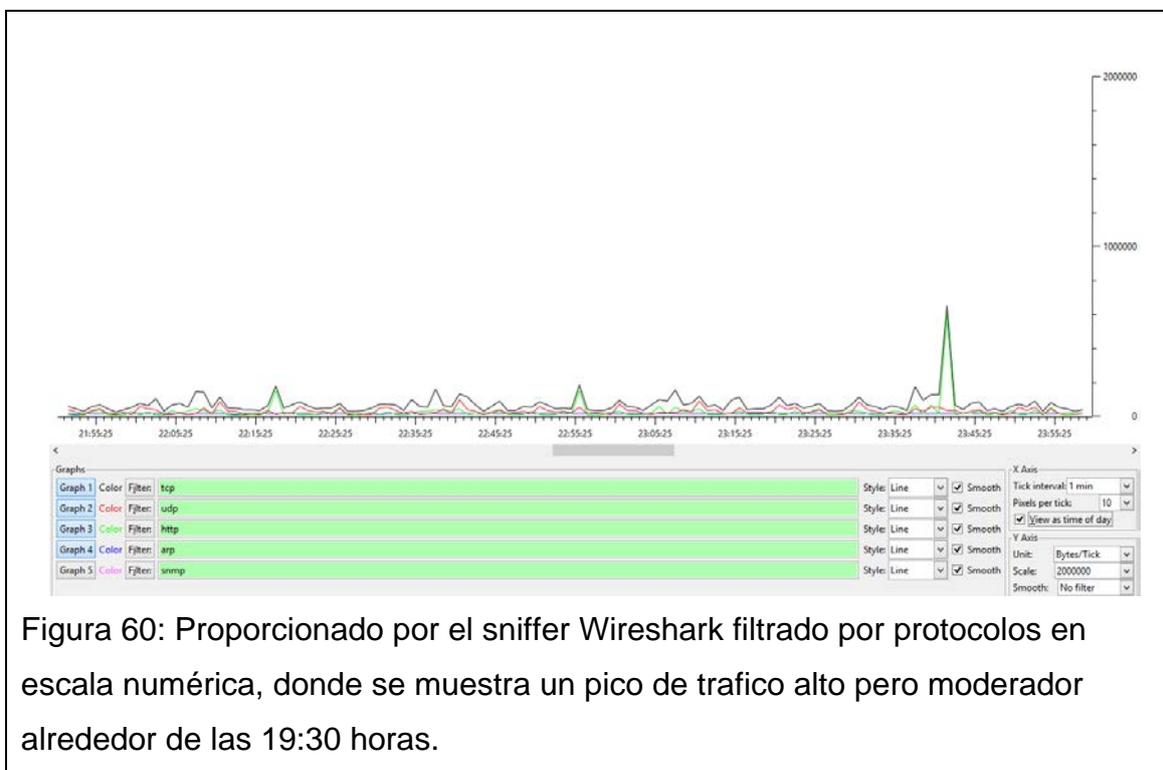


Figura 60: Proporcionado por el sniffer Wireshark filtrado por protocolos en escala numérica, donde se muestra un pico de tráfico alto pero moderador alrededor de las 19:30 horas.

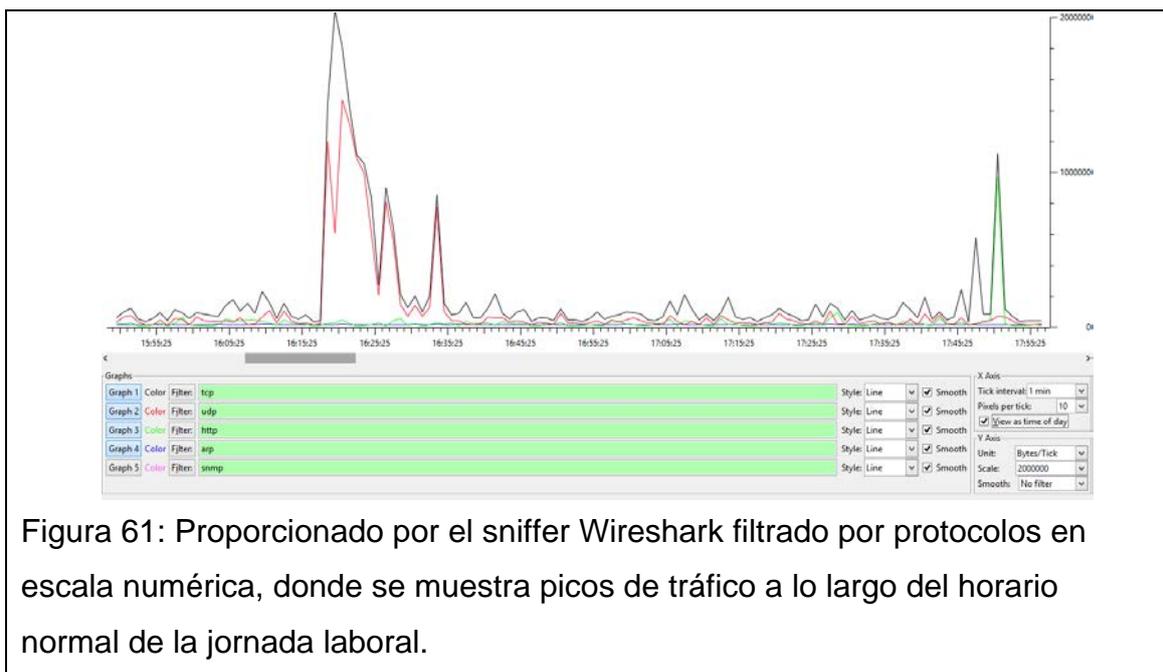


Figura 61: Proporcionado por el sniffer Wireshark filtrado por protocolos en escala numérica, donde se muestra picos de tráfico a lo largo del horario normal de la jornada laboral.

2.2.3.6 Red Telefónica

Tal como se mencionó con anterioridad la empresa no cuenta con telefonía IP, por tanto mantienen el esquema de telefonía análoga haciendo uso de una central telefónica Panasonic modelo: Kx Tx1232Bx, 8ext digital super hybrid system 16slc (Figura 62), la misma que tiene costo aproximado de \$ 500 USD, y que se detalla a continuación (Tabla 38).



Figura 62: Central telefónica Panasonic: Kx Td1232bx 8ext digital super hybrid system 16slc.

Tabla 38: Características de la central telefónica.

#	Características
1	Sistema super-híbrido digital
2	64 extensiones
3	12 canales exteriores RDSI más analógicas
4	Integración de correo de voz
5	Programación vía PC
6	Portero Automático
7	Administración remota
8	Varios niveles de restricción de llamadas
9	Selección automática de ruta
10	Limitación de duración de llamada
11	Transferencia y desvío a un número externo
12	Tarj. Detectora de impulsos tarificación
13	Opción de Tarjeta DISA - Funcionar como operadora automática
14	Terminales específicos digitales
15	Escalable
16	Distribución uniforme de llamadas

La central telefónica se encuentra instalada en el MDF y se conecta a regletas (Figura 65) y organizadores para su posterior distribución por el cableado estructurado CAT 6A como se muestra a en la figura 63.



Figura 63: Distribución desde el patchpanel hacia los distintos puntos de voz.

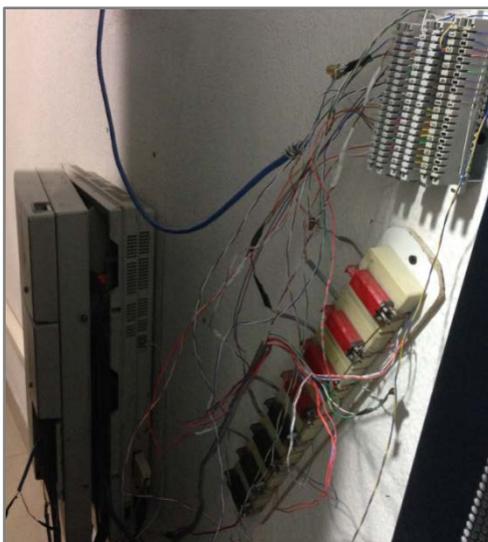


Figura 64: Conexión de la central telefónica Panasonic.

Nota: En la actualidad la red telefónica corre sobre un sistema analógico por lo que los cálculos para el tráfico de voz sobre IP se los hará de manera teórica tomando en cuenta un porcentaje de error debido para que no existan problemas de saturación de la red en el futuro.

2.2.3.7 Cableado estructurado

Las instalaciones de Quito poseen un cableado estructurado de categoría 6A, el mismo que permite enlaces de hasta 10 Gbps. Este cableado se encuentra certificado, lo que implica que cumple con todas las demandas de la **ANSI/TIA/EIA-568B** como son: elementos de la red (Jacks, Patch cords, patch pannels, etc.) de la misma categoría, control de interferencia FEXT y NEXT, entre otras.

Este sistema de cableado cuenta con un MDF y tres SDFs extendidos a lo largo de las instalaciones respetando los límites establecidos para enlaces de cobre. Está repartición da lugar a cuatro subsistemas horizontales y tres verticales los mismos que se describirán a continuación:

Horizontal:

Tal como se mencionó previamente la red se encuentra certificada CAT 6A, por lo tanto todos sus componentes pertenecen a esta categoría lo cual produce una mínima cantidad de pérdidas, e interferencia; pero la característica más importante en una red certificada es que garantiza su máximo desempeño end-to-end⁸.

La red se encuentra debidamente señalizada y etiquetada como demanda la TIA/EIA 606A en sus distintos puntos del subsistema horizontal haciendo fácil de identificar tal como se muestra en la figura 65.

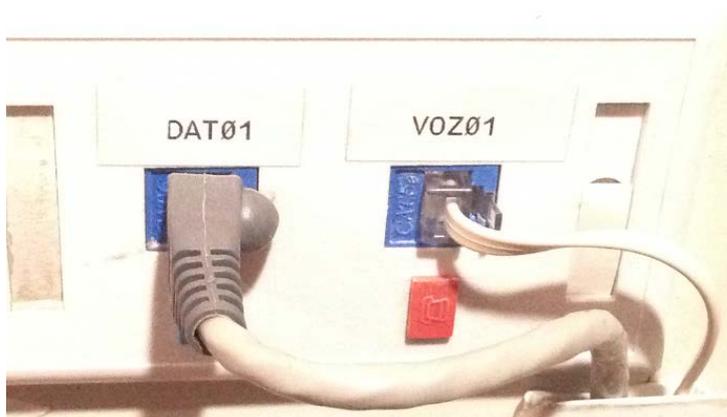


Figura 65: Sistema de etiquetado en los puntos de la red.

Vertical- BackBone de datos:

El backBone de datos se extiende por cable UTP CAT 6A (Figura 66) viajando hasta sus nodos por tubería. Utiliza Bandwidth aggregation el mismo que duplica la velocidad debido a la carga que soporta un enlace de tipo backbone.

⁸End-to-end o extremo-a-extremo: El principio de extremo a extremo afirma que en una red de uso general, las funciones específicas de la aplicación debe residir en los host finales de una red en lugar de en los nodos intermedios, siempre que puedan ser implementadas " completa y correctamente " en los host finales.

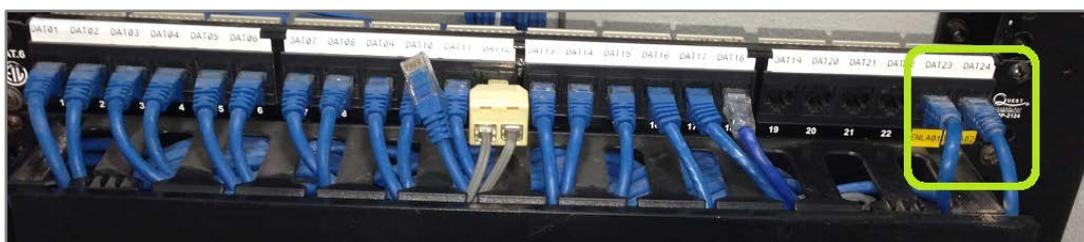


Figura 66: Enlace del backbone llegando al patchpanel por cable UTP CAT 6A.

2.2.3.8 Equipamiento informático de la red

Tabla 39: Equipamiento informático de red de la oficina matriz.

TIPO	MARCA	MODELO	PRODUCTO (SISTEMA OPERATIVO)
PC	HP	HP 6000 PRO	CENTOS
PC	HP	HP 6200 PRO	WINDOWS 7 PRO 64 BITS
ALL IN ONE	HP	HP ELITE 7320	WINDOWS 7 PRO 64 BITS
PORTABLE	ACER	ASPIRE ONE	WINDOWS 7 STARTED
ALL IN ONE	HP	HP PROONE 400	WINDOWS 7 PRO 64 BITS
PC	HP	HP D220 MT	WINDOWS XP PROFESIONAL
PC	HP	HP COMPAQ DC5800	WINDOWS XP PROFESIONAL
PC	HP	HP COMPAQ DC5800	WINDOWS XP PROFESIONAL
ALL IN ONE	HP	HP PROONE 400	WINDOWS 7 PRO 64 BITS
PORTABLE	TOSHIBA	SATELITTE PRO C640-SP400AL	WINDOWS 7 PRO
PORTABLE	DELL	DELL IMPIRON N3421	WINDOWS 7 PRO 64 BITS
PORTABLE	TOSHIBA	TECRA R940 PT43GP	WINDOWS 7 PRO
ALL IN ONE	HP	HP ELITE 7320	WINDOWS 7 PRO 64 BITS
PORTABLE	HP	PORTEGE R835-SP3133L	WINDOWS 7 HOME 64 BITS
PC	HP	HP COMPAQ 6000 PRO MT PRO	WINDOWS 7 PRO 32 BITS
PC	HP	HP COMPAQ DC 5700	WINDOWS XP PROFESIONAL
PC	HP	HP COMPAQ DC 5700 MT	WINDOWS XP PROFESIONAL
ALL IN ONE	LENOVO	LENOVO M71Z	WINDOWS 7 PRO 64 BITS
ALL IN ONE	LENOVO	LENOVO M72Z	WINDOWS 7 PRO 64 BITS
PORTABLE	DELL	DELL LATTITUDE E5430	WINDOWS 8 PRO
ALL IN ONE	LENOVO	LENOVO N71Z	WINDOWS 7 PRO 64 BITS
ALL IN ONE	LENOVO	LENOVO M71Z	WINDOWS 7 PRO 64 BITS
PORTABLE	TOSHIBA	TECRA M11-SP4010L	WINDOWS 7 PRO
PORTABLE	LENOVO	LENOVO THINKPAD	WINDOWS 7 PRO 64 BITS
PORTABLE	TOSHIBA	TECRA A11-SP5011	WINDOWS 7 PRO
PORTABLE	TOSHIBA	SATELLITE PRO U-300	WINDOWS 7 PRO
ALL IN ONE	LENOVO	LENOVO M72Z	WINDOWS 7 PRO
PC	HP	HP COMPAQ DC 5700	WINDOWS XP PROFESIONAL
PC	HP	HP COMPAQ DC 5100	WINDOWS XP PROFESIONAL

2.2.3.9 Servidores

Tabla 40: Servidores de red de la oficina matriz.

TIPO	MARCA	MODELO	SISTEMA OPERATIVO
BLADE	HP	HP BLADES SYSTEM C3000 ENCLOSURE	WINDOWS 2008 SERVER
SERVIDOR DATOS	HP	HP PROLIANT BL460 G7	CENTOS 6
SERVIDOR BI - SERVIDOR DESARROLLO BASE DE DATOS	HP	HP PROLIANT BL460 G7	WINDOWS 2008 SERVER
SERVIDOR APLICACIONES - SERVIDOR BASE DATOS	HP	HP PROLIANT BL460 G7	WINDOWS 2008 SERVER
ADMINPOCKET	HP	HP BL460 C GEN8	WINDOWS 2012 SERVER
ADMINISTRADOR SEGURIDADES	HP	HP PROLIANT DL360 G7	WINDOWS 2008 SERVER
LIBRERÍA	HP	MSL2024	

2.2.3.10 Control de acceso biométrico

En las oficinas se cuenta con un único tipo de acceso biométrico que es lectora de huellas digitales. Estos dispositivos se encuentran ubicados en la entrada o recepción, en el área de carga.



Figura 67: Control de acceso biométrico Quito (Oficina matriz).

2.2.3.11 Sistema de video vigilancia IP

La institución cuenta con un sistema de video vigilancia IP de ocho cámaras Hik-Vision modelo: DS7616n1-se. Centralizadas en un NVR 8 puertos ubicado en el MDF.



Figura 68: Cámara HikVision instalada en la recepción (planta baja)

2.2.4. Oficina de Distribución (Guayaquil)

La red de las oficinas de Guayaquil trabaja con una topología en estrella sobre un cableado estructurado de categoría CAT 6A, esta categoría permite que la red alcance velocidades de 10 Gbps. Tanto en el subsistema horizontal como en el vertical se usa el cableado en esta categoría.

DIAGRAMA RED - GYE

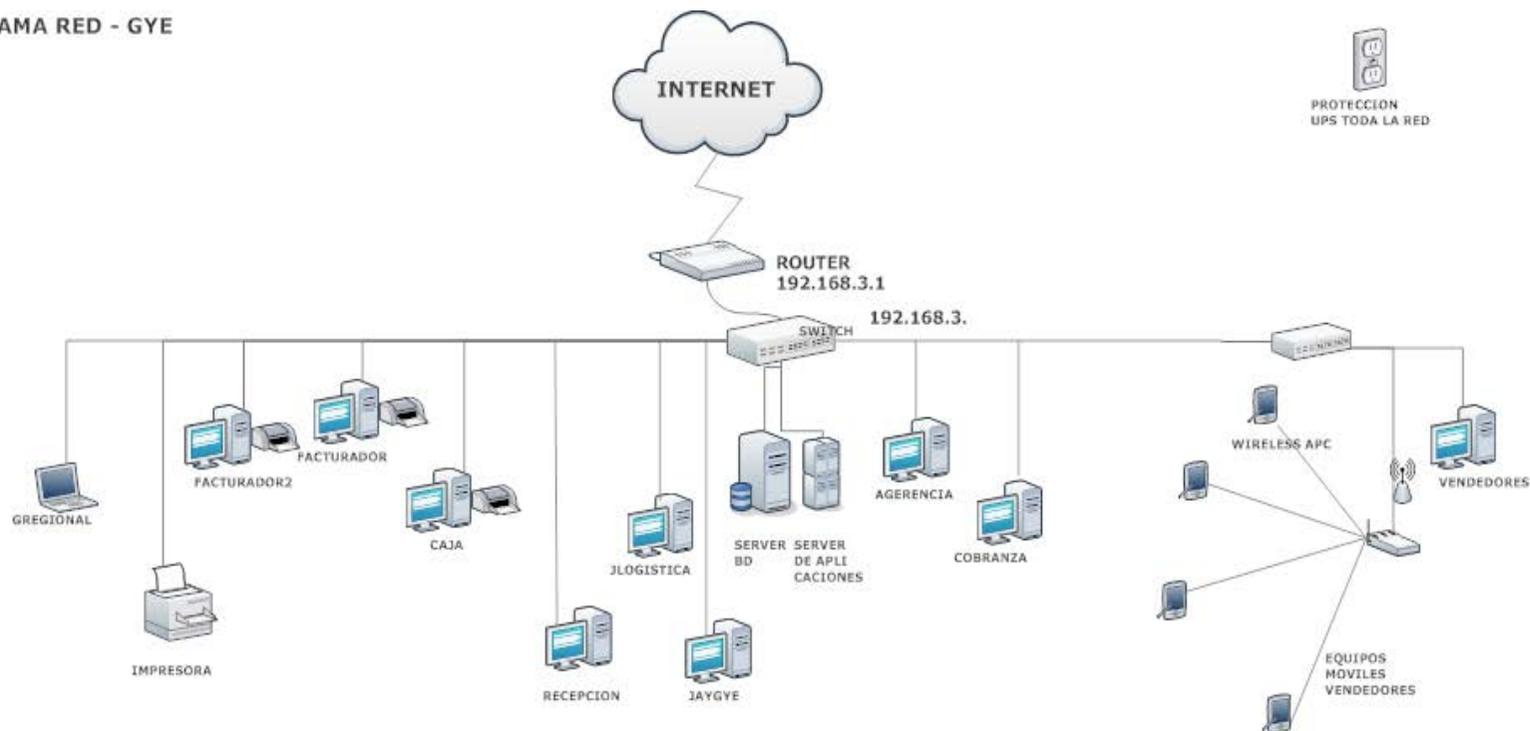


Figura 69: Diagrama de red de las oficinas de Guayaquil.

La planificación para el sistema de cableado en esta sede pronosticó el crecimiento de la red y la posibilidad de implementar servicios como Video vigilancia y VoIP por lo cual es una red enteramente de categoría 6A y espacio suficiente para agregar más equipos de routing en sus cuartos de telecomunicaciones.

Posee actualmente servicio de voz analógica mediante una central telefónica, video vigilancia, dispositivos de control de acceso biométrico, access points y proyectores IP.

2.2.4.1 Resumen de puntos de voz y datos

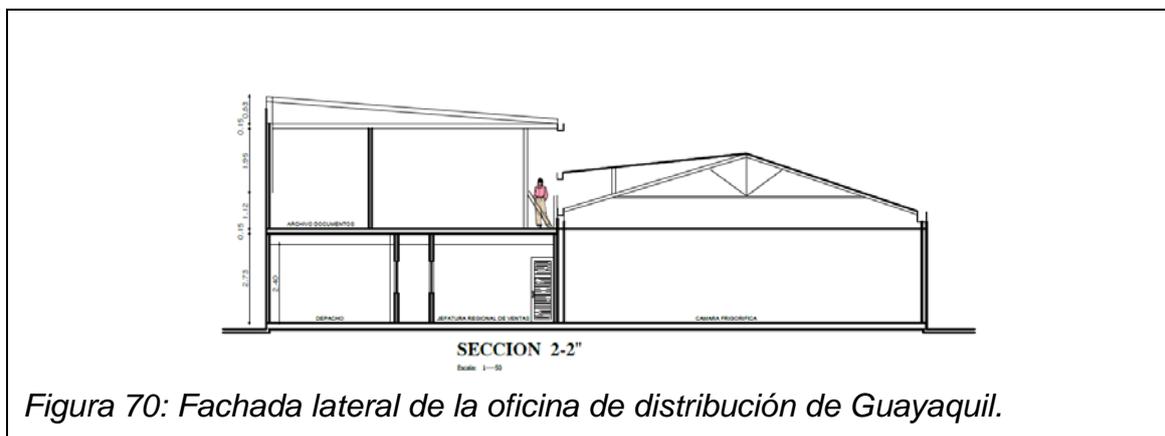


Figura 70: Fachada lateral de la oficina de distribución de Guayaquil.

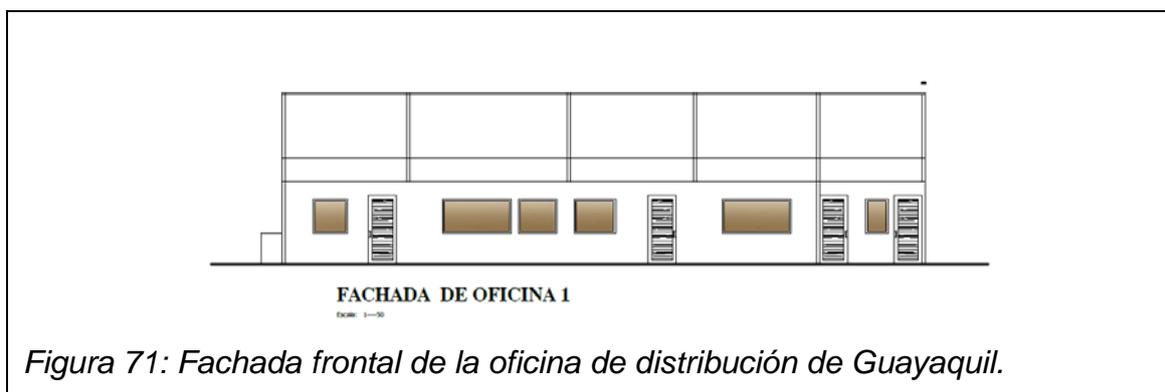
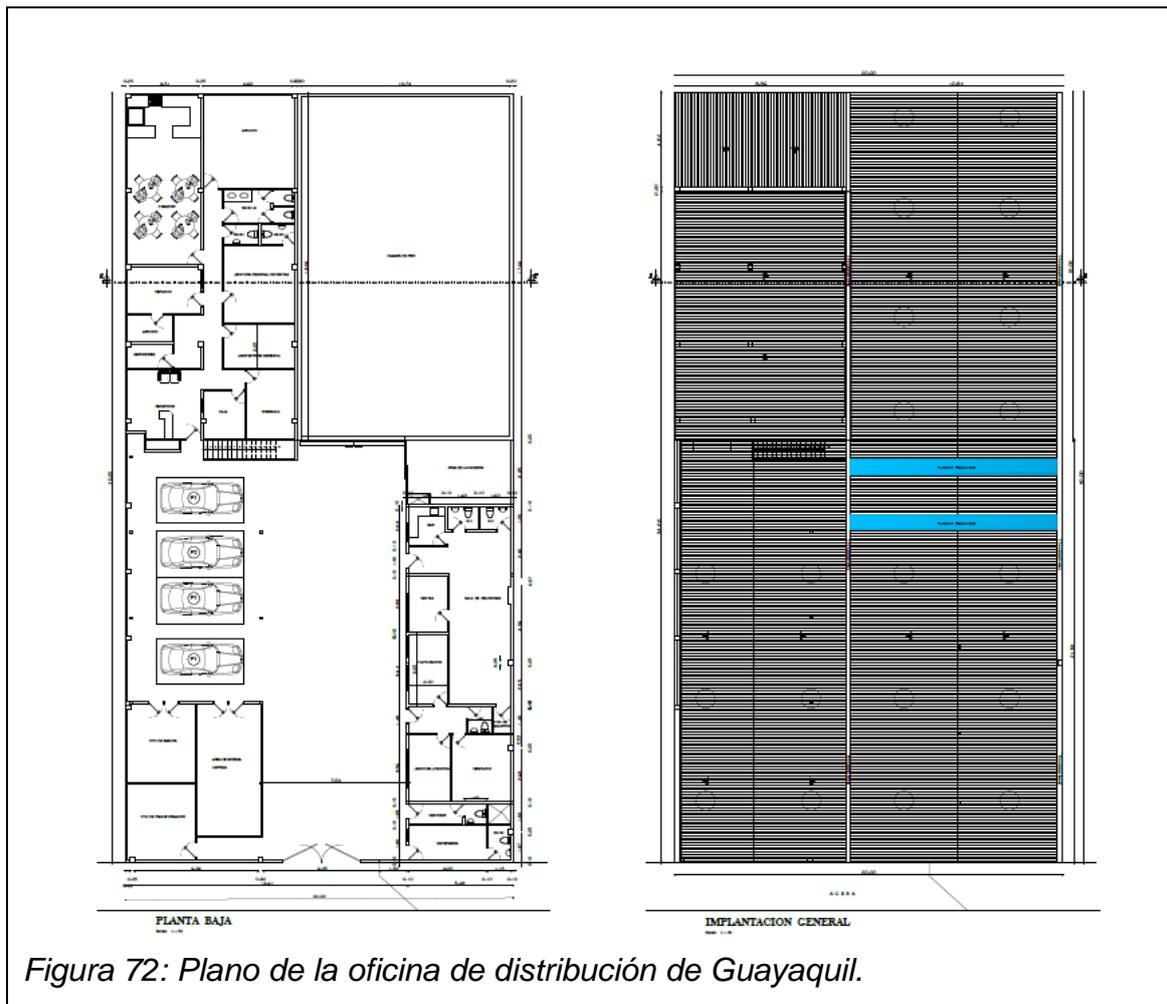


Figura 71: Fachada frontal de la oficina de distribución de Guayaquil.



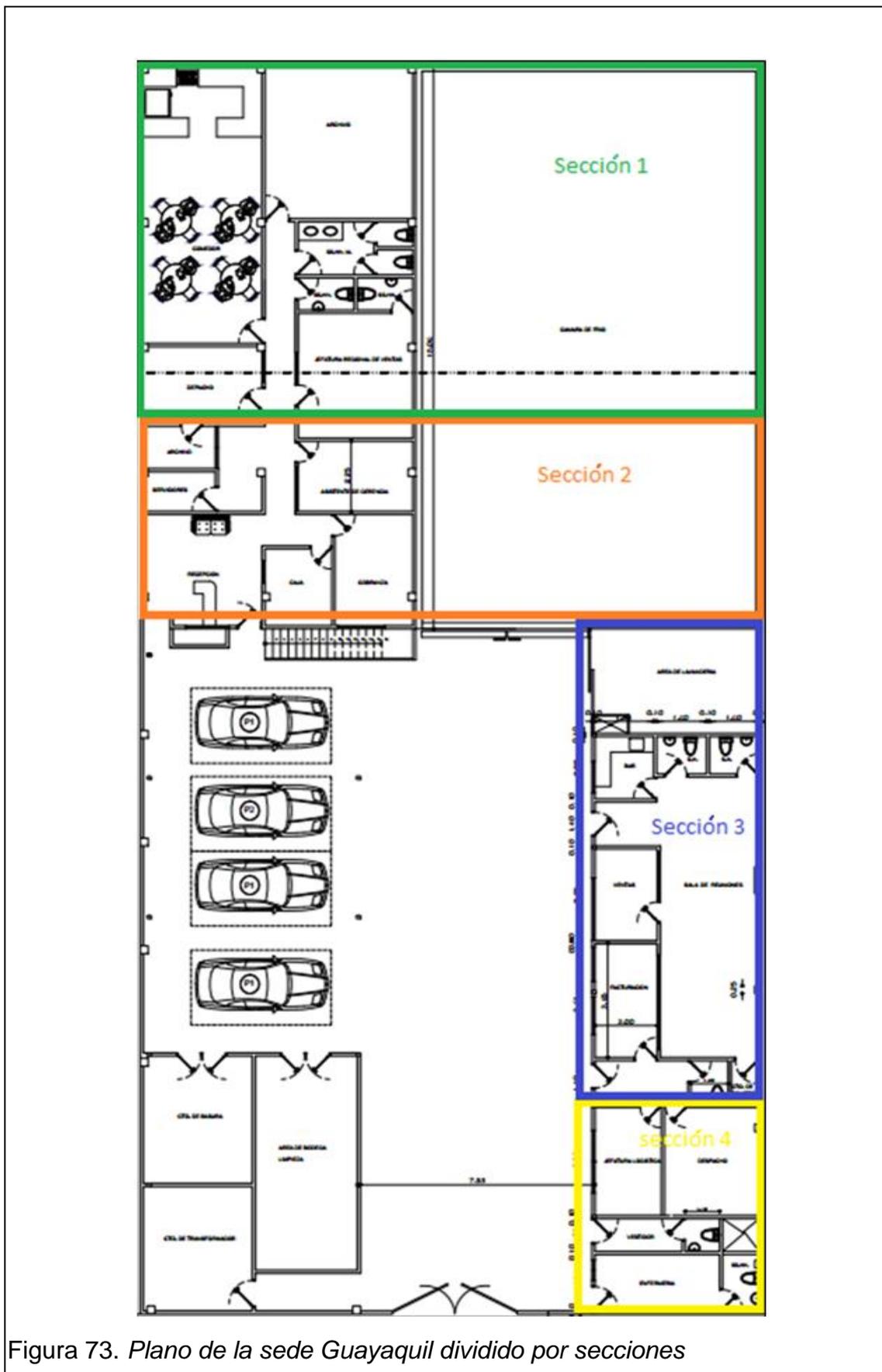


Figura 73. Plano de la sede Guayaquil dividido por secciones

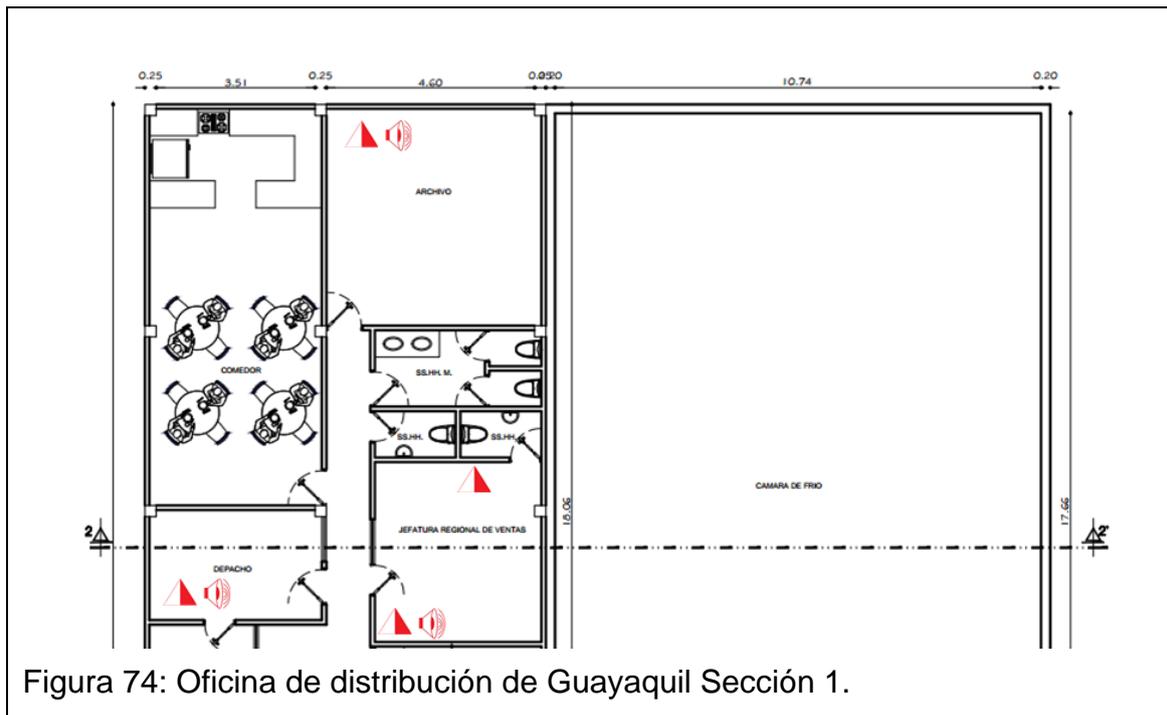


Tabla 41: Resumen de puntos de voz y datos en la Sección 2 de la oficina Guayaquil.

Sección 1	
Punto de datos	4
Punto de voz	3
Total	7

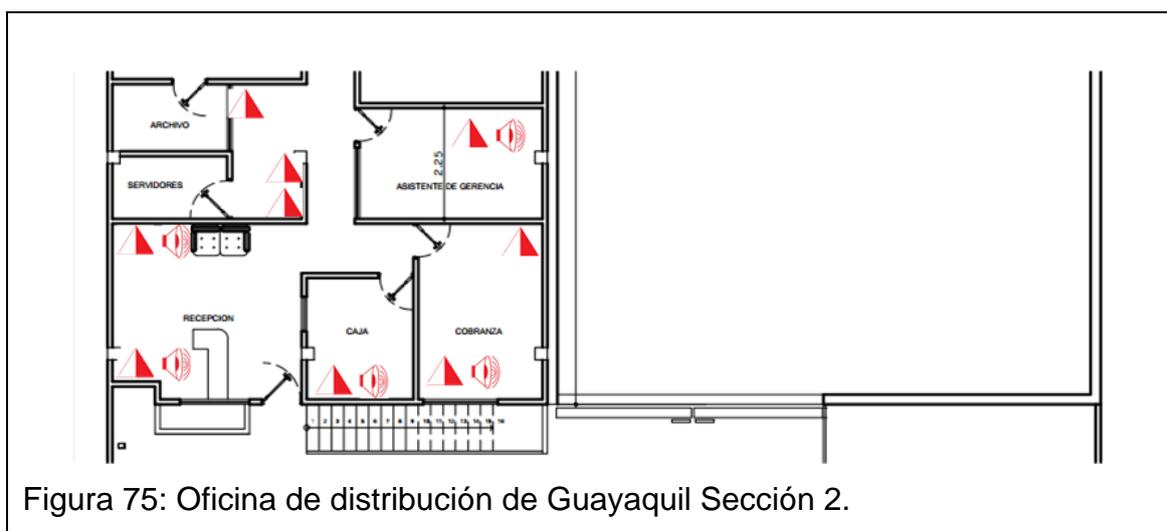


Tabla 42: Resumen de puntos de voz y datos en la Sección 2 de la oficina Guayaquil.

Sección 2	
Punto de datos	9
Punto de voz	5
Total	14

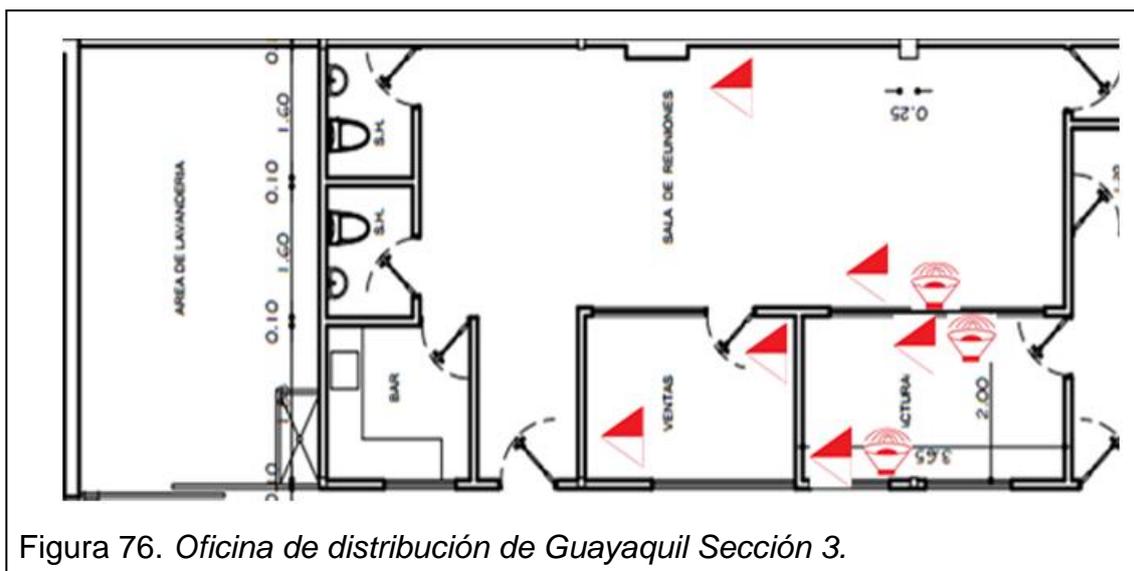


Figura 76. Oficina de distribución de Guayaquil Sección 3.

Tabla 43: Resumen de puntos de voz y datos en la Sección 3 de la oficina Guayaquil.

Sección 3	
Punto de datos	6
Punto de voz	3
Total	9



Figura 77: Oficina de distribución de Guayaquil Sección 4.

Tabla 44: Resumen de puntos de voz y datos en la Sección 4 de la oficina Guayaquil.

Sección 4	
Punto de datos	3
Punto de voz	2
Total	5

2.2.4.2 Resumen total de puntos

Tabla 45: Resumen total de puntos de voz y datos de la oficina Guayaquil.

	Voz	Datos	Subtotal
Sección 1	3	4	7
Sección 2	5	9	14
Sección 3	3	6	9
Sección 4	2	3	5
Total			35

2.2.4.3 Cuarto de equipos

En las instalaciones de Guayaquil funcionan las oficinas de distribución para la región costa, la empresa cuenta con un cuarto de telecomunicaciones donde está ubicado el MDF. El mismo que se encuentra en la planta baja de la edificación en una parte central de la infraestructura cerca del archivo.

Cuenta con la acometida de servicios de telefonía e internet, servidores de tipo rack, sistema de aire acondicionado, un rack de 37 URs (Figura 78) y equipos de routing.



Figura 78: Rack Principal del cuarto de servidores oficina Guayaquil.

Tabla 46: Diagrama de elevación del MDF en la oficina de Guayaquil.

Organizador
SW Core
Router proveedor internet
Organizador de fibra
DVR
Servidor de base de datos
Servidor de aplicaciones
Central telefónica analógica
2 UPS's

2.2.4.4 Acometida de servicios

La acometida del servicio de telefonía está provista por la empresa pública CNT y llega de manera directa a la central telefónica.

En cuanto al servicio de internet que es provisto por la empresa Telefónica llega con fibra óptica hacia el MDF (Figura 79).



Figura 79: Acometida del servicio de internet provisto por Telefónica.

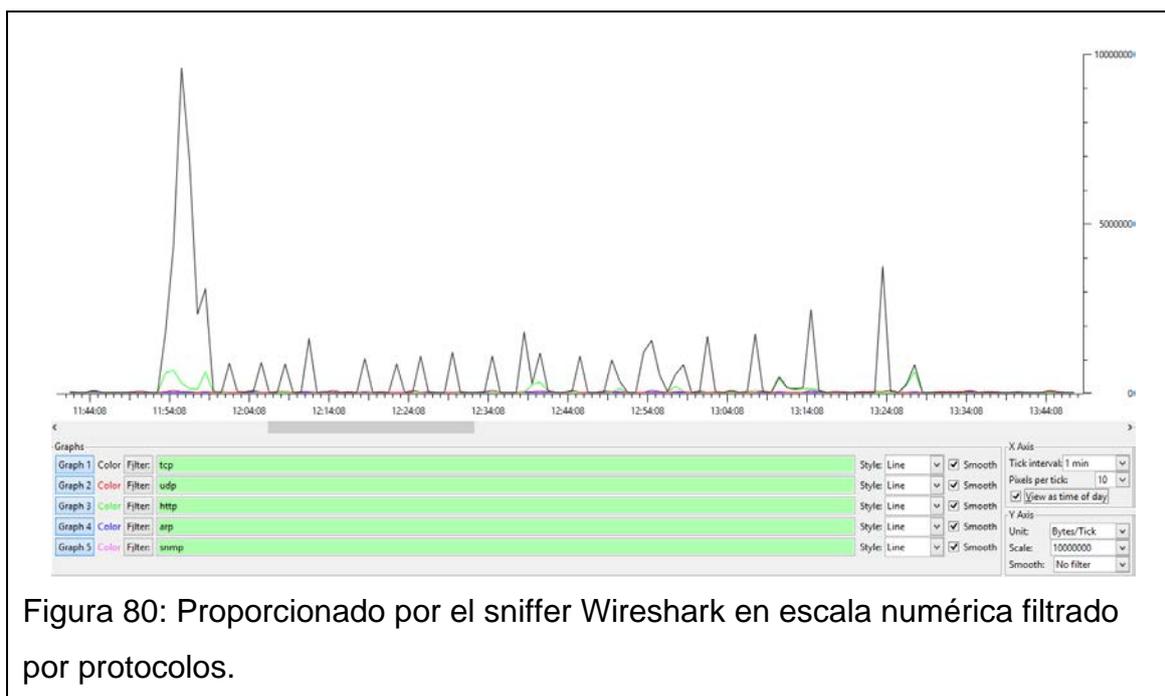
La energía eléctrica es suministrada por la empresa pública de electricidad y está alojada en el exterior de las instalaciones donde está provista de una planta en caso de fallo. Adicionalmente se encuentra aislada en su respectivo cuarto de alto voltaje que cuenta con todas las señalizaciones dictaminadas por la ley.

2.2.4.5 Trafico de la red

Como se mencionó anteriormente el análisis de las capturas de tráfico realizadas por WireShark, herramienta que permitió tener una idea de los recursos empleados para funcionamiento cotidiano de todas las aplicaciones necesarias para la empresa.

Igualmente se utilizó el método de Man in the Middle para las capturas de tráfico de red de esta sede en el lapso ininterrumpido de una semana y se tomó como ejemplo el día en el que se reportó un mayor uso de la red.

A continuación los resultados obtenidos, estos servían e base para el cálculo de tráfico futuro.



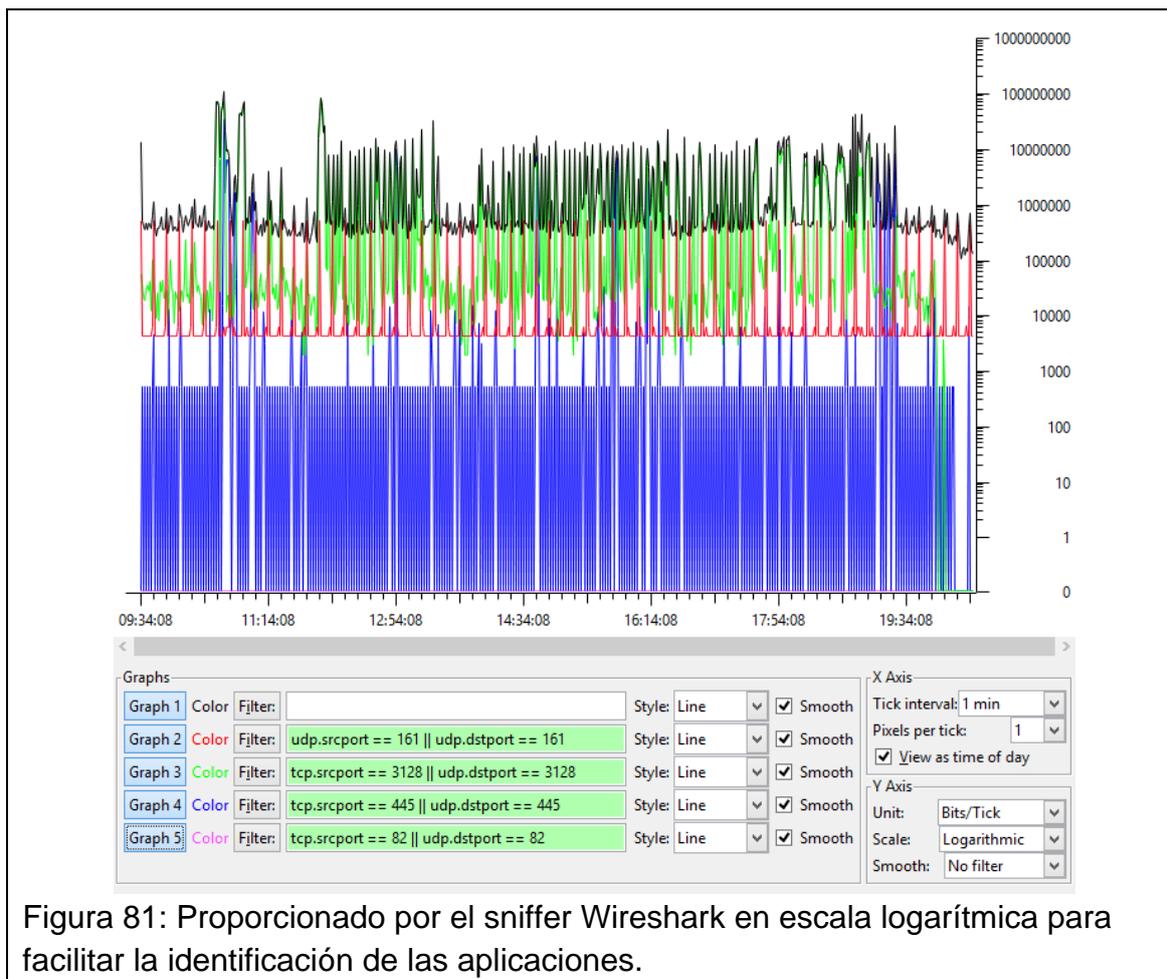


Figura 81: Proporcionado por el sniffer Wireshark en escala logarítmica para facilitar la identificación de las aplicaciones.

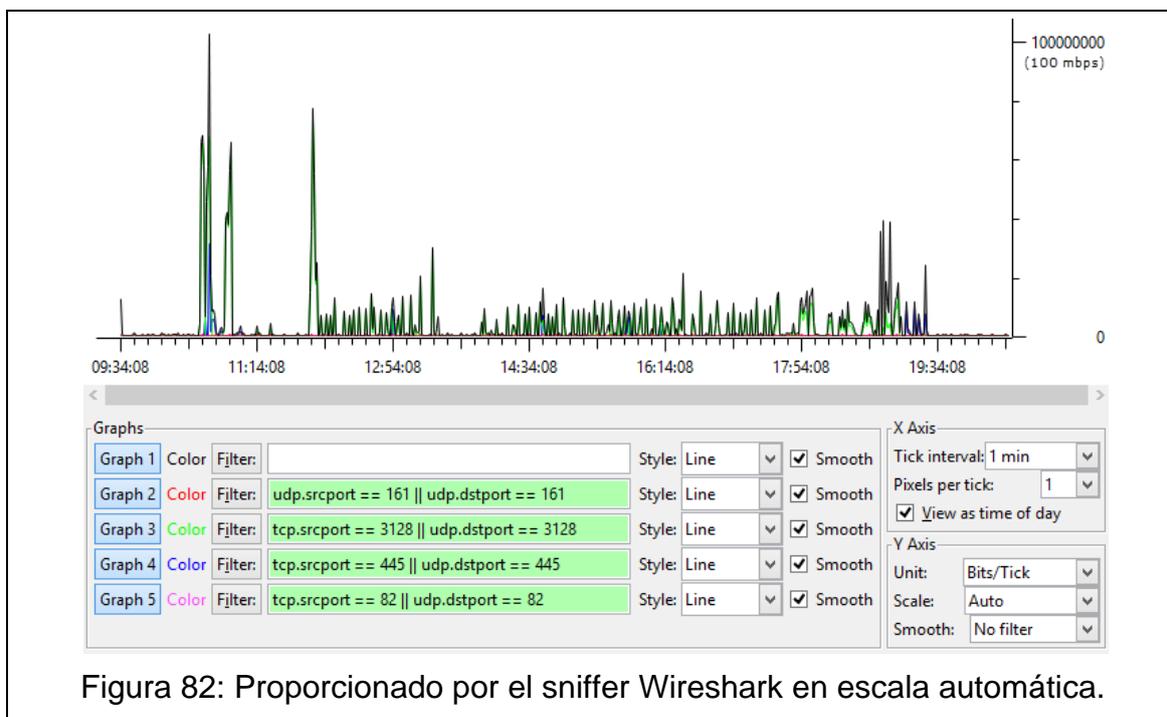


Figura 82: Proporcionado por el sniffer Wireshark en escala automática.

Tabla 47: Descripción del uso de ancho de banda de las aplicaciones críticas en la oficina de distribución en la ciudad de Guayaquil.

Aplicaciones críticas de Core de negocio y puerto				
#	Aplicación	Puerto	bps	kbps
1	Sistema Administrativo Financiero NAF	TCP: 445	1000	1
2	Correo	TCP: 3128	110000	110
3	MobilVendor	TCP: 82	128.33	128.33
4	QlickView Server, QlickView Call, QlickView Aplicativos	UDP: 161	100000	100

Algo que resalta en este análisis es que las capturas no reflejan tráfico para la aplicación móvil de vendedores (MobilVendor) y esto se debe a que los vendedores utilizan esta aplicación al final de la jornada con el propósito de sincronizar, sus equipos móviles, así que hemos realizado un cálculo en función de los datos obtenidos en la sede Quito donde, 25 usuarios requieren de 110Kbps que equivale a 3.66Kbps por usuario. En Guayaquil tenemos 35 usuarios lo cual refleja 128.33Kbps.

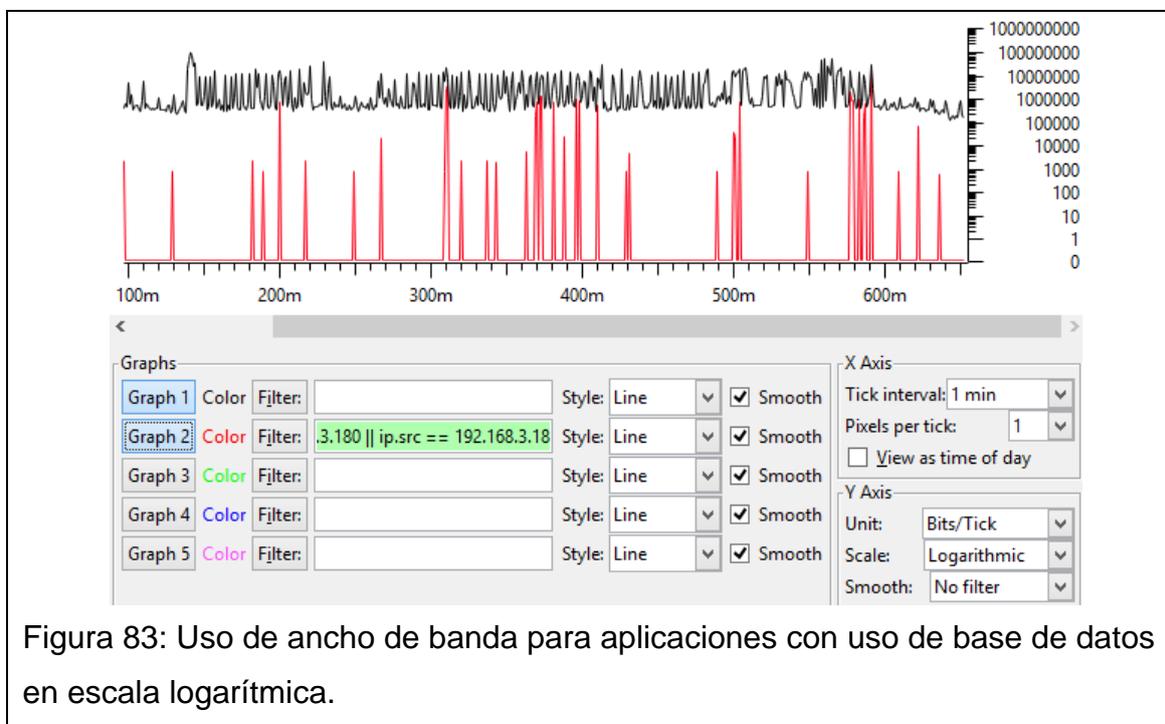


Figura 83: Uso de ancho de banda para aplicaciones con uso de base de datos en escala logarítmica.

En la figura anterior obtenemos unos claros picos de transmisión que llegan hasta los 10Mbps, en algunos casos esto se debe a la acción de réplica de base de datos, que se lleva a cabo varias veces durante el día sumado al uso habitual de las aplicaciones; sin embargo, podríamos obtener una media de 1Kbps.

2.2.4.6 Red Telefónica

La central telefónica Panasonic KX-TEM824 consta con un sistema híbrido avanzado que abarca de 3 a 8 líneas externas y puede llegar de 8 a 24 extensiones.



Figura 84: Central telefónica Panasonic KX-TEM824

Tabla 48: Características de la central telefónica Panasonic KX-TEM824

Bus de control		Bus original (16 bits, 24 MHz)	
Conmutación		Space Division CMOS Crosspoint Switch	
Entrada de alimentación		100 V de CA a 240 V de CA, 1,5 A a 0,75 A, 50 Hz / 60 Hz	
Batería externa		+24 V de CC (+12 V de CC x 2)	
Tolerancia de fallo de alimentación máxima		300 ms (sin utilizar las baterías de emergencia)	
Duración de la memoria de seguridad		7 años	
Marcación	Línea externa (LN)	Pulsos (10 pps, 20 pps) o Tono (Tonos)	
	Extensión	Pulsos (10 pps, 20 pps) o Tono (Tonos)	
Ruta interna		4	
Conversión de modo		Pulsos-Tonos	
Frecuencia de timbre		20 Hz / 25 Hz (seleccionable)	
Entorno operativo	Temperatura	0 °C a 40 °C	
	Humedad	De 10 % a 90 % (sin condensación)	
Llamada de conferencia de línea externa (LN)		2	
Música en retención (MOH)		1 puerto MOH seleccionable: Interna / Externa / Tono	
Megafonía	Interna	1	
	Externa	1 puerto	
Puerto de interface serie	RS-232C	1	
	USB 1.1	1	
Cable de conexión de extensión		TR	Cable de 1 par (T, R)
		TE	Cable de 2 pares (T, R, H, L)
		Consola SDE	Cable de 1 par (H, L)
Dimensiones		368 mm (Anch.) x 284 mm (Alt.) x 102 mm (Prof.)	
Peso (totalmente ampliado)		Aprox. 3,5 kg.	

2.2.4.7 Cableado estructurado

Las instalaciones de Guayaquil poseen un cableado estructurado de categoría 6A, al igual que las instalaciones de Quito, este tipo de cableado permite enlaces de hasta 10 Gbps.

Este sistema de cableado cuenta con un MDF y un SDF extendidos a lo largo de las instalaciones respetando los límites establecidos para enlaces de cobre. Está repartición da lugar a 2 subsistemas horizontales y un vertical los mismos que se describen a continuación:

Horizontal:

La red no cuenta con la debida señalización etiquetada, como demanda la TIA/EIA 606A en sus distintos puntos del subsistema horizontal.

Vertical- BackBone de datos:

El backBone de datos se extiende por cable UTP CAT 6A (Figura 88) viajando hasta sus nodos por tubería.

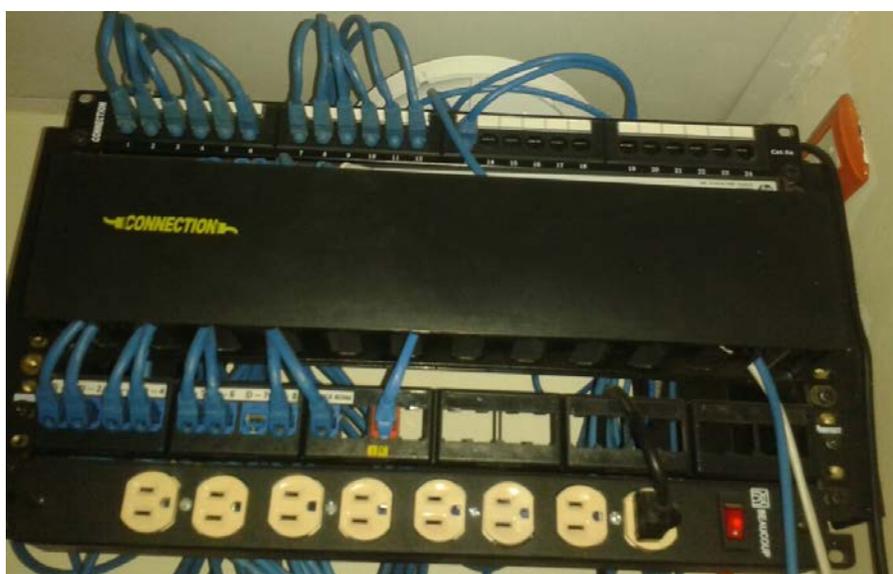


Figura 85: Enlace del backbone llegando al patch pannel por cable UTP CAT 6A.

2.2.4.8 Equipamiento informático de la red

Tabla 49: Equipamiento informático de red de la oficina de distribución Guayaquil.

TIPO	MARCA	MODELO	SISTEMA OPERATIVO
All in One	LENOVO	Lenovo M72z	Windows 7 Pro 64 bits
All in One	LENOVO	Lenovo M71z	Windows 7 Pro 64 bits
PC	HP	DC 5700	Windows Xp
PC	HP	DC 5700	Windows Xp
PC	HP	Hp 6300 Pro	Windows 7 Pro
Portable	TOSHIBA	TOSHIBA TECRA M11	Windows 7 Pro
PC	HP	DC5800	Windows Xp
All in One	HP	Hp 4300	Windows 8 Pro
PC	HP	HP COMPAQ	Windows Xp
PC	HP	HP COMPAQ600PRO	Windows Xp
PC	HP	DC 5800	Windows Xp
Portable	TOSHIBA	PROBOOK 4320S	Windows Xp
PC	COMPAQ	EVO D30	Windows Xp
All in One	LENOVO	Lenovo M72z	Windows 7 Pro 64 bits
Ups	Delta	3 KVA	Servidores
Ups	Delta	6 KVA	Administración
Ups	Delta	3 KVA	Servidor y administración
Tablet	Samsung	Note N8000	

2.2.4.9 Servidores

Tabla 50: Servidores de red de la oficina de distribución Guayaquil

TIPO	MARCA	MODELO	SISTEMA OPERATIVO
SERVIDOR APLICACIONES	HP	HP DL120 G7	2M222001J5
SERVIDOR DATOS	HP	HP DL380 G7	2M221900BJ

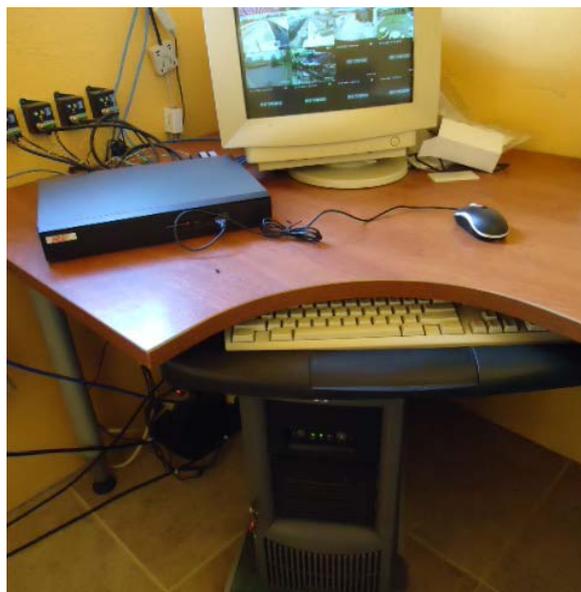


Figura 86: Servidor y sistema de video vigilancia.

2.2.4.10 Control de acceso biométrico



Figura 87: Control de acceso biométrico.

2.2.5. Granja Porcina (Latacunga)

2.2.5.1 Resumen de puntos de voz y datos

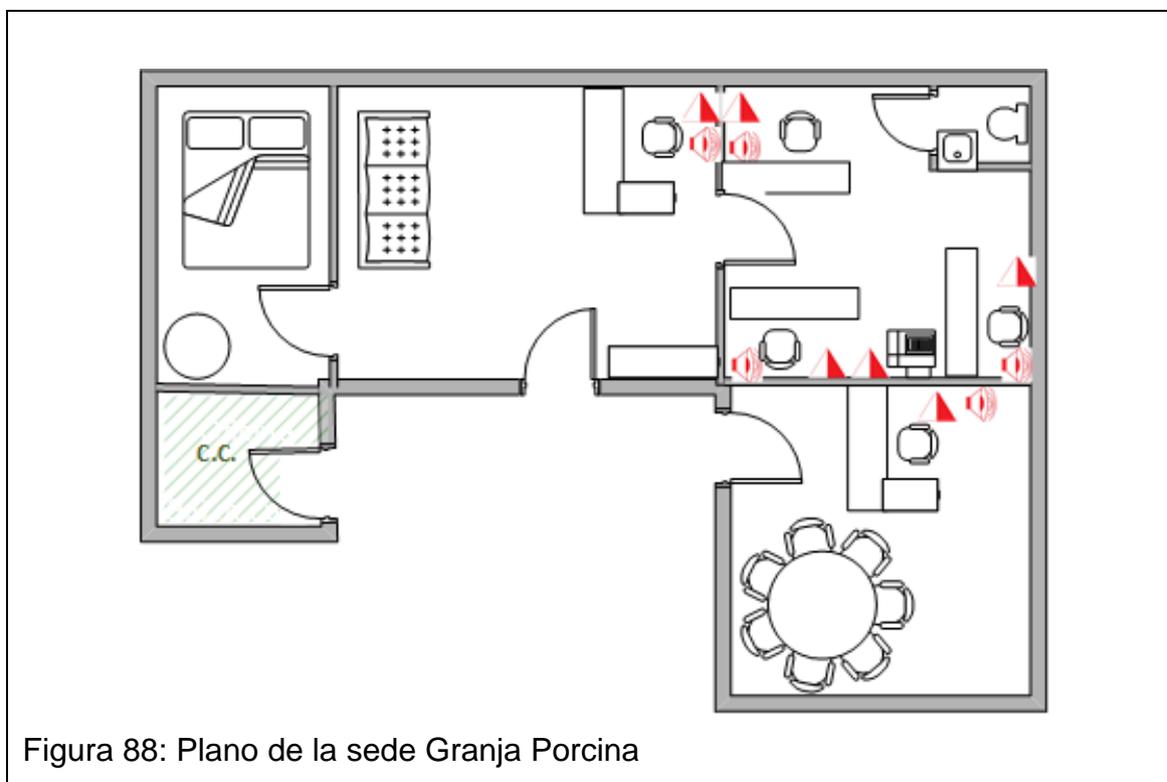


Tabla 51: Resumen de puntos de voz y datos de la granja porcina

Granja Porcina	
Punto de datos	6
Punto de voz	5
Total	11

2.2.5.2 Cuarto de equipos

En las instalaciones de la granja porcina funcionan las oficinas de control de producción de cerdos, la misma cuenta con una oficina donde está ubicado el MDF.

Cuenta con la acometida de servicios de telefonía e internet, un servidor montado en una PC de escritorio y no cuenta con un sistema de aire acondicionado, debido a que se encuentra en un lugar bastante amplio y la temperatura ambiente es bastante baja, el rack es de 42 URs que es más grande de lo necesario para la infraestructura que se tiene (Figura 89), además cuenta con equipos de routing.

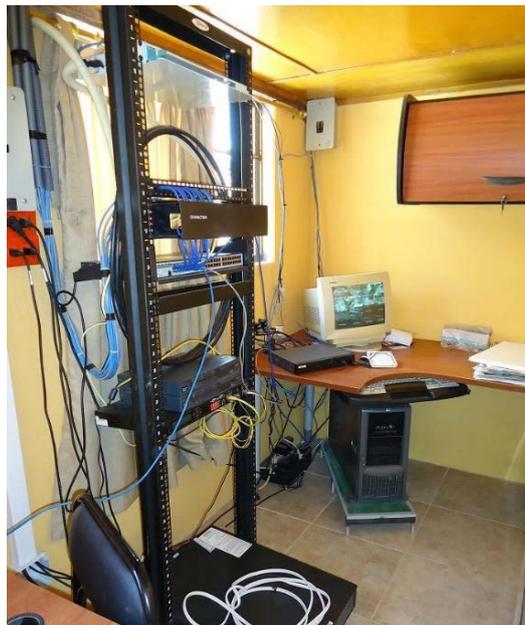


Figura 89: Rack Principal de la granja porcina.

Tabla 52: Diagrama de elevación de la granja porcina

Organizador
SW Core
Router de proveedor de internet
Organizador de fibra
DVR
Servidor de Aplicaciones
UPS

2.2.5.3 Acometida de servicios

La acometida de servicios se encuentra en la entrada principal a la granja, la red eléctrica como en las otras sedes es provista por la empresa eléctrica pública y la telefonía por la CNT.

2.2.5.4 Trafico de la red

Considerando el tamaño e infraestructura de esta sede, se procedió a la instalación del sniffer en el único servidor que existe, el mismo que juega el papel de servidor de aplicaciones, base de datos y correo electrónico. Mediante Wireshark se hicieron capturas de una semana de trabajo durante toda la jornada de 8 AM a 5PM, ya que el servidor es apagado al finalizar la misma. A continuación el análisis del día que presento mayor tráfico:

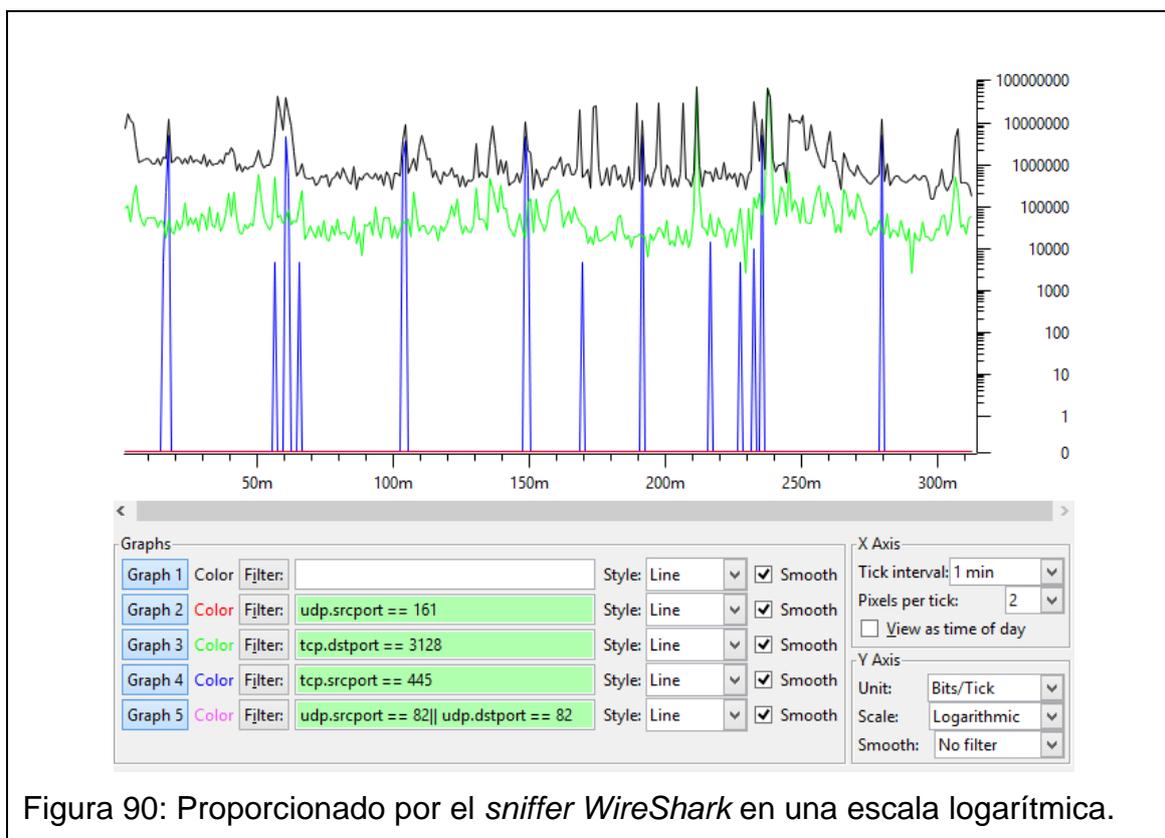


Figura 90: Proporcionado por el *sniffer* *WireShark* en una escala logarítmica.

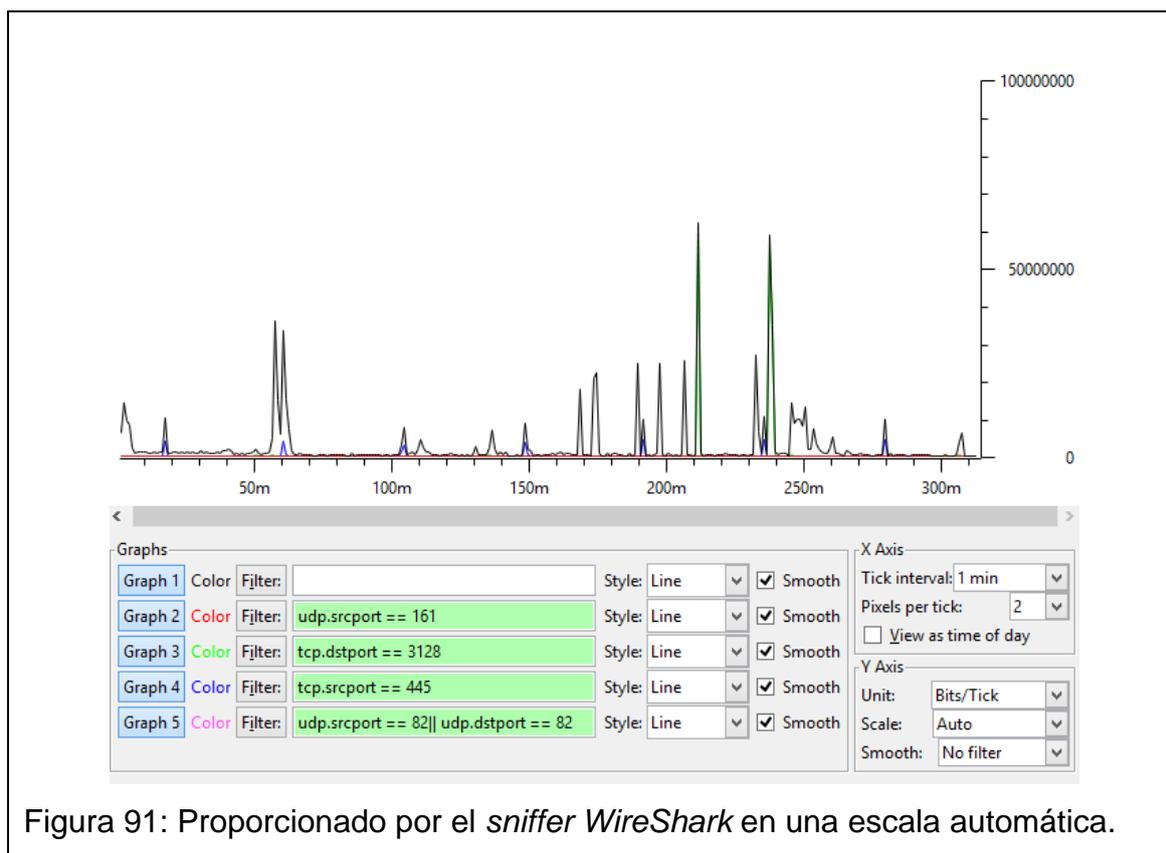


Figura 91: Proporcionado por el *sniffer* *WireShark* en una escala automática.

Tabla 53: Descripción del tráfico promedio por aplicación en la sede Granja porcina.

Aplicaciones críticas de Core de negocio			
#	Aplicación	bps	Kbps
1	Sistema Administrativo Financiero NAF	1000	1
2	Correo	100000	100
3	Mobil Vendor	0	0
4	Qlick View Server, Qlick View Call, Qlick View Aplicativos	0	0

Como podemos apreciar en la captura de tráfico y la tabla superior, esta sede carece totalmente de flujo en la aplicación de inteligencia de negocio y Mobil Vendor, este resultado tiene sentido puesto que el personal que hace uso de esta aplicación está situado en las otras sedes de la empresa.

Puesto que el servidor de aplicaciones también contiene las bases de datos necesarias para su funcionamiento, no existe tráfico constante de salida o

entrada sin embargo, el patrón de las réplicas a distintas horas del día se mantiene y el tráfico para llevar a cabo estos “espejos” se detalla a continuación:

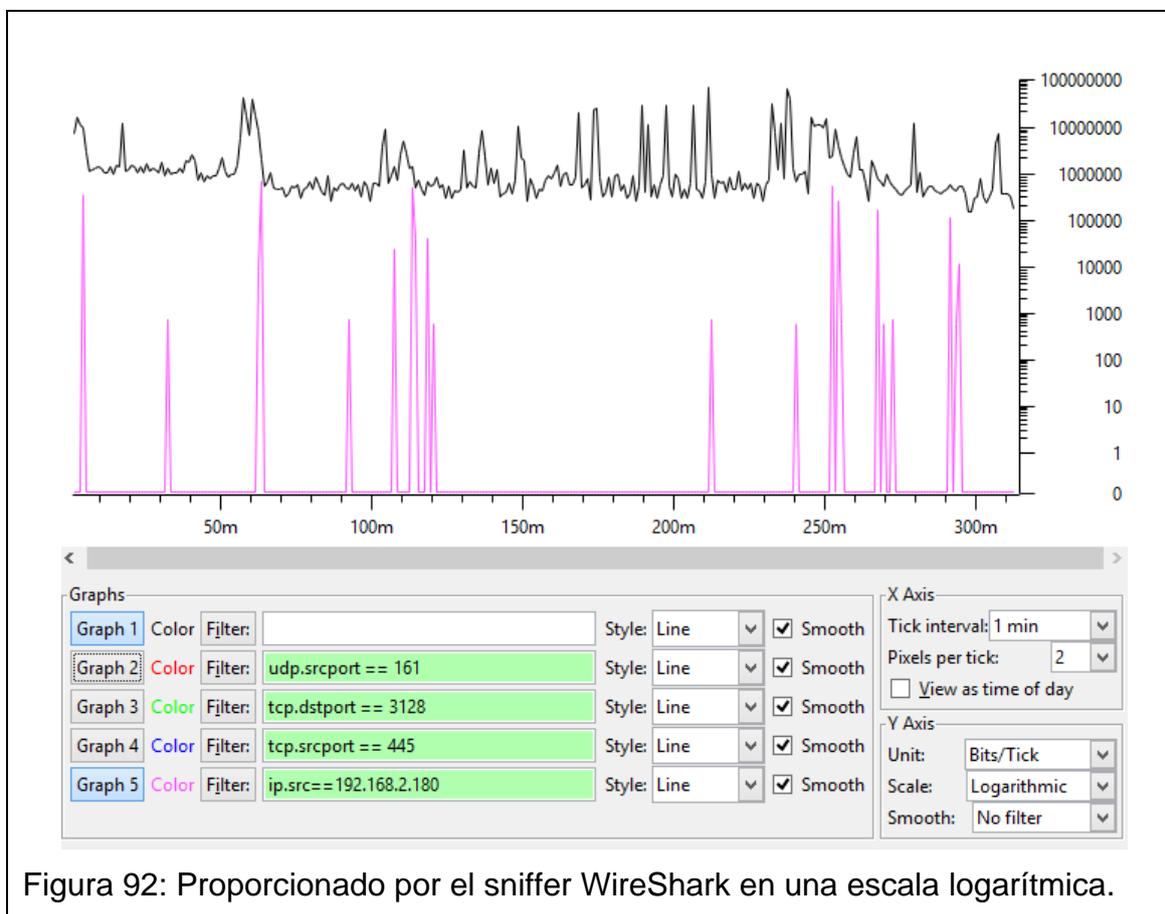


Figura 92: Proporcionado por el sniffer WireShark en una escala logarítmica.

Claramente podemos distinguir unos picos en el flujo de información que alcanzan los 1000 bps o 1Kbps pero; tal como lo mencionamos antes este comportamiento se suscita pocas veces al día y por lo expuesto podríamos concluir que la media de uso en el canal para la aplicación de réplica en base de datos es de 1 bps.

2.2.5.5 Red Telefónica

Esta sede no cuenta con una central telefónica, las líneas telefónicas son proporcionadas directamente por la CNT de forma individual.

2.2.5.6 Cableado estructurado

Las instalaciones de la granja porcina poseen un cableado estructurado de categoría 5E. Este sistema de cableado cuenta con un MDF que conecta a todos los usuarios de la red



Figura 93: Rack Granja Porcina, Conexiones de red.

Horizontal:

La red no cuenta con la debida señalización de etiquetado ni de la correcta ubicación y protección del MDF.



Figura 94: WIRE LESS Linksys. Punto de datos no señalizado.

2.2.5.7 Equipamiento informático de la red

Tabla 54: Equipamiento informático de red de la oficina de la granja porcina.

TIPO	MARCA	MODELO	SIST. OPERATIVO
PC	HP	DC5800	WINDOWS XP
PC	HP	DC5100 MT	WINDOWS XP
PC	HP	COMPAQ D51S	WINDOWS XP
PC	HP	HP COMPAQ 6000 PRO	WINDOWS XP
PORTABLE	LENOVO	4236-PLS	WINDOWS 7
PORTABLE	TOSHIBA	U205-SP5037	WINDOWS VISTA

2.2.5.8 Servidores

Tabla 55: Servidor de red de la oficina de la granja porcina.

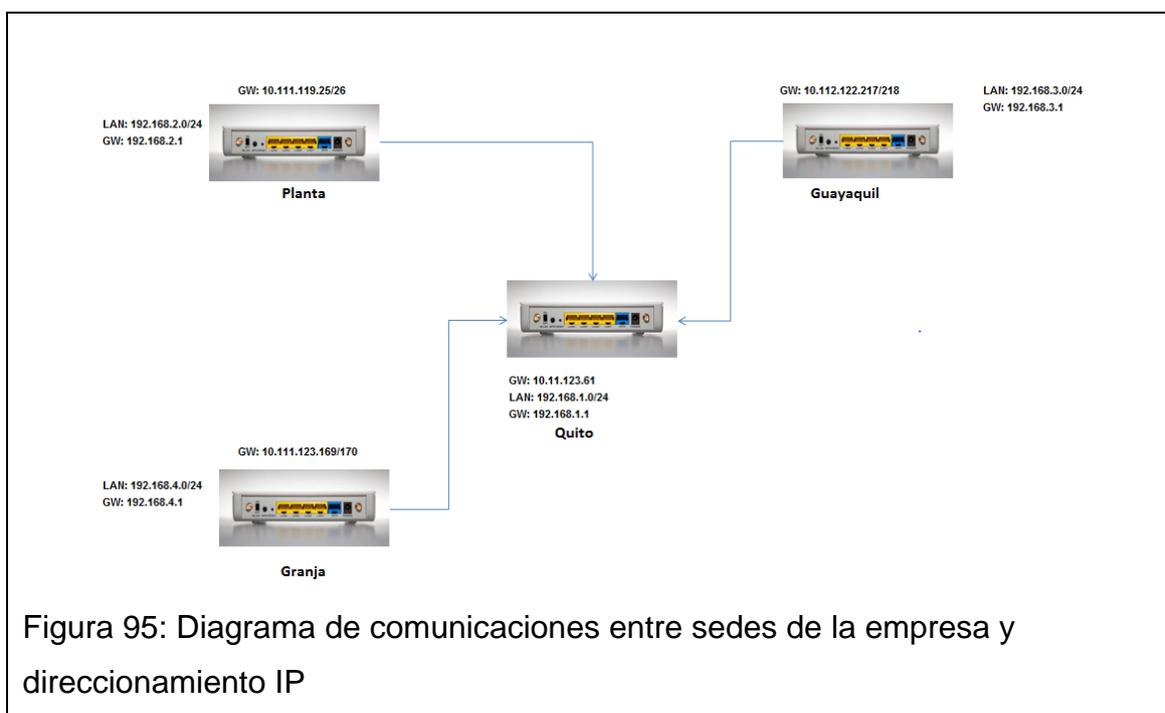
TIPO	MARCA	MODELO	SISTEMA OPERATIVO
SERVIDOR DATOS	HP	DM380 G7	CENTOS 6

2.2.5.9 Control de acceso biométrico

La granja posee un solo tipo de acceso biométrico para el control de personal, ubicado en 2 posiciones distintas: entrada a las oficinas administrativas y el acceso principal de la granja.

Este acceso biométrico está distinguido por su naturaleza: control mediante tarjeta RFID.

2.2.6. Descripción de la red WAN proporcionada por un proveedor de este servicio.



Disponibilidad de la red dependiendo del mes:

- 672 horas (28 días)
- 696 horas (29 días)
- 720 horas (30 días)
- 744 horas (31 días)

Factor de calidad de servicio

Tabla 56: Factor de calidad de servicio

% Disponibilidad		FCS
Desde	Hasta	
100.00	99.60	1.00
99.59	99.30	0.85
99.29	98.61	0.70
98.60	97.62	0.55
97.91	97.22	0.40
97.21	95.83	0.25
95.82	94.44	0.10
94.43	0.00	0.00

2.3. Aplicaciones (Global)

A continuación se listan y describen todas las aplicaciones que son utilizadas dentro de la empresa.

2.3.1. Office:

Se utilizan aplicaciones de hojas de cálculo y editor de texto en el paquete de Microsoft Office de las siguientes versiones:

- Office 97
- Office 2000
- Office 2000 Profesional
- Office XP
- Office XP Profesional
- Office 2003
- Office 2007
- Office 2010
- Office 2013

Nota: Todos los equipos clientes cuentan con licenciamiento para utilizar estas herramientas.

2.3.2. Vmware

Programa para la visualización y creación de máquinas virtuales.

2.3.3. Aplicaciones de sistemas de mejoramiento continuo

Es una herramienta de Business Intelligence (BI o Inteligencia de negocio) que permite recolectar datos desde diferentes orígenes, basados en el ERP, CRM, data warehouses, bases de datos SQL, datos de Excel, etc., modelarlos de forma personalizada para facilitar su manejo y presentarlos de forma muy visual. Los aplicativos que se usan en este aspecto con los siguientes.

- Qlick View Server
- Qlick View Call
- Qlick View Aplicativos

2.3.4. Apoyo

Herramienta de usuario final que trabaja con conexión directa a la base de datos para permitir analizar la información y toma de decisión a nivel gerencial. Muestra la información de manera resumida y también se puede llegar al detalle, permitiendo la visualización y análisis de grandes cantidades de información.

2.3.5. Oracle

- Oracle Database standard Edision One
- Forms and Reports
- Internet Developer Suite

2.3.6. McAfee

McAfee Endpoint Protection: “Los sistemas Windows, Mac y Linux tradicionales de las LAN necesitan funciones básicas de seguridad que bloqueen el malware avanzado, controlen las pérdidas de datos y los riesgos de cumplimiento de normativas que generan las unidades extraíbles y proporcionen acceso seguro al correo electrónico y a las aplicaciones web, cuyo uso es crucial. McAfee Endpoint Protection Suite integra estas funciones imprescindibles en un único entorno de fácil administración, multiplataforma, ideal para proteger los equipos de sobremesa tradicionales que tienen una exposición limitada a las amenazas de Internet.” (McAfee Inc., 2014)

2.3.7. AQTC

Aplicación para control de llamadas telefónicas

2.3.8. Pig Chan care

Control de reproducción de cerdos de granja

2.3.9. Paccess

Recupera información de reloj de personal

2.3.10. LCF

Formulador para la elaboración de dietas de animales (bobino, porcinos y otros) utilizando materias primas en función de sus componentes nutricionales y del costo de cada una de ellas para determinar la ración más económica que cumpla con todos los requerimientos de los animales en las diferentes etapas de producción.

2.3.11. Formulador Excel

Formulador para elaboración de fórmulas de embutidos en base de los componentes nutricionales de cada una de las materias primas y del costo.

2.3.12. MobilVendor

Mobil Vendor es una aplicación móvil de fuerza de ventas, que se instala en teléfonos inteligentes y/o tabletas con sistema operativo Android 2.2 y es compatible con versiones superiores, la aplicación móvil está conectada a una plataforma web, la cual gestiona todo el funcionamiento e información que recibe y envía la aplicación.

2.3.13. MobilCensus

Mobil Census te permite realizar levantamiento de información con puntos georreferenciados y la posibilidad de tomar una fotografía por cada punto, es una aplicación especialmente diseñada para clientes de www.mobilvendedor.com, aunque es posible utilizarla como un módulo específico de levantamiento de información

2.3.14. Sistema Administrativo Financiero NAF

Núcleo administrativo financiero (Contabilidad, cuentas por cobrar, cuentas por pagar, cheques, Activos, Activos Nifs, Planillas, Recursos Humanos, Inventarios).

- **Activos Fijos NIFS:** El Sistema de Activos Fijos está orientado a llevar un control permanente del ciclo de vida de los activos. De esta forma, el sistema permite registrar una serie de movimientos que sufren los activos fijos como lo son las adquisiciones, los traslados de departamento y encargado, las mejoras realizadas, las revaluaciones

que se hacen para actualizar su valor y por último las salidas o retiros de los mismos.

Todos estos movimientos (excepto el traslado de departamento y encargado) afectan el valor del activo; de esta forma, el sistema genera los asientos respectivos tanto de las mejoras y las salidas, como de las revaluaciones y las depreciaciones. Finalmente, es importante mencionar que existen una serie de reportes que permiten obtener listados que presentan la información necesaria para controlar y respaldar los resultados dados por el sistema en diferentes formatos.

- **Cheques:** El Sistema de Cheques en un modo simplificado puede verse como una herramienta de control que procesa dos tipos de transacciones. En primer lugar procesa los movimientos bancarios hechos por la compañía mediante cheques, transferencias, depósitos, notas de débito y notas de crédito, se integra con el módulo de contabilidad.
- **Contabilidad:** Permite definir la estructura de cuentas contables, centros de costos que serán utilizados en la contabilidad de la organización permitiendo tener acceso a sus movimientos y sus saldos. Este módulo recibe información de todos los otros módulos que conforman el sistema, facturación, cuentas por cobrar, cuentas por pagar, cheques, planillas, activos de tal manera que al consolidar realiza los procesos propios de un sistema contable y dando acceso a la revisión por medio de reportes en resumen y en detalle.
- **Control de asistencia del personal:** Este módulo administra los movimientos de ingresos y salidas del personal de la organización, así como también los permisos medidos, maternidad, horarios, etc., y como resultado tenemos el cálculo de las horas extras que sirven como información para la generación de los roles de pago.

- **Cuentas por cobrar:** Cuentas por Cobrar es un sistema que ayuda al manejo y control de sus cuentas por cobrar. El Sistema de Cuentas por Cobrar no solo se pretende cubrir aquellas áreas operativas como la introducción al sistema de los documentos que aumenten o disminuyan la cuenta por cobrar de los clientes, sino que intenta cubrir también aquellas áreas de toma de decisiones y de control mediante la utilización de módulos de consulta de cuentas y reportes de recuperación o análisis de vencimientos, se integra con el módulo de contabilidad.
- **Cuentas por pagar:** Cuentas por Pagar nos ayuda a controlar los documentos que ingresan por concepto de una compra de bienes o servicios manejando tipos de documentos, este módulo se integra con contabilidad y cheques.
- **Facturación:** El Sistema de Facturación y Estadísticas es uno de los auxiliares del Núcleo Administrativo Financiero (NAF) y como tal involucra una serie de conceptos, en este módulo se factura todos los bienes y servicios que corresponden a la línea de negocio de la organización, también a la impresión en lotes de los pedidos realizados por la preventa y las ventas directas que realiza las auto ventas, información que es ingresada a este sistema por medio del sistema Mobil de la fuerza de ventas. Tenemos la opción a las estadísticas por medio de varios reportes. se integra con el módulo de cuentas por cobrar, inventarios y contabilidad.
- **Identificadores:** Este módulo concentra una variedad de reportes indicadores que forman parte del sistema de gestión de calidad de la organización así también la preparación, generación de los presupuestos de ventas.
- **Planillas:** El sistema de Planillas del NAF permite llevar un control de la planilla o nómina de la empresa, pudiéndose definir N diferentes tipos de

planilla (quincenal o mensual). Además, todos los tipos de ingresos (componentes del salario) y las deducciones pueden ser definidas por el usuario, de tal manera que el usuario no esté sujeto a un número limitado y preestablecido de ellas. Por ejemplo, se pueden definir aparte de las horas ordinarias, extras y dobles, componentes específicos como comisiones, bonificaciones, pagos por labores específicas y todos los componentes que la empresa desee incluir. Similarmente, todas las deducciones están abiertas a que sean definidas por el usuario, tanto las deducciones aplicables a empleados, como provisiones y otras cargas aplicables a la empresa. Se integra con el módulo de Contabilidad y Recursos Humanos.

- **Recursos Humanos:** El Sistema de Recursos Humanos administra el Recurso Humano, control de acciones de personal e información referente a los empleados de la organización. Acciones como aumentos de salario, cambios de puesto, permisos con goce de salario, incapacidades, vacaciones, etc. Las capacitaciones recibidas sean estas internas o externas, se integra con el módulo de Planillas.

2.3.15. Sistemas Totales Production (TPM)

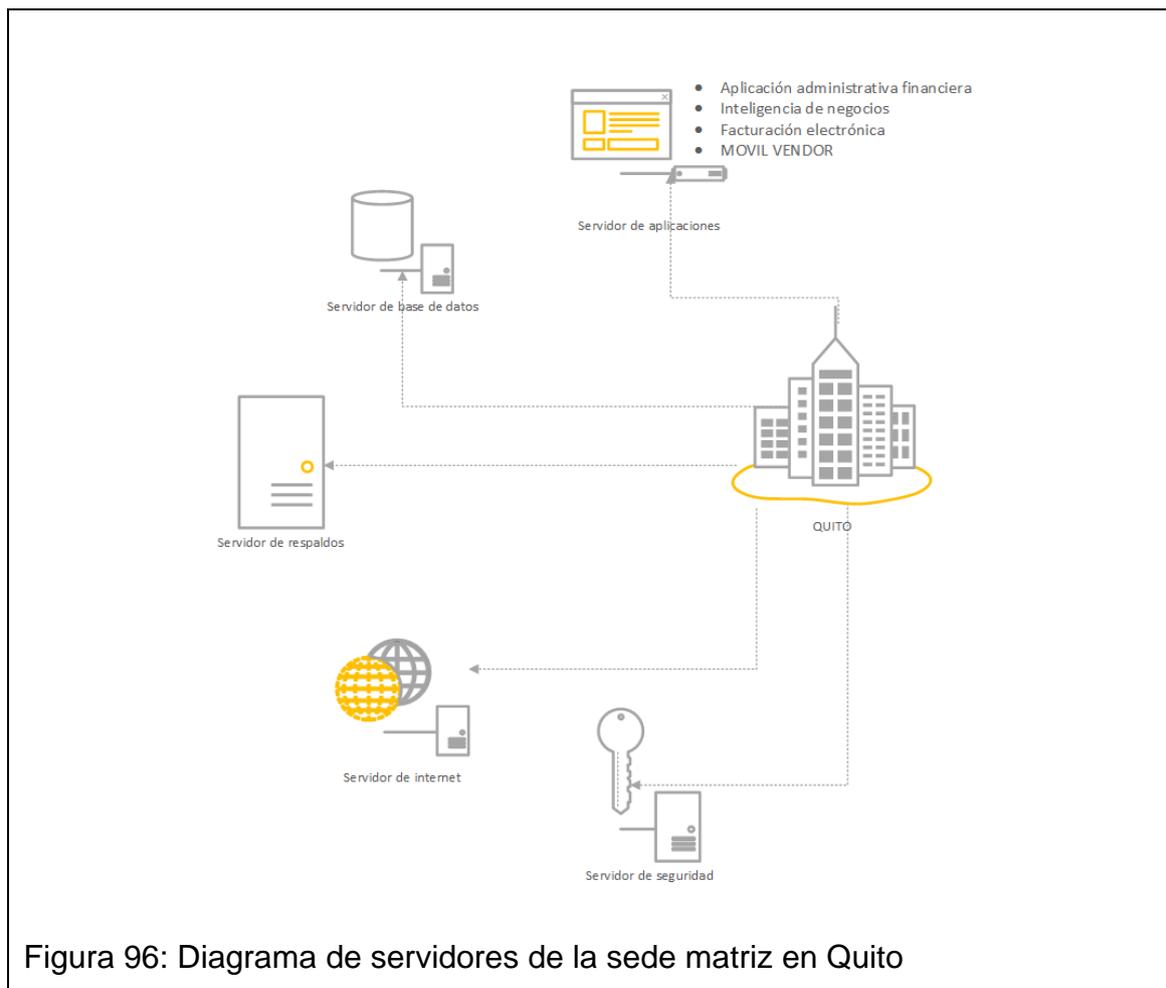
Total Production Management es una aplicación que se encarga de las compras, planeación, programación, control y costos de la producción.

- **Compras:** Este módulo da seguimiento a una compra desde el momento en que un departamento de la empresa realiza una solicitud de compra, hasta que el producto ha sido recibido. Se integra con los módulos de Inventarios, cuentas por pagar.

- **Control y costos de producción:** realiza el control y costeo gradual de los distintos elementos que intervienen en el proceso productivo y sirve para realizar un monitoreo del proceso productivo de forma completa.
- **Inventarios:** Este módulo maneja los inventarios de todos los artículos que maneje la organización, se puede tener acceso a todos los movimientos de entrada y salida para poder hacer trazabilidad de un artículo. Este módulo es afectado directamente por el módulo de facturación.
- **Sistema de planeación y programación de la producción:** El módulo de planeación y programación de la producción (SP3), soporta las actividades de planeación y programación de la planta de producción, controlando la formulación de todos los productos, la explosión de los materiales y los tiempos requeridos para su elaboración, así como la disponibilidad de todos los recursos (mano de obra, maquinaria, etc.). Además se integra con los módulos de control y costos de la producción, inventarios y compras.

2.4. Descripción del funcionamiento de las aplicaciones

En la sede matriz de la ciudad de Quito se encuentran los servidores principales de aplicaciones, bases de datos, respaldos, internet y seguridad.



La sedes fábrica de procesamiento de Latacunga y oficina de distribución de Guayaquil se conectan directamente a la sede matriz de Quito para hacer uso de las aplicaciones de inteligencia de negocios, facturación electrónica y aplicación móvil (Movil Vendor) como se muestra en las siguientes figuras.

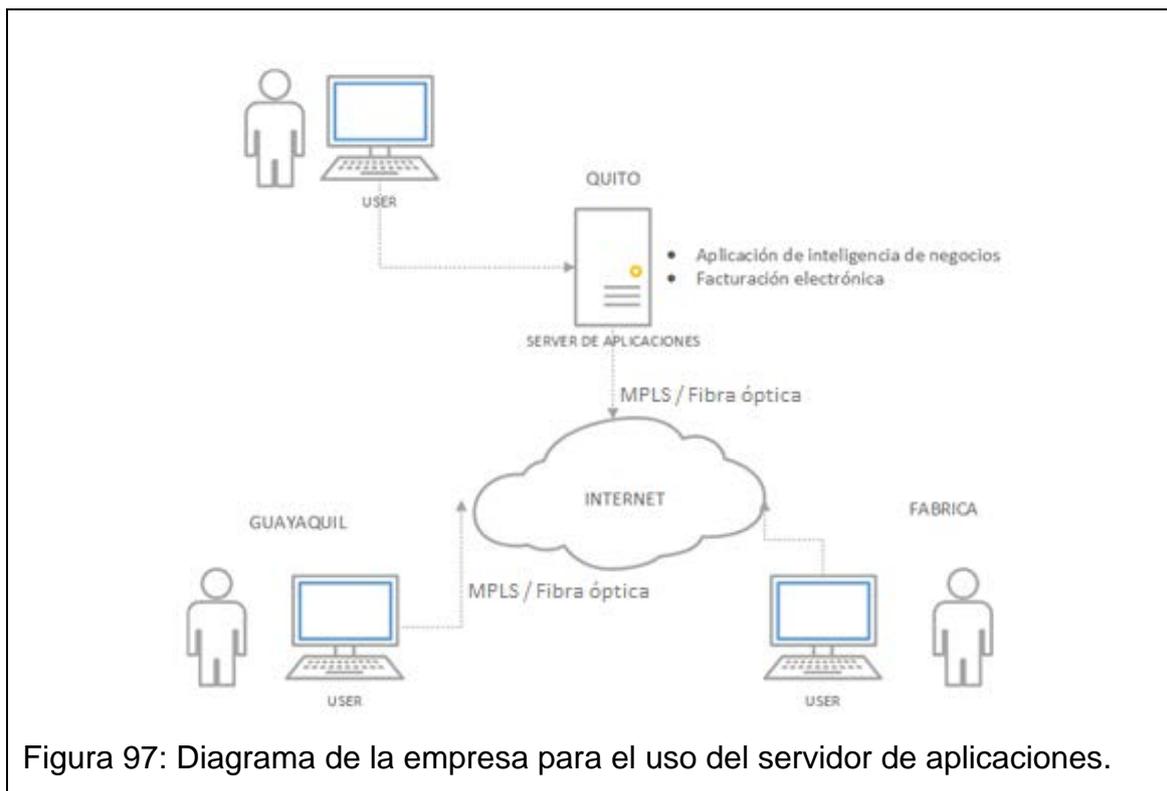


Figura 97: Diagrama de la empresa para el uso del servidor de aplicaciones.



Figura 98: Diagrama de la empresa para el uso del servidor de la aplicación móvil (MOVIL VENDOR).

La aplicación administrativa financiera y la aplicación de control de producción se encuentran instaladas de forma local solamente en la fábrica de procesamiento, los datos de estas aplicaciones son utilizados por la aplicación de inteligencia de negocios cuando se generan los cubos de información y las estadísticas.

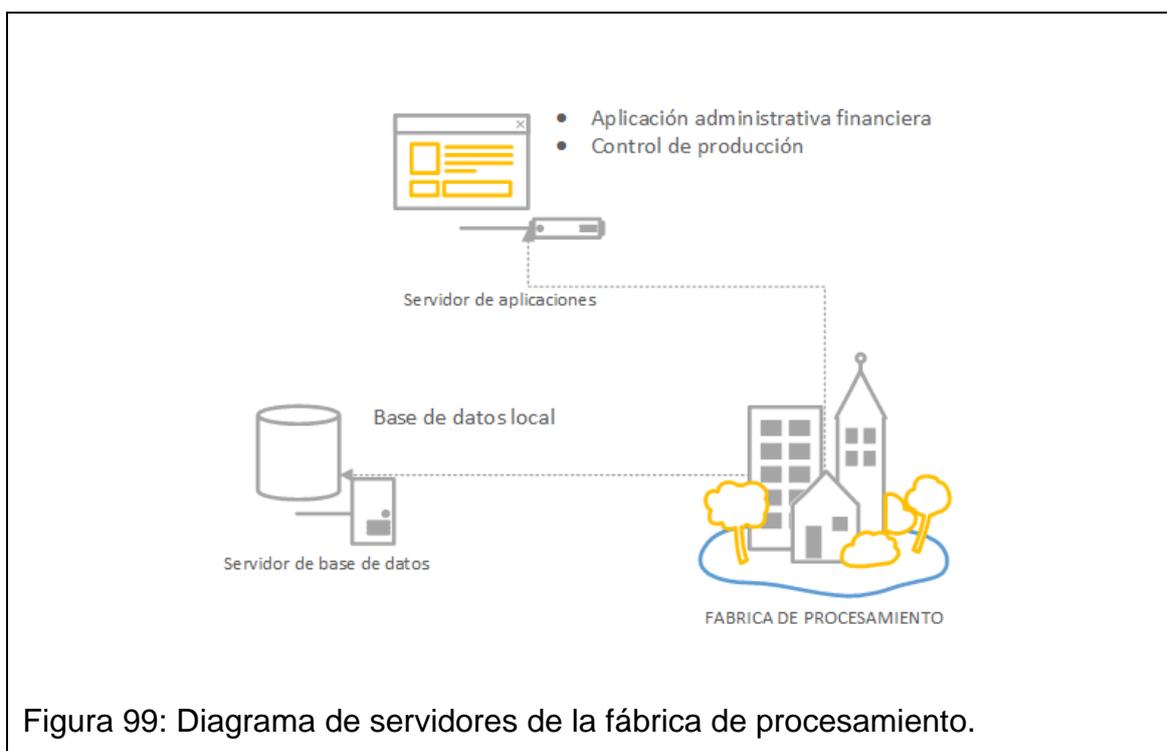


Figura 99: Diagrama de servidores de la fábrica de procesamiento.

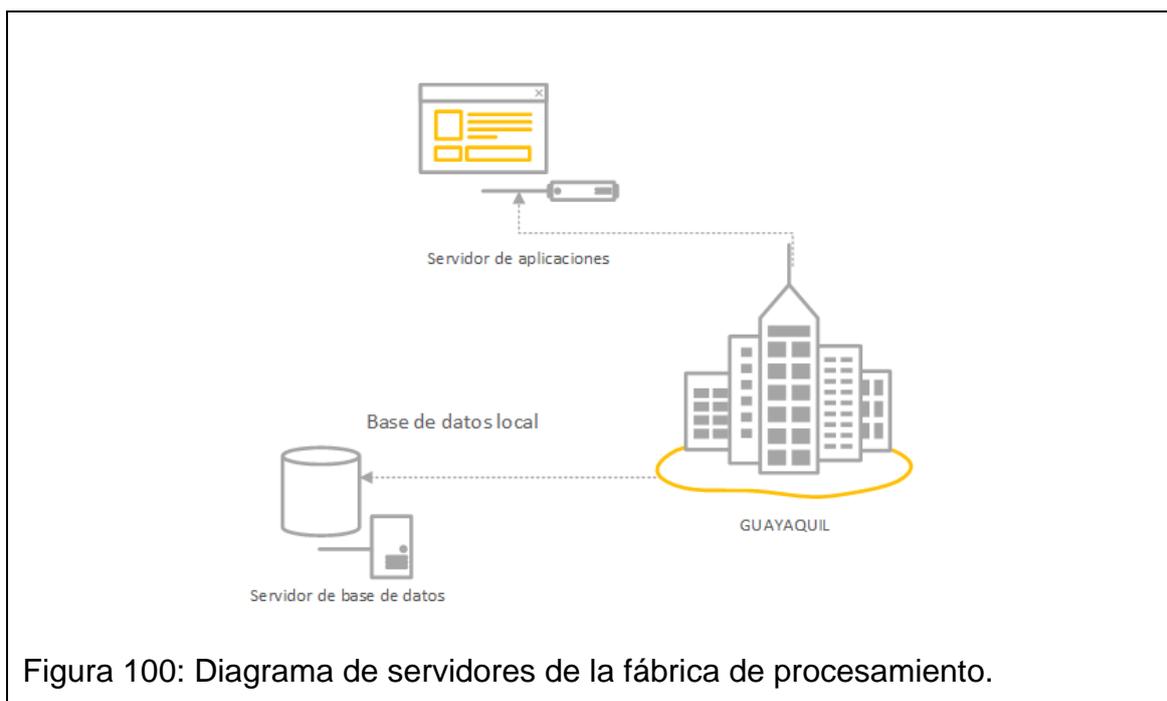
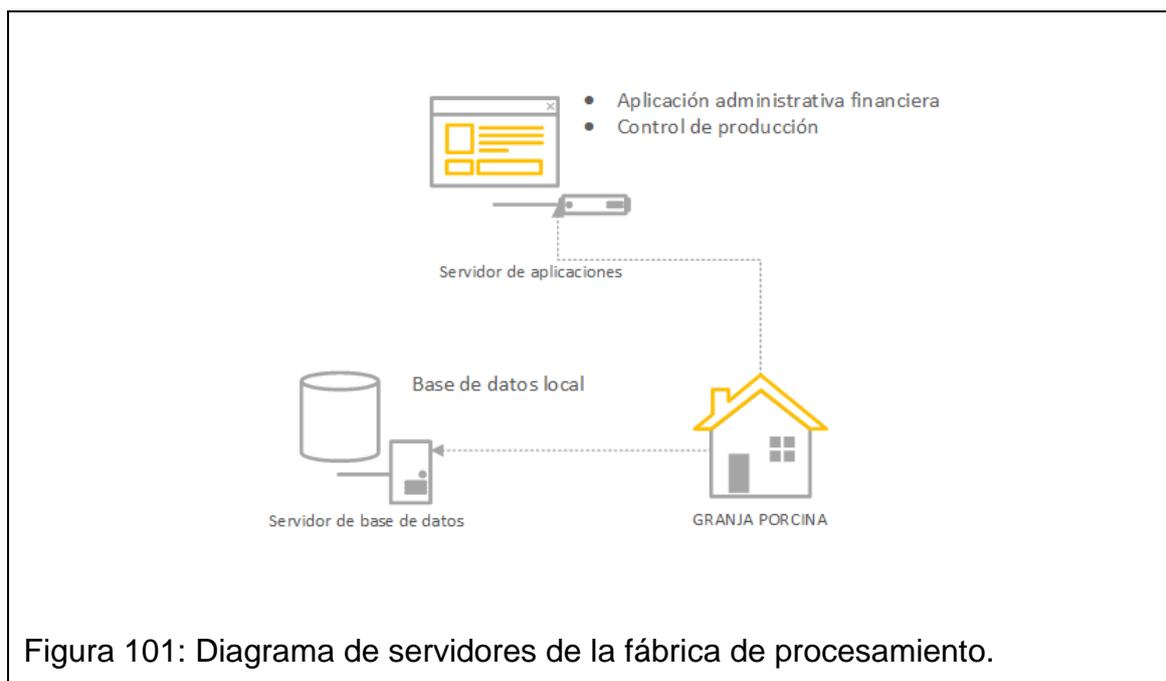


Figura 100: Diagrama de servidores de la fábrica de procesamiento.



Las bases de datos se sincronizan mensualmente cuando se hace el cierre de mes y los datos más críticos se sincronizan diariamente y de forma automática en las noches.

3 CAPITULO III: DISEÑO DE LA RED

3.1 Introducción

En el presente capítulo se realizará un diseño para la red de información de la empresa en todas sus sedes de operación, tomando como punto de partida el análisis de la situación actual del capítulo dos.

El dimensionamiento de la red y sus aplicaciones se determinará en un análisis global de requerimientos de todas las sedes y de manera individual, este análisis se realizará con los administradores del área informática de la empresa tomando en consideración factores críticos como la disponibilidad de la red, escalabilidad, capacidades para las nuevas aplicaciones, entre otras.

Se contempla entre las soluciones realizar un estudio y propuesta de cableado estructurado que cumpla con todas las normas para las sedes de Latacunga, Fábrica de procesamiento y Granja Porcina, puesto que la red pasiva en ambas sedes posee una capacidad limitada y es necesaria su renovación, finalmente para las sedes Quito y Guayaquil se aprovechará la red pasiva que está en funcionamiento y se realizará una mejor distribución lógica de la misma.

Se llevará a cabo también una reestructuración de las redes locales en todas sus sedes, con la finalidad de integrar todos los servicios que necesita la empresa en una sola red, como el servicio de telefonía, video vigilancia y red de datos. Adicionalmente implementar QoS para garantizar una solución eficaz y acertada a las demandas de la empresa.

3.2 Planteamiento de requerimientos para la red multiservicios

Este es la parte fundamental para el diseño de la red multiservicios, puesto que es necesario que la red sea segura, confiable, disponible y tolerante a fallos;

todo esto hará posible que se pueda garantizar el correcto funcionamiento de la misma.

Las características de generales de la red multiservicios para la empresa de embutido Elaborados Cárnicos “Don Diego” son las siguientes:

3.2.1 Requerimientos de Datos

La red multiservicios de la empresa brindará a su intranet la siguiente lista de servicios, todo esto va en concordancia con las aplicaciones que son utilizadas para las actividades día a día en este negocio.

- Correo electrónico
- Acceso a Internet
- Acceso al servidor de bases de datos
- Transferencia de archivos
- Impresión por red
- Servicio de DNS
- Servicio de DHCP
- Servidor Proxy
- Servidor Web
- Administración y gestión de la red

3.2.2 Requerimientos de voz

Para esto se utilizará la tecnología de VoIP, para esto es necesaria una central telefónica IP diseñada para que soporte toda la carga presente de usuarios y la proyección futura.

Para garantizar un óptimo diseño de red de telefonía es indispensable contar con equipos activos (Switches y routers) administrables, seguros y con características para la implementación de calidad de servicio.

3.2.3 Requerimientos de Video

3.2.3.1 Video vigilancia IP

Se pretende implementar un sistema de video vigilancia mediante el uso de cámaras IP. Para modernizar el sistema de video vigilancia actual, además se pretende agregar el número de cámaras para la fábrica de procesamiento debido a que se encuentra en estado de ampliación de sus instalaciones.

3.2.4 Requerimientos de cableado estructurado

Se requiere un cableado estructurado certificado que cumpla con las normas pertinentes para enlaces de cobre ANSI/TIA/568-C.2. Dicha solución será analizada para las sedes de la fábrica de procesamiento y la granja porcina, estas sedes cuentan con una red cableada en categoría 5E que no cumple con ninguna norma ya que la red ha ido creciendo artesanalmente conforme las necesidades de la empresa.

3.2.5 Determinación de Tasa de crecimiento de la red

En la última década la institución demandó un crecimiento en su red de información relativamente pequeño de alrededor de un 15%. Para lograr una solución que satisfaga las necesidades de la empresa y su crecimiento, es necesario tomar en consideración este factor. De acuerdo con el personal de tecnología se estima que: satisfaciendo las necesidades actuales de las sedes andes mencionadas la institución demandará un crecimiento de 15%.

3.3 Selección del modelo de la red

El modelo Jerárquico es la solución escogida para llevar a cabo la reestructuración de la red en todas sus sedes. Ya que nos puede brindar escalabilidad, es de fácil mantenimiento, implementación y administración.

3.4 Selección de la tecnología de la red

Considerando que la red debe soportar la transmisión de datos a altas velocidades, y aplicaciones de tiempo real como: Telefonía IP y video vigilancia podemos concluir que el flujo de información circulando por la red demanda de una conexión de tipo Gigabit-Ethernet.

3.5 Selección de la topología de la red

La topología escogida para llevar a cabo este diseño es estrella extendida debido a que es altamente escalable y permite acortar distancias en el cableado. Adicionalmente su fácil y rápida implementación, administración y diseño fueron las ventajas decisivas para este proyecto.

3.6 Diseño de la red pasiva

Como se mencionó en la introducción de este capítulo, la solución para el diseño de la red pasiva, únicamente se llevará a cabo en las sedes de Latacunga, tanto en la Fábrica de procesamiento y Granja Porcina. Para lo cual los siguientes factores fueron tomados en consideración:

- Se contempla una solución que abarque las necesidades de comunicación de la empresa es decir, soluciones para telefonía, datos y video vigilancia.
- El crecimiento, que es el aumento en puntos de red con respecto al número de puntos actuales y una estimación a futuro se sitúa en 15 % es decir, se podrán crear alrededor de 18 puntos nuevos sin alterar la solución actual.
- Los componentes de la red deberán ser CAT 6A.

- Todos los puntos de red que sean instalados deberán estar en la capacidad de transmitir Datos y VoIP.
- Se emplearan estándares para diseño y administración de redes como: TIA/EIA 568-C y TIA/EIA-606-A

3.6.1 Fábrica de procesamiento

3.6.1.1 Subsistema Horizontal

Para este subsistema se hará uso de un medio de transmisión de cobre, par trenzado CAT 6A con el que podemos alcanzar frecuencias de 500Mhz y velocidades de hasta 10 Gbps. El estándar TIA/EIA 568-C.2 encargado de regir estos sistemas denota que la distancia máxima para un enlace de cobre son 90 metros y finalmente por sus características puede soportar aplicaciones como VoIP, Video y datos.

3.6.1.2 Salida de comunicaciones

En las salidas de comunicaciones, se utilizarán Faceplates, cajas sobrepuestas y cajetines según sea el caso, y tanto simples como dobles, de acuerdo a la necesidad del punto en cada área de trabajo. Cada Punto de acceso cumplirá con una serie de requerimientos, los mismos que mencionaremos a continuación:

- El punto será el encargado de albergar los Jacks de tipo RJ-45 de categoría 6A.
- El faceplate debe poseer la capacidad de albergar la identificación propia para el punto de red.

3.6.1.3 Desglose de puntos de red

Como se mencionó en el capítulo anterior, la sede “Fábrica de procesamiento” ubicada en Latacunga, posee dos sectores: El sector administrativo y el sector de la fábrica, los mismos que se tratarán a continuación.

3.6.1.3.1 Diagrama de puntos en el sector administrativo:

En el área administrativa donde se encuentran las distintas gerencias, sala de reuniones, sala de capacitación, etc. será necesario instalar los siguientes puntos de red:

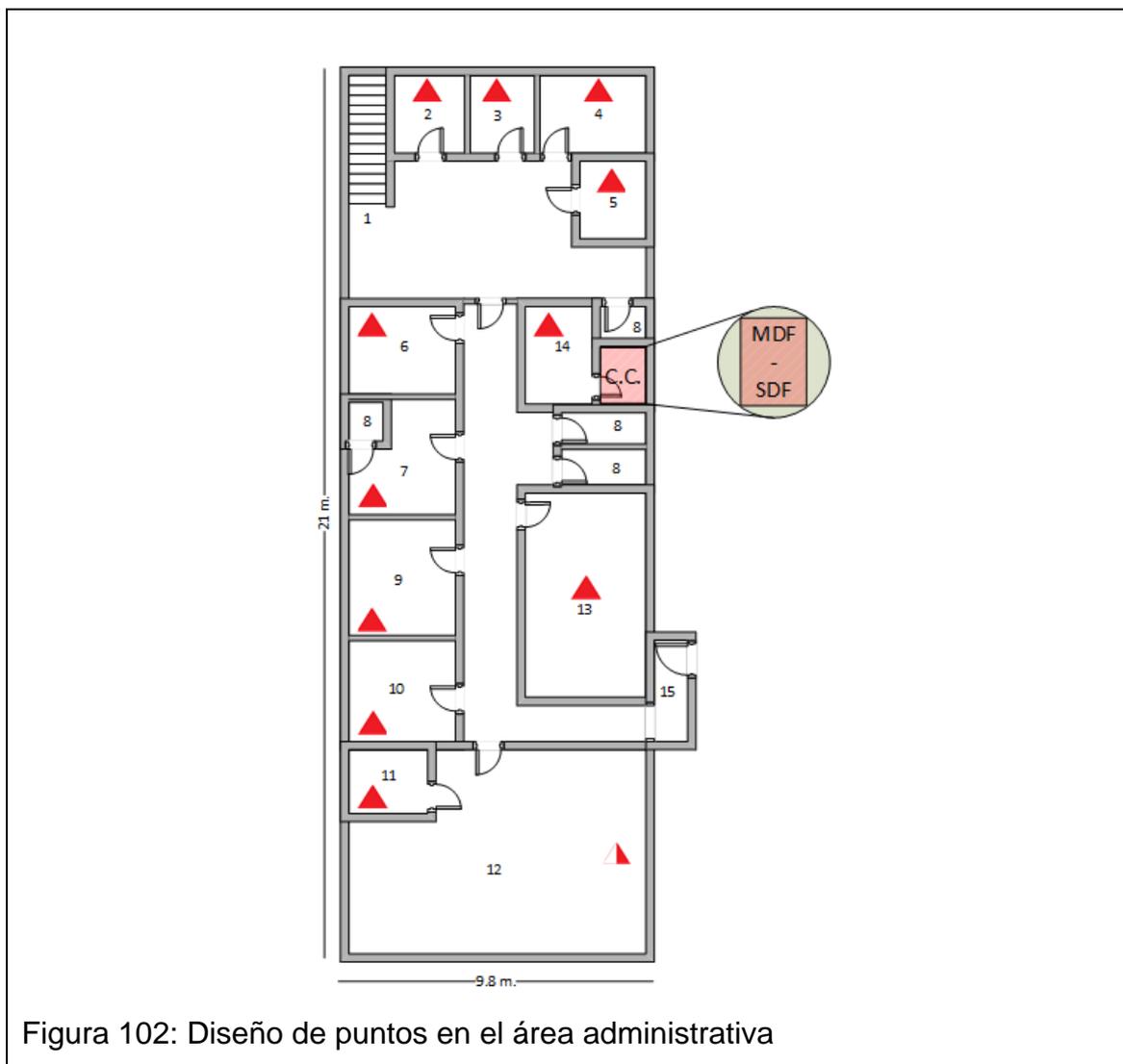


Figura 102: Diseño de puntos en el área administrativa

Tabla 57: Puntos del área administrativa de la fábrica de procesamiento.

Puntos del sector administrativo				
1	Dobles	11	x2	22
2	Simples	1		1
<i>Total</i>				23

3.6.1.3.2 Diagrama de puntos en el sector fábrica de procesamiento

Es este sector, donde se encuentran ubicadas áreas de control de procesamiento industrial, empaquetado de producto, etc., son necesarios los siguientes puntos:

Tabla 58: Puntos del área de producción de la fábrica de procesamiento.

Puntos del sector fábrica				
1	Dobles	27	x2	54
2	Simples	29		29
<i>Total</i>				83

Tabla 59: Resumen de puntos de la fábrica de procesamiento.

Totalidad de los puntos		
1	Puntos sector administrativo	23
2	Puntos sector fábrica	83
<i>Total</i>		106

Nota: el número total de puntos para esta sede, excede el mencionado en el capítulo 2, debido a que la empresa demanda nuevos puntos de red, ya que existe una ampliación de la infraestructura.

3.6.1.4 Longitud del cableado

Para determinar la longitud del cableado, se empleará el método de aproximación donde, tras una serie sistemática de pasos y reglas, podemos determinar la longitud aproximada de un punto a otro en el plano arquitectónico, y finalmente obtener la cantidad de rollos de cable que serán necesarios.

A continuación se detalla el método a utilizar:

1. Identificar las salidas de comunicación en el plano
2. Identificar la ubicación para los cuartos de equipos (MDF - SDF).
3. Identificar en el plano el punto de red más lejano al correspondiente cuarto de equipos (l_{max}).
4. Identificar en el plano el punto de red más cercano al correspondiente cuarto de equipos (l_{min}).
5. Sumar 2 veces la holgura del rack 2 m(LhRack).

6. Sumar 2 veces la distancia al techo 2 m (LhTec).
7. Encontrar la longitud media $\frac{(l_{max} + l_{min}) + 2l_{hRack} + 2L_{hTec}}{2}$
8. Multiplicar la longitud media por el factor de riesgo, el mismo que adopta valores de 0.1 y 0.2 de acuerdo al conocimiento que se posea de la infraestructura.
9. Multiplicar por el número de puntos de red
10. El resultado se debe aproximar al inmediato superior.

A continuación se detalla el método a utilizar en el subsistema vertical:

1. Identificar la ubicación para los cuartos de equipos (MDF - SDF).
2. Identificar la distancia entre los CC que se desea enlazar (L)
3. Sumar 2 veces la holgura del rack 2 m(LhRack).
4. Sumar 2 veces la distancia al techo 2 m (LhTec).
5. Multiplicar la longitud media por el factor de riesgo, el mismo que adopta valores de 1.1 y 1.2 de acuerdo al conocimiento que se posea de la infraestructura.
6. El resultado se debe aproximar al inmediato superior.

El mismo cálculo será empleado para obtener el número de rollos en las sedes donde se analiza la solución de cableado estructurado: granja porcina y fábrica de procesamiento.

3.6.1.5 Corrida del cableado

Debido a la distancia que debe recorrer el cableado para abarcar todos los puntos en este inmueble, es necesario dividir el área total en dos sub-áreas con el objetivo de mantener enlaces no superiores a los 100 metros.

La siguiente imagen describe como se realizó la división del área, para que cada uno de los cuartos de comunicaciones abarque un sector de la infraestructura.

Tabla 60: Distancias máximas y mínimas

#	Dato	Cuarto de comunicaciones	Longitud	U	Color
1	lmax	MDF & SDF	78.84	m	Red
2	lmin	MDF & SDF	2.42	m	Red
3	lmax	SDF	73.07	m	Green
4	lmin	SDF	2.95	m	Green
5	LhRack	Holgura del rack	2	m	
6	LhTec	holgura al techo	2	m	
7	L	Distancia MDF/SDF hacia SDF	38.01	m	Yellow

3.6.1.6 Subsistema Vertical

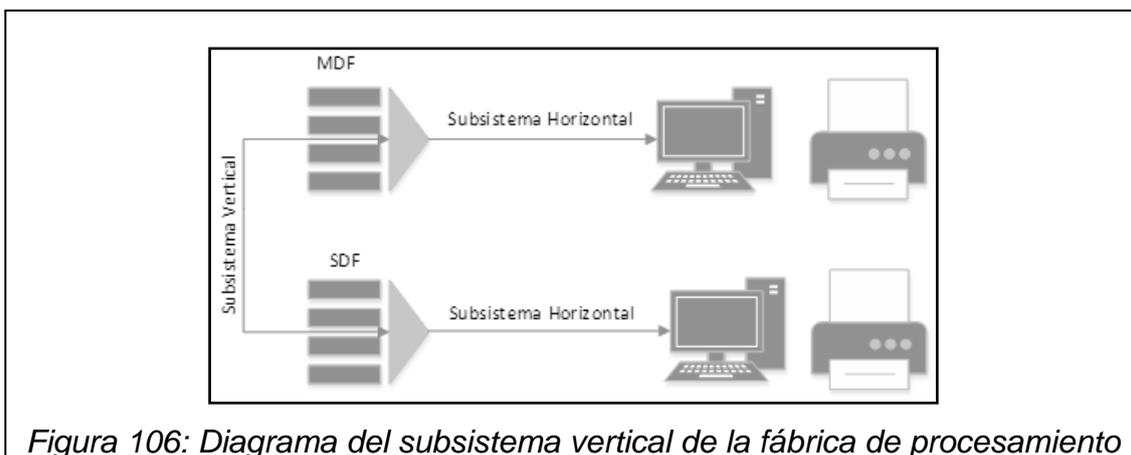


Figura 106: Diagrama del subsistema vertical de la fábrica de procesamiento

El cable que se va a utilizar en el subsistema vertical es cable UTP categoría 6A, debido a que el número de usuarios y las velocidades de transmisión que necesita la red o el tráfico actual y futuro queda completamente satisfecha con este tipo de cable.

Por las características del cable se pueden garantizar velocidades de hasta 10Gbps sin embargo, se considera implementar *bandwidth aggregation* para brindar redundancia y mayor velocidad en este segmento crítico.

3.6.1.7 Cálculo de número de rollos de cable necesario

Ecuación del método de aproximación

Subsistema horizontal:

$$\text{cable Cat 6A} = \frac{(l_{\max} + l_{\min}) + 2lh_{\text{Rack}} + 2Lh_{\text{Tec}}}{2} * fRg * n \quad (\text{Ecuación 1})$$

Subsistema vertical:

$$\text{cable Cat 6A} = (L + 2lh_{\text{Rack}} + 2Lh_{\text{Tec}}) * fRg \quad (\text{Ecuación 2})$$

Para el cálculo de fRg que corresponde al factor de riesgo se ha considerado un valor de: 1.15, ya que fRg fluctúa entre 1.1 y 1.2. Siendo 1.1 el valor asignable en casos de alto conocimiento de la infraestructura y 1.2 un conocimiento medio-bajo de la misma.

Subsistema Horizontal MDF/SDF:

$$\text{cable Cat 6A} = \frac{(78.84 + 2.42) + 2 * 2 + 2 * 2}{2} * 1.15 * 60 \quad (\text{Ecuación 3})$$

$$\text{cable Cat 6A} = \frac{(81.26) + 4 + 4}{2} * 1.15 * 60 \quad (\text{Ecuación 4})$$

$$\text{cable Cat 6A} = \frac{89.26}{2} * 1.15 * 60 \quad (\text{Ecuación 5})$$

$$\text{cable Cat 6A} = 44.63 * 1.15 * 60 \quad (\text{Ecuación 6})$$

$$\text{cable Cat 6A} = 51.32 * 60 \quad (\text{Ecuación 7})$$

$$\text{cable Cat 6A} = 3079.47\text{m} \quad (\text{Ecuación 8})$$

$$\text{cable Cat 6A} = 3080\text{m} \quad (\text{Ecuación 9})$$

Subsistema Horizontal SDF:

$$\text{cable Cat 6A} = \frac{(73.07 + 2.95) + 2 * 2 + 2 * 2}{2} * 1.15 * 46 \quad (\text{Ecuación 10})$$

$$\text{cable Cat 6A} = \frac{(76.02) + 4 + 4}{2} * 1.15 * 46 \quad (\text{Ecuación 11})$$

$$\text{cable Cat 6A} = \frac{84.02}{2} * 1.15 * 46 \quad (\text{Ecuación 12})$$

$$\text{cable Cat 6A} = 42.01 * 1.15 * 46 \quad (\text{Ecuación 13})$$

$$\text{cable Cat 6A} = 48.31 * 46 \quad (\text{Ecuación 14})$$

$$\text{cable Cat 6A} = 2223\text{m} \quad (\text{Ecuación 15})$$

Subsistema Vertical:

$$\text{cable Cat 6A} = (38.07 + 2 * 2 + 2 * 2) * 1.15 \quad (\text{Ecuación 16})$$

$$\text{cable Cat 6A} = (38.07 + 4 + 4) * 1.15 \quad (\text{Ecuación 17})$$

$$\text{cable Cat 6A} = (46.07) * 1.15 \quad (\text{Ecuación 18})$$

$$\text{cable Cat 6A} = 53\text{m} \quad (\text{Ecuación 19})$$

Se multiplicará la distancia obtenida por dos debido a que se contempla una solución con **bandwith agregation**, tal como se define en la sección 3.6.1.6

$$\text{cable Cat 6A} = 52.98 * 2 \quad (\text{Ecuación 20})$$

$$\text{cable Cat 6A} = 106\text{m} \quad (\text{Ecuación 21})$$

Número de rollos de cable necesarios:

$$\text{cable Cat 6A} = 3080 + 2223 + 106 \quad (\text{Ecuación 22})$$

$$\text{cable Cat 6A} = 3080 + 2223 + 106 \quad (\text{Ecuación 23})$$

$$\text{cable Cat 6A} = 5313\text{m} \quad (\text{Ecuación 24})$$

Debido a que la venta de cable UTP se realiza por rollos de 305m dividimos la longitud obtenida, por este valor.

$$\text{Rollo de cable Cat 6A} = \frac{5313}{305} \quad (\text{Ecuación 25})$$

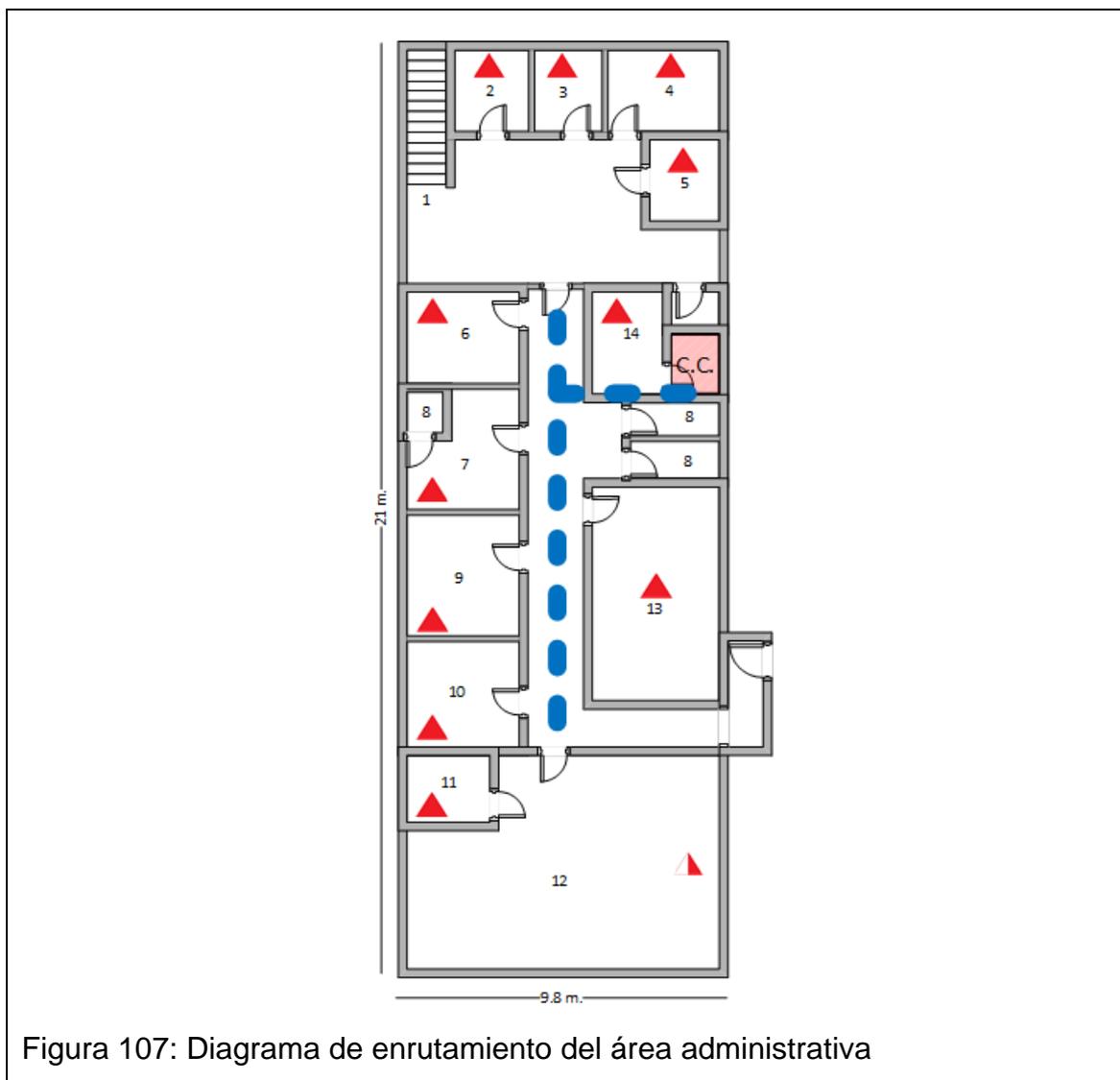
$$\text{Rollo de cable Cat 6A} = 17.41 \quad (\text{Ecuación 26})$$

$$\text{Rollo de cable Cat 6A} \approx 18 \text{ Rollos} \quad (\text{Ecuación 27})$$

3.6.1.8 Enrutamiento del cableado:

Para el enrutamiento del cableado es común utilizar escalerillas metálicas que soporten el peso y mantengan el cable UTP elevado y sin riesgo a maltratos.

Este caso no será la excepción y para estimar la cantidad de escalerilla que necesitaremos primero debemos identificar la ruta que seguirá el cable para llegar a sus distintos puntos, tal como se detalla a continuación.



El desplazamiento del cableado a través de la escalerilla detallado en la posterior imagen nos refleja un resultado de 154.32 metros de escalerilla metálica, el mismo que obtuvimos mediante la sumatoria de las distancias.

Nota: Puesto que los distintos proveedores proporcionan escalerillas estándar de 10 Pies o 3,048 m. serán necesarias 53 escalerillas de 12 pulgadas de ancho.

A continuación se describe como se realizaría el enrutamiento fuera de la escalerilla metálica, donde se utilizará carrilera plástica para encaminar el cable.

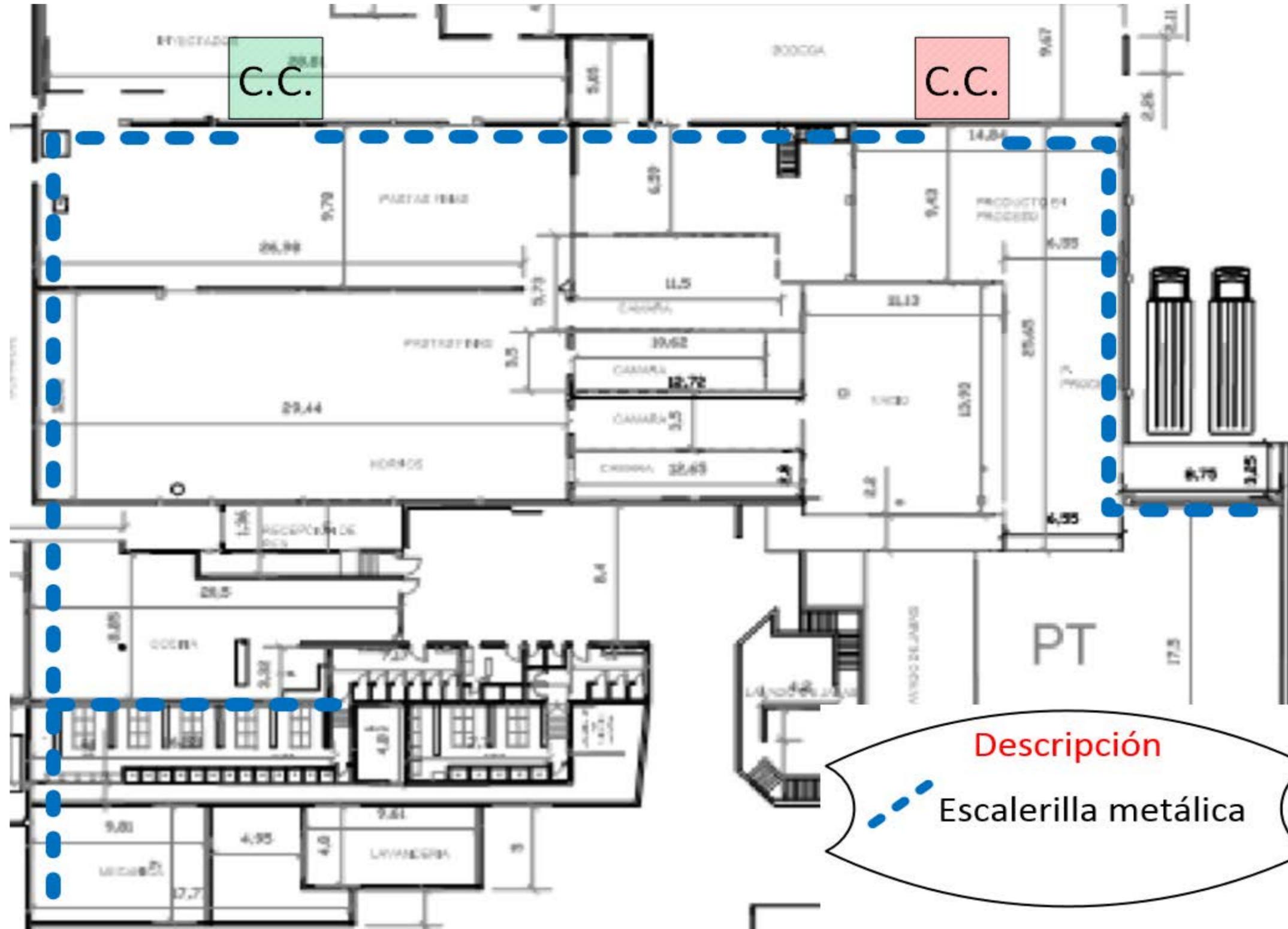


Figura 108: Diagrama de enrutamiento del área de producción

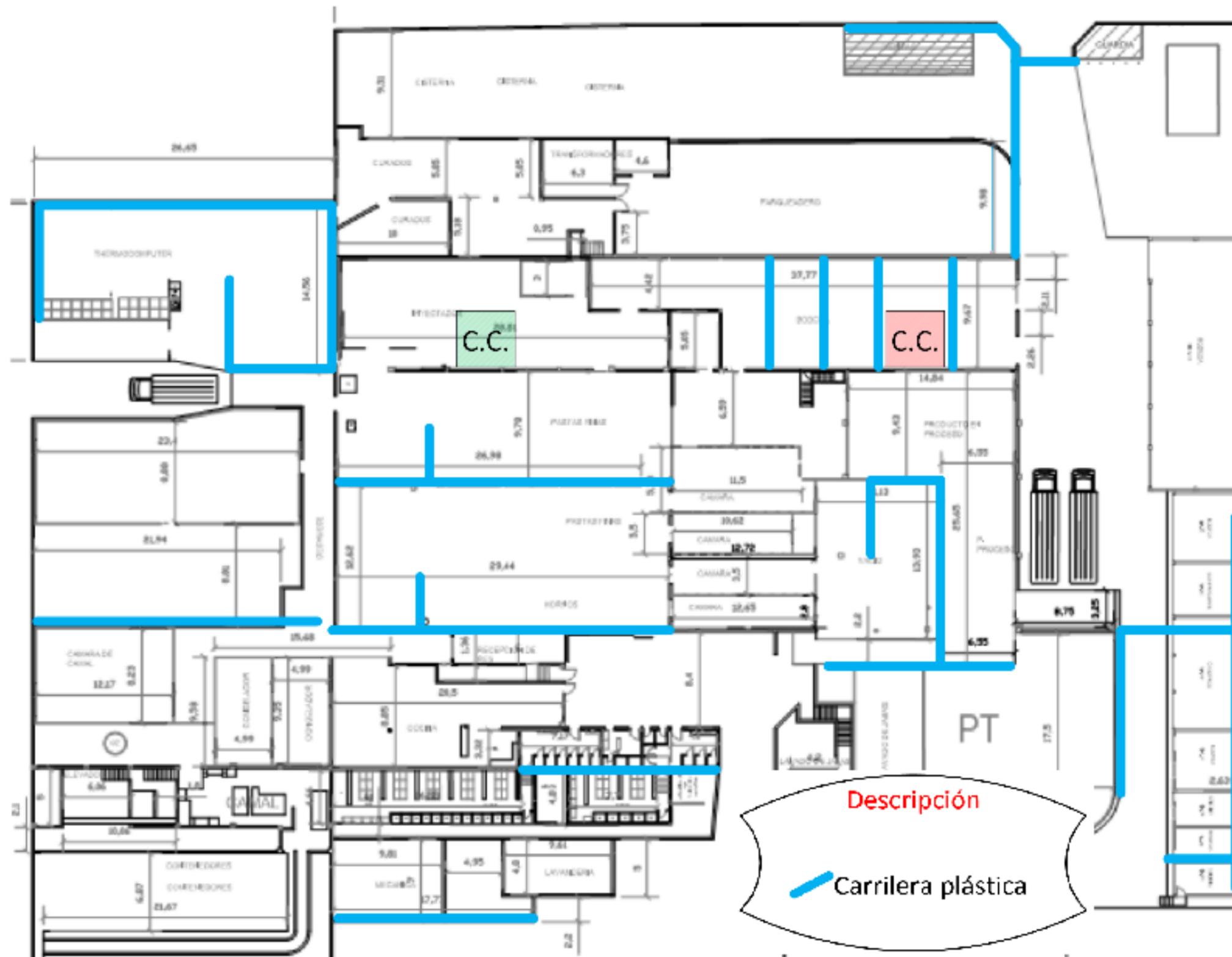


Figura 109: Diagrama de enrutamiento de carrilera plástica del área de producción

La sumatoria de las distancias marcadas en la imagen posterior es de 346.15 metros, los mismos que representan 116 segmentos de carrileras de 3 metros cada uno.

Resumen:

Tabla 61: Resumen del área de usuario de sede fábrica de procesamiento

		Administrativa	Fábrica	Total
Faceplates				
	Dobles	11	27	38u
	Simples	1	29	30u
Patch Cord				
	Cat 6A	12	56	68u
Jacks				
	Cat 6A	23	83	106u
Caja Sobrepuesta				
		23	68	91u
Cajetín				
			15	15u

Tabla 62: Resumen del subsistema horizontal

Cable Utp			
CRM	Cat 6A	18 Rollos	305m c/u
Escalerilla			
Metálica	12"	53u	3m c/u
Carrilera Plástica			
Plástica	5,32"	116u	3m c/u
Canaleta Plástica			
Plástica	1"	90u	3m c/u

3.6.1.9 Cuarto de Telecomunicaciones

El cuarto de telecomunicaciones que se necesita para las instalaciones de la fábrica de procesamiento debe cumplir con las siguientes características y recomendaciones:

- Se recomienda que la distancia del piso al techo falso sea de máximo 2.6 metros.
- Es recomendable utilizar ductos de 4 pulgadas que pueden albergar hasta 4 cables.
- Las puertas de acceso deben ser totalmente sólidas, sin postes centrales ni distancia entre la base de la puerta y el piso.
- Debe albergar los equipos de telecomunicaciones necesarios debidamente organizados para que los cables conectores tengan la suficiente holgura.
- Debe disponer de suficiente iluminación y tomas eléctricas.
- Adicionalmente debe disponer de un sistema de enfriamiento.

En la planta de producción de la fábrica de procesamiento es necesaria la implementación de un cuarto de telecomunicaciones secundario debido a la distancia entre el punto más lejano hasta el cuarto de telecomunicaciones principal. En las figuras 114 y 115 se muestra la ubicación de los mismos.

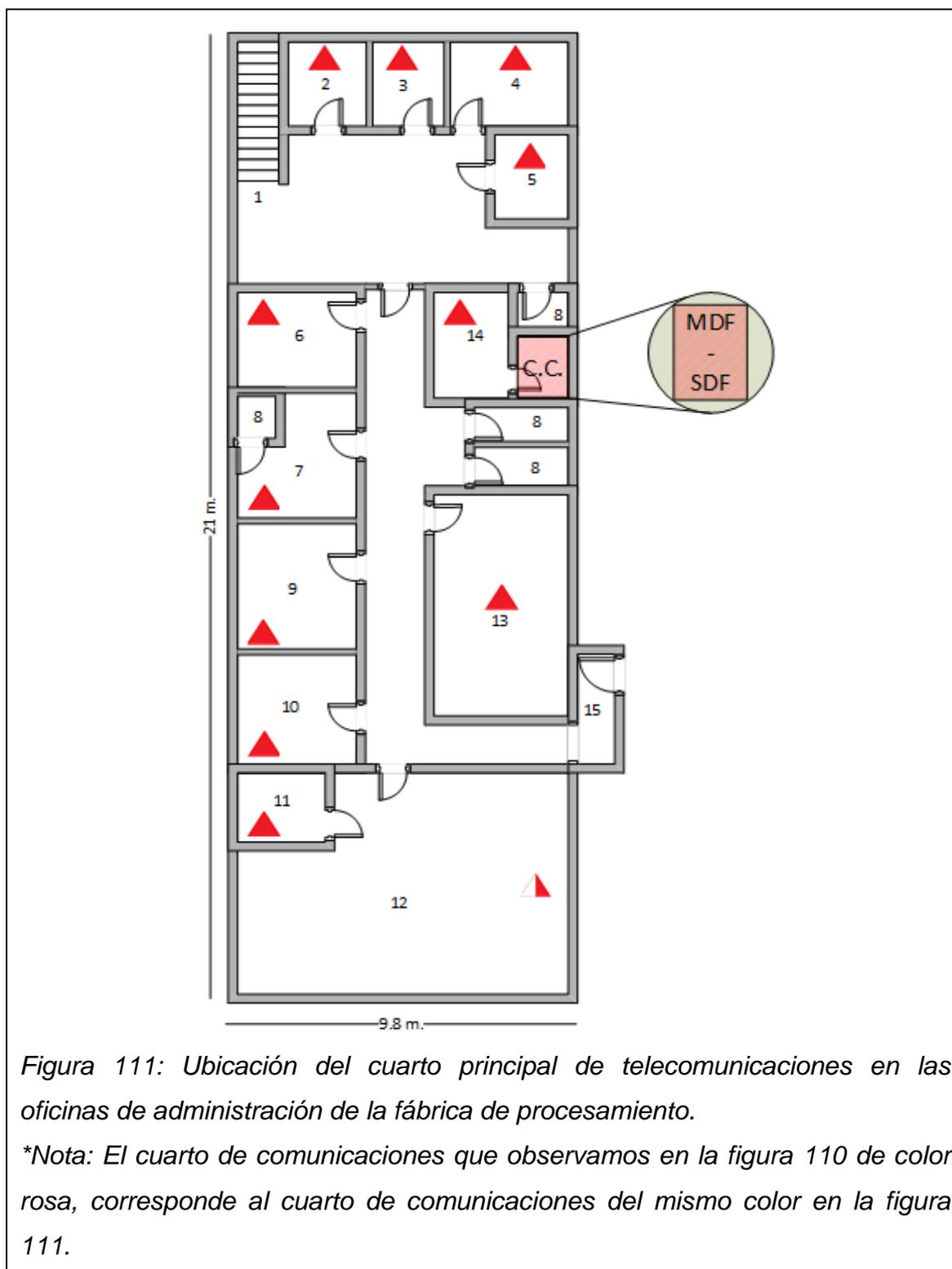


Figura 111: Ubicación del cuarto principal de telecomunicaciones en las oficinas de administración de la fábrica de procesamiento.

*Nota: El cuarto de comunicaciones que observamos en la figura 110 de color rosa, corresponde al cuarto de comunicaciones del mismo color en la figura 111.

3.6.1.10 Diagrama de elevación

Tabla 63: Diagrama de elevación para el cuarto de comunicaciones MDF/SDF ubicado en el área administrativa de la fábrica.

MDF/SDF			UR
ADSL	ROUTER	GRND	1
SWCORE 24P			1
ORG 1 UR			1
PP Core 1 UR			1
SW 2DIST 24P.			2
ORG 1UR			1
PP DIST 1 UR			1
2 SW ACC 48P			2
2 ORG 2 UR			4
2 PP ACC 48P 2UR			4
NVR			2
2 Multitoma Eléctrica			2
Central Telefónica			1
1 ORG Voz 48P 2UR			2
2 PP Voz 48P 2UR			4
UPS			1
			30

Tabla 64: Diagrama de elevación para el cuarto de comunicaciones secundario (SDF), ubicado en el sector de producción de la fábrica.

SDF		UR
PP Core Reflejo 1UR		1
SW Core 24P		1
ORG 1 UR		1
PP Core 1 UR		1
PP DIST Reflejo1UR		1
SW DIST 24P.		1
ORG 1UR		1
PP DIST 1 UR		1
SW ACC 48P		2
ORG 48P 2UR		2
PP ACC 48 P		2
2 Multitoma Eléctrica		2
1 ORG Voz Reflejo 24P		1
1 PP Voz Reflejo		1
UPS		1
		19

Podemos apreciar después de realizar los diagramas de elevación para el MDF/SDF y el SDF que se necesitará un Rack de al menos 32UR y 24UR respectivamente, los mismos que cumplirán con el porcentaje de crecimiento mencionado en el análisis de requerimientos detallado en el inicio del presente capítulo.

3.6.1.11 BOM (Bill of Materials) totalizado de la Fábrica de procesamiento

Tabla 65: BOM Totalizado de la Fábrica de procesamiento.

Ítem	Descripción	P/N	Marca	Qty	Unid
Usuario					
1	Face Plate doble	CFPE2IWY	Panduit	38	U
2	Face Plate Simple	CFPE1IWY	Panduit	30	U
3	Patch Cord 6A 7ft	UTP6A7	Panduit	48	U
4	Patch Cord 6A 3ft	UTP6A3BU	Panduit	21	U
5	Patch Cord 6A 1ft	UTP6A1BU	Panduit	104	U
6	Jacks 6A	CJ6X88TGBU	Panduit	106	U
7	Caja Sobrepuesta	CBX2AW-AY	Panduit	91	U
8	Cajetín	STANDARD	Genérico	15	U
9	Canaleta Plástica	LD10EI10-A	Panduit	90	U
Horizontal y Vertical					
10	Rollo cable UTP cat. 6A CRM	PUR6A04BU-UG	Panduit	18	U
11	Escalerilla Metálica	WG12BL10	Panduit	53	U
12	Carrilera Race Way	TG70IW3	Panduit	116	U
13	Carrilera Esquinera inside Corner fitting	TGICEI	Panduit	21	U

3.6.1.12 BOM del cuarto de comunicaciones

Tabla 66: BOM del cuarto de comunicaciones.

Ítem	Descripción	Qty	UR
	Cuarto de Comunicaciones		
1	Rack MDF/SDF 32UR	1	32UR
2	Rack SDF 24UR	1	24UR
3	Patch Panel Modular Core 24 P	2	1UR
4	Patch Panel Modular Distribución 24 P	2	1UR
5	Jacks cat 6 ^a	8	
6	Blanks	44	
7	Patch Panel Sólido cat 6A ACC 48 P	4	1UR
8	Patch panel de voz 24P	2	1UR
9	Organizador 1UR 24 P	4	1UR
10	Organizador 2UR 48 P	3	2UR
11	Multitoma eléctrica	4	1UR
12	Central telefónica	1	
13	NVR	1	2UR
14	Switch Core 24P	2	1UR
15	Switch Distribución 24 P	2	1 UR
16	Switch Acceso 48P	3	2UR
17	UPS	2	

3.6.2 Granja porcina

3.6.2.1 Subsistema Horizontal

Al igual que la solución analizada para la fábrica de procesamiento, el Subsistema horizontal para la sede granja porcina será par trenzado CAT 6A.

3.6.2.2 Salida de comunicaciones

En las salidas de comunicaciones se utilizarán Face Plates dobles o simples según corresponda, cajas sobrepuestas y cada punto deberá cumplir con los requerimientos mencionados anteriormente.

3.6.2.3 Desglose de puntos de red

La sede cuenta con una infraestructura pequeña y no posee una alta demanda de tráfico de información, adicionalmente el punto más alejado al cuarto de comunicación está a escasos metros de distancia.

3.6.2.3.1 Diagrama de puntos

En esta sede podemos encontrar únicamente un levantamiento arquitectónico de pequeñas proporciones el mismo que cuenta con una recepción, una sala de reuniones, una oficina, un dormitorio y un cuarto de comunicaciones. Los puntos de red se detallan a continuación:

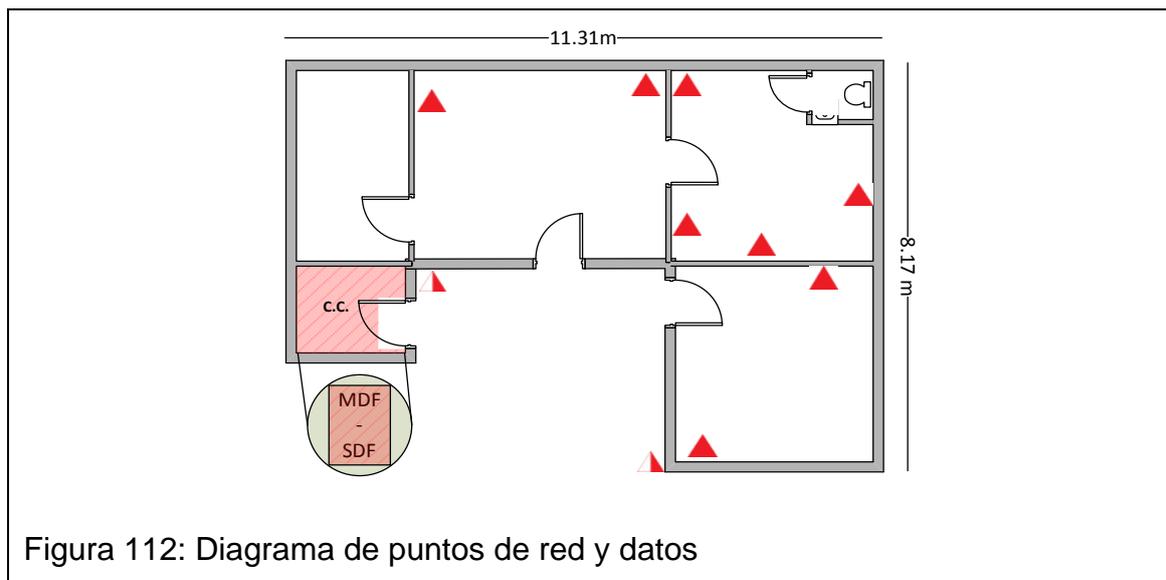


Tabla 67: Resumen de puntos de red y datos

Puntos granja porcina				
1	Dobles	8	x2	16
2	Simples	2		2
Total				18

3.6.2.4 Longitud del cableado

Para determinar la longitud del cableado se empleará el método de aproximación, el mismo que fue detallado en el literal 3.6.1.4.

3.6.2.5 Corrida del cableado

En esta sede se manejará un único cuarto de comunicaciones realizando el papel de MDF y SDF cubriendo todos los puntos en el área.

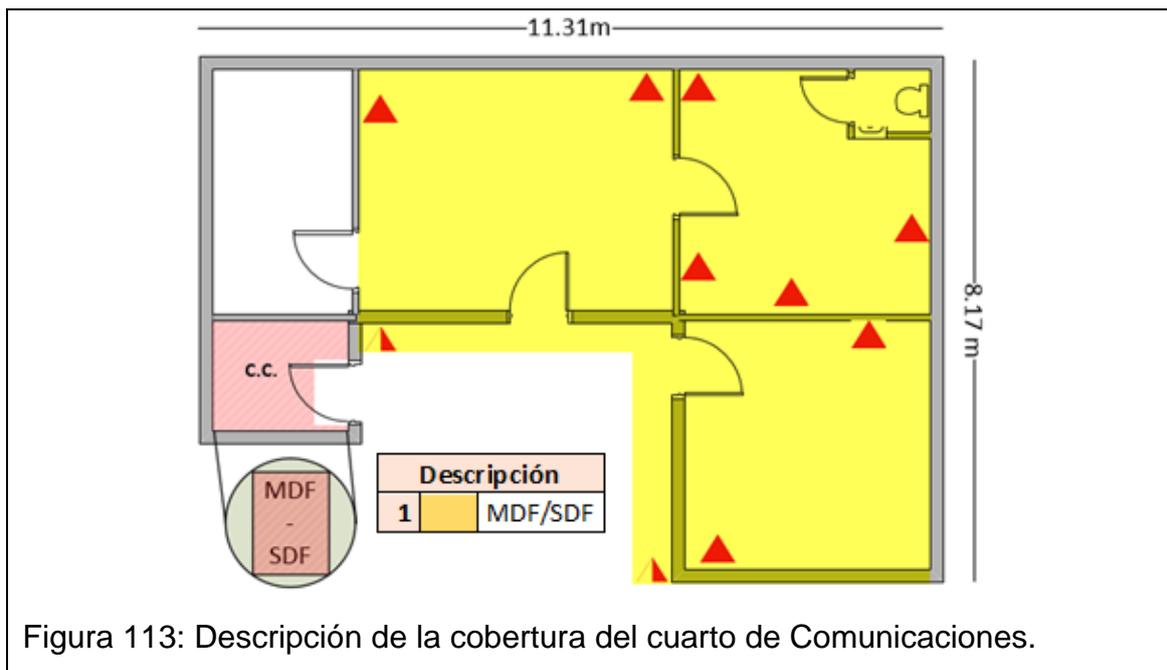


Figura 113: Descripción de la cobertura del cuarto de Comunicaciones.

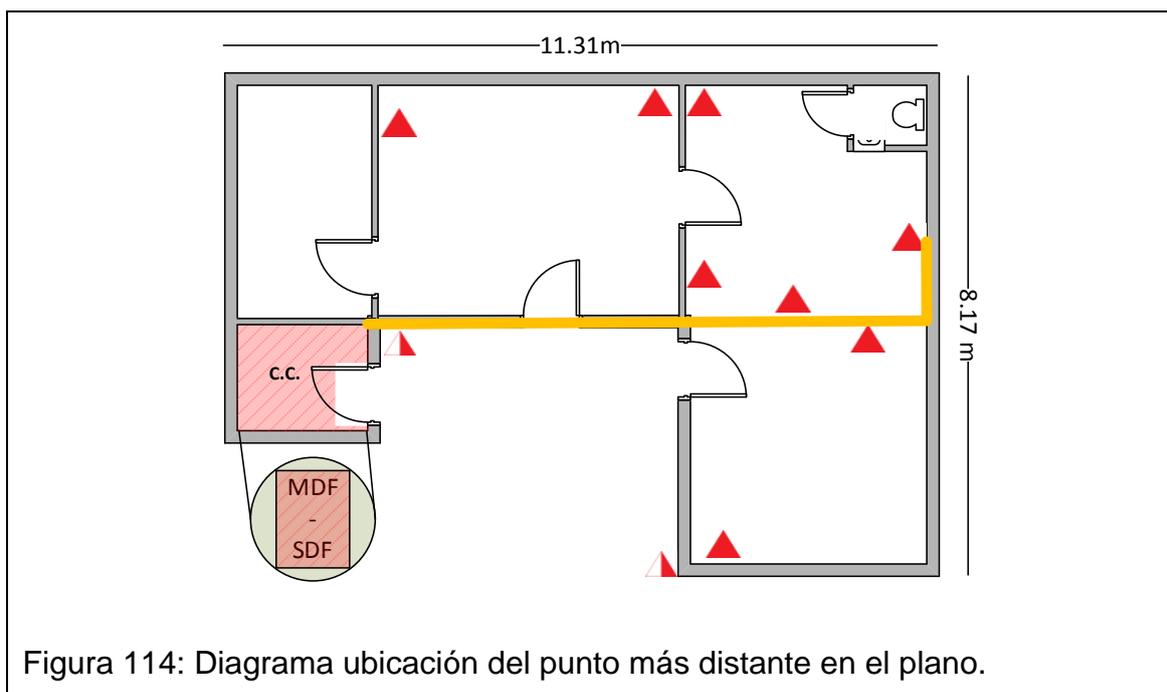


Figura 114: Diagrama ubicación del punto más distante en el plano.

Tabla 68: Distancias máximas y mínimas.

	Dato	Cuarto de comunicaciones	Longitud	Color
1	Lmax	MDF & SDF	10,32m	
2	Lmin	MDF & SDF	0.21m	
5	LhRack	Holgura del rack	2	
6	LhTec	Altura al techo	2	

3.6.2.6 Subsistema Vertical

Debido al corto tamaño de la sede y la baja densidad de puntos, no será necesario otro cuarto de comunicaciones. Por lo expuesto ubicaremos un único cuarto de comunicaciones lo cual evita el uso de un subsistema vertical.

3.6.2.7 Cálculo de número de rollos de cable necesario

Ecuación del método de aproximación:

Subsistema horizontal:

$$\text{cable Cat 6A} = \frac{(l_{\max} + l_{\min}) + 2l_{\text{hRack}} + 2l_{\text{hTec}}}{2} * f_{\text{Rg}} * n \quad (\text{Ecuación 28})$$

Nuevamente para el cálculo de f_{Rg} tomaremos 1.15 siendo un valor intermedio de riesgo.

 Subsistema Horizontal MDF/SDF:

$$\text{cable Cat 6A} = \frac{(10.32+0.21)+2*2+2*2}{2} * 1.15 * 18 \quad (\text{Ecuación 29})$$

$$\text{cable Cat 6A} = \frac{(10.53)+4+4}{2} * 1.15 * 18 \quad (\text{Ecuación 30})$$

$$\text{cable Cat 6A} = \frac{18.53}{2} * 1.15 * 18 \quad (\text{Ecuación 31})$$

$$\text{cable Cat 6A} = 9.26 * 1.15 * 18 \quad (\text{Ecuación 32})$$

cable Cat 6A = $10.65 * 18$ (Ecuación 33)

cable Cat 6A = 191.78m (Ecuación 34)

cable Cat 6A = 192m (Ecuación 35)

Debido a que la venta de cable UTP se realiza por rollos de 305m dividimos la longitud obtenida.

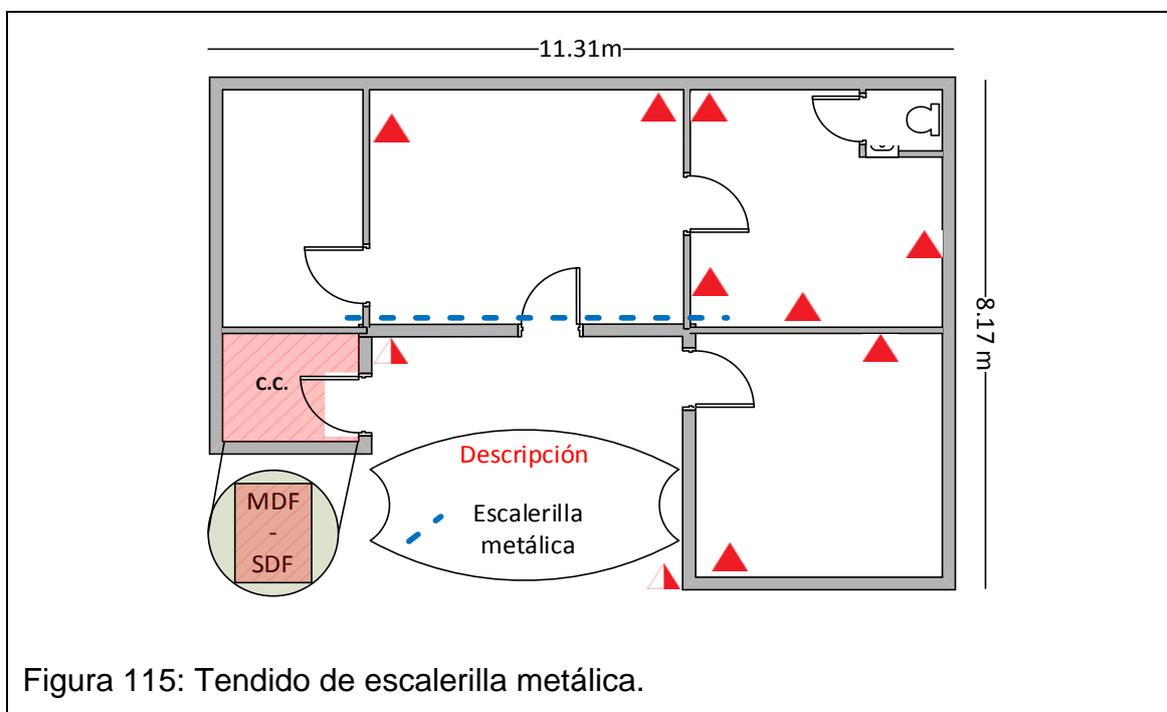
Rollos de cable Cat 6A = $\frac{192}{305}$ (Ecuación 36)

Rollos de cable Cat 6A = 0.62 (Ecuación 37)

Rollos de cable Cat 6A ≈ 1 Rollo (Ecuación 38)

3.6.2.8 Enrutamiento del cableado

En esta sede también se realizará enrutamiento utilizando escalerillas metálicas, donde es necesario establecer la ruta a seguir por la misma tal como podemos apreciar a continuación:



Para el desplazamiento del cable mediante escalerilla metálica detallado en la imagen posterior, se puede obtener un valor de 5.67 m., por lo expuesto, serán necesarios dos segmentos de 10 pies.

A continuación se detalla el uso de tubería plástica para enrutar el cableado, acercándolo a su punto de destino.

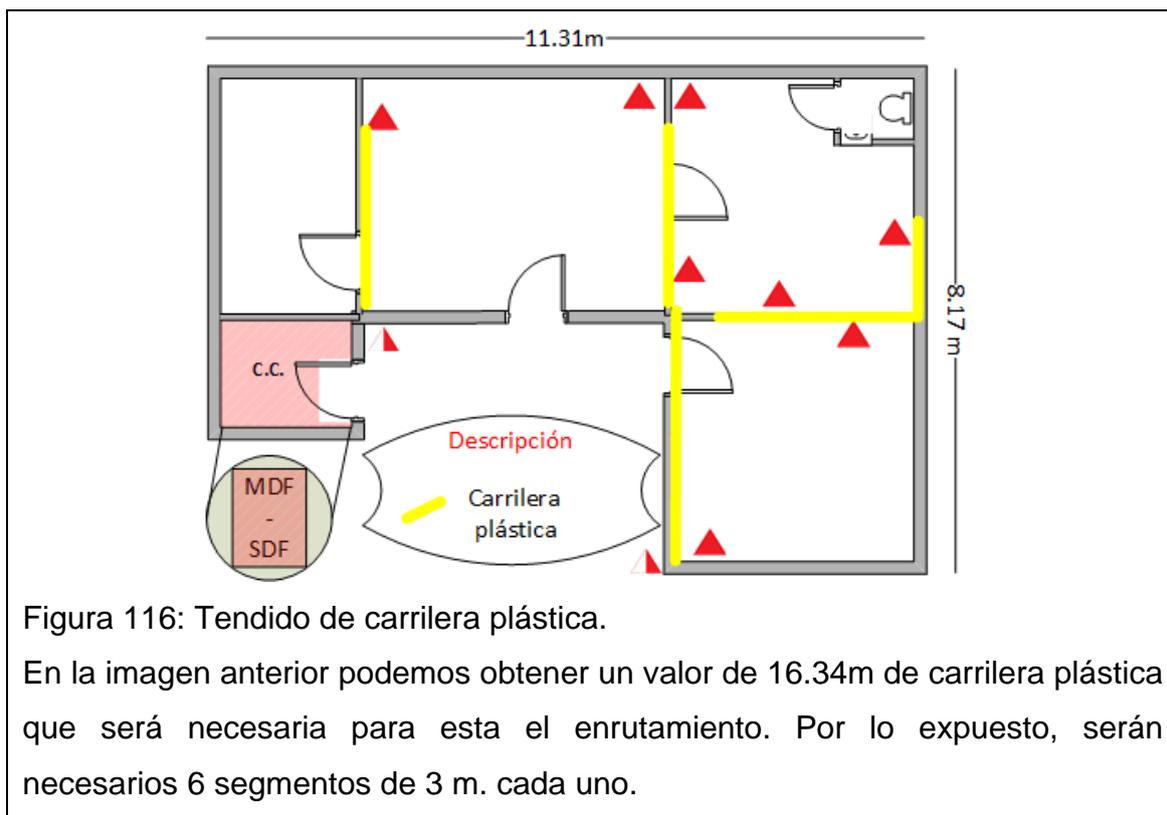


Figura 116: Tendido de carrilera plástica.

En la imagen anterior podemos obtener un valor de 16.34m de carrilera plástica que será necesaria para esta el enrutamiento. Por lo expuesto, serán necesarios 6 segmentos de 3 m. cada uno.

Resumen:

Tabla 69: Resumen del área de usuario.

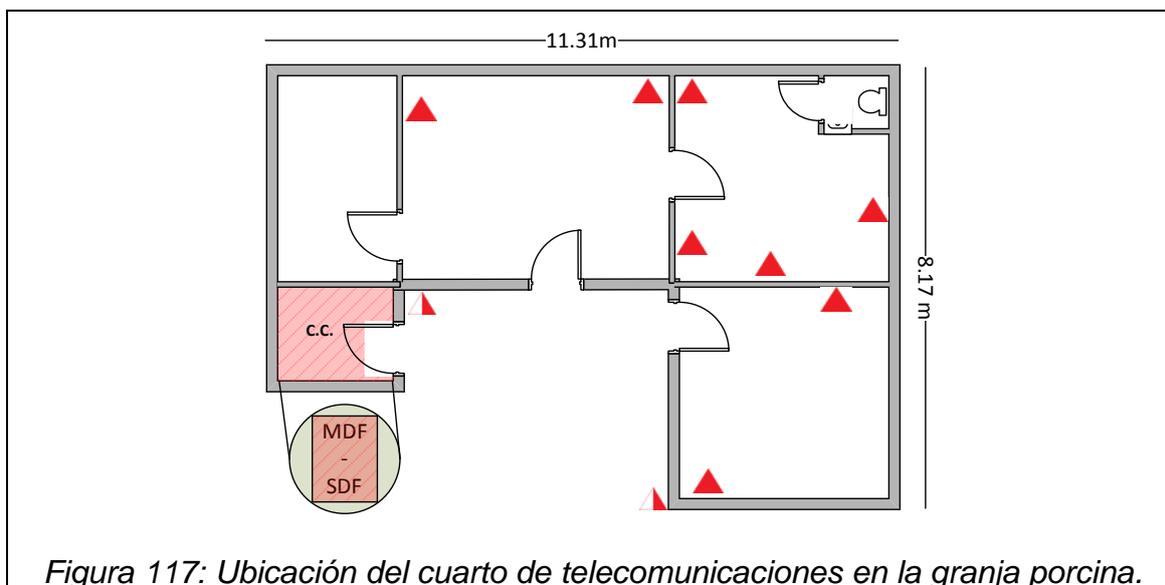
Área de Usuario			
Granja			Total
Faceplates			
	Dobles	8	8u
	Simples	2	2u
Patch Cord			
	Cat 6A	10	10u
Jacks			
	Cat 6A	10	10u
Caja Sobrepuesta			
		10	10u
Cajetín			
		2	2u

Tabla 70: Resumen del subsistema horizontal.

Horizontal			
Cable Utp			
CRM	Cat 6A	1 Rollo	305m c/u
Escalerilla			
Metálica	12"	2u	3m c/u
Carrilera Plástica			
Plástica	5,32"	6	3mc/u
Canaleta Plástica			
Plástica	1"	7u	3m c/u

3.6.2.9 Cuarto de Telecomunicaciones

El cuarto de telecomunicaciones que se necesita para las instalaciones de la granja porcina debe cumplir con las mismas características y recomendaciones mencionadas en el literal 3.6.1.9.



3.6.2.10 Diagrama de elevación

Tabla 71: Diagrama de elevación.

MDF/SDF			UR
ADSL	ROUTER	GRND	1
SWCORE/DIST 24P			1
ORG 1 UR			1
PP Core 1 UR			1
1 SW DIST 24 P			2
1ORG 1UR			1
1 PP ACC 24 1UR			1
NVR			2
2 Multitoma Eléctrica			2
Central Telefónica			1
1 ORG Voz 1UR			1
1 PP Voz 12P 1UR			1
UPS			1
			16

Podemos apreciar en el diagrama de elevación que será necesarias 16 unidades de rack (UR) para sostener el sistema. Por lo expuesto un rack de 18 UR cumplirá con la demanda de la empresa y su crecimiento futuro.

3.6.2.11 BOM (Bill of Materials) totalizado de la granja porcina

Tabla 72: Bon de la granja porcina.

Ítem	Descripción	P/N	Marca	Qty	Unid
Usuario					
1	Face Plate doble	CFPE2IWY	Panduit	8	U
2	Face Plate Simple	CFPE1IWY	Panduit	2	U
3	Patch Cord 6A 7ft	UTP6A7	Panduit	8	U
4	Patch Cord 6A 3ft	UTP6A3BU	Panduit	2	U
5	Jacks 6A	CJ6X88TGBU	Panduit	10	U
6	Caja Sobrepuesta	CBX2AW-AY	Panduit	10	U
7	Cajetín	STANDARD	Genérico	0	U
8	Canaleta Plástica	LD10EI10-A	Panduit	7	U
Horizontal					
9	Rollo cable UTP cat. 6A CRM	PUR6A04BU-UG	Panduit	1	U
10	Escalerilla Metálica	WG12BL10	Panduit	2	U
11	Carrilera Race Way	TG70IW3	Panduit	6	U
12	Carrilera Esquinera inside Corner fitting	TGICEI	Panduit	1	U

3.6.2.12 BOM del cuarto de comunicaciones

Tabla 73: BOM del cuarto de telecomunicaciones.

Ítem	Descripción	Qty	UR
	Cuarto de Comunicaciones		
1	Rack MDF/SDF 18UR	1	18UR
2	Patch Panel Modular Core 12 P	4	1UR
3	Jacks cat 6A	14	
4	Blanks	18	
5	Patch panel modular de voz 12P	2	1UR
6	Organizador 1UR	2	1UR
7	Multitoma eléctrica	2	1UR
8	Central telefónica	1	
9	NVR	1	2UR
10	Switch Core/Distribución 24P	1	1UR
11	Switch Dist/ACC 24P	1	1UR
12	UPS	2	

3.7 Diseño de la red activa

En esta parte del diseño se contemplan todos los equipos relacionados a datos voz y video, tales como estaciones de trabajo, cámaras IP, y teléfonos IP. Para la adquisición y utilización de equipos ya existentes en la empresa, se debe tener en cuenta las características mínimas necesarias que requiere la red para mejorar el funcionamiento.

3.7.1 Estaciones de trabajo

Estas son computadores que se encuentran dentro de una red y sirven como medio para la interacción entre usuarios de la red, los mismos que usan todos los recursos que están a su disposición.

Las estaciones de trabajo que actualmente posee la empresa se encuentran en buen estado y fusionando de manera óptima con sistemas operativos licenciados, por lo que se seguirá haciendo uso de las mismas estaciones fijas de trabajo, de la misma manera las estaciones portátiles y demás equipos que se conectan a la red.

El departamento de sistemas de la empresa, tiene un buen sistema de rotación de equipos y de adquisición de nuevos equipos, por lo que queda totalmente a discreción de los miembros del departamento la adquisición de nuevos computadores con las características que ellos requieran. Sin embargo, a continuación se presenta una recomendación para nuevas adquisiciones:

- Procesador: Intel Core i7 de 3ra Generación
- Sistema Operativo: Windows 8.1 Pro 64 o Windows 10
- Memoria RAM: 4GB o 8GB 1600 MHz DDR3
- Disco duro: 500 GB o 1TB (7200 rpm)
- Red: Gigabit integrado 10M/100M/1000M

3.7.2 Servidores

En cuanto a los servidores, al igual que las estaciones de trabajo funcionan de manera óptima en relación a la carga de trabajo y nivel de información que manejan.

3.7.3 Equipos activos de la red

En este punto serán considerados equipos como switches de acceso, switches de distribución y switches de core.

Tomando en cuenta las dimensiones de la red, esta debe ser capaz de soportar aplicaciones y servicios en tiempo real brindando calidad de servicio (QoS), por

lo que es indispensable la adquisición de equipos que puedan brindar estas opciones.

En base a la selección del modelo jerárquico como modelo de red a utilizar, se presenta las características de los dispositivos activos de la red.

3.7.3.1 Switch de acceso

A este switch se van a conectar los equipos usuarios para poder acceder a todos los servicios que ofrece la red. Según las necesidades actuales de la empresa y tomando en cuenta el crecimiento futuro de la red del 15% a continuación se muestra la tabla 69 con el requerimiento de switches de acceso para la empresa por cada una de las sedes.

Tabla 74: Requerimiento de switches de acceso por sede.

Sede		Cantidad de Switches de Acceso	No. Puertos	No. Puertos Ocupados	No. Puertos Disponibles
Fábrica	Planta	2	24	39	9
	Área Administrativa	1	48	23	25
Granja		1	24	18	7
Quito	Área Administrativa	2	48	40	8
	Área de Ventas	2	24	47	1
Guayaquil		1	48	35	13

A continuación las características principales que los switches de acceso requieren.

- 24 o 48 puertos Gigabit Ethernet (10/100/1000) con conectores RJ45.
- Puertos full dúplex
- Soporte de alimentación Power over Ethernet Plus (PoE+, 802.3at).
- Interface USB para la administración y transferencia de archivo.
- Dos puertos uplink de 10Gbps con conectores RJ45.

- Equipo de conmutación de capa 2.
- Capacidad para manejar, configurar y administrar VLANs mediante el protocolo IEEE 802.1Q.
- Capacidad para manejar priorización de tráfico, IEEE 802.1p, calidad de servicio (QoS).
- Capacidad para el manejo de listas de control, ACLs, de capa 2.
- Soporte para el Protocolo Spanning Tree.
- Manejo de seguridad para la autenticación de los dispositivos conectados a la red.
- Soporte para paquetes de telefonía IP.
- Soporte de protocolos de gestión y administración remota.

3.7.3.2 Switch de distribución

Estos dispositivos son los encargados de la administración de las VLANs, de la segmentación de la red y del uso de ACLs (listas de control) para el control y filtrado de paquetes.

Tabla 75: Requerimiento de switches de distribución por sede

Sede		Cantidad de Switches de Distribución	No. Puertos Uplink 10Gbps	Puertos Adicionales 10/100/1000 Mbps
Fábrica	Planta	2	5	8
	Área Administrativa		4	8
Quito	Área Administrativa	2	4	8
	Área de Ventas		4	8
Granja (Switch que se utilizara como SW de Core y Distribución)		1	4	8
Guayaquil (Switch que se utilizara como SW de Core y Distribución)		1	4	8

A continuación las características principales que los switches de distribución requieren.

- Capacidad de agregación de múltiples dispositivos de la capa de acceso, 8 puertos de 10/100/1000 Mbps con conector RJ45.
- Dispositivo con características de alto rendimiento de capa 3 para el manejo de paquetes.
- Puertos uplink (subida de paquetes) de 10 Gbps con conectores tipo RJ45.
- Funciones para la conectividad que se basen en políticas y seguridad con el uso de filtros de paquetes o listas de acceso (ACLs)
- Soporte de alimentación Power over Ethernet Plus (PoE+, 802.3at).
- Características de calidad de servicio (QoS).
- Enlaces con capacidad para alta velocidad hacia las capas de core y acceso.
- Manejo, configuración y administración de VLANs.
- Capacidad para manejar priorización de tráfico basada en el protocolo IEEE 802.1p para calidad de servicio (QoS).
- Soporte para el Protocolo Spanning Tree.
- Manejo de seguridad para la autenticación de los dispositivos conectados a la red.
- Soporte para paquetes de telefonía IP.
- Soporte de protocolos de gestión y administración remota.

3.7.3.3 Switch de core

El switch de core estará ubicado en el cuarto de comunicaciones de la sede de la planta de procesamiento y sede matriz de Quito. Adicionalmente en las sedes de distribución de Guayaquil y granja porcina se unificarán las capas del modelo jerárquico de core y distribución en un solo equipo, debido a que la demanda de tráfico no justifica la separación de estas capas en equipos

diferentes. Tomando a consideración la gran cantidad de información que debe manejar este equipo a continuación las características requeridas.

- 12 puertos Gigabit Ethernet (10/100/1000) con conectores RJ45.
- Puertos full duplex.
- Equipo de conmutación de capa 2 y capa 3.
- Soporte para alimentación Power over Ethernet Plus (PoE+, Protocolo 802.3at).
- Interface USB para la administración y transferencia de archivo.
- Dos puertos uplink (subida) de 10Gbps con conectores tipo RJ45.
- Capacidad para manejar, configurar y administrar VLANs mediante el protocolo IEEE 802.1Q.
- Capacidad para manejar priorización de tráfico basada en el protocolo IEEE 802.1p para calidad de servicio (QoS).
- Capacidad para el manejo de listas de control (ACLs) de capa 2.
- Soporte para el Protocolo Spanning Tree.
- Manejo de seguridad para la autenticación de los dispositivos conectados a la red.
- Soporte para transmisión de paquetes de telefonía IP.
- Capacidad para el manejo, priorización y clasificación de tráfico de voz sobre IP (VoIP).
- Soporte de protocolos de gestión y administración remota.

3.7.3.4 Router

Este equipo es la puerta de acceso desde y hacia otras redes, también al proveedor ISP o proveedor de servicios de internet y los enlaces de datos. A continuación las características mínimas que debe tener este equipo.

- 4 puertos Gigabit Ethernet (10/100/1000) con conectores tipo RJ45.
- Puertos full dúplex

- Capacidad para manejar priorización de tráfico basada en el protocolo IEEE 802.1p para calidad de servicio (QoS).
- Soporte de enrutamiento estático y protocolos de enrutamiento dinámicos.
- Manejo de listas de control (ACLs).
- 2 interfaces seriales para las conexiones WAN.
- Soporte de protocolos de gestión y administración remota.
- Soporte para VLANs mediante el protocolo IEEE 802.1Q.
- Soporte para VPN.
- Soporte para protocolo de enlaces WAN.
- Soporte de alimentación Power over Ethernet Plus (PoE+, 802.3at).

3.7.4 Telefonía IP

3.7.4.1 Dimensionamiento del sistema de telefonía IP

Basándonos en las características de los códec que fueron explicadas en el numeral 1.11.1 de los componentes de telefonía sobre IP, hemos elegido trabajar con el códec G.729.

Para realizar el cálculo de la capacidad se utiliza la siguiente ecuación.

$$\text{Capacidad}_{\text{VoIP}} = \text{AB}_{\text{codec}} * \frac{\text{longitud de payload} + \text{longitud encapsulamiento}}{\text{longitud de payload}} \quad (\text{Ecuación 39})$$

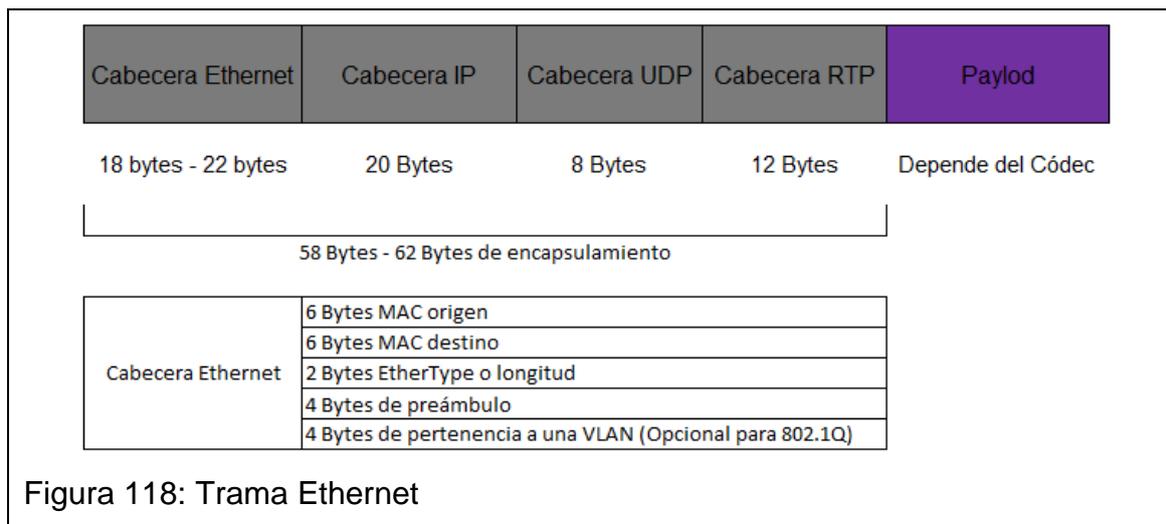


Tabla 76: Características del códec G.729

Información de Códec					Cálculos de Ancho de Banda			
Códec	Bit Rate (Kbps)	Códec (Tamaño de la muestra) (Bytes)	Códec (Intervalo de la muestra) (ms)	MOS (Mean opinion score)	Tamaño de Payload de Voz (Bytes)	Tamaño de Payload de voz (ms)	Paquetes por segundo (PPS)	Ancho de Banda Ethernet (Kbps)
G.729	8	10	10 ms	3.92	20	20 ms	50	31.2 Kbps

Aplicando los datos de la ecuación anterior tenemos:

$$\text{Capacidad}_{\text{VoIP} * \text{Usuario}} = 8\text{Kbps} * \frac{20 \text{ bytes} + 58 \text{ bytes}}{20 \text{ bytes}} \quad (\text{Ecuación 40})$$

$$\text{Capacidad}_{\text{VoIP} * \text{Usuario}} = 31.2 \text{ Kbps} \quad (\text{Ecuación 41})$$

Tabla 77: Capacidad requerida actual [Kbps]

Sede		Número de Extensiones Totales	Número de llamadas simultaneas	Capacidad requerida [Kbps]
Fábrica	Planta	25	6	177.6
	Área Administrativa	11		
Granja		5	3	88.8
Guayaquil		13	6	177.6
Quito	Área de Ventas	24	6	177.6
	Área Administrativa	36		

*Nota: Para establecer el número de llamadas simultaneas se tomó como referencia el valor actual, el mismo que habilita 4 llamadas simultaneas en las sedes de Quito, Guayaquil y Fábrica de procesamiento, mientras que la Granja porcina permite una llamada a la vez. Se proponen los valores de la tabla en función de un requerimiento de negocio de la empresa.

Tabla 78: Plan de telefonía por sede (Plan de división de extensiones)

Sede		Numero de Extensiones	ID	Rango de Extensiones
Fábrica	Planta	25	11	1101-1125
	Área Administrativa	11	12	1201-1211
Granja		5	13	1301-1305
Guayaquil		13	14	1401-1413
Quito	Área de Ventas	24	15	1501-1524
	Área Administrativa	36	15	1525-1561

3.7.4.2 Especificaciones de los equipos para el servicio de telefonía IP

Un sistema de telefonía IP requiere de equipos terminales (teléfonos IP) y de un equipo servidor de llamadas para la gestión de todo el tráfico de VoIP.

A continuación se detalla, los parámetros básicos que se deben de tomar en cuenta para adquirir los teléfonos IP.

- 2 puertos Gigabit Ethernet (10/100/1000) con conectores RJ45.
- Soporte para el protocolo SIP.
- Soporte para códec G.729.
- Alimentación PoE (Power Over Ethernet).
- Servicio de llamada en espera.
- Servicio de transferencia de llamada.
- Servicio de buzón de voz.
- Servicio de directorio.

Para la selección del servidor de llamadas que nos permitirá realizar la gestión de llamadas mediante direcciones IP se toma en cuenta las siguientes características:

- Procesador de 3 GHz x86.
- Memoria RAM de 1GB.
- Disco duro de 250 GB.
- Puertos de conexión PCI con el servidor.
- Un puerto Gigabit Ethernet (1000 Mbps) con conectores RJ45.
- Soporte del protocolo SIP
- Soporte de códec G.729
- Protocolo de administración SNMP
- Capacidad mínima para 115 usuarios
- Servicio de IVR (Interactive Voice Response)
- Servicio de llamada en espera.
- Servicio de transferencia de llamada.

- Servicio de buzón de voz.
- Servicio de directorio telefónico.
- Servicio de conferencia.

Tabla 79: Requerimiento de teléfonos IP por sede

Sede		Nro. de Teléfonos IP
Fábrica	Planta	25
	Área Administrativa	11
Granja		5
Guayaquil		13
Quito	Área de Ventas	24
	Área Administrativa	36

3.7.5 Sistema de video vigilancia IP

Las tecnologías actuales permiten la conexión de cámaras de video IP, con las redes informáticas que se basan en el protocolo TCP/IP.

La cantidad y distribución de las cámaras en cada una de las sedes se muestran en las figuras a continuación.

3.7.5.1 Dimensionamiento del sistema de video vigilancia IP

Para el correcto funcionamiento del sistema de video vigilancia IP es necesario contar con los equipos terminales y servidores de video vigilancia adecuados.

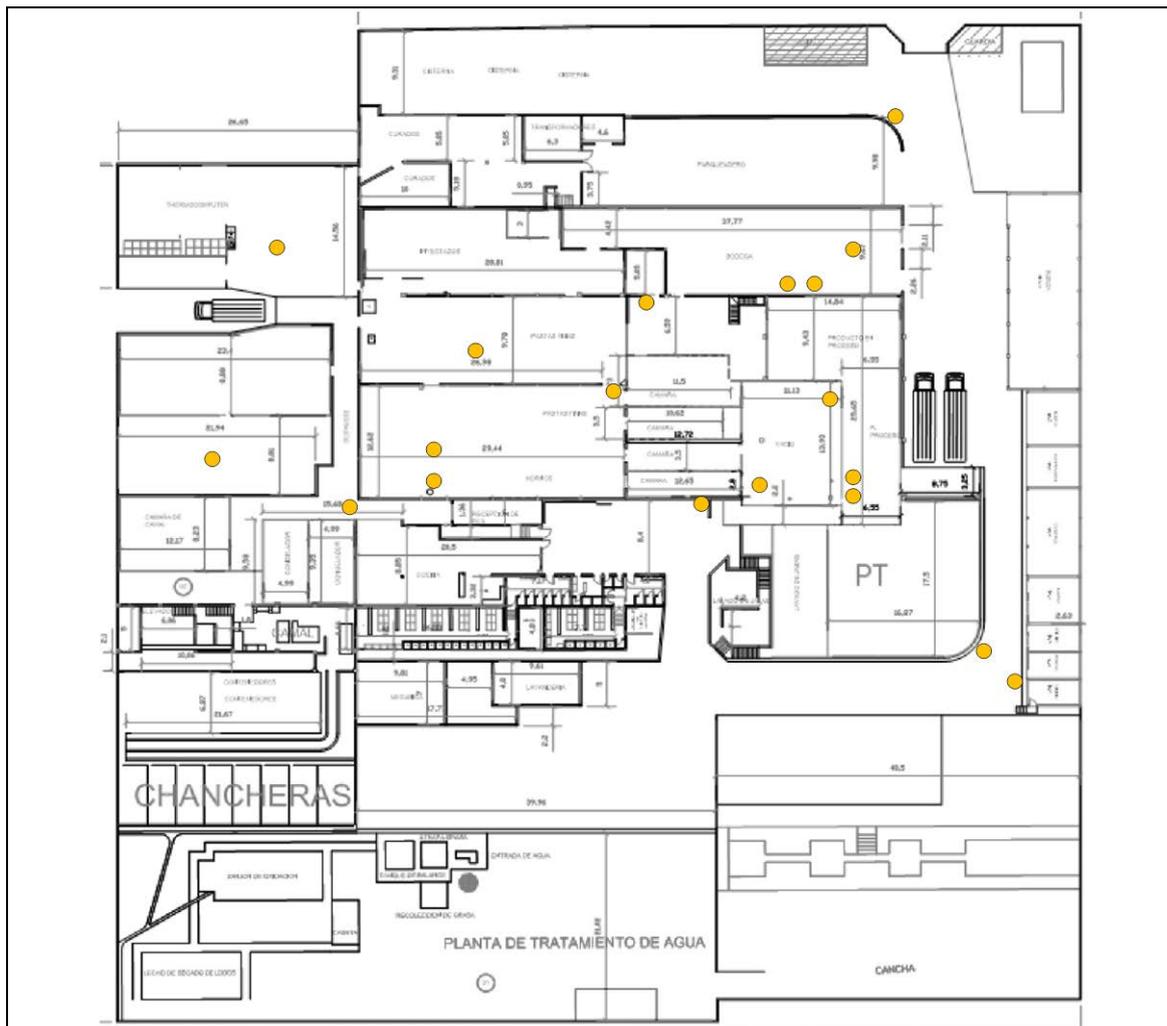


Figura 119: Distribución de las cámaras IP en la fábrica de procesamiento.

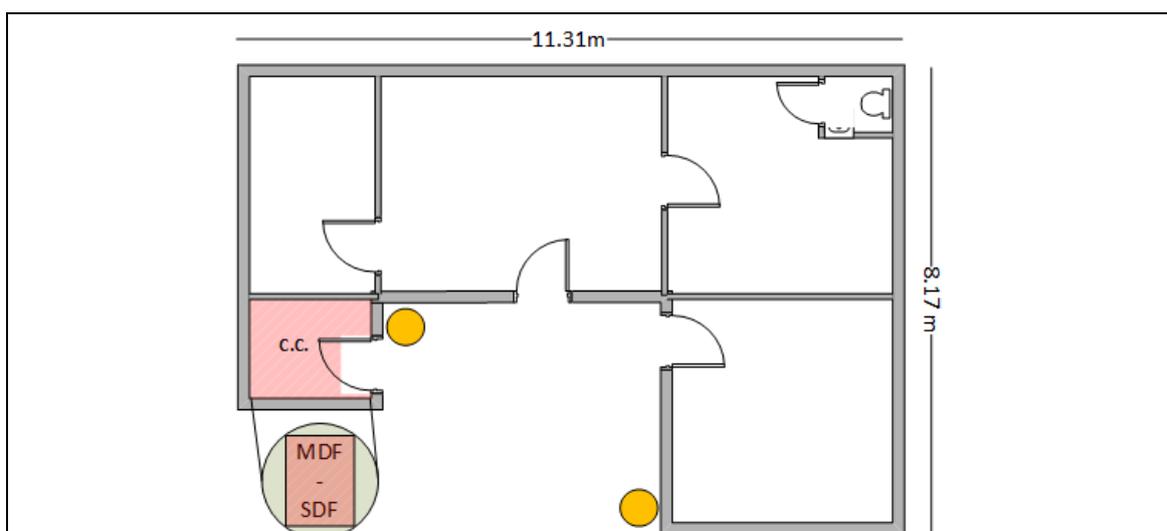


Figura 120: Distribución de las cámaras IP en la granja porcina.

Tabla 80: Requerimiento de cámaras IP.

Sede	Numero de Cámaras Internas	Numero de cámaras externas	Total
Fábrica de procesamiento	15	4	19
Granja	0	2	2
Distribución GYE	0	0	0
Matriz UIO	3	5	8

3.7.5.2 Capacidad requerida para la video vigilancia IP

$$\text{Capacidad}_{\text{video}} = \frac{\text{width} \times \text{height} \times \text{colorbitdepth} \times \text{fps}}{\text{factor de compresion}} \quad (\text{Ecuación 42})$$

Donde:

- Width x height = Tamaño de la imagen medido en pixeles
- Color bit depth = Profundidad del color utilizado por las imágenes.
- Frames per Second (fps) = Cantidad de cuadros por segundo.
- Factor de compresión = Factor que depende del estándar para la compresión imágenes de video (Depende del estándar).

Con las especificaciones de los códec de video del punto 1.12.1 determinamos que gracias al poder de compresión de imágenes de alta calidad el mejor códec para este trabajo es el H.264.

$$\text{Capacidad}_{\text{video}} = \frac{640 \times 480 \times 24 \times 15}{130} \quad (\text{Ecuación 43})$$

$$\text{Capacidad}_{\text{video}} = 850.71 \text{ Kbps} \quad (\text{Ecuación 44})$$

Se colocará un NVR en cada una de las sedes y se almacenará de forma local las grabaciones de seguridad.

El ancho de banda que debe ser garantizado para la transmisión de video al servidor de video vigilancia será de 614 Kbps, 512 Kbps para el video y 102 Kbps que se utilizarán para las cabeceras.

3.7.5.2.1 Cámaras IP

Las cámaras IP deben contar con las siguientes características:

- Resolución de 640 x 480 pixeles.
- Interfaz Ethernet (10/100/1000 Mbps)
- Soporte para protocolos TCP/IP, ARP, SNMP, DHCP, ICMP, HTTP y TELNET.
- Compresión de audio G.711
- Seguridad por contraseña.
- Alimentación PoE (*Power Over Ethernet*).
- Compresión MPEG-4

3.7.5.2.2 Servidor de Video Vigilancia IP

El servidor de video vigilancia IP es el encargado de almacenar la información que es transmitida por las cámaras IP. Debido a que las cámaras IP deben funcionar de forma ininterrumpida, es necesario que este equipo cuente con un disco duro de una capacidad mínima de 500 GB.

3.7.5.3 Capacidad requerida para la transferencia de archivos

Para el cálculo estimado de la capacidad requerida para la transferencia de archivos, se tomará como referencia el tiempo que tarda un archivo en transmitirse completamente dentro de la red.

- Tamaño del archivo = 15 MBytes
- Tiempo de transmisión = 40 segundos

$$\text{Capacidad}_{\text{tx archivos}} = \frac{15000 \text{ KBytes}}{1 \text{ archivo}} * \frac{8 \text{ bites}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ archivo}}{40 \text{ s}} \quad (\text{Ecuación 45})$$

$$\text{Capacidad}_{\text{tx archivos}} = 3000 \text{ Kbps} \quad (\text{Ecuación 46})$$

3.7.6 Flujo de datos de aplicaciones sobre la red WAN

Como ya se mencionó con anterioridad la empresa cuenta con servidores de aplicaciones, bases de datos y correo electrónico en cada una de las sedes, lo que implica costos de operación y mantenimiento. En la actual sección, se propone reemplazar este esquema de infraestructura eliminando los servidores presentes en las sedes de Latacunga (Fábrica y granja) y Guayaquil, para crear en la sede de Quito una estación centralizada de servidores.

Con la intención de aprovechar al máximo el uso del enlace WAN con el que cuenta la empresa, se desarrolló una propuesta que contempla el análisis de todas las aplicaciones de software y red que son de carácter crítico para el funcionamiento diario de la institución.

3.7.6.1 Aplicaciones de Software

Dentro de lo que son las aplicaciones de software que se analizó en el capítulo 2, se unifica el uso de cada una de las aplicaciones según su nivel de criticidad, tal como se muestra a continuación:

Tabla 81: Descripción de uso del canal correspondiente a todas las aplicaciones críticas de software.

#	Aplicación	UIO	GYE	FAB	GRJ
		Kbps	Kbps	Kbps	Kbps
1	Sistema Administrativo Financiero NAF	1000	1	0.1	1
2	Correo	100	110	120	100
3	MobilVendor	110	128.33	10	0
4	Aplicación de Inteligencia de Negocio	40	100	10	0
5	Bases de datos	10	1	10	1

Puesto que la demanda de ancho de banda para las aplicaciones originadas en la sede de Quito será de consumo a nivel LAN, no harían uso del canal WAN. Por lo expuesto, los recursos necesarios serían los siguientes:

Tabla 82: Descripción de la sumatoria de uso de ancho de banda correspondiente a todas las aplicaciones críticas de software que harán uso del canal WAN de 4Mbps.

#	Aplicación	GYE	FAB	GRJ	Total
		Kbps	Kbps	Kbps	Kbps
1	Sistema Administrativo Financiero NAF	1	0.1	1	2.1
2	Correo	110	120	100	330
3	MobilVendor	128.33	10	0	138.33
4	Aplicación de Inteligencia de Negocio	100	10	0	110
5	Bases de datos	1	10	1	12
				Total	592.43

3.7.6.2 Aplicaciones de red

Dentro de las aplicaciones de red, se tienen voz sobre IP y video vigilancia, las mismas que se detallan bajo los mismos parámetros a continuación:

Tabla 83: Detalle de uso del canal por aplicación de red

Sede	VoIP	Video vigilancia
	Kbps	
UIO, GYE y FAB	177.6	850.71
GRJ	88.8	
Total	266.4	850.71

Tabla 84: Detalle de la totalidad de uso del canal por aplicación de red

Aplicación	Kbps
VoIP	266.4
Video vigilancia	850.71
Total	1117.11

Una vez realizado el análisis de uso del canal WAN por aplicación crítica, se lleva a cabo la sumatoria de ambas:

Tabla 85: Descripción del uso del canal WAN

Aplicaciones	Kbps
Software	1104.1
Red	1117.11
Total	2221.21

Como se puede apreciar en la tabla superior, la demanda de las aplicaciones a nivel de software y red, puede ser satisfechas de acuerdo al enlace WAN con el que se cuenta actualmente; razón por la cual, esta constituye la mejor forma de aprovechar el canal, implicando un ahorro sustancial al omitir los servidores de aplicaciones en las sedes detalladas anteriormente.

3.8 Diseño de la red inalámbrica

El principal propósito de la red inalámbrica, es brindar el acceso a la red a los vendedores que usan dispositivos inalámbricos para realizar su trabajo con los clientes, y al llegar a la oficina deben conectarse con la red para descargar toda

la información recolectada a lo largo del día. También es usado para sincronizar y actualizar las bases de datos de la aplicación móvil de la fuerza de ventas.

3.8.1 Acceso a Internet

Gracias al monitoreo de red realizado en el levantamiento de la información, se pudo determinar que el consumo de Internet varia alrededor de los 3397.6 Kbps.

$$\text{Capacidad}_{\text{internet} * \text{usuario}} = \frac{\text{Capacidad total}}{\text{Numero de usuarios}} \quad (\text{Ecuación 47})$$

$$\text{Capacidad}_{\text{internet} * \text{usuario}} = \frac{3397.6 \text{ Kbps}}{52} \quad (\text{Ecuación 48})$$

$$\text{Capacidad}_{\text{internet} * \text{usuario}} = 65.33 \text{ Kbps} \quad (\text{Ecuación 49})$$

3.8.2 Capacidad de acceso a internet de la red inalámbrica

El consumo de la red inalámbrica en la sede Quito, es en su totalidad ocupado por los vendedores. Por tanto, durante la mayor parte del día, la red inalámbrica no tendrá mucha sobrecarga.

$$\text{Capacidad}_{\text{I*UIT}} = \text{Capacidad de internet por usuario inalambrico total}$$

$$\text{Capacidad}_{\text{I*UIT}} = \text{Capacidad}_{\text{I*U}} * \text{Num Usuarios} * \% \text{ simultaneidad} \quad (\text{Ecuación 50})$$

$$\text{Capacidad}_{\text{I*UIT}} = 65.33 * 25 * 1 = 1633.25 \text{ Kbps} \quad (\text{Ecuación 51})$$

$$\text{Capacidad}_{\text{I*UIT}} = 2 \text{ Mbps} \quad (\text{Ecuación 52})$$

Tabla 86: Características principales del estándar IEEE 802.11a

Estándar IEEE	Frecuencia de operación	Modulación	Velocidad de transmisión	AB por canal	Usuarios simultáneos
802.11 ^a	5 GHz	OFDM	54 Mbps	20 MHz 6 canales utilizables	64

3.8.3 Ubicación de los puntos de acceso inalámbricos (AP) en cada una de las sedes

A continuación se muestran gráficos con la ubicación de los AP en las sedes de granja porcina y fábrica de procesamiento, en las sedes matriz y distribución de Guayaquil ya se encuentran ubicados los AP, por lo que se utilizarán los mismos.

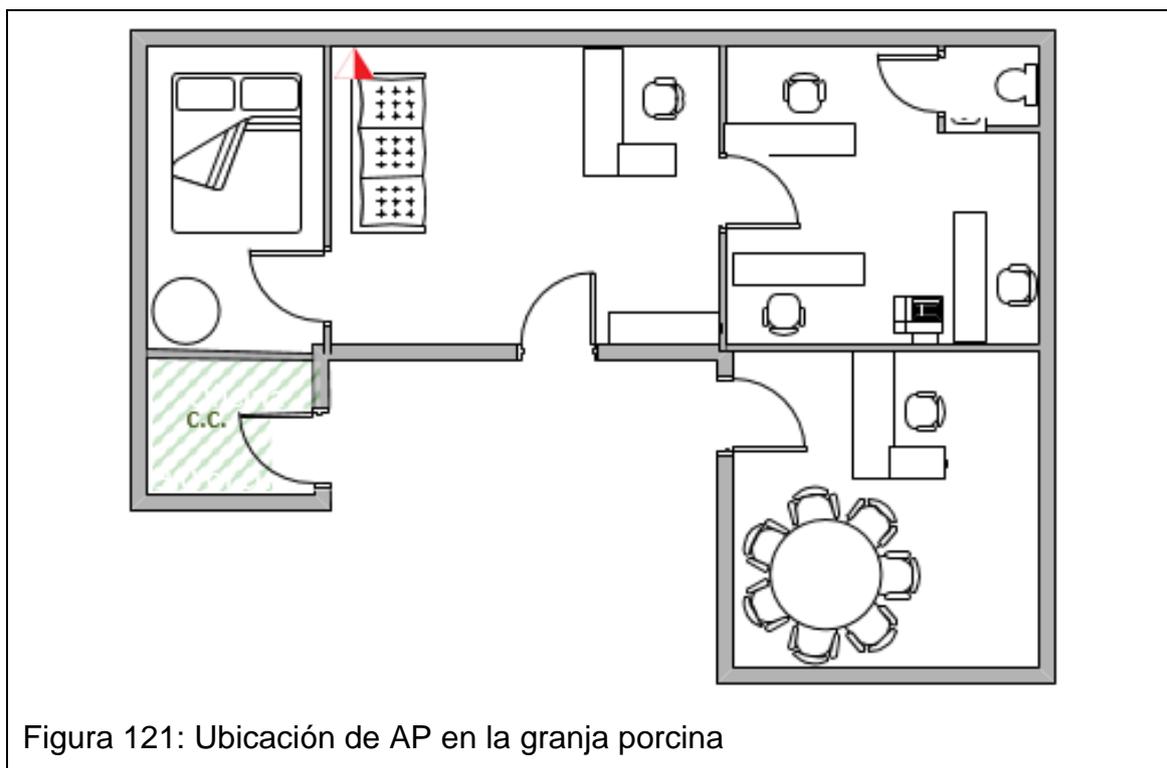


Figura 121: Ubicación de AP en la granja porcina

3.9 Diseño lógico de la red

El diseño lógico de la red abarca el plan del direccionamiento IP para todos los usuarios de la red, como también la definición de VLANs por departamento.

3.9.1 Diseño y distribución de VLANS

En este diseño, se va a tomar en cuenta grupos de usuarios a los cuales se les otorgarán permisos exclusivos para utilizar ciertos servicios de red, como también permisos para compartir recursos.

En la tabla 87, se muestra la distribución de las VLANs por departamento, se ha tomado en cuenta la creación de una VLAN para servidores, con la finalidad de aumentar la seguridad en los mismos, adicionalmente se ha creado una VLAN para gerentes, tomando en cuenta que ellos necesitan tener un acceso no restringido a los recursos.

Tabla 87: Distribución de las VLANs

VLAN ID	Nombre	Número de usuarios
2	Servidores	12
3	VoIP	115
4	Vigilancia IP	34
5	Impresoras	20
6	Ventas	40
7	Contabilidad	2
8	Administrativa	31
9	Gerentes	8
10	Sistemas	3
11	Usuarios	7

3.9.2 Plan de direccionamiento IP

El plan de direccionamiento IP se lo ha realizado en base a un esquema VLSM, con el objetivo de crear subredes optimizando el uso de las direcciones IP. Para esto se utiliza una calculadora VLSM en línea, a la que se puede acceder mediante el siguiente link: <http://vlsm-calc.net/>. (VLSM (CIDR) Subnet Calculator, s.f)

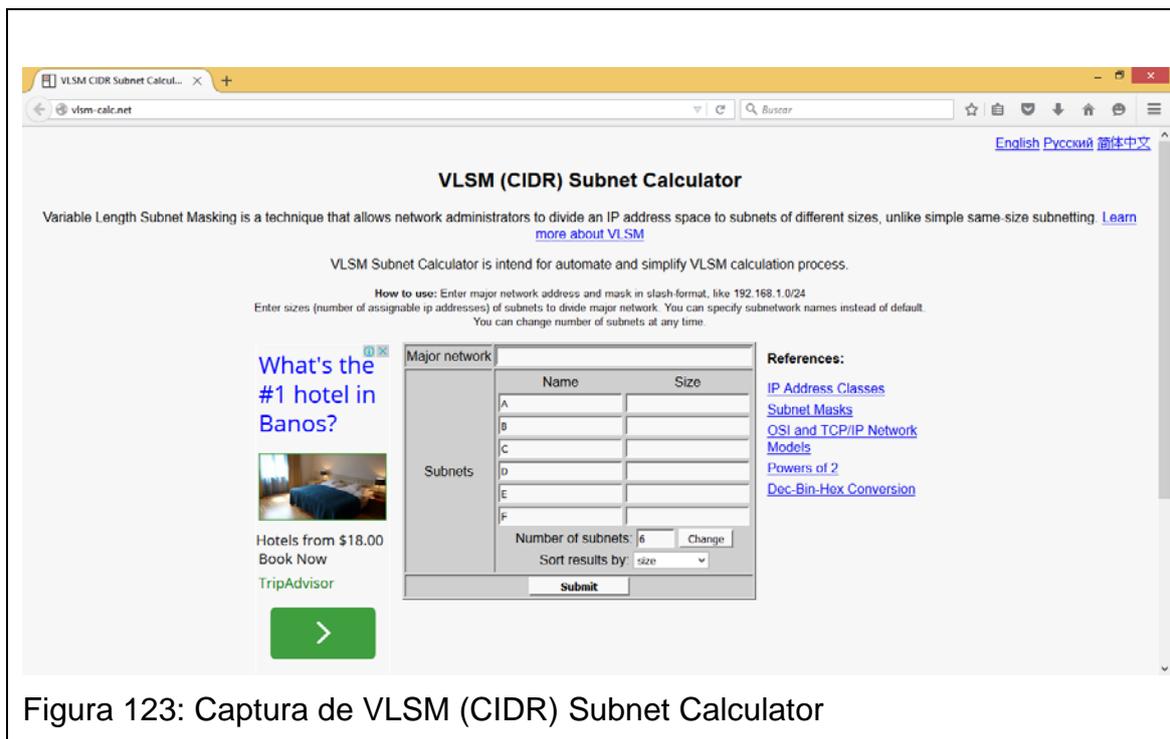


Figura 123: Captura de VLSM (CIDR) Subnet Calculator

Tabla 88: Direccionamiento IP para la sede matriz

Nombre de Subred	Direcciones IP Necesarias	Dirección de Red	Máscara	Rango de IPs Válidas	Broadcast
VoIP	57	192.168.1.0	/26	192.168.1.1 - 192.168.1.62	192.168.1.63
Usuarios	20	192.168.1.64	/27	192.168.1.65 - 192.168.1.94	192.168.1.95
Administrativa	19	192.168.1.96	/27	192.168.1.97 - 192.168.1.126	192.168.1.127
Ventas	15	192.168.1.128	/27	192.168.1.129 - 192.168.1.158	192.168.1.159
Impresoras	10	192.168.1.160	/28	192.168.1.161 - 192.168.1.174	192.168.1.175
Vigilancia IP	8	192.168.1.176	/28	192.168.1.177 - 192.168.1.190	192.168.1.191
Servidores	7	192.168.1.192	/28	192.168.1.193 - 192.168.1.206	192.168.1.207
Contabilidad	5	192.168.1.208	/29	192.168.1.209 - 192.168.1.214	192.168.1.215
Gerentes	5	192.168.1.216	/29	192.168.1.217 - 192.168.1.222	192.168.1.223
Otros	3	192.168.1.224	/29	192.168.1.225 - 192.168.1.230	192.168.1.231
Sistemas	3	192.168.1.232	/29	192.168.1.233 - 192.168.1.238	192.168.1.239

Tabla 89: Direccionamiento IP para la planta de procesamiento

Nombre de Subred	Direcciones IP Necesarias	Dirección de Red	Máscara	Rango de IPs Válidas	Broadcast
VoIP	36	192.168.2.0	/26	192.168.2.1 - 192.168.2.62	192.168.2.63
Usuarios	27	192.168.2.64	/27	192.168.2.65 - 192.168.2.94	192.168.2.95
Vigilancia IP	16	192.168.2.96	/27	192.168.2.97 - 192.168.2.126	192.168.2.127
Impresoras	11	192.168.2.128	/28	192.168.2.129 - 192.168.2.142	192.168.2.143
Administrativa	10	192.168.2.144	/28	192.168.2.145 - 192.168.2.158	192.168.2.159
Contabilidad	2	192.168.2.160	/30	192.168.2.161 - 192.168.2.162	192.168.2.163
Gerentes	2	192.168.2.164	/30	192.168.2.165 - 192.168.2.166	192.168.2.167
Otros	2	192.168.2.168	/30	192.168.2.169 - 192.168.2.170	192.168.2.171
Servidores	2	192.168.2.172	/30	192.168.2.173 - 192.168.2.174	192.168.2.175
Sistemas	2	192.168.2.176	/30	192.168.2.177 - 192.168.2.178	192.168.2.179
Ventas	2	192.168.2.180	/30	192.168.2.181 - 192.168.2.182	192.168.2.183

Tabla 90: Direccionamiento IP para la granja porcina

Nombre de Subred	Direcciones IP Necesarias	Dirección de Red	Máscara	Rango de IPs Válidas	Broadcast
VoIP	57	192.168.3.0	/26	192.168.3.1 - 192.168.3.62	192.168.3.63
Vigilancia IP	10	192.168.3.64	/28	192.168.3.65 - 192.168.3.78	192.168.3.79
Administrativa	6	192.168.3.80	/29	192.168.3.81 - 192.168.3.86	192.168.3.87
Gerentes	2	192.168.3.88	/30	192.168.3.89 - 192.168.3.90	192.168.3.91
Impresoras	1	192.168.3.92	/30	192.168.3.93 - 192.168.3.94	192.168.3.95
Servidores	1	192.168.3.96	/30	192.168.3.97 - 192.168.3.98	192.168.3.99
Sistemas	1	192.168.3.100	/30	192.168.3.101 - 192.168.3.102	192.168.3.103

Tabla 91: Direccionamiento IP para la sede de distribución de Guayaquil

Nombre de Subred	Direcciones IP Necesarias	Dirección de Red	Máscara	Rango de IPs Válidas	Broadcast
Usuarios	15	192.168.4.0	/27	192.168.4.1 - 192.168.4.30	192.168.4.31
VoIP	13	192.168.4.32	/28	192.168.4.33 - 192.168.4.46	192.168.4.47
Administrativa	8	192.168.4.48	/28	192.168.4.49 - 192.168.4.62	192.168.4.63
Ventas	8	192.168.4.64	/28	192.168.4.65 - 192.168.4.78	192.168.4.79
Impresoras	4	192.168.4.80	/29	192.168.4.81 - 192.168.4.86	192.168.4.87
Contabilidad	3	192.168.4.88	/29	192.168.4.89 - 192.168.4.94	192.168.4.95
Gerentes	2	192.168.4.96	/30	192.168.4.97 - 192.168.4.98	192.168.4.99
Otros	2	192.168.4.100	/30	192.168.4.101 - 192.168.4.102	192.168.4.103
Servidores	2	192.168.4.104	/30	192.168.4.105 - 192.168.4.106	192.168.4.107
Sistemas	2	192.168.4.108	/30	192.168.4.109 - 192.168.4.110	192.168.4.111
Vigilancia IP	1	192.168.4.112	/30	192.168.4.113 - 192.168.4.114	192.168.4.115

3.10 Diseño de QoS (Calidad de servicio)

3.10.1 Elección del modelo de Calidad de Servicio (QoS)

El diseño actual contempla un servicio del mejor esfuerzo (Best Effort); sin embargo, al no ofrecer niveles de servicio para aplicaciones en tiempo real, no es el más adecuado, para redes con altos niveles de congestión que usan diferentes tipos de servicio como el de VoIP, que necesitan de un ancho de banda reservado para funcionar sin ningún problema.

El ancho de banda limitado y la gran demanda del mismo, hacen necesario la implementación de calidad de servicio en las redes, para realizar un uso óptimo de los recursos con los mejores resultados en cuanto a tiempos de respuesta, con el menor tiempo de retardo, latencia y pérdida de paquetes posible.

Como se mencionó en la sección 1.14.2 se dispone de dos modelos que permiten implementar calidad de servicio (QoS) en una red, estos modelos se encuentran claramente diferenciados y son el modelo de Servicios Integrados (IntServ) y el modelo de Servicios Diferenciados (DiffServ). A continuación se muestra una tabla comparativa de las ventajas y desventajas de cada uno de los modelos.

Tabla 92: Ventajas y desventajas de modelos de QoS.

	Ventajas	Desventajas
IntServ	<p>Fácil de entender, eso permite manejar políticas de red integrada.</p> <p>Se pueden crear reglas de calidad de servicio (QoS) para flujos discretos, esto permite que los nodos extremos conozcan sobre la disponibilidad de ancho de banda.</p>	<p>Todos los elementos de la red deben intercambiar permanentemente mensajes de estado.</p> <p>Se requieren mensajes periódicos de refresh para mantener la sesión activa.</p> <p>Presenta problemas de escalabilidad.</p> <p>Los nodos intermedios deben tener Resource reSerVation Protocol (RSVP) en sus funciones.</p>
DiffServ	<p>No existe la reserva de canal.</p> <p>Clasifica lo paquetes por categorías según el servicio solicitado.</p> <p>Evita los problemas de escalabilidad que plantea IntServ.</p> <p>Se basa en el marcado de paquetes.</p> <p>No hay información de estado en los routers, lo que optimiza el tráfico de la red.</p> <p>No hay protocolos de señalización.</p>	<p>Los servicios no están garantizados de extremo a extremo, la asignación de recursos se da salto a salto.</p> <p>No existe control de admisión por flujo o por sesión, lo que causa que las aplicaciones se congestionen unas con otras.</p>

Con la información mostrada en la tabla anterior se concluye que el modelo más adecuado para ser utilizado, como la base para el desarrollo del esquema de implementación de calidad de servicio (QoS) para esta red, es DiffServ, pues ofrece varias ventajas sobre IntServ.

3.10.2 Justificación de selección de parámetros y métodos para QoS

3.10.2.1 Clasificación de tráfico

Para la clasificación del tráfico emplearemos listas de acceso (ACLs), debido a que frente a las redes basadas en reconocimiento de aplicaciones (NBAR o *Network Based Application Recognition*) podemos obtener hasta 10% de optimización más de desempeño por parte de los equipos de routing ya que NBAR demanda más uso de CPU.

3.10.2.2 Marcado del tráfico

Para el marcado de tráfico se emplea DSCP (*DiffServ Code Point*), por su múltiple compatibilidad en enlaces de tipo troncal (*trunk*) y principalmente porque se va a utilizar el modelo de servicios diferenciados *DiffServ* para el desarrollo de la calidad de servicio (QoS).

3.10.2.3 Manejo de congestión de paquetes.

Para el manejo de congestión de paquetes utilizaremos colas de baja latencia (LLQ o *Low Latency Queuing*), debido a las ventajas brinda en aplicaciones de tiempo real como VoIP, que constituye una de las demandas primordiales de este proyecto. Además LLQ consta de una CBWFQ que ayudará a la categorización del tráfico para una mejor utilización del ancho de banda.

3.10.2.4 Evasión de congestión

Además de las ventajas ya mencionadas con anterioridad en el literal 1.14.6.3, Weighted Random Early Detection (WRED) trabaja conjuntamente con el método para el manejo de congestión de paquetes (LLQ) que fue seleccionado.

Tabla 93: Resumen de parámetros seleccionados para la implementación de QoS

	Parámetro	Método
Asignar ancho de banda en forma diferenciada	Clasificación de tráfico	ACL
	Marcado de tráfico	DSCP
Administrar la congestión de la red	Manejo de congestión de paquetes	CBWFQ LLQ
	Evasión de congestión	WRED

Una vez seleccionados los métodos para la implementación de la calidad de servicio de la red y tomando en consideración los requerimientos de QoS expuestos por el área de sistemas de la empresa, los valores de DSCP que se utilizarán para el marcado de tráfico y también el ancho de banda de la red en porcentaje que será asignado para dicho servicio.

3.10.2.5 Asignación de parámetros de calidad de servicio para la fábrica de procesamiento

A continuación se detalla la metodología para la asignación de ancho de banda a cada una de las clases en la sede mencionada.

En la Tabla 23, Figura 31 y 33, se aprecia la demanda de ancho de banda de las aplicaciones inmersas en las operaciones de la Fábrica, el consumo de cada una de esas aplicaciones debe ser dividido para el coeficiente correspondiente al umbral mínimo de descarte que es 70%, con la finalidad de evitar el descarte temprano de paquetes. Tal como se muestra en la Tabla a continuación:

Tabla 94: Asignación de anchos de banda en Kbps para uso de canal WAN para las aplicaciones de software en la sede Fábrica de procesamiento.

#	Aplicación de Software	Kbps	Kbps QoS
1	Sistema Administrativo Financiero NAF	0.10	0.14
2	Correo	120	171.43
3	MobilVendor	10	14.29
4	Aplicación de Inteligencia de Negocio	10	14.29
5	Bases de datos	10	14.29

En la Tabla anterior la columna llamada “Kbps Qos” corresponde al cálculo mencionado anteriormente ($\text{Kbps} / 0.70$) y el porcentaje equivalente al uso del canal WAN (% WAN).

A continuación se lleva a cabo el cálculo de las aplicaciones de red, para lo cual hacemos mención a la Tabla 72 y a la sección 3.7.5.2., donde obtenemos la capacidad de red requerida para telefonía IP y para video vigilancia respectivamente.

Tabla 95: Asignación de anchos de banda en Kbps y porcentaje para uso de canal WAN para las aplicaciones de red en la sede Fábrica de procesamiento.

Sede	Kbps		WAN	
	VoIP	Video vigilancia	%VoIP	%Video vigilancia
FAB	177.6	850.71	4.44	21.27

Una vez que hemos obtenido los porcentajes de uso del canal WAN para cada aplicación, se debe evaluar la concurrencia de uso de las aplicaciones con el objetivo de agruparlas en clases de servicio o de ser el caso, crear clases para cada aplicación.

A continuación se muestra la repartición del ancho de banda a las clases de servicio y la asignación de las mismas a las aplicaciones.

Tabla 96: Asignación de clases y porcentaje de utilización del ancho de banda de la fábrica de procesamiento.

Clase	Aplicación	Valor DSCP	Ancho de Banda [%]
VOIP	VoIP	EF	5
VIDEO_V	Video Vigilancia	AF41	22
APLICACIONES	APOYO(Aplicación de inteligencia de negocio)	AF31	5
	Movil Vendor	AF32	
	Aplicación administrativa financiera NAF	AF33	
OTRAS	BASES DE DATOS	AF21	8
	CORREO	AF22	
	ANTIVIRUS	AF23	
POR DEFECTO	OTROS	Default	---

3.10.2.6 Asignación de parámetros de calidad de servicio para la oficina matriz Quito

Empleando el criterio anterior se puede obtener los siguientes resultados:

Tabla 97: Asignación de anchos de banda en Kbps y porcentaje para uso de canal WAN para las aplicaciones de software en la sede de Quito.

#	Aplicación	Kbps	Kbps QoS
1	Sistema Administrativo Financiero NAF	2.1	3.00
2	Correo	330	471.43
3	MobilVendor	138.3	197.61
4	Aplicación de Inteligencia de Negocio	110	157.14
5	Bases de datos	12	17.14

El valor de la columna "Kbps" corresponde a la sumatoria de las aplicaciones que acceden, desde las otras sedes, hacia la oficina matriz como se muestra en la Tabla 97.

En cuanto a las aplicaciones de red, se pueden emplear las mismas ofertadas en la sede de fábrica de procesamiento, ya que la oferta de estas aplicaciones

son las mismas, de esta manera podemos obtener los siguientes resultados de asignación para la sede de Quito:

Tabla 98: Asignación de clases y porcentaje de utilización del ancho de banda de la sede Matriz en Quito.

Clase	Aplicación	Valor DSCP	Ancho de Banda [%]
VOIP	VoIP	EF	5
VIDEO_V	Video Vigilancia	AF41	22
APLICACIONES	APOYO (Aplicación de inteligencia de negocio)	AF31	9
	Movil Vendor	AF32	
	Aplicación administrativa financiera NAF	AF33	
OTRAS	BASES DE DATOS	AF21	16
	CORREO	AF22	
	ANTIVIRUS	AF23	
POR DEFECTO	OTROS	Default	---

3.10.2.7 Asignación de parámetros de calidad de servicio para la Oficina de distribución Guayaquil

Empleando el criterio anterior se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 99: Asignación de anchos de banda en Kbps y porcentaje para uso de canal WAN para las aplicaciones de software en la sede de distribución Guayaquil.

#	Aplicación	Kbps	Kbps QoS
1	Sistema Administrativo Financiero NAF	1	1.43
2	Correo	110	157.14
3	MobilVendor	128.3	183.33
4	Aplicación de Inteligencia de Negocio	100	142.86
5	Bases de datos	1	1.43

De la misma manera las aplicaciones de red en esta sede son iguales que Fabrica y Quito, por lo expuesto el resultado de asignación de ancho de banda a las clases es el siguiente:

Tabla 100: Asignación de clases y porcentaje de utilización del ancho de banda de la sede de distribución en Guayaquil.

Clase	Aplicación	Valor DSCP	Ancho de Banda [%]
VOIP	VoIP	EF	5
VIDEO_V	Video Vigilancia	AF41	22
APLICACIONES	APOYO (Aplicación de inteligencia de negocio)	AF31	8
	Movil Vendor	AF32	
	Aplicación administrativa financiera NAF	AF33	
OTRAS	BASES DE DATOS	AF21	7
	CORREO	AF22	
	ANTIVIRUS	AF23	
POR DEFECTO	OTROS	Default	---

3.10.2.8 Asignación de parámetros de calidad de servicio para la granja porcina:

El criterio de asignación coincide con el que hemos empleado hasta ahora, pero aplicado al enlace WAN de 2Mbps con el que cuenta esta sede.

Tabla 101: Asignación de anchos de banda en Kbps y porcentaje para uso de canal WAN para las aplicaciones de software en la sede Granja porcina.

#	Aplicación	Kbps	Kbps QoS
1	Sistema Administrativo Financiero NAF	1	1.43
2	Correo	100	142.86
3	MobilVendor	0	0.00
4	Aplicación de Inteligencia de Negocio	0	0.00
5	Bases de datos	1	1.43

Para las aplicaciones de red contamos con el siguiente resultado:

Tabla 102: Asignación de anchos de banda en Kbps y porcentaje para uso de canal WAN para las aplicaciones de red en la sede granja porcina

Sede	Kbps		WAN	
	VoIP	Video vigilancia	%VoIP	%Video vigilancia
FAB	88.8	850.71	4.44	42.54

A continuación la asignación de ancho de banda a las clases y la asignación de las aplicaciones a dichas clases:

Tabla 103: Asignación de clases y porcentaje de utilización del ancho de banda de la granja porcina.

Clase	Aplicación	Valor DSCP	Ancho de Banda [%]
VOIP	VoIP	EF	5
VIDEO_V	Video Vigilancia	AF41	42
APLICACIONES	Aplicación administrativa financiera NAF	AF31	1
OTRAS	BASES DE DATOS	AF21	14
	CORREO	AF22	
	ANTIVIRUS	AF23	
POR DEFECTO	OTROS	Default	---

3.10.3 Configuración de las políticas de QoS

La implementación de las políticas de calidad de servicio se realiza tomando en cuenta los principales métodos de configuración:

- Auto QoS
- CLI
- MQC

3.10.3.1 Command Line Interface (CLI)

Este método aunque es el más utilizado, toma mucho tiempo y recursos ya que se debe copiar y pegar a otra interfaz y por esta razón sufre de errores al ejecutar.

CLI consiste en configurar las políticas de calidad de servicio de forma individual en cada una de las interfaces, es una tarea que toma mucho tiempo y puede acarrear errores.

3.10.3.2 Modular QoS CLI (MQC)

Método presentado por Cisco para agilizar el proceso de configuración de QoS, en el que se realiza configuraciones modulares que permiten de forma eficiente aplicar una política a varias interfaces a la vez.

Para la implementación de MQC se deben seguir los siguientes pasos:

- Identificar el tráfico entrante es decir, clasifica los paquetes, para esto se usan las ACLs creando así clases de tráfico
- Definir qué pasa con el tráfico clasificado, es decir en este paso se construye la política de calidad de servicio.
- Donde se aplicará la política, esto significa definir donde en que interfaz se coloca la política y si esta se coloca en el tráfico entrante o saliente de la misma.

Se escogió el método MQC para la configuración de QoS en la red multiservicios, ya que permite al administrador crear políticas de calidad de servicio y luego aplicar estas políticas a las interfaces. MQC también ayuda a reducir significativamente el tiempo de configuración QoS en una red.

3.11 Dimensionamiento de la red WAN

3.11.1 Ubicación de las sedes

Como punto de partida para un correcto diseño WAN debemos ubicar las sedes de la empresa que se encuentran geográficamente distantes:

Tabla 104: Ubicación de las sedes de la empresa

Sede	Provincia	Cantón
Matriz y distribución	Pichincha	Quito
Distribución	Guayas	Guayaquil
Granja Porcina	Cotopaxi	Latacunga
Fabrica	Cotopaxi	Latacunga

3.11.2 Análisis de Tráfico

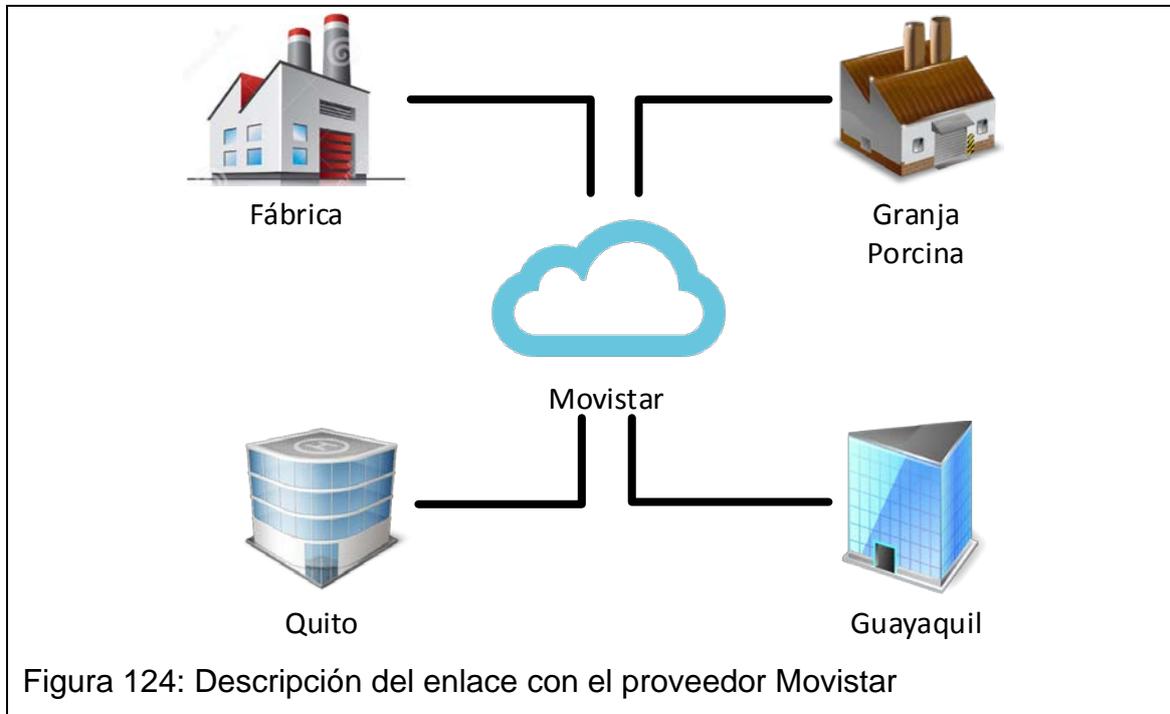
Como se ha mencionado, el tráfico que posee la empresa corresponde a las aplicaciones de software y red, tal como se puede apreciar en la Tabla 85, que constituye un resumen del ancho de banda requerido donde, un detalle más profundo se puede obtener en las Tablas 82 y 83. Las demandas de tráfico particulares para cada sede podemos encontrarlas en las Tablas 105, 106, 107 y 108 asignadas a Fábrica, Quito, Guayaquil y Granja, respectivamente.

3.11.3 Planteamiento de Topología

Tomando en consideración que, el objetivo de este proyecto es llevar a cabo una red multiservicios, donde existen tráfico de voz y video, la topología que responde mejor a esta demanda es malla completa o *full mesh*.

Con la topología *fullmesh* propuesta el esquema de conectividad sería el siguiente, las dos sedes de la provincia de Cotopaxi al igual que la de Guayaquil utilizarán los recursos de datos albergados en la sede matriz en Quito.

Para poder llevar a cabo esta propuesta, es indispensable tener un proveedor de servicio que posea una infraestructura, capaz satisfacer la necesidad de implementar dicha topología.



3.11.4 Planteamiento Ancho de banda

Para el ancho de banda necesario se va a separar el requerimiento del mismo por sede. Para cada una de las sedes se utilizará el ancho de banda obtenido en los análisis de QoS, que corresponde a lo detallado a continuación:

3.11.4.1 Fábrica de procesamiento:

Tabla 105: Uso de ancho de banda en la sede Fábrica de procesamiento.

#	Aplicaciones	Ancho de banda Kbps
1	Software del Core de negocio	214.44
2	Red (Voz y Video)	1028
Total		1242.44

3.11.4.2 Quito:

Tabla 106: Uso de ancho de banda en la sede de Quito.

#	Aplicaciones	Ancho de banda Kbps
1	Software del Core de negocio	846.32
2	Red (Voz y Video)	1028
Total		1874.32

3.11.4.3 Guayaquil:

Tabla 107: Uso de ancho de banda en la sede Guayaquil.

#	Aplicaciones	Ancho de banda Kbps
1	Software del Core de negocio	486.19
2	Red (Voz y Video)	1028
Total		1514.19

3.11.4.4 Granja porcina:

Tabla 108: Uso de ancho de banda en la sede Granja porcina.

#	Aplicaciones	Ancho de banda Kbps
1	Software del Core de negocio	145.72
2	Red (Voz y Video)	939.51
Total		1085.23

De acuerdo a los resultados obtenidos de estas sumatorias podemos concluir que, para todas las sedes se cuenta con el enlace WAN adecuado y capaz de satisfacer las necesidades para su operación, porque el ancho de banda centralizado es 10 Mbps.

3.11.5 Selección de la Tecnología

Para el enlace WAN se plantea continuar con la utilización de Fibra Óptica actualmente provista por Telefónica, debido a sus múltiples beneficios como inmunidad ante el ruido e interferencias de tipo electromagnética, baja atenuación, altas velocidades, etc.

Comúnmente los ISP ofertan tecnologías del tipo MPLS en enlaces dedicados y ADSL. En conformidad con el diseño planteado en este proyecto se opta por un *backbone* MPLS se propone una red multiservicios con transmisión digital de voz y video.

3.11.6 Costo

Actualmente la empresa cuenta con un contrato para este servicio provisto por la empresa Telefónica – Movistar, la cual provee de infraestructura y servicio desglosado por sede en la tabla a continuación:

Tabla 109: Asignación de anchos de banda por sede y total contratado con el proveedor de servicio.

Sede	Enlace Dedicado [Mb]	Datos [Mb]	Internet [Mb]
Quito	4	10	16
Fábrica de procesamiento	4		
Granja porcina	2		
Distribución de Guayaquil	4		

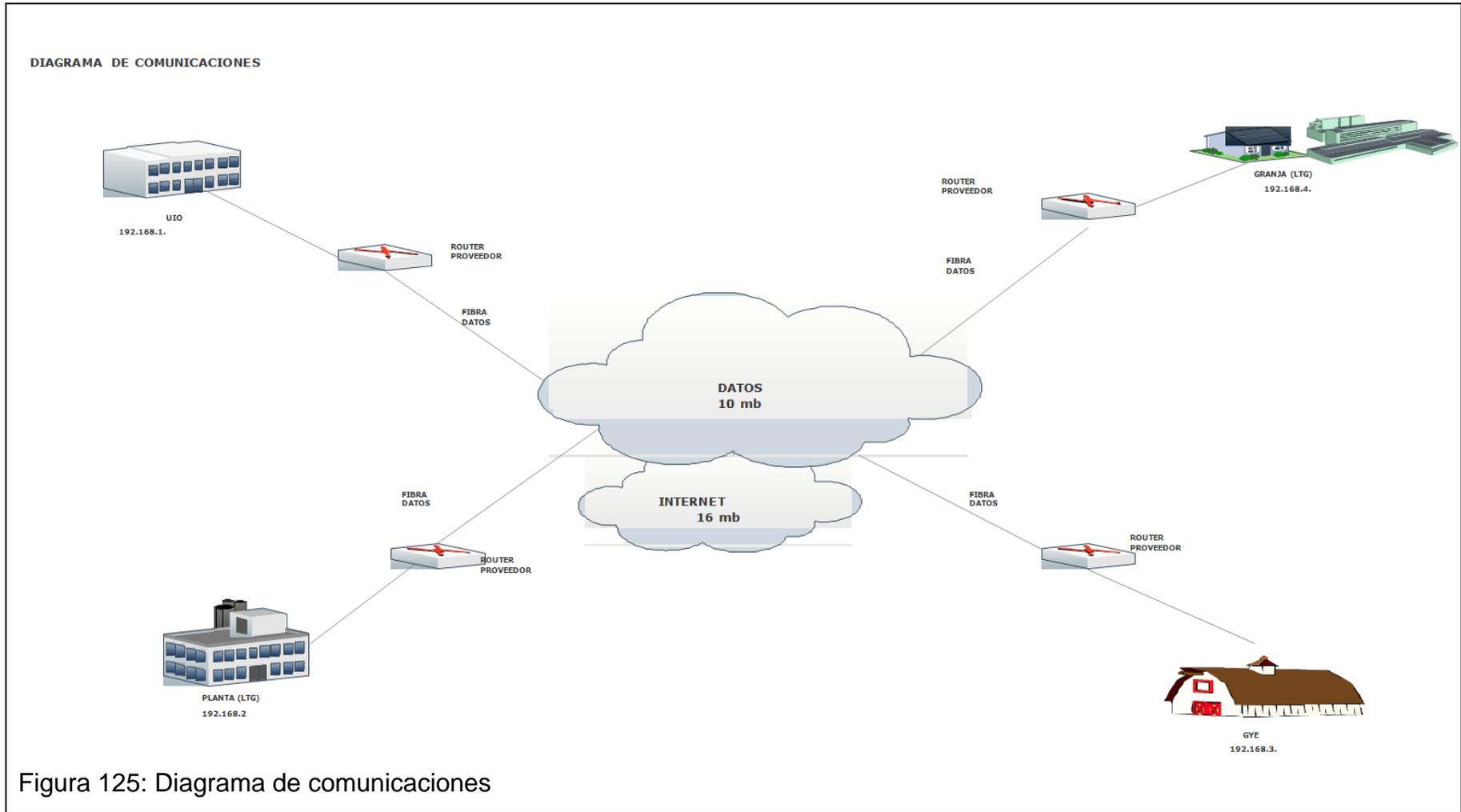


Figura 125: Diagrama de comunicaciones

Tabla 110: Costos por enlace.

Descripción	Rubro mensual [USD]
Enlace de datos	1909.6
Enlace de Internet	1276.8

3.11.7 Fortalecimiento de la seguridad de routers y switches

Los routers y switches de una red forman el núcleo de la misma, siendo así, es necesaria la implementación de seguridades en estos equipos para que la red sea lo más segura posible.

3.11.7.1 Seguridad en el acceso a la administración de los equipos.

Antes de implementar un dispositivo de red e implementar seguridades en el mismo, primero se debe configurar el dispositivo para poder acceder a la administración de seguridades, para lo que se pueden utilizar los siguientes métodos.

- Acceso por consola: Se requiere tener conectividad física de consola al dispositivo.
- Acceso VTY: En esta opción, se utiliza la red para establecer una consola virtual con protocolos de acceso como Telnet y SSH.
- GUI - WEB: En esta se usa una interfaz gráfica basada en la web para administrar el dispositivo.
- Acceso auxiliar: Se utiliza una conexión de modem fuera de banda de acceso a la consola.

*Nota: Para mayor seguridad con estas configuraciones es necesario aplicar cifrado de contraseñas en el dispositivo, para los equipos basados en CLI se usa el siguiente comando:

```
service password-encryption
```

3.11.7.2 Acceso a la consola

Como primer paso es necesario restringir el acceso físico al dispositivo, lo cual es sencillo, puesto que estos dispositivos se encuentran en cuartos de comunicaciones, donde el ingreso es permitido solamente a los administradores de red.

Para la configuración de esta seguridad en el dispositivo, se debe aplicar los siguientes comandos en el modo de configuración global.

```
GRN-ALL(config)#line con 0  
GRN-ALL(config-line)#password "clave"  
GRN-ALL(config-line)#login
```

3.11.7.3 Acceso VTY

Este acceso es el tradicional de gestión de red, que puede utilizar Telnet o SSH, por lo que se debe asegurar la autenticación y el control de acceso a la administración del dispositivo por este medio. Se aplican los siguientes comandos para este propósito.

```
GRN-ALL (config) # line vty 0 15  
GRN-ALL (config-line) password cisco  
GRN-ALL (config-line) login
```

3.11.7.4 Acceso a la administración basada en web

Ya que este entorno es amigable con el usuario suele estar habilitado en muchos dispositivos, pero esto atrae muchos problemas de seguridad, por lo que es recomendable mantener deshabilitada esta opción. Para esto se usan los siguientes comandos:

```
GRN-ALL (config) # no ip http server
```

```
GRN-ALL (config) # no ip http secure-server
```

3.11.7.5 Acceso auxiliar

El puerto auxiliar puede ser considerado como un punto vulnerable del dispositivo, puesto que se usa para la administración remota a través de un modem o como puerto secundario de consola. Es recomendable deshabilitar este puerto y para este propósito debemos realizar las siguientes configuraciones:

```
GRN-ALL (config) # line aux 0
```

```
GRN-ALL (config-line) # transport input none
```

```
GRN-ALL (config-line) # login local
```

```
GRN-ALL (config-line) # exec-timeout 0 1
```

```
GRN-ALL (config-line) # no exec
```

4 CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- En el Ecuador se están suscitando innovaciones en la tecnología de las instituciones, y aquellas empresas que buscan ser competitivas mejoran sus sistemas de comunicación, entre ellos están las redes de información que pueden proporcionar mejoras significativas, en cuanto a su tiempo de respuesta frente a un mercado demandante.
- Para cumplir con todos los objetivos planteados al inicio de este proyecto de titulación, fue necesaria una alta dedicación y compromiso con la investigación. Este escrito establece una descripción abstracta de los temas y conocimientos adquiridos a lo largo de años de estudio, el dominio de los tópicos mencionados fue fundamental para formular la solución más adecuada asimismo, escoger y emplear las tecnologías y estándares de última generación.
- El sistema de cableado estructurado en las sedes de la provincia de Cotopaxi deberá ser actualizado de acuerdo a la solución propuesta en este trabajo de titulación. Y finalmente en las sedes de Quito y Guayaquil deberán ser rediseñadas, manteniendo únicamente la red física para albergar el diseño propuesto.
- La actualización del sistema de cableado estructurado a categoría 6A, al igual que sus equipos de ruteo, logrará mejorar la comunicación de las sedes durante muchos años y constituye una solución con visión a futuro.
- El enlace WAN a través del ISP estaba siendo subutilizado, al no contar con calidad de servicio y telefonía IP, lo que representa un gasto para la empresa. La utilización de este canal se puede mejorar centralizando las

distintas aplicaciones en la matriz y usando políticas de QoS para garantizar los recursos de la red a las aplicaciones más críticas.

- La implementación de QoS marca un antes y un después en una red de información, debido a que se pueden aprovechar al máximo los recursos de la misma, optimizando la transmisión de información, al gestionar el ancho de banda de los enlaces y reduciendo de manera significativa la pérdida de paquetes.
- En una red que no posee QoS todas las aplicaciones se encuentran en una lucha constante, en una competencia por ancho de banda, es por eso que, identificar correctamente las aplicaciones críticas para el negocio que generan flujos de tráfico por la red y su demanda de recursos en la misma, es crucial para poder brindar una calidad de servicio, ya que a la hora de realizar los cálculos para la asignación de ancho de banda, se convierte en el pilar del análisis, que a su vez garantizará un óptimo funcionamiento de todo tipo de aplicación.
- Los valores de calidad de servicio y ancho de banda que se obtuvieron en este proyecto, son una guía para la configuración de la calidad de servicio de la empresa, puesto que en el momento de la implementación y pruebas de la red se deben realizar afinamientos para que esta funcione de la mejor manera.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda que se implemente de forma inmediata el diseño aquí propuesto, el mismo que contempla una solución con telefonía IP. Ya que la empresa actualmente paga por cada llamada entre sus propias sedes lo que genera un gasto operativo y pérdidas para la empresa. Asimismo se recomienda la implementación de la calidad de servicio, la misma que al contar con servicios diferenciados, métodos para el

manejo y evasión de congestión, logrará incrementar el desempeño de la red de información, lo que se traduce en un incremento en la eficiencia de operaciones de la empresa.

- En las sedes de Latacunga se recomienda mantener un estándar en la marca del vendedor de los componentes del cableado estructurado, ya que esto ampliará la garantía de sus componentes. Adicionalmente es fundamental tener presente los estándares para los enlaces de cobre, tomando en consideración la distancia y los factores que pueden afectar su desempeño, asimismo acondicionar las áreas de los cuartos de comunicaciones de manera que brinden las garantías necesarias para un óptimo funcionamiento. Se sugiere el correcto etiquetado de los puntos de red, ya que una fácil identificación de los puntos en el subsistema horizontal, facilitará la administración y solución de inconvenientes que se puedan presentar.
- Se recomienda la incorporación de personal capacitado en el área de redes, a fin de tener un equipo dedicado a garantizar el buen funcionamiento de la misma. Adicionalmente para el administrador de la red, sería prudente mantener trabajos periódicos de evaluación y mantenimiento preventivo. Igualmente, mantener una documentación descriptiva actualizada en conjunto con una bitácora de los trabajos realizados en infraestructura. Finalmente realizar labores de innovación y campañas informativas a fin de mantener al personal de la empresa al tanto de los avances tecnológicos implementados en la institución y las políticas de seguridad aplicadas para evitar cualquier intento de violación a las mismas.
- Como paso preliminar a la implementación de calidad de servicio, se recomienda realizar una evaluación en la red, distinguiendo las aplicaciones críticas para poder establecer las prioridades adecuadas, tasa y horas pico de tráfico en la red, a fin de poder identificar los

recursos que se asignarán a los servicios diferenciados y asimismo las técnicas y métodos para la evasión de congestión. Finalmente evaluar el impacto de la implementación de firewall en los *switches*, debido a que puede interferir con el óptimo funcionamiento de QoS.

- Se recomienda mantener siempre actualizadas las versiones de los sistemas operativos en los equipos, al igual que las políticas de seguridad para impedir desperfectos en el funcionamiento y desempeño de la red.
- Se recomienda tomar en cuenta la vida útil de los equipos de *routing* que no han sido reemplazados, ya que la posibilidad de que se presenten errores aumenta debido al desgaste físico.
- Es recomendable, verificar que los sistemas operativos de los equipos de red que van a ser adquiridos soporten la implementación de calidad de servicio que en se describe en este documento, para evitar posibles complicaciones al momento de realizar las configuraciones.
- Al momento de realizar el análisis para la asignación de ancho de banda para cada una de las clases, es importante utilizar las gráficas que se obtuvieron en el análisis previo de la red, para asignar estos valores con un criterio más sólido.
- Al momento de realizar las capturas de tráfico de la red, es importante conocer las fechas de mayor ocupación, con un análisis previo realizado con la ayuda de los administradores de la red. Además es recomendable realizar las capturas de tráfico por un tiempo extendido, para contar así con datos más confiables que serán utilizados en lo cálculos de uso del ancho de banda.

REFERENCIAS

- Andreu, J. (2011). *Voz IP: Servicios en red*. Madrid, España: Editex S.A.
- Banco Central del Ecuador. (2015). *Tasas de Interés*. Recuperado el 01 de enero de 2015 de: <http://contenido.bce.fin.ec/docs.php?path=/documentos/Estadisticas/SectorMonFin/TasasInteres/Indice.htm>
- Cisco Networking. (s.f.). *Implementing Quality of Service Policies with DSCP*. Recuperado el 01 de enero de 2015 de: <http://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/quality-of-service-qos/qos-packet-marking/10103-dscpvalues.html>
- Cisco Networking. (s.f.). *Enterprise Medianet Quality of Service Design 4.0 – Overview*. Recuperado el 01 de enero de 2015 de: http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/solutions/Enterprise/WAN_and_MAN/QoS_SRND_40/QoSIntro_40.html
- Cisco Networking. (s.f.). *Medianet WAN/VPN QoS Design At-a-Glance*. Recuperado el 01 de enero de 2015 de: <http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/solutions/Enterprise/Video/qoswanvpnaag.html>
- DAX Associates (2000). *Gigabit Networks: A Gigabit Ethernet Study*. Boston, MA 02134, Estados Unidos de América: DAX Associates.
- Dean, T. (2013). *Network: Guide to Networks*. Boston, MA 02210, Estados Unidos de América: Course Technology.
- Donahue, A. (2011). *Network Warrior*. Sebastopol, CA 95472, Estados Unidos de América: O'Reilly Media Inc.
- Don Diego. (s.f.). *Alimentos Don Diego*. Recuperado el 01 de enero de 2015 de: http://www.dondiego.com.ec/web_2/
- Dordogne, J. (2013). *Redes informáticas: Nociones fundamentales*. Barcelona, España: Editions ENI.
- Franco, D., Perea, J. y Puello, P. (2012). *Methodology for Detecting Vulnerabilities in Data Networks*. Cartagena, Colombia: Gimatica.

- Graziani, R. (2013). *IPv6 Fundamentals: A Straightforward Approach to Understanding IPv6*. Indianapolis, IN 46240, Estados Unidos de América: Cisco Systems Inc.
- H3C Technologies Co. (s.f.). *QoS Introduction*. Recuperado el 01 de enero de 2015 de:
http://www.h3c.com/portal/Products___Solutions/Technology/QoS/Technology_Introduction/200701/195599_57_0.htm
- Jack, T., (2004). *CCNP: Building Cisco MultiLayer Switched Networks Study Guide*. Alameda, CA 94501, Estados Unidos de América: Sybex.
- Juniper Network Inc. (s.f.). *RED Drop Profiles Overview*. Recuperado de 01 de enero de 2015 de:
http://www.juniper.net/documentation/en_US/junos14.1/topics/concept/red-drop-profile-overview-cos-config-guide.html
- McAfee Inc. (s.f.). McAfee for Business. Recuperado el 01 de enero de 2015 de:
<http://www.mcafee.com/es/products/endpoint-protection-suite.aspx#vt=vtab-Overview>
- MetroLogic Instruments Inc. (s.f.). *Estándares Inalámbricos*. Recuperado el 01 de enero de 2015 de:
http://www.metrologicmexico.com/contenido1/informacion_tecnica/estandares_inalambricos.php
- McCabe, J. (2007). *Network Analysis, Architecture, and Design*. Estados Unidos de América: Morgan Kaufmann.
- Puerto, G., Ortega, B., Capmany, J., Cardona, K. y Suárez, C. (2008). *Data Networking Evolution: Toward All-Optical Communications Platform*. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Purser, M. (1993). *Redes de Telecomunicaciones y Ordenadores*. Madrid, España: Días de Santos.
- Romero, M., Barbancho, J., Benjumea J., Roperó, J., Sánchez, G. y Sivianes, F. (2010). *Redes Locales: Sistemas microinformáticos y redes*. Madrid, España: Ediciones Paraninfo SA.

- Solomon, M., Kim, D. y Carrell, J. (2015). *Fundamentals of Communications and Networking*. Burlington, MA 01803, Estados Unidos de América: Jones & Bartlett Learning
- Vinod, J. y Srinivas, M. (2014). *Network Convergence: Ethernet Applications and Next Generation Packet Transport Architectures*. Waltham, MA 02451, Estados Unidos de América: Elsevier Inc.
- VLSM (CIDR) Subnet Calculator. (s.f). *VLSM (CIDR) Subnet Calculator*. Recuperado del 01 de enero de 2015 de <http://vlsm-calc.net/>
- Voipforo. (s.f.). *QoS QualityOf sevice VoIP*. Recuperado el 01 de enero de 2015 de: http://www.voipforo.com/QoS/QoS_AnchoBanda.php
- Wallace, K. (2004). *Cisco IP Telephony Flash Cards: Weighted Random Early Detection (WRED)*. Estados Unidos de América: Cisco Press

ANEXOS

ANEXO 1

Análisis económico

Introducción

En la presente sección se detallarán los costos aproximados para llevar a cabo este proyecto, para lo cual se ha dividido en dos partes: red pasiva y red activa, las mismas que serán estudiadas por separado.

Adicionalmente se presenta un breve análisis de la relación costo-beneficio obteniendo la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN) que juntos constituyen una justificación financiera del proyecto al determinar la viabilidad del mismo.

Precio referencial⁹

A continuación se realizará un desglose de los costos referenciales que demandaría la implementación del proyecto:

Red Pasiva

Tomando en consideración que, únicamente se contempla este tipo de solución en dos de las cuatro sedes, se llevará a cabo un desglose de costos por elementos y costos de certificación para las sedes: Fábrica de procesamiento y granja porcina.

Desglose de costes de cableado estructurado

El coste de los elementos mencionados a continuación fue investigado a través del portal oficial de Panduit y sus distribuidores autorizados para la región occidental del planeta (Europa-Occidental y América).

⁹PRECIO REFERENCIAL(Sin. "Precio de Cuenta"): Hipótesis de precio; precio que puede ser, o podría haber sido. Debe basarse en estimaciones reales.

Tabla 111: Costos referenciales de la red pasiva

Cableado estructurado				
#	Descripción	U	C/U[\$]	Subtotal[\$]
1	Face Plate doble	46	2.24	103.04
2	Face Plate Simple	32	2.03	64.96
3	Patch Cord 6A 7ft	56	17.73	992.88
4	Patch Cord 6A 3ft	23	14.47	332.81
5	Patch Cord 6A 1ft	104	13.05	1357.2
6	Jacks 6A	116	15.03	1743.48
7	Caja Sobrepuesta	101	5.73	578.73
8	Cajetín	15	0.46	6.9
9	Canaleta Plástica	97	3.05	295.85
10	Rollo cable UTP cat. 6A CRM	19	475.99	9043.81
11	Escalerilla Metálica	55	11.29	620.95
12	Carrilera Race Way	122	15.2	1854.4
13	Carrilera Esquinera <i>inside Corner fitting</i>	22	18.89	415.58
Cuarto de Comunicaciones				
14	Rack MDF/SDF 32UR	1	340.45	340.45
15	Rack SDF 24UR	1	286	286
16	Rack MDF/SDF 18UR	1	219	219
17	Patch panel Modular de voz 12P	2	50.47	100.94
18	Patch Panel Modular Core 12 P	4	50.47	201.88
19	Patch Panel Modular Core 24 P	2	46.08	92.16
20	Patch Panel Modular Distribución 24 P	2	46.08	92.16
21	Jacks cat 6A	22	28.16	619.52
22	Blanks	74	1.09	80.66
23	Patch Panel Sólido cat 6A ACC 48 P	4	633.03	2532.12
24	Patch panel de voz 24P	2	319.32	638.64
25	Organizador 1UR 6 P	2	29.68	59.36
26	Organizador 1UR 24 P	4	29.68	118.72
27	Organizador 2UR 48 P	3	71	213
			Total	23005.2

Red Activa

Equipos de routing

A continuación se presenta una cotización los equipos de utilizados para la conectividad. Se encuentran listados los equipos para las sedes de Latacunga: Sede Fábrica de procesamiento y granja porcina.

Tabla 112: Costos referenciales de equipos de routing

Uso	Marca	Serie	Descripción	C/U [\$]	U	Subtotal [\$]
Switch Acceso	Cisco	WS-C2960S-48TS-S	48P, Capa 2	1,430.00	3	4,290.00
Switch <u>Distribución</u>	Cisco	WS-C3560X-24T-S	24P, capa 3	1,625.00	4	6,500.00
Switch Core	Cisco	WS-C3750G-24T-S	24P	6,600.00	2	13,200.00
Router	Cisco	CISCO3925E/K9		6,480.00	1	6,480.00
Router	Cisco	CISCO1921/K9	-	37	1	37.00
Total						30,507.00

Access Points

A continuación se presenta una cotización de los equipos AP, utilizados para en las sedes de Latacunga: Sede Fábrica de procesamiento y granja porcina.

Tabla 113: Costos referenciales de access points

Uso	Marca	Serie	Descripción	C/U [\$]	U	Subtotal [\$]
Acceso inalámbrico	Cisco	AIR-OEAP602I-A-K9	802.11a/g/n OfficeExtend AP	215.99	5	1,079.95
Total						1,079.95

Telefonía IP

A continuación se presenta una cotización de los elementos necesarios para la implementación de la Telefonía IP: central telefónica y teléfonos IP, los mismos que serán utilizados en la todas las sedes.

Tabla 114: Costos referenciales de la central telefónica

Uso	Marca	Serie	C/U [\$]	U	Subtotal [\$]
Granja porcina, UIO, GYE	Panasonic	KX-TDA100DBX	349.99	3	1,049.97
Total					1,049.97

Tabla 115: Costos referenciales de los teléfonos IP

Uso	Marca	Serie	C/U [\$]	U	Subtotal [\$]
Administrativo Fábrica, granja	Cisco	SPA 502G	64.99	16	1,039.84
Granja	Cisco	SPA 502G	64.99	7	454.93
Quito	Cisco	SPA 502G	64.99	57	3,704.43
Guayaquil	Cisco	SPA 502G	64.99	13	844.87
Planta Fábrica	Cisco	CP-6901-CL-K9	48.76	20	975.20
Total					7,019.27

Video Vigilancia

A continuación se presenta una cotización de los equipos necesarios para la implementación de video vigilancia en las sedes de Latacunga.

Tabla 116: Costos referenciales de los NVR

Uso	Marca	Modelo	Des.	C/U [\$]	U	Subtotal [\$]
VideoVigilancia Fábrica	HikVision	DS-9632NI-ST	32 ch.	1,325.76	1	1,325.76
VideoVigilancia Granja	HikVision	DS-7616NI- SE/P	16 ch.	441.99	1	441.99
Total						1,767.75

Tabla 117: Costos referenciales de cámaras IP

Uso	Marca	Modelo	Des.	C/U [\$]	U	Subtotal [\$]
Planta de procesamiento y granja	HikVision	DS-2CD2032-I	Estática	84.96	23	1,954.08
Planta de procesamiento	HikVision	DS-2CD2332-I	360°	93.00	7	651.00
				Total		2,605.08

Costo total de la implementación del proyecto

A continuación se presenta un aproximado al costo total del proyecto detallado en función de los valores antes analizados y detallados:

Tabla 118: Resumen de costos referenciales

Total del Proyecto		
#	Descripción	Valor[\$]
1	Cableado estructurado	23005.20
2	Equipos de routing	30507.00
3	Access Points	7079.95
4	Central Telefónica	1049.97
5	Teléfonos IP	7019.27
6	NVR	1767.75
7	Cámaras IP	2605.08
Total		73034.22

Costos adicionales

Dentro del análisis necesario para determinar los costos totales del proyecto se determina que es fundamental mencionar los costos operativos, costos de mantenimiento y costos de administración de la red. Por lo expuesto, a continuación se detallan los recursos que realizarán esta tarea:

Tabla 119: Costos adicionales

Recursos				
#	Descripción	U	Costo Mensual[\$]	Costo Anual[\$]
1	Ing. De redes	2	1200.00	28800.00
2	Energía eléctrica	4	1000.00	48000.00
			Total	76800.00

Cabe recalcar que únicamente se están contemplando dos ingenieros de redes adicionales ya que actualmente la empresa cuenta con un jefe del departamento de sistemas, el mismo que está encargado de dirigir y coordinar el equipo de tecnología.

En la tabla 119 podemos apreciar un desglose de los costos operativos, dichos costos están constituidos por: Energía eléctrica, 1000.00 USD mensuales y la incorporación de dos colaboradores a la empresa capacitados en el área de redes, los mismos que serán los encargados de brindar el mantenimiento necesario y conjuntamente con el jefe de sistemas administrar los recursos de la red. La inversión de la empresa al incorporar estos nuevos empleados tendrá un valor aproximado de 2400.00 USD mensuales. Dando un total de 3400.00 USD mensuales por costos: operativos, de administración y mantenimiento de la red que finalmente se traducen en 76800.00 USD anuales.

Ingresos por ahorro de gastos

La implementación de una red con infraestructura multiservicios que cuenta con QoS representa un impacto directo en la productividad de la empresa, puesto que se disminuyen los tiempos de respuesta, cuentan con información

actualizada y la interactividad en tiempo real de los recursos involucrados aceleran los procesos establecidos en el Core de negocio. Por lo expuesto podemos concluir que se manifestara una disminución en tiempos de respuesta y tiempos muertos¹⁰ ejemplo:

Como lo se había mencionado con anterioridad: la empresa no cuenta con la conexión entre las cuatro sedes. Por este motivo no comparten información unificada a tiempo real, lo que provoca que todos los días sea necesario llevar la réplica de las bases de datos de una sede a otra dentro del proceso “Valija”.

En la actualidad Elaborados Cárnicos S.A. no cuenta con telefonía IP entre sus cuatro sedes, lo mismo que representa costos a la hora de comunicarse de una sede a otra y por este motivo la implementación de VoIP implica un ahorro de 1350,00 dólares mensuales aproximadamente, el cual constituye otro justificativo relevante para este proyecto de titulación.

Tiempo de respuesta y Tiempos muertos

En función de las reuniones establecidas con el personal operativo y administrativo como parte del levantamiento de información, se estima que con una red apropiada de comunicación los usuarios pueden ahorrar promedio de una a dos horas a la semana, valor que: multiplicado por cincuenta y dos semanas, el valor de cada hora de trabajo y por el número total de empleados (Excluyendo los empleados cuyas labores no dependen directamente de la red de información) nos da como resultado el ahorro que percibiría la empresa anualmente.

De acuerdo a la información recaudada, se estima que el salario promedio en la empresa Elaborados Cárnicos S.A. es de 1702.83 USD. Lo cual representa 10.64 cada hora de trabajo por cada usuario; entonces el ahorro durante el primer año sería el siguiente:

¹⁰Tiempos muertos: Es el tiempo en el que no se está realizando un trabajo útil. Esto supone un coste y una ineficacia del proceso productivo. Diccionario de producción, diseño del proceso productivo

$$\frac{\text{horas}}{\text{semana}} \times \frac{\text{semanas}}{\text{año}} \times \text{valorUSD} \times \text{Nusuarios} \quad (\text{Ecuación 53})$$

$$1 \times 52 \times 10.64 \times 120 = 66393.60\text{USD} \quad (\text{Ecuación 54})$$

Finalmente el valor calculado para los futuros tres años sería el siguiente:

$$\frac{\text{horas}}{\text{semana}} \times \frac{\text{semanas}}{\text{año}} \times \text{valorUSD} \times (2)\text{Nusuarios} \quad (\text{Ecuación 55})$$

$$1 \times 52 \times 10.64 \times 240 = 132787.20\text{USD} \quad (\text{Ecuación 56})$$

Tabla 120: Ahorro promedio por tiempo de respuesta y tiempos muertos

Ahorro promedio	
Año	Ahorro[\$]
1	66,393.60
2	132,787.20
3	132,787.20
Total	331,968.00

Comunicación entre sedes

La empresa actualmente gasta en comunicación telefónica un aproximado de 4500 dólares de los cuales el 30% podrían significar un ahorro ya que se trata de enlaces entre sedes.

Tabla 121: ahorro promedio en la comunicación entre sedes

Ahorro promedio			
Costo Telefónico [\$]	% Entre sedes	Ahorro Mensual [\$]	Ahorro Anual [\$]
4,500.00	30	1,350.00	16,200.00
Total			16,200.00

A continuación una descripción del ahorro a un periodo de tres años:

Tabla 122: Ahorro promedio

Ahorro promedio	
Año	Ahorro[\$]
1	16,200.00
2	16,200.00
3	16,200.00
Total	\$ 48,600.00

Ingreso Total por ahorro

A continuación la sumatoria de los ingresos:

Tabla 123: Ingresos totales por ahorro

#	Tiempos muertos	Comunicación[\$]	Suma[\$]
1	66,393.60	16,200.00	82,593.60
2	132,787.20	16,200.00	148,987.20
3	132,787.20	16,200.00	148,987.20
		Total	\$ 380,568.00

Ingresos y Egresos

Tabla 124: Ingresos y egresos

Año	Egresos[\$]	Ingresos[\$]
1	180341.22	82593.60
2	76800.00	148987.20
3	76800.00	148987.20

Viabilidad del proyecto

Para llevar a cabo un proyecto es necesario realizar un análisis en cuanto a la viabilidad del mismo ya que de esta manera podremos saber si la obtener valores que podrán ser representados como la rentabilidad de dicho proyecto. Para poder obtener las cifras determinantes de este proyecto emplearemos los indicadores más comunes como son: el VAN, TIR y la Relación Costo-Beneficio.

Valor actual neto

El VAN por su acrónimo en español constituye una herramienta ampliamente utilizada para evaluar y valorizar las inversiones, realizando una diferenciación entre los cobros y pagos futuros producto de una inversión y finalmente poder estipular la equivalencia de los flujos de dinero en un tiempo cero y a futuro que atrae el proyecto.

Para poder calcular el VAN lo hacemos mediante la siguiente fórmula:

$$\text{VAN} = \sum_{t=1}^t \left[\frac{\text{FC}}{(1+i)^t} \right] - \text{Io} \quad (\text{Ecuación 57})$$

FC	Flujo de Caja
i	Tasa de rentabilidad
t	Tiempo
Io	Inversión inicial

El resultado otorgado por la formula puede ser analizado de la siguiente forma:

Tabla 125: Resultados del VAN

Resultados del VAN	
VAN > 0	Proyecto es aceptado
VAN < 0	Proyecto indiferente
VAN = 0	Proyecto es rechazado

La tasa de rentabilidad es obtenida de acuerdo con la tabla de tasas activa (Banco Central del Ecuador, s.f.) referencial del Banco Central del Ecuador donde se establece que la tasa de interés activa referencial efectiva es igual a 8.45%, de manera aplicada a nuestro proyecto obtenemos la siguiente fórmula:

FC	75187.20
i	0.0845
t	3
Io	-107109.22

$$VAN = \sum_{t=1}^3 \left[\frac{75187.20}{(1+0.0845)^t} \right] - (-97747.62) \quad (\text{Ecuación 58})$$

$$VAN = 45,116.02 \quad (\text{Ecuación 59})$$

De acuerdo a lo expuesto con anterioridad un VAN igual a 78462.78 es mayor a cero, lo que implica que el proyecto es rentable y es aceptado. Adicionalmente podemos concluir que el proyecto genera ingresos por sobre el capital invertido a partir del segundo año. Como lo podremos apreciar a continuación:

Tabla 126: Flujo de caja

Año	Egresos [\$]	Ingresos [\$]	UtilidadNeta[\$]
1	180,341.22	82,593.60	(97,747.62)
2	76,800.00	148,987.20	72,187.20
3	76,800.00	148,987.20	72,187.20

Tasa Interna de Retorno

Por su acrónimo TIR, conforma una herramienta que refleja la tasa máxima aceptable para pagar por el financiamiento de un proyecto.

Para Calcular el TIR en necesario emplear la siguiente fórmula:

$$0 = \sum_{t=1}^t \left[\frac{FC}{(1+TIR)^t} \right] - I_0 \quad (\text{Ecuación 60})$$

FC	Flujo de Caja
t	Tiempo
Io	Inversión inicial

Entonces:

$$0 = \sum_{t=1}^5 \left[\frac{75187.20}{(1+\text{TIR})^t} \right] - 97747.62 \quad (\text{Ecuación 61})$$

$$\text{TIR} = 30.46\% \quad (\text{Ecuación 62})$$

El valor obtenido refleja que la tasa interna de retorno es mayor que la tasa fijada por el Banco Central del Ecuador, lo que implica que el proyecto es altamente rentable.

Relación Costo/Beneficio

Constituye una herramienta para la medición del grado de desarrollo y bienestar producto de la implementación de un proyecto en una empresa. Para realizar su cálculo se deben considerar la sumatoria de todos los ingresos y egresos fruto del proyecto, donde al obtener un resultado mayor a uno representa que el proyecto es rentable.

Para calcular los costos es necesario conocer su valor presente el mismo que está dado por la siguiente ecuación:

$$\text{VP} = \frac{\text{VF}}{(1+i)^t} \quad (\text{Ecuación 63})$$

VF	Valor Futuro
VP	Valor Presente
I	Tasa de interés
T	Tiempo

Tabla 127: Relación costo beneficio

Año	Egresos [\$]	Egreso Valor Presente [\$]	Ingresos[\$]	Ingreso Valor Presente [\$]
1	180341.22	166289.74	82593.60	76158.23
2	76800.00	65298.33	148987.20	126674.69
3	76800.00	60210.54	148987.20	116804.69
Total		291798.62		319637.61

$\frac{B}{C}$

(Ecuación 64)

$$\frac{319,637.61}{291,798.62}$$

(Ecuación 65)

$$\frac{B}{C} = 1.09$$

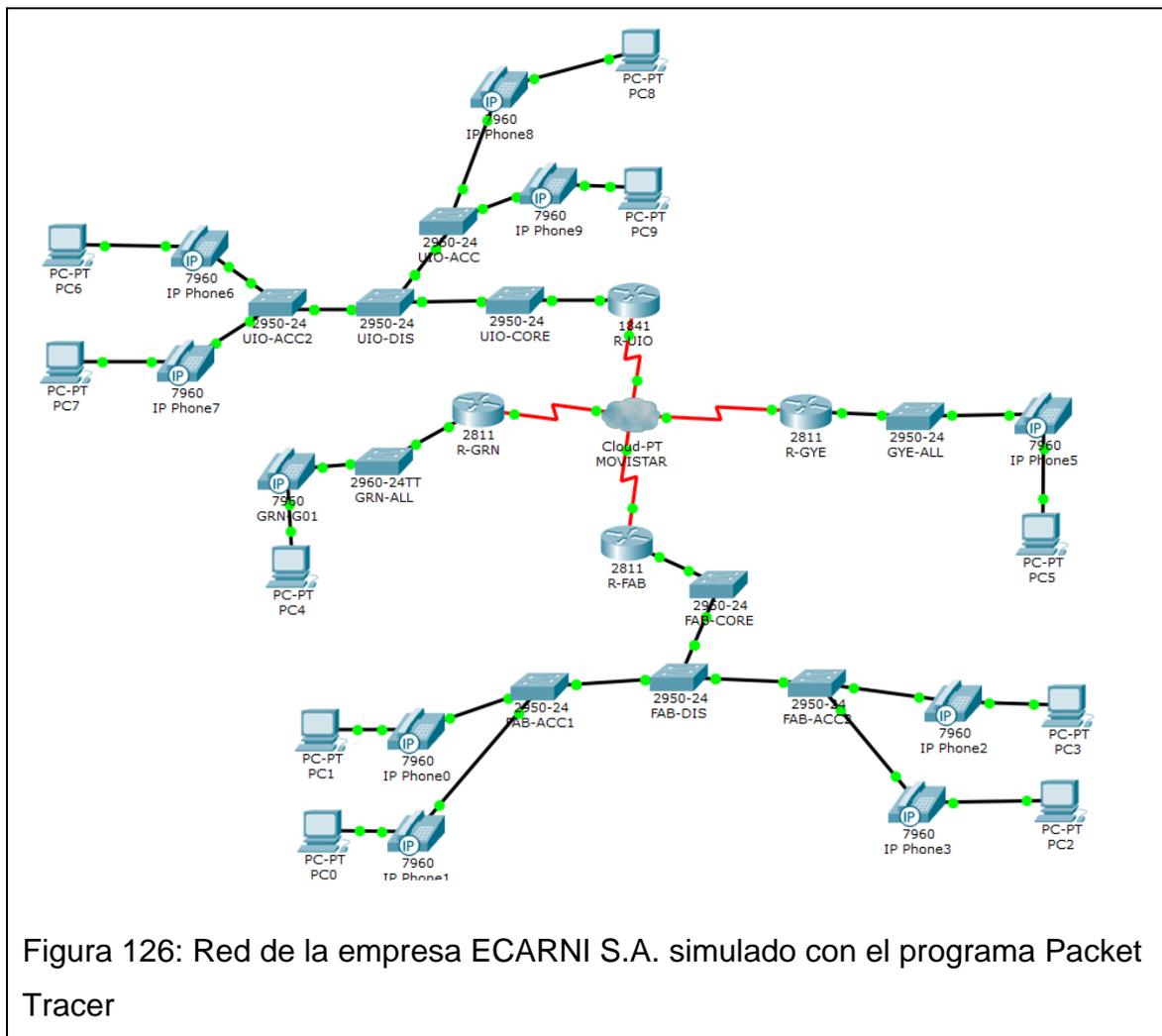
(Ecuación 66)

El resultado obtenido es mayor a uno, lo que implica que el proyecto es factible.

ANEXO 2

Modelo de red

En el presente anexo hemos considerado la creación básica de un modelo de red bajo las condiciones de nuestro proyecto de titulación. En dicho modelo se realizará la implementación del diseño que contemplamos en el capítulo 3.



Configuración de los equipos de conmutación

A continuación, se muestra el ejemplo de las configuraciones de un nodo, que se deben realizar en los router y switches de la red que se propone para este proyecto de titulación, en este se va a tomar en cuenta tanto configuraciones básicas como configuraciones especializadas para la seguridad y calidad de

servicio de la red. Será necesario replicar el presente ejemplo en los demás nodos de la red, siendo estos: Quito, Guayaquil y Fábrica.

Configuración de los switches

Configuración del nombre del host

```
router>enable  
router # configure terminal  
router (config) # Hostname GRN-ALL
```

Configuración de contraseña de acceso a modo privilegios

```
GRN-ALL # conf term  
GRN-ALL (config) # enable secret cisco
```

Configuración de acceso a consola

```
GRN-ALL # conf term  
GRN-ALL (config) # line con 0  
GRN-ALL (config-line) # password cisco  
GRN-ALL (config-line) # login
```

Configuración de contraseña de terminal virtual (acceso telnet)

```
GRN-ALL #conf term  
GRN-ALL (config) # line vty 0 15  
GRN-ALL (config-line) password cisco  
GRN-ALL (config-line) login
```

Creación de VLANs

```
GRN-ALL # conf term  
GRN-ALL (config) # VLAN 2  
GRN-ALL (config-vlan) # NAME SERVIDORES  
GRN-ALL (config-vlan) # VLAN 3  
GRN-ALL (config-vlan) # NAME VIOP
```

GRN-ALL(config-vlan) # VLAN 4
GRN-ALL (config-vlan) # NAME VIGILANCIAIP
GRN-ALL (config-vlan) # VLAN 5
GRN-ALL (config-vlan) # NAME IMPRESORAS
GRN-ALL (config-vlan) # VLAN 6
GRN-ALL (config-vlan) # NAME VENTAS
GRN-ALL (config-vlan) # VLAN 7
GRN-ALL (config-vlan) # NAME CONTABILIDAD
GRN-ALL (config-vlan) # VLAN 8
GRN-ALL (config-vlan) # NAME ADMINISTRATIVA
GRN-ALL (config-vlan) # VLAN 9
GRN-ALL (config-vlan) # NAME GERENTES
GRN-ALL (config-vlan) # VLAN 10
GRN-ALL (config-vlan) # NAME SISTEMAS
GRN-ALL (config-vlan) # VLAN 11
GRN-ALL (config-vlan) # NAME USUARIOS

Asignación de puertos a las VLANs

GRN-ALL (config) # INTerface range F0/3-4
GRN-ALL (config-if-range) # SWitchport MOde Access
GRN-ALL (config-if-range) # SWitchport Access Vlan 2
GRN-ALL (config-if-range) # no shut
GRN-ALL (config-if-range) # INTerface range F0/5-6
GRN-ALL (config-if-range) # SWitchport MOde Access
GRN-ALL (config-if-range) # SWitchport Access Vlan 5
GRN-ALL (config-if-range) # no shut
GRN-ALL (config-if-range) # INTerface range F0/7-8
GRN-ALL (config-if-range) # SWitchport MOde Access
GRN-ALL (config-if-range) # SWitchport Access Vlan 6
GRN-ALL (config-if-range) # no shut
GRN-ALL (config-if-range) # INTerface range F0/9-10
GRN-ALL (config-if-range) # SWitchport MOde Access

GRN-ALL (config-if-range) # SWitchport Access Vlan 7
GRN-ALL (config-if-range) # no shut
GRN-ALL (config-if-range) # INTerface range F0/11-12
GRN-ALL (config-if-range) # SWitchport MOde Access
GRN-ALL (config-if-range) # SWitchport Access Vlan 8
GRN-ALL (config-if-range) # no shut
GRN-ALL (config-if-range) # INTerface range F0/13-14
GRN-ALL (config-if-range) # SWitchport MOde Access
GRN-ALL (config-if-range) # SWitchport Access Vlan 9
GRN-ALL (config-if-range) # no shut
GRN-ALL (config-if-range) # INTerface range F0/15-16
GRN-ALL (config-if-range) # SWitchport MOde Access
GRN-ALL (config-if-range) # SWitchport Access Vlan 10
GRN-ALL (config-if-range) # no shut
GRN-ALL (config-if-range) # INTerface range F0/17-21
GRN-ALL (config-if-range) # SWitchport MOde Access
GRN-ALL (config-if-range) # SWitchport Access Vlan 11
GRN-ALL (config-if-range) # no shut
GRN-ALL (config-if-range) # INTerface range F0/22-24
GRN-ALL (config-if-range) # SWitchport MOde Access
GRN-ALL (config-if-range) # SWitchport Access Vlan 4
GRN-ALL (config-if-range) # no shut

```

GRN-ALL#show vlan

VLAN Name                Status      Ports
-----
1    default                active     Fa0/2, Gig0/1, Gig0/2
2    SERVIDORES             active     Fa0/3, Fa0/4
3    VIOP                    active
4    VIGILANCIAIP           active     Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24
5    IMPRESORAS             active     Fa0/5, Fa0/6
6    VENTAS                  active     Fa0/7, Fa0/8
7    CONTABILIDAD           active     Fa0/9, Fa0/10
8    ADMINISTRATIVA         active     Fa0/11, Fa0/12
9    GERENTES               active     Fa0/13, Fa0/14
10   SISTEMAS                active     Fa0/15, Fa0/16
11   USUARIOS                active     Fa0/17, Fa0/18, Fa0/19, Fa0/20
                                   Fa0/21
1002 fddi-default          act/unsup
1003 token-ring-default   act/unsup
1004 fddinet-default       act/unsup
1005 trnet-default         act/unsup

```

Figura 127: Comando show vlan en el switch GRN-ALL

Asignación de la VLAN de voz a los puertos

```

GRN-ALL (config) # INTERface range F0/7-8
GRN-ALL (config-if-range) # SWitchport Voice Vlan 3
GRN-ALL (config-if-range) # exit
GRN-ALL (config) # INTERface range F0/9-10
GRN-ALL (config-if-range) # SWitchport Voice Vlan 3
GRN-ALL (config-if-range) # exit
GRN-ALL (config) # INTERface range F0/11-12
GRN-ALL (config-if-range) # SWitchport Voice Vlan 3
GRN-ALL (config-if-range) # exit
GRN-ALL (config) # INTERface range F0/13-14
GRN-ALL (config-if-range) # SWitchport Voice Vlan 3
GRN-ALL (config-if-range) # exit
GRN-ALL (config) # INTERface range F0/15-16
GRN-ALL (config-if-range) # SWitchport Voice Vlan 3
GRN-ALL (config-if-range)#exit
GRN-ALL (config)#INTERface range F0/17-21
GRN-ALL (config-if-range) # SWitchport Voice Vlan 3
GRN-ALL (config-if-range) # exit

```

```

GRN-ALL#show interfaces fastEthernet 0/7 switchport
Name: Fa0/7
Switchport: Enabled
Administrative Mode: static access
Operational Mode: down
Administrative Trunking Encapsulation: dot1q
Operational Trunking Encapsulation: native
Negotiation of Trunking: Off
Access Mode VLAN: 6 (VENTAS)
Trunking Native Mode VLAN: 1 (default)
Voice VLAN: 3
Administrative private-vlan host-association: none
Administrative private-vlan mapping: none
Administrative private-vlan trunk native VLAN: none
Administrative private-vlan trunk encapsulation: dot1q
Administrative private-vlan trunk normal VLANs: none
Administrative private-vlan trunk private VLANs: none
Operational private-vlan: none
Trunking VLANs Enabled: ALL
Pruning VLANs Enabled: 2-1001
Capture Mode Disabled
Capture VLANs Allowed: ALL
Protected: false
Appliance trust: none

```

Figura 128: Comando show interfaces fastEthernet 0/7 switchport en el switch GRN-ALL

Configuración de los puertos troncales

```

GRN-ALL (config) # interface fastEthernet 0/1
GRN-ALL (config-if) # switchport mode trunk
GRN-ALL (config-if) # exit

```

Configuración de las VLANs permitidas en el puerto trunk

```

GRN-ALL (config) # interface fast Ethernet 0/1
GRN-ALL (config-if) # switchport trunk allowed vlan 1-11
GRN-ALL (config-if) # exit

```

Configuración de la VLAN nativa del puerto trunk

```

GRN-ALL (config) # interface fast Ethernet 0/1
GRN-ALL (config-if) # switchport trunk native vlan 1
GRN-ALL (config-if) # no shutdown
GRN-ALL (config-if) # exit

```

```
GRN-ALL#show interfaces fastEthernet 0/1 switchport
Name: Fa0/1
Switchport: Enabled
Administrative Mode: trunk
Operational Mode: trunk
Administrative Trunking Encapsulation: dot1q
Operational Trunking Encapsulation: dot1q
Negotiation of Trunking: On
Access Mode VLAN: 1 (default)
Trunking Native Mode VLAN: 1 (default)
Voice VLAN: none
Administrative private-vlan host-association: none
Administrative private-vlan mapping: none
Administrative private-vlan trunk native VLAN: none
Administrative private-vlan trunk encapsulation: dot1q
Administrative private-vlan trunk normal VLANs: none
Administrative private-vlan trunk private VLANs: none
Operational private-vlan: none
Trunking VLANs Enabled: ALL
Pruning VLANs Enabled: 2-1001
Capture Mode Disabled
Capture VLANs Allowed: ALL
Protected: false
Appliance trust: none
```

Figura 129: Comando show interfaces fast Ethernet 0/1 switchport en el switch GRN-ALL

Habilitar QoS en todo el equipo

```
GRN-ALL (config) # mls qos
```

Configuración de port trust (QoS)

```
GRN-ALL (config) # interface range fastEthernet 0/1-24
```

```
GRN-ALL (config-if-range) # mls qos trust dscp
```

```
GRN-ALL (config-if-range) # exit
```

```
GRN-ALL#show mls qos interface fastEthernet 0/1
FastEthernet0/1
trust state: trust dscp
trusted mode: trust dscp
trust enabled flag: ena
COS override: dis
default COS: 0
DSCP Mutation Map: Default DSCP Mutation Map
Trust device: none
qos mode: port-based
```

Figura 130: Comando show mls qos interface fastEthernet 0/1 en el switch GRN-ALL

Configuración de los router

Configuración del encapsulamiento dot1Q

```
R-GRN (config) # interface fAst Ethernet 0/1.2
R-GRN (config-subif) # Encapsulation DOt1Q 2
R-GRN (config-subif) # ip add 192.168.3.97 255.255.255.252
R-GRN (config-subif) # no shutdown
R-GRN (config-subif) # exit
R-GRN (config) # interface fAst Ethernet 0/1.3
R-GRN (config-subif) # Encapsulation DOt1Q 3
R-GRN (config-subif) # ip add 192.168.3.1 255.255.255.192
R-GRN (config-subif) # no shutdown
R-GRN (config-subif) # exit
R-GRN (config) # interface fAst Ethernet 0/1.4
R-GRN (config-subif) # Encapsulation DOt1Q 4
R-GRN (config-subif) # ip add 192.168.3.65 255.255.255.240
R-GRN (config-subif) # no shutdown
R-GRN (config-subif) # exit
R-GRN (config) # interface fAst Ethernet 0/1.5
R-GRN (config-subif) # Encapsulation DOt1Q 5
R-GRN (config-subif) # ip add 192.168.3.93 255.255.255.252
R-GRN (config-subif) # no shutdown
```

```
R-GRN (config-subif) # exit
R-GRN (config) # interface fAst Ethernet 0/1.8
R-GRN (config-subif) # Encapsulation DOt1Q 8
R-GRN (config-subif) # ipadd 192.168.3.81 255.255.255.248
R-GRN (config-subif) # no shutdown
R-GRN (config-subif) # exit
R-GRN (config) # interface fAst Ethernet 0/1.9
R-GRN (config-subif) # Encapsulation DOt1Q 9
R-GRN (config-subif) # ip add 192.168.3.89 255.255.255.252
R-GRN (config-subif) # no shutdown
R-GRN (config-subif) # exit
R-GRN (config) # interface fAst Ethernet 0/1.10
R-GRN (config-subif) # Encapsulation DOt1Q 10
R-GRN (config-subif) # ip add 192.168.3.101 255.255.255.252
R-GRN (config-subif) # no shutdown
R-GRN (config-subif) # exit
```

Listas de acceso aplicadas en el router de la sede matriz

```
R-UIO (config) # ip access-list extended VOIP
R-UIO (config-ext-nacl) # permit udp any any range 16384 32767
R-UIO (config-ext-nacl) # exit
R-UIO (config) # ip access-list extended VIDEO_V
R-UIO (config-ext-nacl) # permit tcp any any eq 37777
R-UIO (config-ext-nacl) # exit
R-UIO (config) # ip access-list extended APLICACIONES
R-UIO (config-ext-nacl) # permit tcp any host 192.168.1.194 eq 82
R-UIO (config-ext-nacl) # permit tcp any host 192.168.1.193 eq 445
R-UIO (config-ext-nacl) # permit tcp any host 192.168.1.195 eq 161
R-UIO (config-ext-nacl) # exit
R-UIO (config) # ip access-list extended BASES
R-UIO (config-ext-nacl) # permit tcp any host 192.168.1.196
R-UIO (config-ext-nacl) # exit
```

```
R-UIO (config) # ip access-list extended CORREO
R-UIO (config-ext-nacl) # permit tcp any host 192.168.1.196 eq 3128
R-UIO (config-ext-nacl)#exit
```

```
R-UIO#show access-lists
Extended IP access list VOIP
  10 permit udp any any range 16384 32767
Extended IP access list VIDEO_V
  10 permit tcp any any eq 37777
Extended IP access list APLICACIONES
  10 permit tcp any host 192.168.1.194 eq 82
  20 permit tcp any host 192.168.1.193 eq 445
  30 permit tcp any host 192.168.1.195 eq snmp
Extended IP access list BASES
  10 permit tcp any host 192.168.1.196
Extended IP access list CORREO
  10 permit tcp any host 192.168.1.196 eq 3128
```

Figura 131: Comando show access-list en router UIO

Creación de clases para agrupación y clasificación de los paquetes de acuerdo a las listas de acceso.

```
R-UIO (config) # class-map match-all VOIP
R-UIO (config-cmap) # match access-group name VOIP
R-UIO (config-cmap) # exit
R-UIO (config) # class-map match-all VIDEO_V
R-UIO (config-cmap) # match access-group name VIDEO_V
R-UIO (config-cmap) # exit
R-UIO (config) # class-map match-all APLICACIONES
R-UIO (config-cmap) # match access-group name APLICACIONES
R-UIO (config-cmap) # exit
R-UIO (config) # class-map match-all BASES
R-UIO (config-cmap) # match access-group name BASES
R-UIO (config-cmap) # exit
R-UIO (config) # class-map match-all CORREO_P
R-UIO (config-cmap) # match access-group name CORREO
R-UIO (config-cmap) # exit
```

```
R-UIO#show class-map
Class Map match-any class-default (id 0)
  Match any
Class Map match-all VOIP (id 1)
  Match access-group name VOIP
Class Map match-all VIDEO_V (id 2)
  Match access-group name VIDEO_V
Class Map match-all APICACIONES (id 3)
  Match access-group name APLICACIONES
Class Map match-all BASES (id 4)
  Match access-group name BASES
Class Map match-all CORREO_P (id 5)
  Match access-group name CORREO
```

Figura 132: Comando show class-map en el router R-UIO

Creación de políticas de calidad de servicio

```
R-UIO (config) # policy-map QOS-POLITICS
R-UIO (config-pmap) # class VOIP
R-UIO (config-pmap-c) # set ip dscp ef
R-UIO (config-pmap-c) # priority percent 5
R-UIO (config-pmap-c) # exit
R-UIO (config-pmap) # class VIDEO_V
R-UIO (config-pmap-c) # set ip dscp af41
R-UIO (config-pmap-c) # priority percent 22
R-UIO (config-pmap-c) # exit
R-UIO (config-pmap) # class APICACIONES
R-UIO (config-pmap-c) # set ip dscp af31
R-UIO (config-pmap-c) # priority percent 9
R-UIO (config-pmap-c) # exit
R-UIO (config-pmap) # class BASES
R-UIO (config-pmap-c) # set ip dscp cs3
R-UIO (config-pmap-c) # priority percent 1
R-UIO (config-pmap-c) # exit
R-UIO (config-pmap) # class CORREO_P
R-UIO (config-pmap-c) # set ip dscp cs1
```

R-UIO (config-pmap-c) # priority percent 15

R-UIO (config-pmap-c) # exit

```
R-UIO#show policy-map QOS-POLITICS
Policy Map QOS-POLITICS
Class VOIP
  Strict Priority
  Bandwidth 5 (%)
  set ip dscp ef
Class APICACIONES
  Strict Priority
  Bandwidth 9 (%)
  set ip dscp af31
Class BASES
  Strict Priority
  Bandwidth 1 (%)
  set ip dscp cs3
Class CORREO_P
  Strict Priority
  Bandwidth 15 (%)
  set ip dscp cs1
Class VIDEO_V
  Strict Priority
  Bandwidth 22 (%)
  set ip dscp af41
```

Figura 133: Comando show policy-map en el router R-UIO

Aplicar políticas a las interfaces

R-UIOb (config) # interface serial 0/1/0

R-UIO (config-if) # service-policy output QOS-POLITICS

R-UIO(config-if) # exit

Guardar toda la configuración realizada en los equipos

R-UIO # copy running-config startup-config

ANEXO 3

DEFINICIONES Y NOMENCLATURA

ATM: Modo de transferencia (Asynchronous Transfer Mode) sincrónica es una tecnología de telecomunicaciones.

Backbone: Principal conexión troncal a Internet

Bit: Dígito binario (Binary digit), es la unidad básica de medida de información que se usa en computación y sistemas digitales.

Byte: Unidad de los sistemas de comunicación digitales que consiste en 8 bits.

EAP: Extensible Authentication Protocol, framework de autenticación que comúnmente es usado en las redes WLAN punto a punto.

FDDI: Fiber Distributed Data Interface, estándar para transmisión de datos para redes de área local.

Frame Relay: Estándar para las redes de área extendida que utiliza la tecnología de conmutación de paquetes.

Hardware: Dispositivos físicos de la red, placa madre de un computador

HTTP: Protocolo de transferencia de hipertexto (Hypertext Transfer Protocol), protocolo de la capa de aplicación que es la base para las comunicaciones de datos en el World Wide Web (WWW).

HTTPS: Protocolo de transferencia de hipertexto seguro (Hypertext Transfer Protocol Secure), protocolo de capa de aplicación basado en HTTP que fue diseñado para la transferencia segura de los datos.

ICMP: Protocolo de mensajes de control de Internet (Internet Control Mesege Protocol), protocolo usado por dispositivos de la red para enviar mensajes de error.

IEEE: Instituto de ingeniería eléctrica y electrónica (Institute of Electrical and Electronics Engineers), asociación que se dedica a la estandarización en áreas técnicas.

IP: Protocolo de Internet (Internet Protocol), es el protocolo principal en la capa de internet que tiene como tarea el entregar los paquetes de la fuente al destino.

IPv4: Protocolo de Internet versión 4 (Internet Protocol Version 4)

IPv6: Protocolo de Internet versión 6 (Internet Protocol Version 6)

IPx: Intercambio de paquetes interred (Internetwork Packet Exchange), protocolo que se utiliza en redes de comunicaciones para el transporte de datagramas de un nodo a otro.

ISP: Proveedor de servicios de internet (Internet Service Provider), empresa que brinda servicios para el acceso, uso y participación en el internet.

ITU: Unión internacional de telecomunicaciones (International Telecommunication Union), organismo especializado de las Naciones Unidas para las tecnologías de la información y la comunicación.

LAN: Red de área local (Local Area Network), es una red de computadores interconectados con un área pequeña y limitada.

Loopback: Interfaz de red virtual que mayoritariamente utiliza una dirección 127.0.0.1 en IPv4 y ::1 en IPv6.

MAC: Identificador único asignado a las interfaces físicas de una red.

NAT: Conversión de direcciones de red (Network Address Translation), método para la modificación de direcciones de red con el propósito de intercambiar paquetes entre redes con direcciones incompatibles.

PAT: Port Address Translation, característica de NAT que traduce las conexiones TCP en UDP.

PBX: Ramal privado de conmutación automática (Private Branch Exchange), central telefónica que mediante el uso de líneas troncales se conecta a la red de telefonía pública.

PSTN: Red telefónica conmutada (Public Switched Telephone Network), el conjunto de medios de transmisión y conmutación que mediante un circuito físico enlazan dos equipos terminales.

QoS: Calidad de servicio (Quality of Service), capacidad de una red para dar prioridad al tráfico de una aplicación dependiendo de su importancia.

SIP: Protocolo de inicio de sesiones (Session Initiation Protocol), usado para controlar las sesiones de comunicación multimedia como voz y video sobre IP.

SLA: Acuerdo de nivel de servicio (Service Level Agreement), acuerdo de calidad de servicio entre un cliente y su proveedor.

Software: Soporte lógico de un sistema informático.

SMTP: Protocolo para la transferencia simple de correo electrónico (Simple Mail Transfer Protocol), protocolo que se utiliza para el intercambio de correo electrónico.

TCP: Protocolo de control de transmisión (Transmission Control Protocol)

UDP: Protocolo de datagramas de usuario (User Protocol Datagram), protocolo basado en el intercambio de datagramas.

VoIP: Voz sobre protocolo de Internet (Voic over Internet Protocol)

WAN: Red de área extendida (Wide Area Network), red que interconecta varias redes LAN mediante el uso de dispositivos especializados.