

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA**

FACULTAD DE INGENIERÍAS

SEDE QUITO-CAMPUS SUR

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

MENCIÓN TELEMÁTICA

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA RED DE BORDE EMPRESARIAL
DEL CENTRO DE TRANSFERENCIA Y DESARROLLO
TECNOLÓGICO DE LA ESCUELA POLITÉCNICA DEL
EJERCITO (CTT ESPE – CECAI) UTILIZANDO METODOLOGÍA
TOP – DOWN DE CISCO PARA INTERCONECTAR LAS SEDES
DE CUENCA, PORTOVIEJO Y QUITO.**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO DE
SISTEMAS**

**ALTAMIRANO PICHUCHO HUMBERTO FERNANDO
PICHUCHO VILLA ADRIANA GABRIELA**

DIRECTOR ING. JOSÉ LUIS AGUAYO

Quito, marzo de 2011

DECLARACIÓN

Nosotros, **Altamirano Pichucho Humberto Fernando y Pichucho Villa Adriana Gabriela**, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

Adriana Gabriela Pichucho Villa

Humberto Fernando Altamirano Pichucho

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por **Altamirano Pichucho Humberto Fernando y Pichucho Villa Adriana Gabriela** bajo mi dirección.

Ing. José Luis Aguayo
Director de Tesis UPS

DEDICATORIA

Ante todo agradecemos a Dios por guiar nuestras vidas y la de nuestras familias, a nuestros padres por darnos la fuerza que nos ha llevado a concluir esta carrera, al Ing. Luis Aguayo por sus sabios consejos, a nuestros profesores de la UPS por sus enseñanzas, a todo el personal del CTT ESPE-CECAI por su desinteresada colaboración y a todas aquellas personas que hicieron posible la consecución de este proyecto.

Humberto Fernando Altamirano Pichucho.

Adriana Gabriela Pichucho Villa

CONTENIDO

DECLARACIÓN	II
CERTIFICACIÓN.....	III
DEDICATORIA.....	IV
RESUMEN.....	XII
PRESENTACIÓN.....	XIV
CAPÍTULO 1.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 ANTECEDENTES.....	1
1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO	1
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	2
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1.4 JUSTIFICACIÓN	2
1.5 ALCANCE.....	3
1.6 PROYECTOS DEL CTT ESPE – CECAI	4
1.6.1 PROYECTO CECAI	4
1.6.2 PROYECTO CISCO	5
1.6.3 PROYECTO LINUX	5
1.6.4 PROYECTO CONSULTORÍA Y ASESORÍA	5
1.7 ESTRUCTURA ORGÁNICA JERÁRQUICA DEL CTT ESPE – CECAI.....	6
1.8 ESTRUCTURA ACTUAL DE RED DE LOS CAMPUS DE CTT ESPE – CECAI	7
1.8.1 CAMPUS QUITO – SANGOLQUÍ.....	7
1.8.1.1 UBICACIÓN	7
1.8.1.2 SITUACIÓN ACTUAL.....	7
1.8.1.2.1 CABLEADO HORIZONTAL DE LA RED.....	9
1.8.1.2.2 DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA LÓGICA	10
1.8.1.2.3 INTEGRACIÓN CON SERVICIOS EXTERNOS.....	10
1.8.1.2.4 SERVICIOS DEL DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO.....	11
1.8.1.2.5 SERVICIOS DE LOS LABORATORIOS CISCO	12
1.8.2 CAMPUS QUITO – EL INCA.....	12
1.8.2.1 UBICACIÓN	12
1.8.2.2 SITUACIÓN ACTUAL.....	12
1.8.2.3 CABLEADO HORIZONTAL DE LA RED.....	14
1.8.2.3.1 DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA LÓGICA	14
1.8.2.3.2 INTEGRACIÓN CON SERVICIOS EXTERNOS.....	14
1.8.2.3.3 SERVICIOS	15
1.8.3 CAMPUS CUENCA.....	15
1.8.3.1 UBICACIÓN	15
1.8.3.2 SITUACIÓN ACTUAL.....	15
1.8.3.2.1 CABLEADO HORIZONTAL DE LA RED.....	16
1.8.3.2.2 DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA LÓGICA	17
1.8.3.2.3 INTEGRACIÓN CON SERVICIOS EXTERNOS.....	17
1.8.3.2.4 SERVICIOS	17
1.8.4 CAMPUS PORTOVIEJO.....	18
1.8.4.1 UBICACIÓN	18
1.8.4.2 SITUACIÓN ACTUAL.....	18
1.8.4.2.1 CABLEADO HORIZONTAL DE LA RED.....	19
1.8.4.2.2 DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA LÓGICA	19
1.8.4.2.3 INTEGRACIÓN CON SERVICIOS EXTERNOS.....	19
1.8.4.2.4 SERVICIOS	19
1.9 METAS DEL NEGOCIO Y METAS TÉCNICAS.....	20
1.10 ANÁLISIS DEL TRÁFICO DE LA RED ACTUAL.....	21

1.10.1	APLICACIONES DE RED.....	21
1.10.2	COMUNIDADES DE USUARIOS.....	22
1.10.3	FUENTE DE DATOS (SERVIDORES).....	23
1.10.4	FLUJO DE TRÁFICO	24
CAPÍTULO 2.....		27
MARCO TEÓRICO		27
2.1	INTRODUCCIÓN	27
2.2	METODOLOGÍA DE DISEÑO DE REDES TOP DOWN	27
2.3	REQUERIMIENTOS DE UN DISEÑO DE REDES	27
2.3.1	DISEÑO DE RED ESTRUCTURADO.....	28
2.3.2	CICLO DE VIDA DEL DESARROLLO DE SISTEMAS.....	28
2.3.3	PLAN, DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN, OPERACIÓN, OPTIMIZACIÓN (PDIOO) DE LA RED.....	30
2.3.4	METAS DE NEGOCIO.....	31
2.3.4.1	PRIORIDADES DEL NEGOCIO.....	32
2.3.4.2	ALCANCE DEL PROYECTO	32
2.3.4.3	APLICACIONES DE RED.....	33
2.3.4.4	RESTRICCIONES DEL NEGOCIO	33
2.3.5	REUNIÓN CON EL CLIENTE.....	34
2.4	METAS TÉCNICAS.....	34
2.4.1	ESCALABILIDAD	34
2.4.2	REDUNDANCIA	35
2.4.3	RENDIMIENTO	35
2.4.3.1	DEFINICIONES PARA RENDIMIENTO DE LA RED	35
2.4.4	SEGURIDAD.....	37
2.4.5	FACILIDAD DE ADMINISTRACIÓN.....	37
2.4.6	FACILIDAD DE USO	38
2.4.7	FACILIDAD PARA ADAPTARSE	38
2.4.8	AJUSTE AL PRESUPUESTO.....	39
2.5	CARACTERIZAR LA RED EXISTENTE.....	39
2.5.1	INFRAESTRUCTURA DE RED.....	40
2.5.1.1	DESARROLLO DE MAPAS DE LA RED.....	40
2.5.2	ARQUITECTURA LÓGICA (TOPOLOGÍA).....	40
2.5.2.1	DIRECCIONAMIENTO DE RED Y ASIGNACIÓN DE NOMBRES (DNS).....	40
2.5.3	CABLEADO Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN.....	41
2.5.4	RESTRICCIONES DE ARQUITECTURA Y AMBIENTE.....	41
2.6	CARACTERIZACIÓN DEL TRÁFICO DE LA RED EXISTENTE.....	42
2.6.1	ANÁLISIS DEL FLUJO DE TRÁFICO	42
2.6.1.1	HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS DEL FLUJO DE TRÁFICO.....	43
2.6.1.2	FUENTES DE TRÁFICO Y ALMACENAMIENTO.....	43
2.6.1.2.1	COMUNIDADES DE USUARIOS	43
2.6.1.2.2	MEDIOS DE ALMACENAMIENTO DE DATOS Y SERVIDORES DE DATOS.....	43
2.6.1.3	DOCUMENTACIÓN DE FLUJO DE TRÁFICO.....	44
2.6.2	VOLUMEN DE TRÁFICO.....	44
2.6.2.1	CÁLCULO DEL VOLUMEN DE TRÁFICO.....	44
2.6.3	COMPORTAMIENTO DE TRÁFICO PARA DIVERSOS PROTOCOLOS	45
2.6.4	COMPORTAMIENTO DEL TRÁFICO DE LA RED EXISTENTE.....	45
2.6.4.1	EFICIENCIA DE LA RED.....	45
2.6.4.2	REQUERIMIENTOS DE CALIDAD DE SERVICIO (QOS).....	46
2.7	DISEÑO DE REDES JERÁRQUICAS.....	46
2.7.1	CAPA DE NÚCLEO (CORE).....	47
2.7.2	CAPA DE DISTRIBUCIÓN.....	48
2.7.3	CAPA DE ACCESO.....	49
2.8	DISEÑO MODULAR.....	49
2.8.1	MODELO EMPRESARIAL DE RED COMPUESTA(ECNM).....	50
2.8.1.1	ARQUITECTURA DE CAMPUS EMPRESARIAL	50
2.8.1.2	ARQUITECTURA DE BORDE EMPRESARIAL	51
2.8.1.3	ÁREA DEL PROVEEDOR DEL SERVICIO	52

2.8.1.4	ARQUITECTURA SUCURSAL DE LA EMPRESA	52
2.8.1.5	ARQUITECTURA DE CENTRO DE DATOS DE LA EMPRESA	52
2.8.1.6	ARQUITECTURA DE TRABAJADORES A DISTANCIA DE LA EMPRESA	52
2.9	TECNOLOGÍAS WAN	53
2.9.1	<i>TERMINOLOGÍA DE LA CAPA FÍSICA DE LA WAN</i>	53
2.9.2	<i>OPCIONES DE CONEXIÓN WAN</i>	55
2.9.2.1	OPCIONES DE CONEXIÓN DE WAN PRIVADAS	55
2.9.2.1.1	<i>ENLACES DE COMUNICACIÓN DEDICADOS</i>	55
2.9.2.1.2	<i>ENLACES DE COMUNICACIÓN CONMUTADOS</i>	55
2.9.2.2	OPCIONES DE CONEXIÓN WAN PÚBLICAS	58
2.9.2.2.1	<i>SERVICIOS DE BANDA ANCHA</i>	58
2.9.2.2.2	<i>TECNOLOGÍA VPN</i>	59
2.9.2.2.2.2	<i>TIPOS DE ACCESO VPN</i>	60
2.10	COMUNICACIONES IP	60
2.10.1	<i>ESTÁNDAR H.323</i>	61
2.10.1.1	COMPONENTES DEFINIDOS EN H.323	61
2.10.1.1.1	<i>TERMINALES</i>	62
2.10.1.1.2	<i>GATEWAY</i>	63
2.10.1.1.3	<i>GATEKEEPER</i>	63
2.10.1.1.4	<i>MCU (MULTIPOINT CONTROL UNITS)</i>	63
2.10.2	<i>SIP (PROTOCOLO DE INICIO DE SESIÓN)</i>	64
2.10.2.1	COMPONENTES DEL PROTOCOLO SIP	64
2.10.2.2	ESQUEMA DE COMUNICACIÓN DEL PROTOCOLO SIP	65
2.10.3	<i>TELEFONÍA IP</i>	65
2.10.3.1	PARÁMETROS A SER CONSIDERADOS EN TELEFONÍA IP	66
2.10.3.1.1	<i>CÓDECS</i>	66
2.10.3.1.2	<i>RETARDO O LATENCIA</i>	66
2.10.3.1.3	<i>JITTER</i>	67
2.10.3.1.4	<i>ECO</i>	67
2.10.3.1.5	<i>PÉRDIDA DE PAQUETES</i>	67
2.10.4	<i>VIDEOCONFERENCIA</i>	68
2.10.4.1	TIPOS DE VIDEOCONFERENCIA	68
2.10.4.1.1	<i>SISTEMAS DE VIDEOCONFERENCIA DEDICADOS</i>	69
2.10.4.1.2	<i>SISTEMAS DE ESCRITORIO</i>	69
CAPÍTULO 3		70
DISEÑO DE LA RED DE BORDE DEL CTT – ESPE CECAI		70
3.1	INTRODUCCIÓN	70
3.2	DISEÑO DE LA INTERCONEXIÓN DE LOS CAMPUS	70
3.2.1	<i>DIMENSIONAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE LOS ENLACES</i>	70
3.2.2	<i>TRAFICO DE DATOS</i>	70
3.2.2.1	TRÁFICO POR APLICACIONES	71
3.2.2.2	ACCESO A INTERNET Y CORREO ELECTRÓNICO	73
3.2.2.3	CÁLCULO DE LA CAPACIDAD TOTAL PARA SOPORTE DE TRANSMISIÓN DE DATOS POR CAMPUS	74
3.2.3	<i>TRÁFICO DE VOZ</i>	74
3.2.3.1	TRÁFICO TELEFÓNICO ACTUAL	75
3.2.3.2	CÓDEC A UTILIZAR	76
3.2.3.3	CÁLCULO DEL TRÁFICO DE VOZ	76
3.2.3.4	ASIGNACIÓN DE TELÉFONOS IP	79
3.2.4	TRÁFICO DE VIDEO CONFERENCIA	79
3.2.4.1	ASIGNACIÓN DE VIDEO CONFERENCIA	80
3.2.5	ANCHO DE BANDA REQUERIDO PARA LOS ENLACES	81
3.3	DISEÑO WAN	81
3.3.1	ANÁLISIS DEL CARRIER	82
3.4	<i>ESTUDIO TÉCNICO DE EQUIPOS PARA LA RED DEL CTT ESPE – CECAI</i>	83
3.4.1	<i>EQUIPOS PARA OPTIMIZAR LA RED LAN CAMPUS SANGOLQUÍ</i>	83
3.4.2	<i>EQUIPOS PARA LA RED WAN</i>	84
3.4.3	<i>EQUIPOS PARA TELEFONÍA IP</i>	84

3.4.4	<i>EQUIPOS PARA VIDEOCONFERENCIA</i>	87
3.5	DISEÑO PROPUESTO	89
CAPÍTULO 4.....		90
SIMULACIÓN DE REDES		90
4.1	INTRODUCCIÓN	90
4.2	SIMULADOR OPNET MODELER	90
4.3	DESCRIPCIÓN DE OBJETIVOS DE SIMULACIÓN.....	90
4.4	<i>CREACIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN ACTUAL</i>	91
4.5	<i>SIMULACION DE TRAFICO ACTUAL</i>	95
4.5.1	<i>CREACIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN PROPUESTO</i>	98
4.6	ANÁLISIS DE DATOS	104
CAPÍTULO 5.....		105
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO – ECONÓMICO.....		105
5.1	INTRODUCCIÓN	105
5.2	COSTOS PARA LA NUEVA RED	105
5.2.1	<i>RED LAN</i>	105
5.2.1.1	<i>COSTOS DE LOS EQUIPOS PARA LA RED LAN</i>	105
5.2.2	<i>RED WAN</i>	106
5.2.2.1	<i>COSTOS DE EQUIPOS WAN</i>	106
5.2.2.2	<i>COSTOS DE LOS ENLACES DE COMUNICACIÓN</i>	107
5.2.3	<i>RED TELEFÓNICA</i>	107
5.2.3.1	<i>COSTOS DE EQUIPOS DE TELEFONÍA</i>	107
5.2.4	<i>VIDEOCONFERENCIA</i>	107
5.2.4.1	<i>COSTO DE VIDEOCONFERENCIA</i>	108
5.3	ADQUISICIÓN DE ACTIVOS TANGIBLES (FIJOS).....	108
5.4	GASTOS DEL PROYECTO.....	109
5.4.1	<i>GASTOS DE IMPLEMENTACIÓN</i>	109
5.4.2	<i>GASTOS IMPREVISTOS</i>	109
5.4.3	<i>MONTO INVERSIÓN DEL PROYECTO</i>	109
5.5	EGRESOS PARA EL PROYECTO	110
5.5.1	<i>SERVICIOS BÁSICOS</i>	110
5.5.2	<i>PAGO ARRIENDOS</i>	111
5.5.3	<i>COSTOS DE MANTENIMIENTO</i>	111
5.5.4	<i>SUELDOS INSTRUCTORES</i>	112
5.5.5	<i>SUELDOS PERSONAL ADMINISTRATIVO</i>	112
5.5.6	<i>GASTOS MATERIALES Y SUMINISTROS DE OFICINA</i>	113
5.5.7	<i>GASTOS PUBLICIDAD</i>	113
5.5.8	<i>GASTOS VARIOS</i>	114
5.5.9	<i>GASTOS DEPRECIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE RED, TELEFONÍA Y VIDEOCONFERENCIA</i>	114
5.5.10	<i>GASTOS DE AMORTIZACIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN DE REDES</i>	116
5.6	INGRESOS.....	116
5.7	FLUJO DE CAJA.....	117
5.7.1	<i>FLUJO DE CAJA PROYECTADO</i>	118
5.8	VALOR ACTUAL NETO (VAN).....	119
5.8.1	<i>MÉTODO DE CÁLCULO DEL VAN</i>	119
5.8.2	<i>APLICACIÓN DEL VAN AL PROYECTO</i>	120
5.8.2.1	<i>DETERMINACIÓN DEL TMAR</i>	120
5.8.2.2	<i>RESULTADOS DEL VAN PARA EL PROYECTO</i>	121
5.9	PERIODO RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN (PRI).....	121
5.9.1	<i>APLICACIÓN DEL TIEMPO DE REPAGO AL PROYECTO</i>	121
5.9.2	<i>TIEMPO DE REPAGO</i>	122
5.10	TASA INTERNA DE RETORNO (TIR).....	122
5.10.1	<i>CÁLCULO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO</i>	122
5.10.1.1	<i>MÉTODO DE ENSAYO Y ERROR</i>	122
5.11	ANÁLISIS BENEFICIO /COSTO	123

5.11.1	BENEFICIO/ COSTO	124
CAPÍTULO 6		125
6.1	CONCLUSIONES	125
6.2	RECOMENDACIONES	126
BIBLIOGRAFÍA:		127
GLOSARIO DE TÉRMINOS		130
ANEXOS		138
ANEXO A: CARACTERÍSTICAS DEL ROUTER 2911		138
ANEXO B: CARACTERÍSTICAS DEL ROUTER 2901		139
ANEXO C: EQUIPOS PARA TELEFONÍA IP		140
ANEXO D: SOFTWARE DE SIMULACION OPNET		141
TIPOS DE SIMULACIÓN		141
SIMULADOR OPNET MODELER		142
FUNCIONAMIENTO OPNET MODELER		143
PROCESOS DE LA SIMULACIÓN		143
ANEXO E: DETALLE DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS CISCO		144
ANEXO F: PAGO DE SERVICIOS BÁSICOS		145
ANEXO G: COSTOS DE MANTENIMIENTO		146
ANEXO H: SUELDO DE INSTRUCTORES		147
ANEXO I: SUELDOS PERSONAL ADMINISTRATIVO		148
ANEXO J: DETALLE DE CURSOS DEL CTT		150

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1: COMUNIDAD DE USUARIOS Y APLICACIONES DE RED	23
TABLA 1.2: FUENTE DE DATOS	24
TABLA 1.3: PROMEDIO DE CAPTURA DE TRAFICO	26
TABLA 3.1: TRÁFICO ESTIMADO POR APLICACIONES DE LAS DIFERENTES SEDES DEL CTT	72
TABLA 3.2: USUARIOS POR CAMPUS QUE TENDRÁN ACCESO A INTERNET	73
TABLA 3.3 USUARIOS POR CAMPUS QUE TENDRÁN ACCESO A INTERNET	74
TABLA 3.4: CAPACIDAD TOTAL PARA SOPORTE DE TRANSMISIÓN DE DATOS POR CAMPUS	74
TABLA 3.5: FLUJO DE LLAMAS DIARIAS ENTRE EL CENTRO MATRIZ SANGOLQUÍ Y LOS DEMÁS CAMPUS	75
TABLA 3.6: NÚMERO TOTAL DE FLUJO DE LLAMADAS POR CAMPUS.	75
TABLA 3.7: DESCRIPCIÓN DEL CÓDEC DE TELEFONÍA	76
TABLA 3.8: TOTAL DE CAPACIDAD DE VOZ UTILIZANDO EL CÓDEC G.729	79
TABLA 3.9: ASIGNACIÓN DE TELÉFONOS IP PARA EL CTT ESPE – CECAI	79
TABLA 3.10: ANCHO DE BANDA PARA VIDEOCONFERENCIAS VÍA IP	80
TABLA 3.11: ASIGNACIÓN DE TELÉFONOS IP PARA EL CTT ESPE – CECAI	81
TABLA 3.12: ANCHO DE BANDA REQUERIDO PARA LOS ENLACES	81
TABLA 3.13: TIPO DE TECNOLOGÍA ENTREGADA POR EL CARRIER	82
TABLA 3.14: DISEÑO DE RED PROPUESTO	89
TABLA 4.1: TRÁFICO ESTIMADO POR APLICACIONES DE LAS DIFERENTES SEDES DEL CTT EN LA ACTUALIDAD	95
TABLA 4.2: TRÁFICO ESTIMADO PARA INTERNET DE LAS DIFERENTES SEDES DEL CTT EN LA ACTUALIDAD	95
TABLA 4.3: TRÁFICO ESTIMADO PARA CORREO ELECTRÓNICO DE LAS DIFERENTES SEDES DEL CTT EN LA ACTUALIDAD	96
TABLA 4.4: TRÁFICO ESTIMADO POR APLICACIONES DE LAS DIFERENTES SEDES DEL CTT	98
TABLA 4.5: TRÁFICO ESTIMADO PARA INTERNET DE LAS DIFERENTES SEDES DEL CTT	98
TABLA 4.6: TRÁFICO ESTIMADO PARA CORREO ELECTRÓNICO DE LAS DIFERENTES SEDES DEL CTT	98
TABLA 5.1: COSTO DE EQUIPOS PARA LA RED LAN	106
TABLA 5.2: COSTO DE EQUIPOS PARA LA RED WAN	106
TABLA 5.3: COSTO DE LOS ENLACES DE COMUNICACIÓN	107
TABLA 5.4: COSTO DE EQUIPO PARA LA TELEFONÍA	107
TABLA 5.5: COSTO DE EQUIPO PARA VIDEO CONFERENCIA	108
TABLA 5.6: TOTAL DE ACTIVOS FIJOS	108
TABLA 5.7: IMPREVISTOS	109
TABLA 5.8: INVERSIÓN TOTAL	110
TABLA 5.9: CONSOLIDADO DE PAGO DE SERVICIOS BÁSICOS DE LAS SEDES DEL CTT – ESPE CECAI	111
TABLA 5.10: CONSOLIDADO DE PAGO DE ARRIENDOS DE LAS SEDES DEL CTT - ESPE CECAI	111
TABLA 5.11: COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTOS DE EQUIPOS	112
TABLA 5.12: COSTO ANUAL POR PAGO DE SUELDOS INSTRUCTORES CTT	112
TABLA 5.13: COSTO ANUAL POR PAGO DE SUELDOS DEL PERSONAL ADMINISTRATIVO DEL CTT	113
TABLA 5.14: COSTO ANUAL POR COMPRA DE SUMINISTROS DE OFICINA	113
TABLA 5.15: COSTO ANUAL POR PUBLICIDAD	114
TABLA 5.16: COSTO ANUAL DE GASTOS VARIOS	114
TABLA 5.17: DEPRECIACIÓN DE EQUIPO PARA RED LAN	115
TABLA 5.18: DEPRECIACIÓN DE EQUIPO PARA RED WAN	115
TABLA 5.19: DEPRECIACIÓN DE EQUIPO PARA RED WAN	115
TABLA 5.20: DEPRECIACIÓN DE EQUIPO PARA VIDEOCONFERENCIA	115
TABLA 5.21: AMORTIZACIÓN GASTOS DE IMPLEMENTACIÓN	116
TABLA 5.22: VALOR ANUAL DE INGRESOS DEL CTT	116
TABLA 5.23: FLUJO DE CAJA	118
TABLA 5.24: VAN PROYECTADO A 5 AÑOS	121
TABLA 5.25: TIEMPO DE REPAGO DEL PROYECTO	122
TABLA 5.26: TIR DEL PROYECTO	123
TABLA 5.27: COSTO/BENEFICIO DEL PROYECTO	124

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1: ESTRUCTURA ORGÁNICA DEL CTT - ESPE CECAI	6
FIGURA 1.2: ESQUEMA DE LA RED LAN DEL CENTRO MATRIZ- ADMINISTRACIÓN CAMPUS ESPE SANGOLQUÍ	8
FIGURA 1.3: ESQUEMA DE LAS REDES LAN AULA 1 Y AULA 2 CAMPUS ESPE SANGOLQUÍ	9
FIGURA 1.4: ESQUEMA DE LA RED LAN DEL CAMPUS EL INCA.....	13
FIGURA 1.5: ESQUEMA DE LA RED LAN DEL CAMPUS CUENCA	16
FIGURA 1.6: ESQUEMA DE LA RED LAN DEL CAMPUS PORTOVIEJO	18
FIGURA 1.7: CAPTURA DE TRÁFICO DEL SERVIDOR DE APLICACIONES DE LA RED LAN SANGOLQUÍ.....	25
FIGURA 1.8: CAPTURA DE TRÁFICO DE LA RED LAN EL INCA	26
FIGURA 2.1: DISEÑO DE RED Y CICLO DE IMPLEMENTACIÓN.....	29
FIGURA 2.2: FASES PDIOO (PLAN, DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN, OPERACIÓN, OPTIMIZACIÓN LA RED) DEL DISEÑO DE REDES	31
FIGURA 2.3: MODELO DE RED JERÁRQUICA	47
FIGURA 2.4: TOPOLOGÍA JERÁRQUICA DE RED	49
FIGURA 2.5: ARQUITECTURA EMPRESARIAL DE RED COMPUESTA.....	50
FIGURA 2.6: TERMINOLOGÍA DE LA CAPA FÍSICA DE LA RED WAN	53
FIGURA 2.7: ARQUITECTURA H.323	61
FIGURA 2.8: ZONA DE CONTROL H.323	62
FIGURA 3.1: CAPACIDAD DE VOZ CAMPUS SANGOLQUÍ	77
FIGURA 3.2: CAPACIDAD DE VOZ CAMPUS EL INCA	77
FIGURA 3.3: CAPACIDAD DE VOZ CAMPUS PORTOVIEJO.....	78
FIGURA 3.4: CAPACIDAD DE VOZ CAMPUS CUENCA.....	78
FIGURA 3.5. ESQUEMA DE TELEFONÍA CON CALLMANAGER	85
FIGURA 3.6: ESQUEMA DE TELEFONÍA CON ELASTIX.....	86
FIGURA 4.1: CONFIGURACIÓN DE OBJETOS DE DEFINICIÓN DE PERFILES	92
FIGURA 4.2: CONFIGURACIÓN DEL OBJETO DE DEFINICIÓN APLICACIÓN	92
FIGURA 4.3: ESTADO DE LA RED ACTUAL DEL CTT-ESPE CECAI	93
FIGURA 4.4: RED ACTUAL DE LA SUCURSAL SANGOLQUI – MATRIZ DEL CTT-ESPE CECAI EN QUITO	93
FIGURA 4.5: RED ACTUAL DE LA SUCURSAL SANGOLQUÍ – MED DEL CTT-ESPE CECAI EN QUITO	94
FIGURA 4.6: RED ACTUAL DE LA SUCURSAL INCA DEL CTT-ESPE CECAI EN QUITO.....	94
FIGURA 4.7: RED ACTUAL DE LA SUCURSAL CUENCA DEL CTT-ESPE CECAI	94
FIGURA 4.8: RED ACTUAL DE LA SUCURSAL PORTOVIEJO DEL CTT-ESPE CECAI	95
FIGURA 4.9: TRAFICO DE RED DE APLICACIONES DE LA RED DEL CTT-ESPE CECAI	96
FIGURA 4.10: TRAFICO DE RED DE INTERNET DE LA RED DEL CTT-ESPE CECAI SIMULADO EN OPNET MODELER.....	97
FIGURA 4.11: TRAFICO DE RED DE CORREO ELECTRÓNICO DE LA RED DEL CTT-ESPE CECAI SIMULADO EN OPNET MODELER	97
FIGURA 4.12: DISEÑO DE RED PROPUESTO PARA EL CTT-ESPE CECAI	99
FIGURA 4.13: DISEÑO DE RED PROPUESTA DE LA SUCURSAL SANGOLQUÍ – MATRIZ	99
FIGURA 4.14: DISEÑO DE RED PROPUESTA DE LA SUCURSAL SANGOLQUI – MED	100
FIGURA 4.15: DISEÑO DE RED PROPUESTA DE LA SUCURSAL INCA DEL CTT-ESPE CECAI EN QUITO	100
FIGURA 4.16: DISEÑO DE RED PROPUESTA DE LA SUCURSAL CUENCA DEL CTT-ESPE CECAI.....	100
FIGURA 4.17: DISEÑO DE RED PROPUESTA DE LA SUCURSAL PORTOVIEJO DEL CTT-ESPE CECAI.....	101
FIGURA 4.18: TRÁFICO DE RED DE APLICACIONES ESTIMADO DE LA RED DEL CTT-ESPE CECAI SIMULADO EN OPNET MODELER	101
FIGURA 4.19: TRAFICO DE RED DE INTERNET ESTIMADO DE LA RED DEL CTT-ESPE CECAI SIMULADO EN OPNET MODELER	102
FIGURA 4.20: TRAFICO DE RED DE CORREO ELECTRÓNICO ESTIMADO DE LA RED DEL CTT-ESPE CECAI SIMULADO EN OPNET MODELER	102
FIGURA 4.21: TRAFICO DE RED DE VIDEO CONFERENCIA ESTIMADO DE LA RED DEL CTT-ESPE CECAI SIMULADO EN OPNET MODELER.....	103
FIGURA 4.22: TRAFICO DE RED DE VOÍP DE LA RED DEL CTT-ESPE CECAI SIMULADO EN OPNET MODELER	103

RESUMEN

El presente Proyecto de Titulación constituye el Análisis y Diseño de la Red de Borde Empresarial del Centro de Transferencia y Desarrollo Tecnológico de la Escuela Politécnica del Ejercito (CTT ESPE – CECAI) utilizando metodología Top – Down de Cisco para interconectar las sedes de Cuenca, Portoviejo y Quito.

Para conseguir este propósito se ha tomado en cuenta la situación actual de la red de comunicaciones, las metas del negocio y las metas técnicas el tráfico generado en cada campus.

El proyecto se ha dividido en seis capítulos:

El Capítulo 1 presenta la situación actual de la infraestructura de red, se realiza la medición del tráfico, en base a las peticiones hacia los servidores, y de los enlaces de internet de todos los campus. Finalmente se identifican los requerimientos actuales y futuros de la empresa.

El Capítulo 2 indica los fundamentos de la Metodología TOP DOWN de Cisco y las redes WAN, los estándares y protocolos utilizados en telefonía IP y video conferencia. La teoría descrita en este capítulo proporcionará el conocimiento para realizar el Diseño de la Red de Borde Empresarial del CTT ESPE – CECAI.

En el Capítulo 3, se realiza el Diseño de la Red de Borde Empresarial tomando en cuenta la metodología analizada en el Capítulo 2 y con la información obtenida en el Capítulo 1. Se calcula las capacidades de los enlaces que deberían tener para establecer la interconexión de los Campus Sangolquí, El Inca, Portoviejo y Cuenca los mismos que deberán soportar la transmisión de voz, datos y video. En este capítulo se establecen los equipos de comunicaciones que se utilizarán en la solución que satisfacen los requerimientos establecidos en el Capítulo 1.

En el Capítulo 4 se desarrolla una simulación de la interconexión de los campus con los datos obtenidos en el Capítulo 3, utilizando el software OPNET que es especializado para realizar simulaciones de red.

En el Capítulo 5 se realiza un análisis de los costos que se deberían realizar para la implementación de la Red de Borde del CTT ESPE – CECAI. En este capítulo se desarrolla el análisis de la viabilidad de proyecto.

Finalmente en el Capítulo 6 se exponen las conclusiones y recomendaciones del presente proyecto.

PRESENTACIÓN

El Centro de Transferencia y Desarrollo Tecnológico CTT ESPE - CECAI fue creado por la Escuela Politécnica del Ejército como una entidad de soporte, capacitación, consultoría, asesoría e investigación en beneficio de los miembros de la comunidad politécnica, los egresados de la institución, de las empresas públicas, privadas y la sociedad en general.

Este Centro de Transferencia actualmente no cuenta con una infraestructura de red que permita la interconexión entre los diferentes campus, solo posee estructuras de redes locales aisladas, lo que hace que los costos de comunicación sean muy altos, por ello surge la necesidad de implementar una red que centralice las aplicaciones actuales y adicione el servicio de telefonía IP. Además al ser el CTT un centro de enseñanza especializado en CISCO y Linux cuenta con la visita frecuente de expertos en dichos temas y desean que los conocimientos impartidos puedan llegar hacia sus diferentes campus sin la necesidad de incurrir en gastos de movilización, por lo que se hace necesario un sistema de video conferencia.

El presente proyecto se ha enfocado en estas necesidades, planteando una solución que permita la interconexión de los campus geográficamente separados e incluya los nuevos servicios que mejorarían las comunicaciones y reducirán costos como la Telefonía IP y el servicio de Videoconferencia que permitirá realizar reuniones permanentes, capacitación continua, etc.

CAPÍTULO 1.

PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

1.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se analizarán las funciones orgánicas del CTT ESPE - CECAI y su impacto en la red, el estado actual de la red, los recursos utilizados, y las aplicaciones empleadas en cada campus. Se analizará también el tráfico generado para la red interna y el tráfico hacia el Internet. Se estudiará las necesidades tecnológicas actuales y los requerimientos futuros de la empresa.

1.2 ANTECEDENTES

La revolución Científico – Tecnológica y la necesidad de evolución de los países en vías de desarrollo hicieron necesaria la creación de un Centro de Transferencia y Desarrollo Tecnológico.

La Escuela Politécnica del Ejército creó el CTT ESPE - CECAI como una entidad de soporte, con autonomía en la gestión y ejecución de Proyectos de Capacitación, Consultoría, Asesoría e Investigación en beneficio de los miembros de la comunidad politécnica, los egresados de la institución, de las empresas públicas, privadas y la sociedad en general.

El Centro de Transferencia y Desarrollo Tecnológico ESPE - CECAI, fue creado en 2003, “con la finalidad de vincular a la ESPE con los sectores productivos y sociales del país mediante soluciones integrales y efectivas, sustentadas en la innovación y la excelencia en la gestión.”¹, y además para “apoyar significativamente al desarrollo del país y ser su mejor Centro de Transferencia Tecnológica con presencia internacional”²

1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO

¹ Misión del Centro Transferencia Tecnológica – ESPE – CECAI.

² Visión del Centro Transferencia Tecnológica – ESPE – CECAI

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Análisis y diseño de la Red de Borde Empresarial del CENTRO DE TRANSFERENCIA Y DESARROLLO TECNOLÓGICO de la ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO (CTT ESPE – CECAI) utilizando metodología TOP – DOWN de Cisco para interconectar las sedes de Cuenca, Portoviejo y Quito.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir el funcionamiento de una red de borde empresarial utilizando metodología TOP – DOWN de Cisco.
- Realizar el levantamiento de arquitectura actual que está operando en las Sedes de Cuenca, Portoviejo y Quito del CTT ESPE – CECAI.
- Diseñar la red de borde empresarial del CTT ESPE – CECAI utilizando metodología TOP DOWN y equipos CISCO.
- Realizar las pruebas respectivas con ayuda de un programa de simulación de redes para el análisis de resultados.
- Realizar el análisis técnico-económico para la posible implementación de la red de borde empresarial en las sedes del CTT ESPE – CECAI.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Se propone diseñar una red de borde para interconectar las sedes geográficamente separadas. Diseñar una red modular y jerárquica de campus que proporcione, escalabilidad y flexibilidad. El borde de la red empresarial contiene todos los elementos de red que permita una comunicación eficaz y segura entre los campus de CTT ESPE – CECAI y sitios remotos, socios comerciales, usuarios móviles, e Internet. La red de borde permite una mejor utilización de los recursos, ayudando a la disminución de costos a largo plazo.

Al tener una estructura de red definida y modularmente organizada, se administra y controla los recursos de red con un mínimo de seguridades.

Con el manejo modular de la red de borde, el crecimiento de las de redes empresariales de CTT ESPE – CECAI no representaría mayor complejidad. Con escalabilidad de la red, que es una propiedad muy deseada dentro de una red, se mejoraría la destreza para operar con un incremento continuo de trabajo y fluidez, además de mantener la calidad en todos los servicios mientras siga creciendo.

Por lo tanto, analizar y diseñar la Red de Borde Empresarial del CENTRO DE TRANSFERENCIA Y DESARROLLO TECNOLÓGICO de la ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO (CTT ESPE – CECAI) utilizando metodología TOP – DOWN de Cisco para interconectar las sedes de Cuenca, Portoviejo y Quito, permitirá la disponibilidad de toda la información manejada en los campus, facilitando así un mejor uso de la misma para optimizar la gestión informática, financiera y de operaciones; logrando además una administración tecnológica centralizada que permita garantizar un uso adecuado de los recursos tecnológicos disponibles.

1.5 ALCANCE

Esta investigación se enfoca en el análisis y diseño de la red de borde que permita interconectar los campus del CTT ESPE – CECAI.

- Se utilizará la metodología TOP DOWN de CISCO que permitirán una mejor comprensión y validación del problema abordando los conceptos de una red de campus empresarial.
- Se realizará el análisis de la de situación actual y en base a las necesidades y problemas detectados, se formularán los requerimientos que deben ser contemplados para el diseño de la propuesta de solución respectiva. Este estudio abarca el análisis de los campus y de sus respectivos edificios administrativos y de operaciones, se evaluará la estructura y la arquitectura de la plataforma tecnológica actual.
- Se diseñará la red de borde empresarial del CTT ESPE – CECAI, para lo cual utilizaremos metodología TOP – DONW de Cisco con una red WAN, contemplando la interconexión de las sedes mediante un enlace arrendado y con equipos Cisco.

- Además se realizará una simulación del diseño propuesto mediante un programa de simulación de redes, después del cual se obtendrán conclusiones y recomendaciones.
- Finalmente se realizará un estudio de factibilidad donde abarcaremos aspectos técnicos y económicos, siendo ésta una referencia necesaria para la toma de decisiones para una futura implementación.

1.6 PROYECTOS DEL CTT ESPE – CECAI

Es necesario empezar el análisis con una revisión de los aspectos fundamentales del CTT ESPE – CECAI entre los cuales describiremos los proyectos que lo integran y su impacto en el estado de la red actual.

1.6.1 PROYECTO CECAI

“El Centro de Capacitación Informática, CECAI, se crea con la finalidad de apoyar a la alfabetización informática de la población ecuatoriana, al momento el proyecto cuenta con 73 instructores en los 34 centros propios y asociados del proyecto a nivel nacional”³. El CECAI ofrece capacitación en:

- Informática básica y avanzada.
- Diseño de páginas WEB.
- Mantenimiento de Pc's.
- Contabilidad Computarizada.
- Internet.
- Diseño de Proyectos Computarizado.

³ ANA GABRIELA ESTRELLA ARROCA, Reestructuración Orgánica del Centro de Transferencia y Desarrollo Tecnológico CTT ESPE-CECAI, Proyecto Previo a la obtención del Título de Ingeniera Empresarial, 2007, p. 11

1.6.2 PROYECTO CISCO

“Las Academias Regionales CISCO de la ESPE tienen como objetivo formar al público en general en los programas de CISCO Networking Academy”⁴.

La Academia Cisco Networking es parte de un programa educativo, que busca contribuir a la preparación de los estudiantes a través de modelos E-Learning en el diseño, configuración y mantenimiento de redes para obtener una certificación internacional reconocida por la industria de las telecomunicaciones, conocida como: Cisco Certified Network Associate (CCNA).

1.6.3 PROYECTO LINUX

El Centro de Transferencia y Desarrollo Tecnológico CTT ESPE - CECAI mediante el proyecto de la Academia Linux, se dedica a la “consultoría, investigación y desarrollo de soluciones basadas en software libre para el sector corporativo ofrece un servicio integral de asesoramiento, software, migración, integración, soporte y entrenamiento”⁵.

El programa de la Academia Linux va dirigido a estudiantes universitarios, profesionales en sistemas, administradores de plataformas, webmasters y desarrolladores que deseen iniciarse en el mundo de Linux, permitiéndoles con la certificación Linux Professional Institute (Instituto Profesional Linux) a certificarse en capacidades de administración para cualquier distribución de los sistemas operativos Linux y sus herramientas.

1.6.4 PROYECTO CONSULTORÍA Y ASESORÍA

El CTT ESPE - CECAI, ha diseñado el Proyecto Consultaría, Asesoramiento y Capacitación; dicho proyecto busca satisfacer la necesidad de las empresas públicas y privadas de fortalecer e impulsar tanto el crecimiento organizacional como el desarrollo del cliente interno. Su ventaja comparativa radica en el hecho de brindar soluciones a la

⁴ ANA GABRIELA ESTRELLA ARROCA, Reestructuración Orgánica del Cento de Transferencia y Desarrollo Tecnológico CTT ESPE-CECAI, Proyecto Previo a la obtención del Título de Ingeniera Empresarial, 2007, p. 12

⁵ <http://linux.ctt-espe.edu.ec/academia.html>

medida del cliente con el apoyo de consultores internos y externos garantizando un producto de calidad y acorde a las expectativas del cliente. El Proyecto Capacitación y Consultoría brinda además apoyo a los demás Proyectos del CTT ESPE - CECAI en su comercialización y difusión externa a fin de concretar ofertas de paquetes de capacitación integrales.

1.7 ESTRUCTURA ORGÁNICA JERÁRQUICA DEL CTT ESPE – CECAI

Según el Capítulo IV del Reglamento General Interno del Centro de Transferencia y Desarrollo Tecnológico⁶ referente a la Estructura del Centro en el Capítulo I se encuentran las diferentes estructuras jerárquicas.

Como podemos apreciar en la Figura 1.1 se presenta la Estructura Orgánica del CTT – ESPE CECAI que cuenta con 6 niveles jerárquicos:

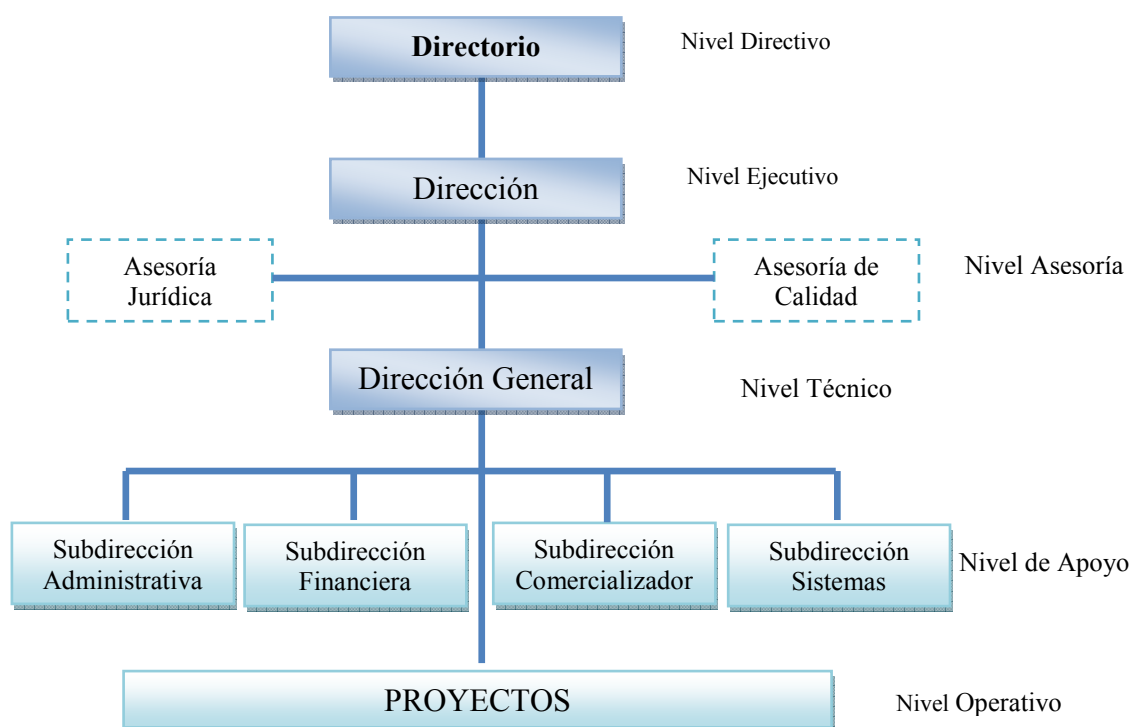


Figura 1.1: Estructura Orgánica del CTT - ESPE CECAI

Fuente: Reglamento General Interno del Centro de Transferencia y Desarrollo Tecnológico de la Escuela Politécnica del Ejército

⁶ Reglamento General Interno del Centro de Transferencia y Desarrollo Tecnológico de la Escuela Politécnica del Ejército

1. **Nivel Directivo:** El Nivel Directivo del Centro de Transferencia y Desarrollo Tecnológico ESPE – CECAI está conformado por el Directorio de la entidad.
2. **Nivel Ejecutivo:** Este nivel está conformado por el Director Ejecutivo del Centro.
3. **Nivel de Asesoría:** El CTT – ESPE CECAI cuenta con asesoría con jurídica y asesoría de calidad.
4. **Nivel Técnico:** El nivel brinda su apoyo a los diferentes proyectos que se ejecutan en el CTT,
5. **Nivel del Apoyo:** En este nivel se concentran las unidades que brindan soporte a los procesos generados en la Dirección Ejecutiva y los diversos Proyectos que operan en el CTT.
6. **Nivel Operativo:** Está conformado por los diversos proyectos generados y administrados por el CTT.

1.8 ESTRUCTURA ACTUAL DE RED DE LOS CAMPUS DE CTT ESPE – CECAI

Analizar la red actual del CTT ESPE-CECAI es un aspecto fundamental para el desarrollo de nuestro proyecto, por lo que es necesario realizar detallar cada campus que integran este proyecto. (cfr. Infra 2.2.1 DISEÑO DE RED ESTRUCTURADO).

1.8.1 CAMPUS QUITO – SANGOLQUÍ

1.8.1.1 UBICACIÓN

El Centro Matriz está ubicado en el primer piso del Edificio Central del campus de la ESPE de Sangolquí (Av. Gral. Rumiñahui S/N), en Quito.

1.8.1.2 SITUACIÓN ACTUAL

En este Centro se encuentran los Departamentos Administrativos principales para todas las Sedes de la Academia de Cisco Networking y Linux.

En esta red LAN está conformada por 13 host los cuales no tienen conexión de datos, ni voz con los otros departamentos del CTT ESPE – CECAI.

En la figura 1.2 se presenta el esquema de la red LAN del Centro Matriz del Campus ESPE Sangolquí.

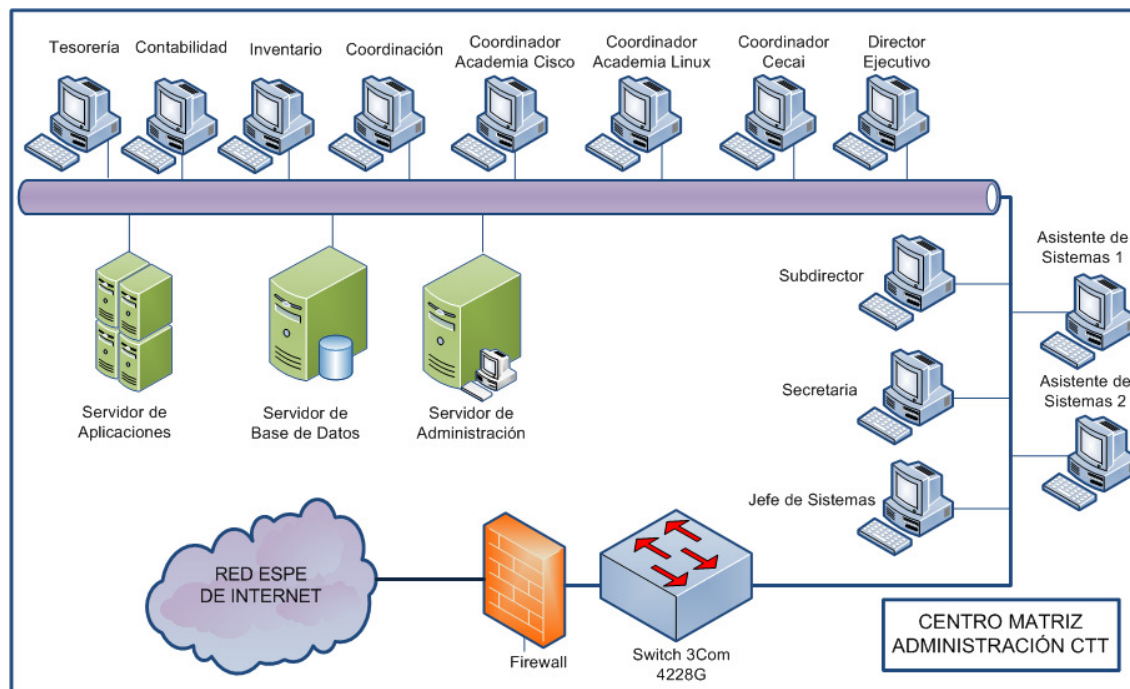


Figura 1.2: Esquema de la red LAN del Centro Matriz- Administración Campus ESPE Sangolquí
Fuente: Los autores

Además existen dos laboratorios utilizados para la capacitación de la certificación CCNA de Cisco denominados AULA 1 y AULA 2:

- El AULA 1 contiene una red LAN conformada por 12 hosts, conectados a los puertos Ethernet de un switch Cisco 2950.
- La red LAN del AULA 2 está conformada por 12 host, conectados a los puertos Ethernet de un switch Cisco 2950.

Existe un servidor de administración común para ambas redes. Este servidor tiene dos NIC, la ETH 0 (Ethernet 0), la cual está conectada a un router Airspan (para conexión a Internet) y la ETH 1, que está conectada a uno de los puertos Ethernet del switch Cisco 2950 de AULA 1. El AULA 2 se conecta mediante la configuración cascada con el switch de AULA 1.

Este campus no posee conectividad de datos, ni de voz con ningún otro laboratorio, ni con ningún departamento administrativo del CTT.

En la figura 1.3 se presenta el esquema de las redes LAN del AULA 1 y AULA 2 del Campus Espe Sangolquí.

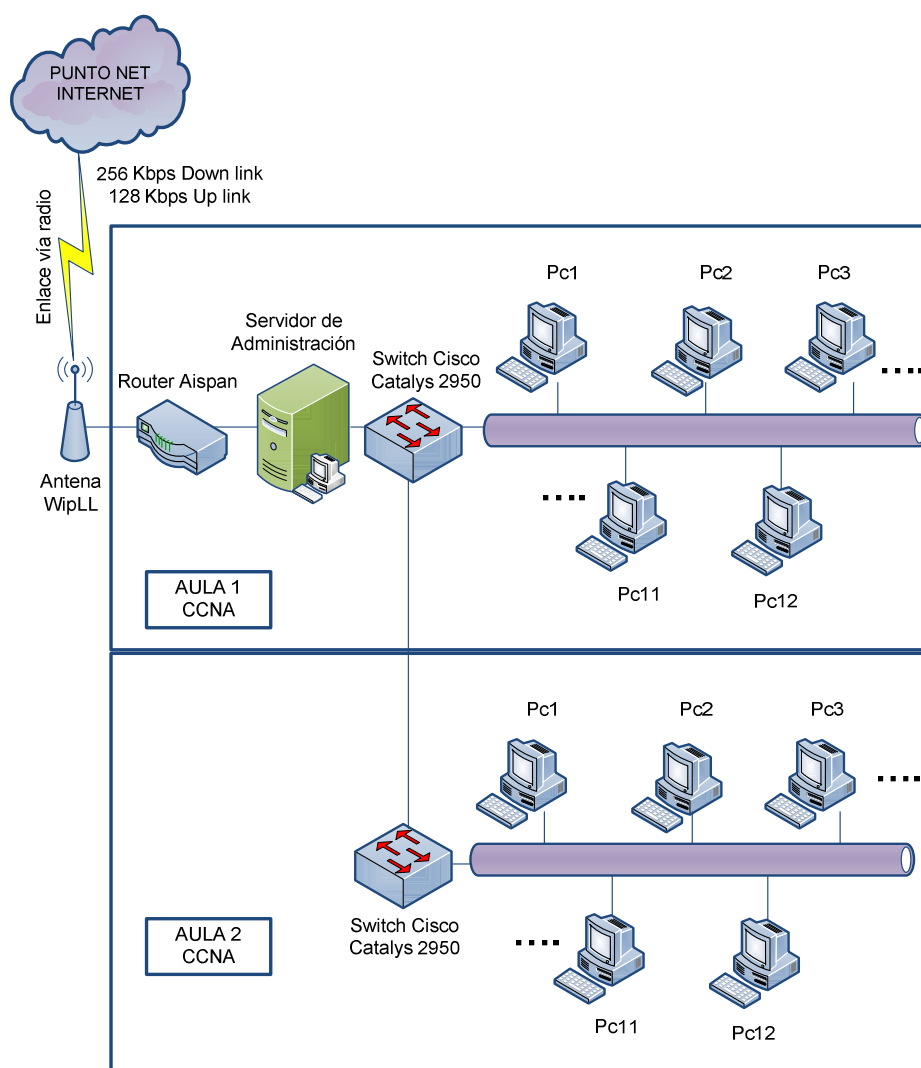


Figura 1.3: Esquema de las redes LAN Aula 1 y Aula 2 Campus ESPE Sangolquí
Fuente: Los autores

1.8.1.2.1 Cableado horizontal de la red

El cableado de la red está instalado con cable de par trenzado no blindado (UTP), de categoría 5e con conectores RJ - 45. Los servidores están conectados por medio de su NIC Ethernet a uno de los puertos del switch 3Com 4228G.

En el caso de los laboratorios cada host de la red LAN está conectado por cableado directo entre su NIC y uno de los puertos del switch Cisco Catalyst 2950, el cual está montado en el rack de comunicaciones del AULA 1. El switch Cisco Catalyst 2950 tiene 24 puertos Ethernet con una tasa de transmisión de 10/100Mbps.

1.8.1.2.2 Descripción de la infraestructura lógica

La red LAN del campus Quito Sangolquí- CTT utiliza Ethernet como protocolo de comunicaciones y utiliza los estándares de 10baseT y 100baseT. El protocolo de red que se utiliza es TCP/IP, la misma utiliza direcciones IP privadas.

1.8.1.2.3 Integración con servicios externos

La red LAN de los departamentos administrativos tiene acceso a Internet por medio de un punto de conexión dada por la red interna de la ESPE, el cual tiene una dirección IP pública, a partir de este punto se distribuye el Internet a la LAN del CTT. Los laboratorios tienen acceso a Internet por medio de un enlace de radio digital con el ISP Punto Net de la ciudad de Quito, con una capacidad de 256 Kbps para el enlace de bajada, y una capacidad de 128 Kbps para el enlace de subida.

El ISP Punto Net tiene sus antenas de proveedor instaladas en el cerro Pichincha de la ciudad de Quito, la antena instalada en el edificio de la MED tiene comunicación vía radio con una de las antenas del ISP. La plataforma utilizada para la comunicación vía radio del ISP (Punto Net) es la ASWipLL, siendo de bajo costo y de alto rendimiento para sistemas de acceso inalámbrico de banda ancha con altas tasas de transmisión de datos como servicios multimedia.

La topología con la cual el ISP (Punto Net) da acceso Internet vía radio, es la denominada punto – multipunto, bajo el protocolo *IP routing*. La antena utilizada para el enlace de Internet es una antena direccional inteligente Airspan la cual opera en la banda de 5.8 GHz, con modulación 4-FSK. La antena está conectada a un router Airspan el cual posee únicamente dos interfaces: un interfaz serial DB-15 que está conectada a la antena, y un puerto Ethernet 10 Base T que está conectado al servidor de administración de la red LAN.

1.8.1.2.4 Servicios del Departamento Administrativo

La LAN del departamento administrativo del CTT posee cuatro servidores principales, los cuales cumplen distintas funciones. Estos servidores son los siguientes:

- **Servidor Firewall:** Esta configurado con la distribución Red Hat de Linux y permite proteger la red interna. Este mismo servidor también está configurado como servidor Proxy el cual permite el acceso a Internet a los equipos de la LAN y un servidor FTP que permite transferencias bidireccionales de archivos entre los elementos de la red.

- **Servidor de Administración:** Esta configurado con el sistema Windows Server 2003 y maneja los siguientes servicios:
 - **Servidor Web:** El servidor de administración está configurado con el protocolo HTTP; (protocolo de transferencia de hipertexto); además está configurado como servidor de correo electrónico.
 - **Servidor DHCP:** Se encarga de la asignación dinámica de direcciones IP por medio protocolo DHCP.
 - **Servidor DNS:** El servidor DNS es una base de datos distribuida que almacena información asociada a nombres de dominio en la red.

- **Servidor de Base de Datos:** Este servidor almacena el historial del sistema de contabilidad del CTT.

- **Servidor de Aplicaciones:** Este servidor opera con el sistema Windows Server 2003, y maneja la aplicación Olympo, esta aplicación es el sistema de contabilidad que tiene el CTT.

Cada servidor está conectado por medio de su NIC Ethernet a uno de los puertos del switch 3Com 4228G.

1.8.1.2.5 Servicios de los Laboratorios Cisco

El servidor de administración está configurado con la distribución Fedora 5.0 de Linux; y maneja los siguientes servicios:

- **Servidor Web:** El servidor de administración está configurado con el protocolo HTTP (protocolo de transferencia de hipertexto), es el protocolo usado en cada transacción de la Web (www).
- **Servidor Proxy:** Se encarga de permitir el acceso a Internet a todos los equipos de la LAN.
- **Firewall:** El servidor de administración tiene levantado un firewall entre el usuario y el mundo exterior para proteger la red interna de intrusos.

El direccionamiento para los hosts que forman la red LAN está configurado con direcciones IP estáticas.

1.8.2 CAMPUS QUITO – EL INCA

1.8.2.1 UBICACIÓN

Este campus se encuentra ubicado en la ESPE de El Inca en la Av. 6 de Diciembre y Tomás de Berlanga en Quito.

1.8.2.2 SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente existen dos laboratorios para la capacitación de la certificación CCNA de Cisco y capacitación Linux respectivamente.

La red LAN del Laboratorio de Cisco está conformada por 19 hosts, donde 15 son de uso para la capacitación CCNA y 4 hosts son utilizados para el Departamento Administrativo. Los hosts de esta red LAN están conectados a los puertos Ethernet de un switch Cisco 2950.

El Laboratorio de Linux está conformado por 10 hosts. Esta red LAN se encuentra conectada a un switch Cisco 2950. Un servidor de administración es común para ambas redes. El servidor de administración tiene dos NIC, una está conectada a un router Airspan y la otra está conectada a uno de los puertos Ethernet del switch Cisco 2950 del Laboratorio de Cisco. El laboratorio de Linux se conecta mediante la configuración cascada con el switch del Laboratorio de Cisco. Este campus no posee conectividad de datos, ni de voz con ningún otro laboratorio, ni con ningún departamento administrativo del CTT.

En la figura 1.4 se presenta el esquema de la red LAN del AULA 1 y AULA 2 del Campus de la Espe Quito El Inca.

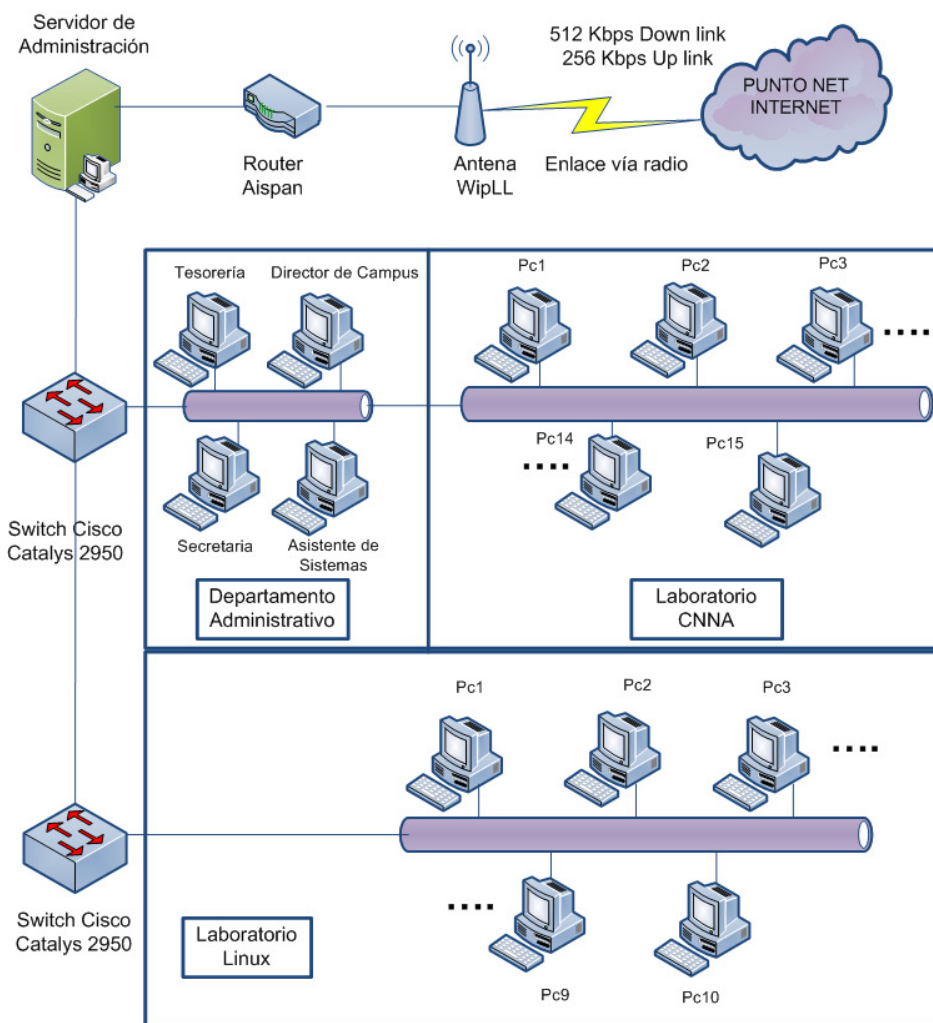


Figura 1.4: Esquema de la red LAN del Campus El Inca

Fuente: Los autores

1.8.2.3 CABLEADO HORIZONTAL DE LA RED

El cableado de la red está instalado con cable de par trenzado no blindado (UTP), de categoría 5e con conectores RJ - 45. Los host de la red LAN está conectado por cableado directo entre su NIC y uno de los puertos del switch Cisco Catalyst 2950.

El switch Cisco Catalyst 2950 tiene 24 puertos Ethernet con una tasa de transmisión de 10/100Mbps.

1.8.2.3.1 Descripción de la infraestructura lógica

La red LAN del campus Quito Inca utiliza Ethernet (protocolo de comunicaciones) y estándares de 10baseT y 100baseT. El protocolo de red utilizado es TCP/IP.

1.8.2.3.2 Integración con servicios externos

Esta red tiene acceso a Internet por medio de un enlace de radio digital con Punto Net, el ISP, con una capacidad de 512 Kbps para el enlace de bajada, y una capacidad de 256 Kbps para el enlace de subida.

El proveedor ISP tiene sus antenas instaladas en el cerro Pichincha de la ciudad de Quito, con las cuales se comunica con las antenas instaladas en el edificio de la ESPE de El Inca vía radio.

La plataforma utilizada para la comunicación vía radio del ISP (Punto Net) es mediante la antena ASWipLL, siendo de bajo costo y de alto rendimiento para sistemas de acceso inalámbrico de banda ancha con altas tasas de transmisión de datos como servicios multimedia. La topología con la cual el ISP (Punto Net) da acceso Internet vía radio, es la denominada punto – multipunto, bajo el protocolo *IP routing*.

La antena utilizada para el enlace de Internet es una antena direccional inteligente Airspan la cual opera en la banda de 5.8 GHz, con modulación 4-FSK. La antena está conectada a un router Airspan el cual posee únicamente dos interfaces: un interfaz serial DB-15 que

está conectada a la antena, y un puerto Ethernet 10 Base T que está conectado al servidor de administración de la red LAN.

1.8.2.3.3 Servicios

El servidor de administración está configurado con la distribución Fedora 5.0 de Linux; y maneja los siguientes servicios:

- **Servidor Web:** El servidor de administración está configurado con el protocolo HTTP; protocolo de transferencia de hipertexto.
- **Servidor Proxy:** Se encarga de permitir el acceso a Internet a todos los equipos de la LAN; cuando sólo se puede disponer de un único equipo conectado, esto es, una única dirección IP.
- **Firewall:** El servidor de administración tiene levantado un firewall entre el usuario y el mundo exterior para proteger la red interna de los intrusos.

El direccionamiento para los hosts que forman la red LAN está configurado con direcciones IP estáticas.

1.8.3 CAMPUS CUENCA

1.8.3.1 UBICACIÓN

Este campus está ubicado en las calles Mariano Cueva y Muñoz Vernaza (Base de Movilización Sur del Azuay) Zona Militar.

1.8.3.2 SITUACIÓN ACTUAL

En este campus se encuentra el laboratorio que se utiliza para los Cursos de Capacitación Informática del CECAI.

Esta red LAN tiene 16 hosts, donde 10 hosts son de uso del laboratorio y los 6 hosts restantes corresponden al departamento administrativo. Esta red LAN no posee conectividad de datos ni de voz con ningún otro laboratorio, ni con ningún departamento administrativo del CTT.

En la figura 1.5 se presenta el esquema de la red LAN del campus Cuenca.

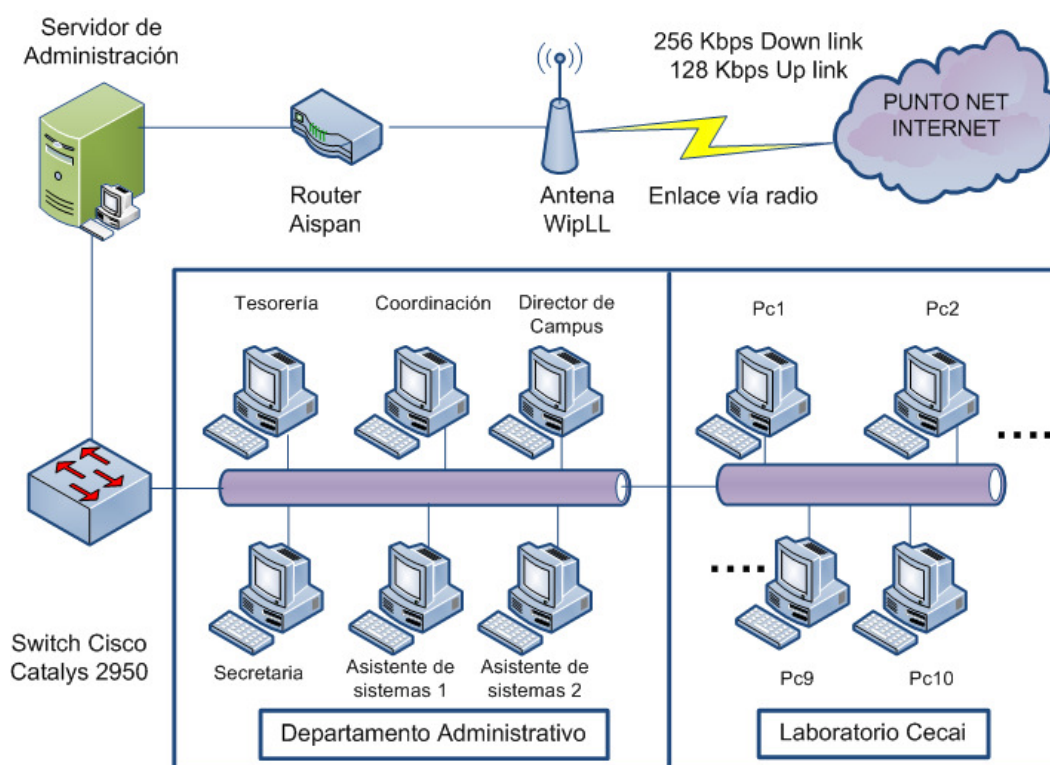


Figura 1.5: Esquema de la red LAN del Campus Cuenca
Fuente: Los autores

1.8.3.2.1 Cableado horizontal de la red

El cableado de la red está instalado con cable de par trenzado no blindado (UTP), de categoría 5e con conectores RJ - 45. Cada host de la red LAN se encuentra conectado por cableado directo entre su NIC (adaptador de red) y uno de los puertos Ethernet del switch Cisco Catalyst 2950, el cual está montado en el rack de comunicaciones del laboratorio. El switch Cisco Catalyst 2950 tiene 24 puertos Ethernet con una tasa de transmisión de 10/100Mbps.

1.8.3.2.2 Descripción de la infraestructura lógica

La red LAN del campus Cuenca utiliza Ethernet como protocolo de comunicaciones con los estándares de 10baseT y 100baseT. El protocolo de red que se utiliza es TCP/IP con direcciones IP privadas.

1.8.3.2.3 Integración con servicios externos

La red LAN tiene acceso a Internet por medio de un enlace de radio digital con el ISP Punto Net de la ciudad de Cuenca, el cual tiene una capacidad de 256 Kbps para el enlace de bajada, y una capacidad de 128 Kbps para el enlace de subida.

La plataforma que utiliza el ISP Punto Net para dar el servicio es vía radio digital ASWipLL. La topología con la cual Punto Net da acceso Internet vía radio, es la punto – multipunto, bajo el protocolo IP routing. La antena utilizada para el enlace de Internet es una antena direccional inteligente Airspan.

1.8.3.2.4 Servicios

El servidor utilizado para la administración de la red presta servicios a la red del laboratorio CECAI y departamento administrativo de esta zona. El servidor tiene dos adaptadores de red, la ETH 0 (Ethernet 0), la cual está conectada al router Airspan y la ETH 1 que está conectada a uno de los puertos Ethernet del switch Cisco 2950. El servidor de administración utiliza la distribución Fedora 5.0 de Linux como sistema operativo y maneja los siguientes servicios:

- **Servidor Web:** Configurado con el protocolo HTTP.
- **Servidor Proxy:** Se encarga de permitir el acceso a Internet a todos los equipos de la LAN.
- **Firewall:** Para proteger la red se encuentra un firewall entre el usuario y el Internet.

El direccionamiento para los hosts que forman la red LAN, está configurado con direcciones IP estáticas.

1.8.4 CAMPUS PORTOVIEJO

1.8.4.1 UBICACIÓN

Este centro se encuentra ubicado la Av. América-Calles Tenis Club y Reales Tamarindo.

1.8.4.2 SITUACIÓN ACTUAL

En este centro se encuentra un laboratorio específico para los Cursos de Capacitación Informática del CECAI. Esta red LAN contiene 10 hosts que son de uso del laboratorio y 6 hosts que son utilizados para el departamento administrativo. Esta red LAN no posee conectividad de datos ni de voz con ningún otro departamento administrativo del CTT en el país.

En la figura 1.6 se presenta el esquema de la red LAN del Campus Portoviejo.

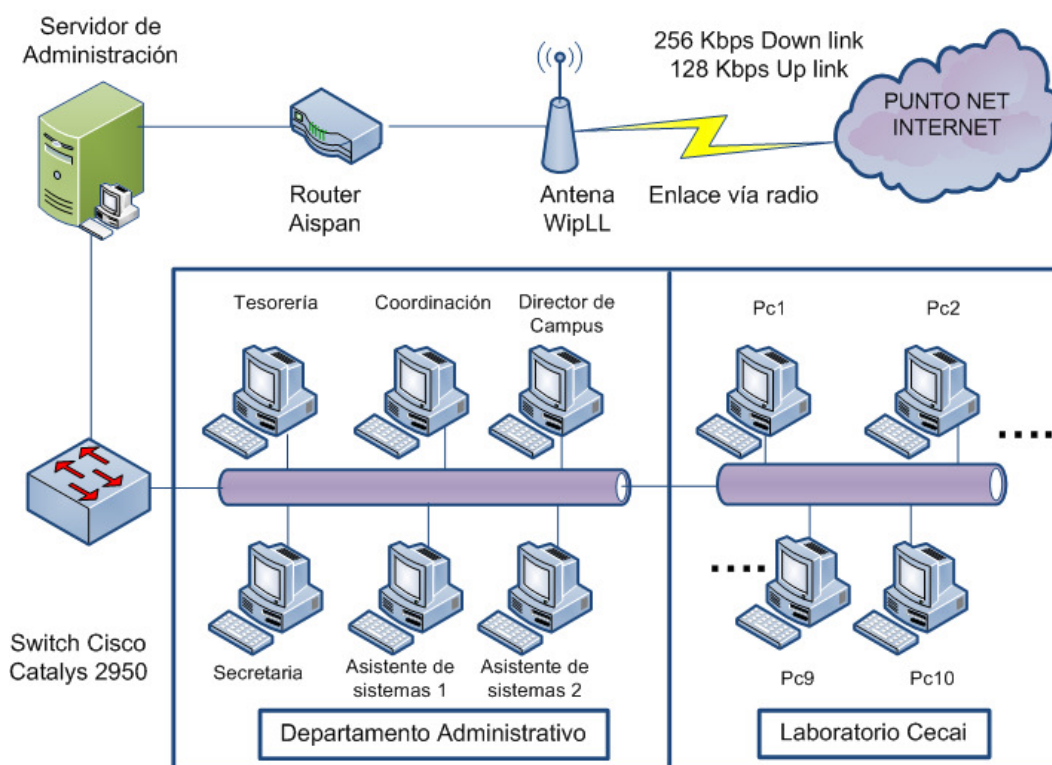


Figura 1.6: Esquema de la red LAN del Campus Portoviejo

Fuente: Los autores

1.8.4.2.1 Cableado horizontal de la red

La red LAN utiliza cable de par trenzado no blindado (UTP), de categoría 5e con conectores RJ – 45 para el cableado. Los host de la red LAN se conectan por cableado directo entre su adaptador de red y uno de los puertos Ethernet del switch Cisco Catalyst 2950 de 24 puertos, que se encuentra instalado en un rack de comunicaciones.

1.8.4.2.2 Descripción de la infraestructura lógica

La red LAN del campus Portoviejo utiliza Ethernet y los estándares de 10baseT y 100baseT. El protocolo de red que se utiliza es TCP/IP con direcciones IP privadas.

1.8.4.2.3 Integración con servicios externos

La red LAN tiene acceso a Internet por medio de un enlace de radio digital con capacidad de 256 Kbps para el enlace de bajada, y una capacidad de 128 Kbps para el enlace de subida, con el ISP Punto Net de la ciudad de Cuenca. La plataforma utilizada por el ISP es vía radio digital ASWipLL. El ISP Punto net utiliza la topología punto – multipunto, bajo el protocolo IP routing. La antena utilizada para el enlace es una antena direccional inteligente Airspan.

1.8.4.2.4 Servicios

Existe un servidor de administración que tiene dos NIC, la ETH 0 (Ethernet 0), conectada al router Airspan y la ETH 1 conectada a uno de los puertos Ethernet del switch Cisco 2950. El servidor de administración utiliza la distribución Fedora 5.0 de Linux como sistema operativo y presta los siguientes servicios:

- **Servidor Web:** Configurado con el protocolo HTTP.
- **Servidor Proxy:** Encargado de permitir el acceso a Internet a todos los equipos de la LAN.
- **Firewall:** Protege la red de intrusos externos.

- El direccionamiento para los hosts que forman la red LAN, está configurado con direcciones IP estáticas.

1.9 METAS DEL NEGOCIO Y METAS TÉCNICAS

La metodología TOP – DOWN de Cisco recomienda analizar, tanto las metas de negocio (**cfr. Infra 2.2.4 METAS DE NEGOCIO**) como las metas técnicas (**cfr. Infra 2.3 METAS TÉCNICAS**) para obtener resultados satisfactorios al momento de diseñar la nueva de red WAN.

El CTT – ESPE CECAI tiene como metas del negocio las siguientes:

- Interconectar los campus con enlaces que permitan realizar una red privada a nivel WAN, garantizando la confidencialidad de la información y el acceso a la misma desde cualquier campus, permitiendo tener siempre una información actualizada además de permitir el incremento de campus así como el aumento de personal operativo en cada una de ellas de una manera rápida y segura.
- Establecer parámetros necesarios para implementar a futuro un sistema de video conferencia que permita:
 - Reuniones ejecutivas.
 - Coordinación de proyectos entre las diferentes sedes.
 - Educación a distancia.
 - Adiestramiento/capacitación.
 - Educación continua.
 - Cursos especializados.
 - Conferencias.
 - Asesorías.
 - Seminarios.
 - Capacitación técnica, etc.
- Contar con un sistema de Telefonía en todos los campus para reducir costos de comunicación entre campus.

El departamento de IT del CTT – ESPE CECAI elaboró la siguiente lista de metas técnicas basadas en los nuevos requerimientos de diseño.

- Usar equipos de networking marca CISCO a nivel de LAN y WAN en todas las sucursales.
- Tener un enlace de Internet en la Matriz, el mismo que daría servicio a todas las sucursales para la comunicación con el mundo exterior.
- Implementar una central telefónica IP.
- Proporcionar seguridad para proteger la conexión a Internet y red interna de intrusos.
- Utilizar herramientas de gestión de red que pueden aumentar la eficiencia y la eficacia del departamento de TI.
- Incrementar la cantidad de usuarios de red en un 5 % anual en 5 años.

1.10 ANÁLISIS DEL TRÁFICO DE LA RED ACTUAL

El análisis del tráfico de red nos permitirá determinar el tipo de información que circula por la red y el impacto que tiene sobre la misma, las comunidades de usuarios que utilizan la red del CTT ESPE-CECAI, diferentes aplicaciones de red actuales y futuras, etc. (**cfr. Infra 2.2.4.3 Aplicaciones de Red**).

1.10.1 APLICACIONES DE RED

El personal administrativo, los profesores y estudiantes utilizan la red del CTT ESPE CEAI para lo siguiente:

- **Aplicación 1.- Correo Electrónico:** Los estudiantes, profesores y personal administrativo hacen un uso amplio del correo electrónico (email).
- **Aplicación 2.- Transferencia de archivos:** Los estudiantes, profesores y personal administrativo utilizan la red para transferencia de archivos de los diferentes proyectos educativos que posee el CTT.

- **Aplicación 3.- Bases de datos:** El sistema de contabilidad usado en el CTT hace uso de base de datos Oracle. Los contadores utilizan aplicaciones desde su computador para acceder al sistema contable.
- **Aplicación 4.- Web:** Los estudiantes, profesores y personal administrativo usan navegadores de Internet como Mozilla o Internet Explorer para acceder a información, para acceder a salas de chat, juegos y otros servicios de la web.
- **Aplicación 5.- Terminal Remota:** Esta nueva aplicación servirá para que el personal de IT realice asistencia remota a los usuarios de la red.
- **Aplicación 6.- Telefonía IP:** La nueva aplicación de telefonía IP permitirá la reducción de costo de comunicación.
- **Aplicación 7.- Sistema de video conferencia:** Cada sucursal contará con la nueva aplicación de video conferencia que permita realizar reuniones ejecutivas, coordinación de proyectos, educación a distancia, etc.
- **Aplicación 8.- Software Contabilidad Olympo:** Esta aplicación permite manejar efectivamente informaciones financieras en los aspectos de orden legal, de normativa y operativa, que con el nuevo proyecto de interconexión cualquier campus podrá tener acceso. Para más datos técnicos revisar el Anexo 1.

1.10.2 COMUNIDADES DE USUARIOS

Para comprender el flujo de tráfico de la red del CTT identificaremos las comunidades de usuarios, tomando en cuenta como base a los Campus de El Inca, Sangolquí, Cuenca y Portoviejo.

En la tabla 1.1 se muestran las diferentes comunidades de usuarios y las aplicaciones de red que utilizan cada comunidad del CTT – ESPE CECAI.

Comunidad	Número de usuarios	Localización	Aplicaciones de red usadas por la comunidad								
			Correo electrónico	Transferencia de archivos	Bases de datos	Web	Terminal remota	Telefonía IP	Video conferencia	Contabilidad Olympos	Software
Tesorería	4	Sangolquí El Inca Cuenca Portoviejo	x	x	x	x	x	x	x	x	
Contabilidad	2	Sangolquí	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Inventario	1	Sangolquí	x	x	x	x	x	x	x		
Coordinación	6	Sangolquí Cuenca Portoviejo	x	x			x	x	x	x	
Lab. Cisco	39	Sangolquí El Inca		x			x		x	x	
Lab. Linux	10	El Inca		x			x		x	x	
Lab. CECAI	20	Cuenca Portoviejo		x			x		x	x	
Personal Administra.	9	Sangolquí El Inca Cuenca Portoviejo	x	x			x		x	x	
Sistemas	8	Sangolquí El Inca Cuenca Portoviejo	x	x	x	x	x	x	x	x	

Tabla 1.1: Comunidad de usuarios y aplicaciones de red

Fuente: Los autores

1.10.3 FUENTE DE DATOS (Servidores)

La tabla de fuente de datos conjuntamente con la tabla comunidad de usuarios (**cf. Supra** Tabla 1.2. Comunidad de Usuarios y aplicaciones de red) nos permitirá ubicar los sectores de mayor concentración de flujo de datos en la red, que en su mayoría pertenece a los Servidores de cada campus.

La tabla 1.2 muestra los servidores que se identificaron en el CTT.

Fuente de datos	Ubicación	Aplicaciones	Usada por la comunidad
Servidor base de datos	Sangolquí	Base de datos	Tesorería Contabilidad Inventario Sistemas
Servidor Administración	Sangolquí El Inca Cuenca Portoviejo	Transferencia de archivos.	Todas las comunidades
Servidor Web (Proxy)	Sangolquí El Inca Cuenca Portoviejo	Web	Todas las comunidades
Servidor DHCP	Sangolquí	Direccionamiento	Todas las comunidades
Servidor E-mail	Sangolquí	Correo electrónico	Administración Tesorería Contabilidad Inventario Coordinación Sistemas
Servidor Firewall	Sangolquí	Seguridad externa de la red	Todas las comunidades
Servidor de telefonía (nuevo)	Sangolquí	Telefonía IP	Todas las comunidades
Servidor de videoconferencia (nuevo)	Sangolquí	Video Conferencia	Lab. Cisco Lab. Linux Lab. Cecaí

Tabla 1.2: Fuente de Datos

Fuente: Los autores

1.10.4 FLUJO DE TRÁFICO

Después de clasificar la fuente de datos en la red, el objetivo es realizar el análisis de tráfico en la red del CTT ESPE - CECAI para conocer el flujo de información que se transmite hacia y desde los servidores de las aplicaciones. La captura del tráfico de red se realizó con el analizador de paquetes Wireshark, el mismo que fue instalado en los servidores de los Campus de Sangolquí y El Inca con el fin de medir las peticiones hacia los mismos y de esta manera tener una aproximación del tráfico a ser transmitido, datos

que serán utilizados para determinar la capacidad de los enlaces a contratar para la unificación de los servicios en todos los Campus.

Debido a las restricciones de acceso a los servidores, por motivos de seguridad de la información, el personal administrativo de CTT ESPE-CECAI, autorizó la medición del tráfico con la supervisión del personal de sistemas, el día 02/03/2010 por 7 horas en el Campus de El Inca y el 09/03/2010 durante 4 horas en el Campus Sangolquí.

En la figura 1.7 se muestra la captura de tráfico del Servidor de Aplicaciones de la red LAN de Sangolquí.



Figura 1.7: Captura de tráfico del Servidor de Aplicaciones de la red LAN Sangolquí
Fuente: Los Autores

Basados en muestreo realizado, el promedio de bytes que circula en la red LAN del Centro Matriz de Administración del CTT sede Sangolquí es de 101887694 Bytes.

En la figura 1.8 se muestra la captura del tráfico realizada en la red LAN del campus El Inca.

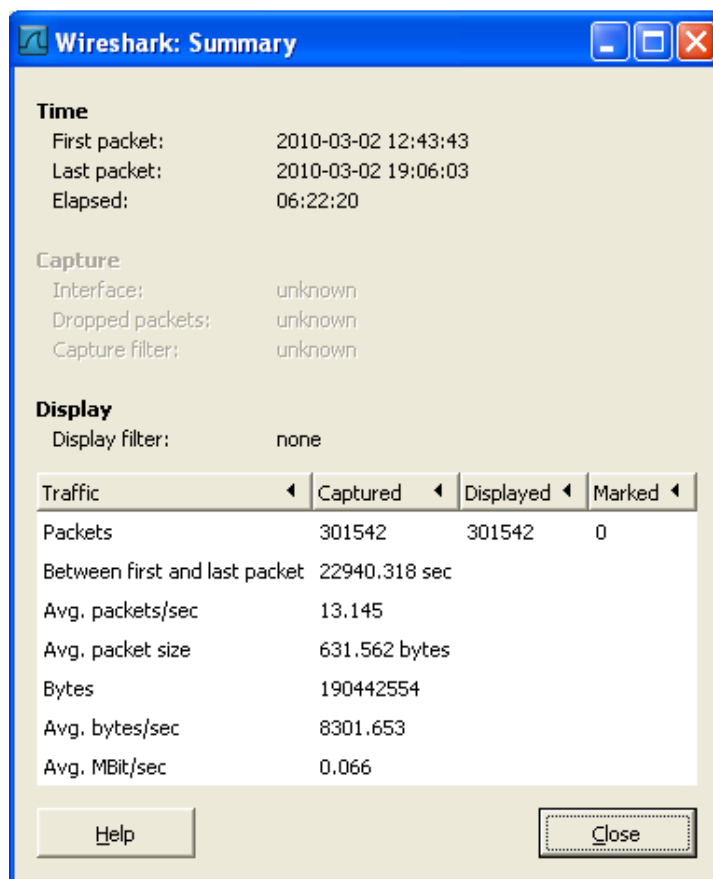


Figura 1.8: Captura de tráfico de la red LAN El Inca

Fuente: Los autores

En el caso del muestreo tomado en el Campus El Inca el promedio de bytes es de 190.442.554 Bytes.

Tomando en cuenta los datos proporcionados en las figuras 3.1 y 3.2 se concluye que el promedio de bytes por segundo es de 8116,135 bytes/sec o 8,1 Kbps aproximadamente.

Promedio de Captura de Trafico	
Sede ESPE Quito – Sangolquí	101887694 Bytes
Sede ESPE Quito – El Inca	190.442.554 Bytes

Tabla 1.3: Promedio de Captura de Trafico

Fuente: Los autores.

CAPÍTULO 2.

MARCO TEÓRICO

2.1 INTRODUCCIÓN

El presente capítulo empieza describiendo la Metodología TOP DOWN, los fundamentos de redes WAN y los estándares y protocolos utilizados en telefonía IP y video conferencia. La teoría descrita a continuación nos proporcionará el conocimiento para realizar el Diseño de la Red de Borde Empresarial del CTT ESPE – CECAI, cumpliendo con las metas del negocio y las metas técnicas descritas en el Capítulo 1.

2.2 METODOLOGÍA DE DISEÑO DE REDES TOP DOWN

La metodología Top Down es un diseño de red iterativo, basado en las necesidades del cliente. Cuando se tiene una buena comprensión de las necesidades del cliente se puede escoger el protocolo de comportamiento para la red, los requisitos de escalabilidad, la tecnología a usar y así sucesivamente. Con la metodología Top Down el diseño del modelo lógico y el modelo físico pueden cambiar a medida que más información se recopila.

La metodología TOP-DOWN es para redes empresariales y se inicia en las capas superiores del modelo de referencia OSI (aplicación, presentación, sesión, transporte).

El proceso de diseño con TOP – DOWN incluye una exploración divisional y estructuras de grupos para encontrar a las personas para quien se proporcionarán los servicios de red y de las cuales se debe conseguir la información para el plan de diseño.

2.3 REQUERIMIENTOS DE UN DISEÑO DE REDES

Los diseños actuales de redes son muy complejos, tanto que el proceso para una actualización o modificación se vuelve más difícil. La solución a este problema es utilizar una metodología dinámica, sistemática, que permita a la red ser diseñada de manera descendente. Un buen diseño de red debe reconocer los requerimientos del cliente tales

como las metas comerciales y metas técnicas (disponibilidad, escalabilidad, accesibilidad, seguridad, y manejabilidad). La metodología TOP – DOWN permite encontrar los requerimientos del cliente antes de diseñar la red, diferente a lo que ocurre con la metodología ascendente (BOTTON UP).

2.3.1 DISEÑO DE RED ESTRUCTURADO

La meta principal del análisis de los sistemas estructurados es representar las necesidades del cliente. También se enfoca en entender los flujos de datos, tipos de datos y procesos que acceden a los datos y los modifican. Puede usarse varias técnicas y modelos para caracterizar el sistema existente, los nuevos requerimientos de los usuarios y una estructura para el sistema futuro.

Otra característica es desarrollar un modelo lógico antes del modelo físico. El modelo lógico representa los elementos básicos, divididos por funciones y la estructura del sistema. El modelo físico representa dispositivos y tecnologías específicas e implementación. Además con diseños de grandes proyectos, la modularidad es esencial.

Los sistemas Cisco recomiendan un diseño jerárquico de tres capas (núcleo, distribución y acceso). También puede utilizar Secure Architecture for Enterprises – Arquitectura segura para empresas (SAFE) y Modelo empresarial de red compuesta (ECNM).

2.3.2 CICLO DE VIDA DEL DESARROLLO DE SISTEMAS

Cuando se refiere a proyectos informáticos, especialmente en redes, generalmente se habla de sistemas que se desarrollan y continuarán existiendo durante un cierto periodo de tiempo llamado Ciclo de Vida del Desarrollo del Sistema o mejor conocido como SDLC (Systems Development Life Cycles)

Los sistemas siguen un ciclo de fases donde generalmente son planeados, creados, probados y optimizados. En TOP – DOWN el diseño de red es dividido en cuatro fases principales que se ejecutaran en forma cíclica:

- **Análisis de requerimientos.** En esta fase se entrevista a los usuarios y personal técnico para comprender las metas comerciales y metas técnicas para un nuevo sistema o mejorarlo.
- **Desarrollo del diseño lógico.** En esta fase se diseñará una topología lógica para la nueva red o el mejoramiento de la que se tiene, el direccionamiento de la capa de red, la asignación de nombres y los protocolos de switching y routing. Incluye el plan de seguridad, diseño del manejo de red, y la investigación inicial en la cual los proveedores de servicio pueden reunir los requisitos de WAN y de acceso remoto.
- **Desarrollo del diseño físico.** Durante esta fase se selecciona tecnologías específicas y productos para realizar el desarrollo lógico. También, la investigación de proveedores de servicio que se empezó durante la fase de desarrollo de diseño lógico, debe completarse durante esta fase.
- **Probar, optimizar y documentar el diseño.** Se debe escribir e implementar un plan de pruebas, construir un prototipo o un piloto, optimizar el diseño y documentar el trabajo con una propuesta de diseño de red.

Todas las fases del diseño se repiten con retroalimentación del usuario y el monitoreo de la red, además de sugerencias, mejoras o necesidades de nuevas aplicaciones.

En la figura 2.1 se muestra el ciclo de vida del desarrollo de sistemas.

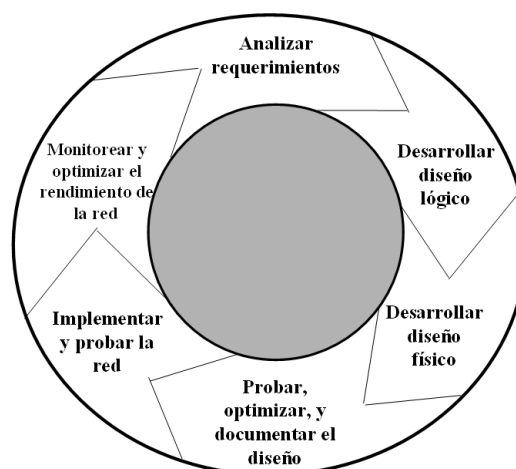


Figura 2.1: Diseño de red y ciclo de implementación
Fuente: Oppenheimer, *Top-Down Network Design*, 2004.

2.3.3 PLAN, DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN, OPERACIÓN, OPTIMIZACIÓN (PDIOO) DE LA RED

El PDIOO es un grupo de fases que enseña Cisco Systems. No importa que se siga estrictamente este ciclo de vida, lo importante es que el diseño de red debe lograrse de una manera estructurada, planeada y modular; la retroalimentación de los usuarios de la red operacional deben alimentarse nuevamente en los nuevos proyectos para mejorar y rediseñar la red.

- **Plan.** Se identifican los requerimientos de la red. Esta fase también incluye un análisis de áreas dónde la red será instalada e identifica a los usuarios que requerirán los servicios de red.
- **Diseño.** Los diseñadores de la red ejecutarán el volumen del plan lógico y físico, según requisitos recogidos durante la fase del plan.
- **Implementación.** Después de que el diseño haya sido aceptado, la implementación empieza. La red se construye según las especificaciones del plan. La implementación también sirve para verificar el diseño.
- **Operación.** La puesta en operación es la prueba final de la efectividad del diseño. La red se monitorea durante esta fase para el rendimiento de los problemas y cualquier falta, para dar lugar a la entrada en la fase de optimización de la red.
- **Optimización.** La fase de optimización está basada en la administración proactiva de la red que identifica y resuelve los problemas antes de que sucedan. La optimización puede llevar a un rediseño de la red si los problemas se dan debido a los errores del diseño o cuando el rendimiento de la red se degrada con el tiempo. El rediseño también puede pedirse cuando los requerimientos cambian significativamente.
- **Retiro.** Cuando la red, o una parte de la red, está desactualizada, puede sacarse de producción. Aunque el Retiro no está incorporado en el nombre del ciclo de vida (PDIOO), es no obstante una fase importante.

En la figura 2.2 se muestran las fases PDIOO (PLAN, DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN, OPERACIÓN, OPTIMIZACIÓN DE LA RED) del diseño de redes.

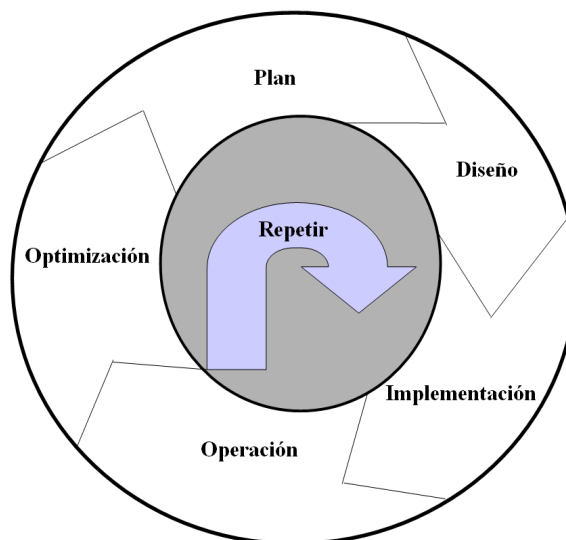


Figura 2.2: Fases PDIOO (PLAN, DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN, OPERACIÓN, OPTIMIZACIÓN DE LA RED) del diseño de redes

Fuente: Oppenheimer, *Top-Down Network Design*, 2004.

2.3.4 METAS DE NEGOCIO

Para definir las metas que tendrá la empresa debe primero investigar el negocio (a que se dedica la empresa). Averiguar sobre el mercado, proveedores, productos, servicios y ventajas competitivas. Las metas típicas de un negocio son:

- Incrementar las ganancias.
- Reducir costos de operación.
- Mejorar las comunicaciones.
- Acortar el ciclo de desarrollo de productos.
- Expandirse a mercados internacionales.
- Hacer asociaciones con otras compañías.
- Ofrecer mejor soporte al cliente o crear nuevos servicios.

2.3.4.1 PRIORIDADES DEL NEGOCIO

Las redes empresariales han tenido muchos cambios, actualmente se requiere que la información esté disponible a empleados, clientes y socios comerciales en forma transparente. Cada vez es poco común encontrar empresas que tengan solo usuarios internos, todos necesitan tener acceso a la información. Por ello las prioridades para las actuales empresas son:

- Movilidad.
- Seguridad.
- Robustez (Tolerancia a fallas).
- Continuidad después de un desastre.
- Los proyectos de red deben priorizarse con base en metas fiscales.
- Las redes deben ofrecer un retardo bajo, requerido para aplicaciones de tiempo real.

2.3.4.2 ALCANCE DEL PROYECTO

Uno de los primeros pasos es determinar el alcance del proyecto diseño de red. Cerciorarse doblemente de que el cliente diga todo referente a las metas comerciales y técnicas, especialmente sobre sitios, enlaces, y dispositivos.

Cuando se analiza el alcance del proyecto, se puede referir a las siete capas del modelo de referencia OSI para especificar el tipo de funcionalidad por donde va dirigirse el nuevo proyecto.

Los proyectos de red pueden ser:

- De corto alcance
 - Por ejemplo, permitir que la gente de ventas puedan acceder vía una VPN
- De largo alcance
 - Por ejemplo, un rediseño completo de la red de la empresa

El alcance debe estar dentro del presupuesto, la capacidad del personal, la agenda de la empresa, etc.

2.3.4.3 APLICACIONES DE RED

Después de haber identificado las metas del negocio y el alcance del proyecto, es hora de enfocarse en las aplicaciones del cliente. La identificación de las aplicaciones de red debe incluir a las aplicaciones actuales y las que vendrán como:

- Comunidades de usuarios.
- Almacenamiento de datos.
- Protocolos.
- Arquitecturas lógica y física actuales.
- Rendimiento actual.

2.3.4.4 RESTRICCIONES DEL NEGOCIO

Además de analizar los objetivos de negocio y determinar las necesidades de la red para soportar las aplicaciones nuevas y existentes, es importante analizar las restricciones comerciales que afectan a su diseño.

- Presupuesto: El diseño debe ajustarse al presupuesto que la empresa ha determinado para cumplir tanto con las metas del negocio como con las metas técnicas. El presupuesto debe incluir asignaciones para la compra de equipos, licencias de software, mantenimiento y acuerdos de apoyo, pruebas, capacitación y dotación de personal.
- Personal: El diseño de red también debe contemplar los problemas que puede ocasionarse por falta de conocimiento del personal que maneja la red.
- Políticas: Para un diseño de red siempre es bueno discutir la política de oficina y la religión tecnológica (las preferencias de la tecnología).

No se debe olvidar los problemas no técnicos. Muchos diseños de red brillantes han sido rechazados porque se centraron en las capas inferiores del modelo de referencia OSI y se olvidaron de la política de la compañía.

2.3.5 REUNIÓN CON EL CLIENTE

Antes de reunirse con el cliente, sea éste interno o externo, se debe recabar alguna información básica relacionada con el negocio

Información como:

- Productos o servicios que se ofrecen.
- Viabilidad financiera.
- Clientes, competencia.
- Ventajas competitivas, etc.

En la primera reunión pedir que expliquen la estructura orgánica de la compañía (obtener una copia del organigrama), para saber los usuarios que debemos tomar en cuenta y las ubicaciones geográficas. Conociendo esto se podrá localizar los mayores conjuntos de usuario y caracterizar el flujo de tráfico. Es importante para el diseño del proyecto la obtención de una copia de las políticas de seguridad.

2.4 METAS TÉCNICAS

Analizar las metas técnicas ayudará a recomendar las tecnologías que cumplirán las expectativas del diseño de la red. Las metas técnicas incluyen:

2.4.1 ESCALABILIDAD

Escalabilidad se refiere al crecimiento de un diseño de red. Las redes jerárquicas escalan muy bien. La modularidad del diseño le permite reproducir exactamente los elementos del diseño a medida que la red crece. Debido a que cada instancia del módulo es estable, resulta fácil planificar e implementar la expansión.

Se debe comprender hasta qué punto la red se ampliará en el próximo año y en los próximos años. Investigue: el número de sitios a ser añadidos, ¿qué se va a necesitar en estos sitios?, ¿cuántos usuarios se van a añadir?, ¿cuántos servidores se van a añadir?, etc.

Es importante tener en cuenta que hay obstáculos de escalabilidad inherentes a las tecnologías de redes. La selección de la tecnología que pueda satisfacer los objetivos de escalabilidad, es un proceso complejo que si no se realiza correctamente puede fallar todo el diseño de la red.

2.4.2 REDUNDANCIA

Redundancia se refiere a la cantidad de tiempo que una red está disponible para los usuarios y es a menudo un objetivo fundamental para el diseño de redes. La disponibilidad puede ser expresada como un tiempo de actividad por ciento por año, mes, semana, día u hora, en comparación con el tiempo total en ese período.

2.4.3 RENDIMIENTO

Los objetivos de rendimiento de la red están estrechamente vinculados al análisis de la red existente. El rendimiento de la red también es un objetivo estrechamente vinculado a los objetivos de escalabilidad. Se debe obtener un entendimiento de los planes de crecimiento de la red antes de analizar los objetivos de rendimiento.

2.4.3.1 DEFINICIONES PARA RENDIMIENTO DE LA RED

La lista siguiente proporciona las definiciones de objetivos de rendimiento de la red que puede utilizar en el análisis de los requisitos:

- **Capacidad (ancho de banda).** La capacidad de transporte de datos de un circuito de la red, generalmente medido en bits por segundo (bps).
- **Utilización.** El porcentaje del total de la capacidad disponible en uso. El Caudal se define como la cantidad de datos libre de errores que se transmite por unidad de tiempo. Con frecuencia se define el caudal para una conexión específica o período de sesiones.

El ancho de banda es la capacidad en general, caudal es una evaluación de la cantidad de datos que pueden transmitirse por unidad de tiempo.

Otros factores que afectan el caudal son:

- El tamaño de los paquetes.
 - Espacios entre la transmisión de paquetes o tramas.
 - Tasas de reenvío de paquetes (en dispositivos retransmisores).
 - Velocidad del cliente (CPU, memoria, E/S).
 - Velocidad del servidor (CPU, memoria, E/S).
 - Diseño de la red.
 - Protocolos.
 - Distancia.
 - Errores.
 - Hora del día.
-
- **La utilización óptima.** Medida máxima de utilización antes de que la red se considere saturada.
 - **Rendimiento.** Cantidad de datos libre de errores con éxito entre los nodos transferidos por unidad de tiempo, generalmente segundos.
 - **Carga ofrecida.** Suma de los datos de todos los nodos de la red que han preparado para enviar en un momento.
 - **Precisión.** La cantidad de tráfico que es útil correctamente transmitidas, en relación con el tráfico total. El objetivo general es que la exactitud de los datos recibidos en el lugar de destino debe ser la misma que los datos enviados por la fuente. Las causas de los errores típicos de datos son eléctricas, impedancia, malas conexiones físicas, falta de dispositivos, y el ruido causado por la maquinaria eléctrica. A veces, errores de software pueden causar también errores de datos. Las tramas tienen un error que debe ser retransmitido, que tiene un efecto negativo sobre el rendimiento.

- **Eficiencia.** Una medida de cuánto esfuerzo se requiere para producir una cantidad determinada de datos. Eficiencia generalmente especifica cuánto se requiere para producir un resultado necesario. La eficiencia también proporciona una útil manera de hablar sobre el rendimiento de la red. Por ejemplo, la Ethernet compartida, es ineficiente cuando la tasa de colisión es alta. La red eficiente generalmente especifica cuánto se necesita para enviar el tráfico, a pesar de las colisiones, de errores, cambios de ruta, los reconocimientos de tramas de grandes cabeceras, un mal diseño de red, y así sucesivamente.
- **Retraso (latencia).** En redes informáticas de datos se denomina latencia a la suma de retardos temporales dentro de una red. Un retardo es producido por la demora en la propagación y transmisión de paquetes dentro de la red.
- **Variación de retardo.** La cantidad de variación de tiempo promedio de demora.
- **Tiempo de respuesta.** La cantidad de tiempo entre la solicitud de algún servicio de red y una respuesta a la solicitud.

2.4.4 SEGURIDAD

El aumento de las amenazas tanto de dentro como de fuera de la red requiere que las tecnologías de seguridad sean las más actualizadas. Un objetivo general de la mayoría de las empresas es que tener un problema de seguridad no debe perturbar la capacidad para realizar negocios. Cada empresa tiene los secretos comerciales, las operaciones y el equipo a proteger. La seguridad también puede afectar a la redundancia de un diseño de red, si todo el tráfico debe pasar a través de dispositivos de encriptación, por ejemplo. Un objetivo práctico es garantizar que el coste de aplicar la seguridad no exceda el costo de recuperación de incidentes de seguridad.

2.4.5 FACILIDAD DE ADMINISTRACIÓN

Cada empresa tiene diferentes objetivos en relación con la gestión de una red. La gestión de la red debe ser simplificada de la siguiente manera:

- *La gestión del rendimiento.* Analizar el tráfico y el comportamiento de las aplicaciones para optimizar una red, cumplir acuerdos de nivel de servicio, y el plan de expansión
- *Administración de fallas.* Detectar, aislar y corregir problemas; informar sobre los problemas a los usuarios finales y administradores, el seguimiento de las tendencias relacionadas con los problemas
- *Gestión de la configuración.* Control, la explotación, la identificación y recopilación de datos de dispositivos gestionados
- *Gestión de la seguridad.* Controles y análisis de seguridad y políticas de protección, mantenimiento y distribución de las contraseñas y otra información de autenticación y autorización, la gestión de claves de encriptación, auditoría y el cumplimiento de las políticas de seguridad
- *Contabilidad de gestión.* Contabilidad de uso de la red para asignar los costes a los usuarios de la red y / o cambios en el plan de necesidades de capacidad

2.4.6 FACILIDAD DE USO

Un objetivo que está relacionado con la capacidad de administración, es la usabilidad. Usabilidad se refiere a la facilidad de uso con la que los usuarios pueden acceder a la red y a los servicios.

Facilidad de uso también podría incluir la necesidad de movilidad. Los usuarios esperan para hacer su trabajo independientemente de su ubicación física. Ellos esperan tener acceso a la red en las salas de conferencias, en casa, en el sitio de un cliente, y así sucesivamente.

La documentación de este requisito como parte de los requisitos técnicos le ayudará a reconocer la necesidad de seleccionar las soluciones inalámbricas y VPN en el diseño lógico y físico. También le ayudará realizar una encuesta sobre el sitio a prepararse para una infraestructura inalámbrica.

2.4.7 FACILIDAD PARA ADAPTARSE

En el diseño de una red, se debe tratar de evitar la incorporación de los elementos que hacen que sea difícil de aplicar las nuevas tecnologías en el futuro. Un buen diseño de red

puede adaptarse a las nuevas tecnologías y a los cambios. Los cambios pueden venir en forma de nuevos protocolos, nuevas prácticas comerciales, las nuevas metas fiscales, la nueva legislación, etc. La capacidad de adaptación de una red afecta su disponibilidad.

Una red que no se puede adaptar no puede ofrecer una buena disponibilidad. Un diseño de red flexible es también capaz de adaptarse a los cambios en el flujo de tráfico y las necesidades de calidad de servicio (QoS). Otro aspecto de la adaptabilidad es la rapidez con que los dispositivos de interconexión deben adaptarse a los problemas y a las actualizaciones.

2.4.8 AJUSTE AL PRESUPUESTO

Asequibilidad a veces se llama costo-eficacia. Para que un diseño de red sea asequible, debe llevar la mayor cantidad de tráfico en un determinado costo financiero. Los gastos financieros incluyen los costes de equipamiento y gastos de funcionamiento de la red.

El segundo aspecto más caro de funcionamiento de una red, tras el coste de los circuitos de la WAN, es el costo de la contratación, formación, mantenimiento y personal para operar y administrar la red.

2.5 CARACTERIZAR LA RED EXISTENTE

Un importante paso en el diseño de redes Top-Down es examinar la red existente.

Caracterizamos la red existente en términos de:

- Su infraestructura.
- Estructura lógica (modularidad, jerarquía, topología).
- Estructura física.
- Direccionamiento y asignación de nombres.
- Cableado y medios de transmisión.
- Restricciones de arquitectura y ambiente.

2.5.1 INFRAESTRUCTURA DE RED

Caracterizar la infraestructura de una red significa desarrollar un juego de mapas de red y aprender las ubicaciones de los principales dispositivos de interred y segmentos de red. También incluye documentación de nombres y métodos para direccionamiento y denominación.

2.5.1.1 DESARROLLO DE MAPAS DE LA RED

Una buena manera de empezar a desarrollar un conocimiento del flujo de tráfico que circula en la red es aprender la localización de los principales host, interconexión de dispositivos y segmentos de red. Acoplar los datos en las características de rendimiento de los segmentos de red, ubicar la información le da la visión de donde sus usuarios se concentrarán y el nivel de tráfico que el diseño de red debería soportar.

En este punto en el proceso de diseño de red, el objetivo es la obtención de un mapa (o juego de mapas) de la red ya implementada.

2.5.2 ARQUITECTURA LÓGICA (TOPOLOGÍA)

Hay que documentar y caracterizar la topología lógica de la red así como los componentes físicos. La topología lógica ilustra la arquitectura de la red, que puede ser jerárquica o plana, estructurada o sin estructura, de capas o no y otras posibilidades. La topología lógica también describe métodos para conectividad de dispositivos en forma geométrica (por ejemplo, un estrella, anillo bus y rayo o malla).

Cuando se caracteriza la topología lógica, hay que buscar implementaciones que puedan impedir la escalabilidad. Chequee demasiada complejidad o demasiado tamaño de la red que pueda llevar a detener la actividad y otros problemas de ruteo.

2.5.2.1 DIRECCIONAMIENTO DE RED Y ASIGNACIÓN DE NOMBRES (DNS)

Caracterizar la infraestructura lógica de una red involucra documentar alguna estrategia para direccionar y asignar nombres a la red.

Cuando dibujamos en detalle los mapas de red, es conveniente incluir los nombres de los principales sitios, routers, segmentos de red y servidores. También adopte una estrategia para asignar nombres a los elementos de red. Podría utilizar sufijos para asignar nombres o con un alias que describa el tipo de dispositivo (por ejemplo: rtr para router). Se podría utilizar también el sistema de nombramiento como DNS, para redes IP o NetBios (WINS).

2.5.3 CABLEADO Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN

Para encontrar metas de escalabilidad y disponibilidad para el nuevo diseño de red es importante entender el diseño del cableado de la red existente. Documentar el diseño de cableado existente ayuda a planificar para mejorar e identificar algún problema potencial. Es posible, que deba documentar los tipos de cable en uso así como las distancias de los cables.

El diagrama deberá documentar las conexiones entre edificios. Los diagramas deberán incluir información en el número de partes del cable y tipos de cableado (o tecnologías inalámbricas) en uso. El diagrama debe indicar que tan lejos están los edificios unos de otros. La información de la distancia puede ayudarle a seleccionar el nuevo cableado. Recoja información sobre el cableado vertical y horizontal. Los datos que se recogen dependen de cuánto tiempo tenga y cuan importantes sean los detalles del cableado para en el diseño de su red.

2.5.4 RESTRICCIONES DE ARQUITECTURA Y AMBIENTE

Cuando se investiga el cableado, hay que poner atención en los problemas del entorno, como la posibilidad de que el cableado este cerca de la tubería de agua, cerca de los equipos de fabricación (motores), etc.

Determinar si hay algún problema legal que debe ser detallado antes de cablear, por ejemplo que el cable tenga que cruzar por una calle pública, o que pueda ser necesario que el cable atravesase la propiedad de una empresa privada, o que la tecnología inalámbrica tenga obstáculos que bloqueen la señal.

Dentro de los edificios hay poner atención a los problemas de arquitectura que podrían afectar a la posibilidad de implementar su diseño de red. Estar seguro de que lo siguiente está bien y es suficiente:

- Aire Acondicionado.
- Calefacción.
- Ventilación.
- Electricidad.
- Protección de interferencia electromagnética.
- Que las puertas puedan cerrarse con llave.
- Asegurarse de que hay espacio para:
 - Ductos para el cableado.
 - Paneles de conexión (patch-panels).
 - Armarios para equipos (racks).
 - Áreas de trabajo para que los técnicos instalen y pongan a punto los equipos.

2.6 CARACTERIZACIÓN DEL TRÁFICO DE LA RED EXISTENTE

Los factores que pueden afectar al tráfico de la red son: el flujo de tráfico, el volumen de tráfico, y el comportamiento del protocolo.

2.6.1 ANÁLISIS DEL FLUJO DE TRÁFICO

El análisis del flujo de tráfico es el proceso de medición del uso del ancho de banda en una red y el análisis de datos con el fin de lograr ajustes del rendimiento, planificación de la capacidad y toma de decisiones con respecto a las mejoras del hardware. El análisis del flujo de tráfico se realiza con el uso de software para análisis de flujo de tráfico. El flujo de tráfico de la red es la cantidad de datos enviados durante un cierto período de tiempo. Todos los datos de la red contribuyen con el tráfico, independientemente de su propósito u origen. El análisis de los diferentes orígenes del tráfico y su influencia en la red, permite realizar ajustes más exactos y actualizar la red para lograr el mejor rendimiento posible.

Los datos del flujo de tráfico pueden utilizarse para ayudar a determinar exactamente cuánto tiempo puede continuar utilizando el hardware de la red existente antes de que tenga sentido actualizarlo para adaptarse según los requerimientos adicionales de ancho de banda.

2.6.1.1 HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS DEL FLUJO DE TRÁFICO

Se encuentran disponibles muchas herramientas de análisis de flujo de tráfico que registran automáticamente los datos en una base de datos y realizan un análisis de tendencias. En redes mayores, las soluciones del conjunto del software constituyen el único método eficaz para realizar el análisis de flujo de tráfico. Al recopilar datos mediante el software, se puede observar exactamente cómo se desempeña cada interfaz en un punto de tiempo dado en la red. Con el uso de los cuadros incluidos, se pueden identificar los problemas de flujo de tráfico visualmente. Este proceso es mucho más sencillo que tener que interpretar los números en una columna de datos de flujo de tráfico.

2.6.1.2 FUENTES DE TRÁFICO Y ALMACENAMIENTO

Para comprender el flujo de tráfico de la red, primero se debe identificar comunidades de usuarios y las fuentes de datos para las aplicaciones existentes y nuevas.

2.6.1.2.1 *Comunidades de usuarios*

Una comunidad de usuarios es un conjunto de trabajadores que utilizan una aplicación o un conjunto de aplicaciones. Una comunidad de usuarios puede ser un departamento corporativo o un conjunto de departamentos. El análisis de las comunidades de usuarios es el proceso de identificación de varios grupos de usuarios y su influencia en el rendimiento de la red.

2.6.1.2.2 *Medios de almacenamiento de datos y servidores de datos*

Al analizar el tráfico en una red, se debe considerar dónde se ubican los medios de almacenamiento y los servidores de datos de manera que se pueda determinar el impacto

del tráfico en la red. Los medios de almacenamiento de datos pueden ser servidores, redes de almacenamiento de datos (SAN), almacenamiento adjunto a redes (NAS), unidades de copia de respaldo en cinta o cualquier otro dispositivo o componente en los que se almacenan grandes cantidades de datos.

2.6.1.3 DOCUMENTACIÓN DE FLUJO DE TRÁFICO

La documentación del flujo de tráfico consiste en identificar y caracterizar los flujos de tráfico individuales entre las fuentes de tráfico y las fuentes de datos. El comportamiento de la medición del flujo de tráfico también ayuda a los diseñadores de red a hacer lo siguiente:

- Caracterizar el comportamiento de las redes existentes.
- Planificar la expansión y el desarrollo de la red.
- Cuantificar el rendimiento de la red.
- Verificar la calidad de los servicios de la red.

2.6.2 VOLUMEN DE TRÁFICO

Para seleccionar las topologías y tecnologías apropiadas para alcanzar los objetivos del diseño de red, es importante caracterizar el volumen de tráfico y el flujo de tráfico.

El objetivo es simplemente evitar un diseño que tiene cuellos de botella críticos. Para evitar cuellos de botella, se puede investigar los patrones de uso de las aplicaciones, los tiempos de inactividad entre los paquetes, los tamaños de las tramas. Otro método para evitar cuellos de botella es simplemente dar grandes cantidades de ancho de banda en el problema. Una interpretación estricta de los principios de análisis de sistemas no aprobaría tal enfoque, pero el ancho de banda es barato en estos días.

2.6.2.1 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE TRÁFICO

La carga de tráfico (carga ofrecida) es la suma de todos los nodos de la red de datos que se han preparado para enviar datos en un momento determinado. Uno de los objetivos

generales de la mayoría de los diseños de la red es que la capacidad de la red debería ser más que suficiente para manejar el volumen de tráfico. El reto es determinar si la capacidad propuesta para un nuevo diseño es suficiente para manejar el volumen potencial.

Para calcular si el volumen de tráfico es suficiente se debe saber:

- El número de estaciones.
- El tiempo promedio de inactividad de una estación entre el envío de tramas.
- El tiempo requerido para transmitir un mensaje una vez que se gana acceso al medio.

Mediante el estudio de tiempos de espera y los tamaños de la trama con un analizador de protocolo, y la estimación del número de estaciones, se puede determinar si la capacidad propuesta es suficiente. En general, para caracterizar con precisión el volumen de tráfico, es necesario comprender los patrones de uso de las aplicaciones y los requisitos de QoS, además de los tiempos de inactividad y los tamaños las tramas.

2.6.3 COMPORTAMIENTO DE TRÁFICO PARA DIVERSOS PROTOCOLOS

Para caracterizar completamente el comportamiento del tráfico, se debe investigar los protocolos que utilizan una aplicación. Una vez que conozca los protocolos, se puede calcular con mayor precisión el volumen de tráfico, añadiendo el tamaño de las cabeceras de protocolo con el tamaño de los datos.

2.6.4 COMPORTAMIENTO DEL TRÁFICO DE LA RED EXISTENTE

Para seleccionar el apropiado diseño de la red, necesita entender el protocolo y comportamiento de las aplicaciones, además de los flujos de tráfico y volumen.

2.6.4.1 EFICIENCIA DE LA RED

Caracterizar el comportamiento de tráfico de la red requiere un entendimiento adecuado de la eficiencia de las aplicaciones de la nueva red. La eficiencia se refiere a si las aplicaciones y protocolos que utilizan el ancho de banda de manera eficaz. La eficacia se

ve afectada por el tamaño de la trama, la interacción de los protocolos utilizados por una aplicación, de ventanas corredizas y control de flujo, y los mecanismos de recuperación de errores.

2.6.4.2 REQUERIMIENTOS DE CALIDAD DE SERVICIO (QoS)

El análisis de las necesidades del tráfico de red no es tan simple como la identificación de los flujos, la medición de la carga de los flujos, y caracterizar el comportamiento de tráfico tales como broadcast y el comportamiento de recuperación de errores.

Es necesario también caracterizar a los requisitos de QoS para las aplicaciones. QoS o Calidad de Servicio son las tecnologías que garantizan la transmisión de cierta cantidad de datos en un tiempo dado (throughput). Calidad de servicio es la capacidad de dar un buen servicio. Es especialmente importante para ciertas aplicaciones tales como la transmisión de video o voz.

2.7 DISEÑO DE REDES JERÁRQUICAS

El modelo de red jerárquico es una herramienta de alto nivel, útil para diseñar una infraestructura de red confiable. Proporciona una vista modular de una red, lo que simplifica el diseño y la creación de una red que pueda crecer en el futuro.

Para satisfacer las necesidades comerciales de la empresa y los objetivos técnicos para un diseño de red empresarial, puede ser necesario recomendar una topología de red que consiste de muchos componentes interrelacionados.

Expertos en diseño de la red han desarrollado el modelo jerárquico de red para ayudarle a diseñar una topología en capas.

En la figura 2.3 se muestra la topología de red jerárquica.

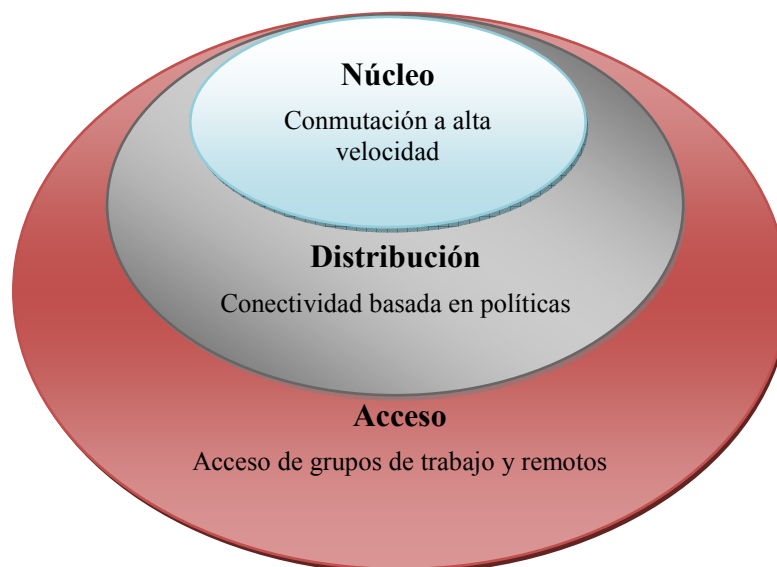


Figura 2.3: Modelo de Red Jerárquica
Fuente: CCNA Exploration v4.0

- **Capa núcleo (core):** router y switches finales que están optimizados para la disponibilidad y el rendimiento.
- **Capa de distribución:** routers y switches que implementan las políticas.
- **Capa de acceso:** conecta a los usuarios a través de switch inferiores y puntos de acceso inalámbrico.

2.7.1 CAPA DE NÚCLEO (CORE)

La capa del núcleo, principal o Core se encarga de desviar el tráfico lo más rápidamente posible hacia los servicios apropiados. Normalmente, el tráfico transportado se dirige o proviene de servicios comunes a todos los usuarios. Estos servicios se conocen como servicios globales o corporativos. Algunos de tales servicios pueden ser e-mail, el acceso a Internet o la videoconferencia. Cuando un usuario necesita acceder a un servicio corporativo, la petición se procesa al nivel de la capa de distribución. El dispositivo de la capa de distribución envía la petición del usuario al núcleo. Este se limita a proporcionar un transporte rápido hasta el servicio corporativo solicitado. El dispositivo de la capa de distribución se encarga de proporcionar un acceso controlado a la capa de núcleo. En el moderno mundo empresarial, el núcleo de la red debe funcionar como un servicio non-stop 7x24x365.

El objetivo clave de diseño para el núcleo del campus se basa en proporcionar el nivel adecuado de redundancia para permitir la inmediata recuperación del flujo de datos en caso de que cualquier componente (switch, tarjeta, fibra, etc.) sufran algún daño.

El núcleo del campus es la columna vertebral junto con todos los elementos de la arquitectura del campus. Es la parte de la red que establece la conexión entre los dispositivos finales, la informática, y los servicios de almacenamiento de datos situados en el centro de datos y en otras áreas y servicios dentro de la red.

2.7.2 CAPA DE DISTRIBUCIÓN

La capa de distribución marca el punto medio entre la capa de acceso y los servicios principales de la red. La función primordial de esta capa es realizar funciones tales como enrutamiento, filtrado y acceso a las redes WAN.

En un entorno de campus, la capa de distribución abarca una gran diversidad de funciones, entre las que figuran las siguientes:

- Servir como punto de concentración para acceder a los dispositivos de capa de acceso.
- Enrutar el tráfico para proporcionar acceso a los departamentos o grupos de trabajo.
- Segmentar la red en múltiples dominios de difusión / multidifusión.
- Traducir los diálogos entre diferentes tipos de medios, como Token Ring y Ethernet
- Proporcionar servicios de seguridad y filtrado.

La capa de distribución puede resumirse como la capa que proporciona una conectividad basada en una determinada política, dado que determina cuándo y cómo los paquetes pueden acceder a los servicios principales de la red. La capa de distribución determina la forma más rápida para que la petición de un usuario (como un acceso al servidor de archivos) pueda ser remitida al servidor.

Una vez que la capa de distribución ha elegido la ruta, envía la petición a la capa de núcleo. La capa de núcleo podrá entonces transportar la petición al servicio apropiado.

2.7.3 CAPA DE ACCESO

La capa de acceso es el primer nivel o el borde del campus. Es el lugar donde los dispositivos finales (ordenadores, impresoras, cámaras, etc.) acceden al campus network. También donde se amplía la red a más dispositivos finales (teléfonos IP y puntos de acceso inalámbricos son los dos principales ejemplos de dispositivos que extienden la conectividad de la capa de acceso).

La capa de acceso provee una demarcación entre la infraestructura de red y los dispositivos de computación. Además provee seguridad, QoS y políticas de confianza. Esta es la primera capa de defensa en la red y es el primer punto de negociación entre los dispositivos finales y la infraestructura de red. En la figura 2.4 se muestra el ejemplo de un esquema la topología jerárquica de red.

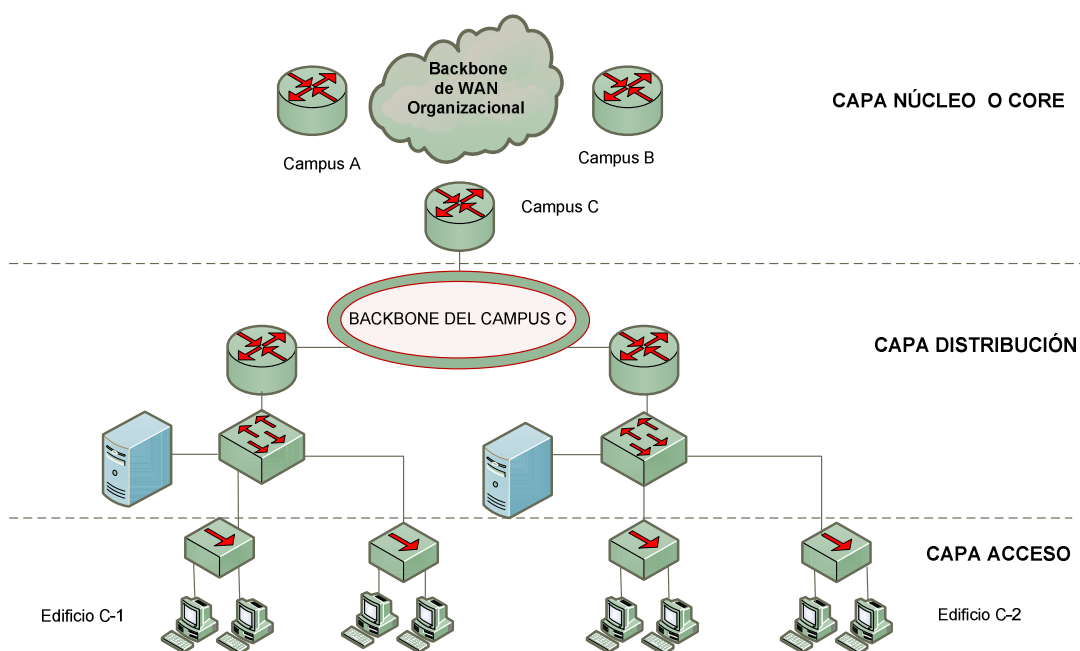


Figura 2.4: Topología jerárquica de red
Fuente: Oppenheimer, *Top-Down Network Design*, 2004

2.8 DISEÑO MODULAR

Un concepto fundamental relacionado con la jerarquía es la modularidad. Grandes proyectos de diseño de redes de gran tamaño, en general, constan de diferentes áreas y

módulos. Cada área debe ser diseñada con un enfoque sistemático, la jerarquía la aplicación y la redundancia en su caso. Cisco Systems utiliza el Modelo Empresarial de Red Compuesta (ECNM) para describir los diferentes componentes o módulos de una red empresarial.

2.8.1 MODELO EMPRESARIAL DE RED COMPUESTA(ECNM)

El Modelo Empresarial de Red Compuesta (ECNM) es un modelo que los diseñadores de red pueden utilizar para simplificar la complejidad de una interconexión de redes de mediano y gran tamaño.

En la figura 2.5 se muestra la arquitectura empresarial de red compuesta.

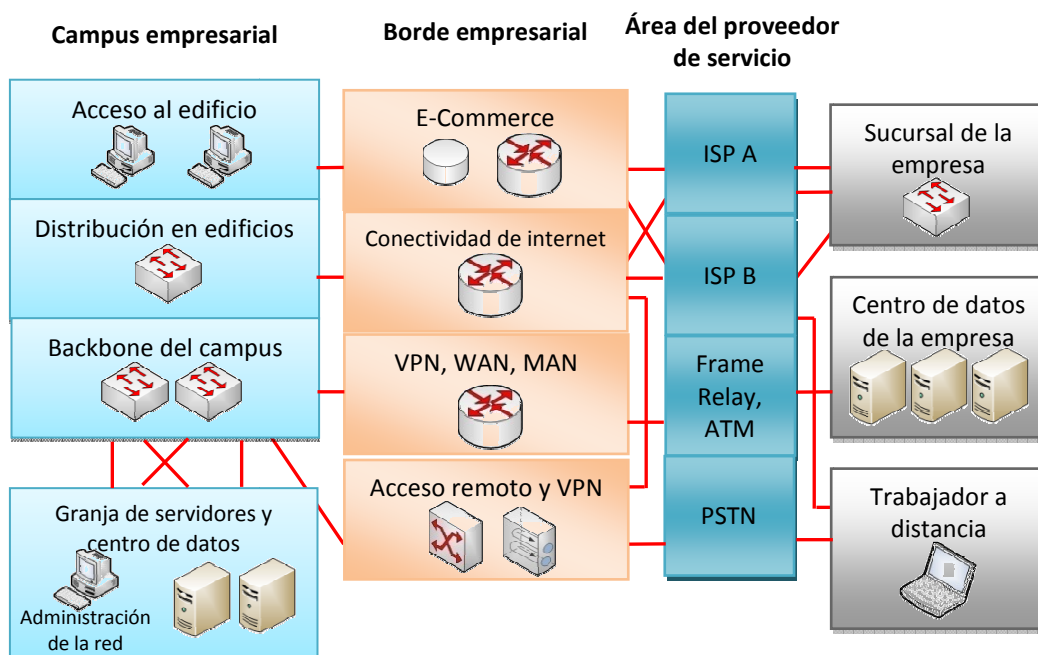


Figura 2.5: Arquitectura empresarial de red compuesta
Fuente: Oppenheimer, *Top-Down Network Design*, 2004

2.8.1.1 ARQUITECTURA DE CAMPUS EMPRESARIAL

El campus de la empresa incluye los módulos necesarios para construir una red de campus robusta que proporciona una alta disponibilidad, escalabilidad y flexibilidad. Esta zona

contiene todos los elementos de red para el funcionamiento independiente dentro de un lugar del campus. Una empresa puede tener más de un campus.

Según el ECNM, un campus consta de:

- **Acceso a Edificios:** Este submódulo contiene estaciones de usuario final y los teléfonos IP conectados a los switches o puntos de acceso inalámbrico. Los servicios ofrecidos por este módulo de acceso de red, realizan control de emisión, filtrado de protocolo, y características de QoS.
- **Distribución en Edificios:** Proporciona la agrupación de los dispositivos de acceso al edificio, con frecuencia mediante conmutación de capa 3. Este submódulo se encarga del enrutamiento, control de calidad y el control del acceso. La misión de este submódulo es agregar armarios de cableado dentro de un edificio y proporcionar conectividad a la red troncal del campus a través de routers (o switches con módulos de enrutamiento). Este submódulo proporciona enrutamiento, QoS, y los métodos de control de acceso para la seguridad y los requisitos de rendimiento.
- **Backbone (Núcleo) de Campus:** El núcleo proporciona convergencia rápida entre los edificios, la granja de servidores y el borde empresarial. El backbone es la capa de la infraestructura del campus.

2.8.1.2 ARQUITECTURA DE BORDE EMPRESARIAL

Este módulo ofrece conectividad para servicios de voz, video y datos fuera de la empresa. Este módulo permite a la empresa utilizar Internet y recursos de socios y proporcionar recursos a sus clientes. Con frecuencia, este módulo funciona como enlace entre el módulo de campus y los demás módulos de la arquitectura empresarial. Las arquitecturas WAN y MAN empresariales.

El diseño y ejecución adecuados de la infraestructura de borde es crucial para asegurar la disponibilidad de servicios a todos los usuarios de la empresa. La infraestructura de borde incluye los siguientes elementos funcionales como: e-commerce, conectividad a internet, acceso a VPN, acceso a la red WAN y acceso remoto.

2.8.1.3 ÁREA DEL PROVEEDOR DEL SERVICIO

La selección de un proveedor de servicios es algo que debe tener en cuenta durante la fase de diseño lógico. Encontrar un proveedor que cubra las necesidades de una empresa requiere una buena comprensión de las necesidades y la cultura de la empresa y el proveedor potencial. Durante la fase de diseño lógico, debe comenzar a hacer una lista de criterios para la selección de proveedores y desarrollar un plan y un conjunto de normas para la evaluación de los candidatos. Investigar la disponibilidad de los proveedores de servicios en las regiones afectadas y empezar a hacer preguntas.

2.8.1.4 ARQUITECTURA SUCURSAL DE LA EMPRESA

Este módulo permite a las empresas extender las aplicaciones y los servicios encontrados en el campus a miles de ubicaciones y usuarios remotos o a un grupo pequeño de sucursales.

2.8.1.5 ARQUITECTURA DE CENTRO DE DATOS DE LA EMPRESA

Los centros de datos son responsables de administrar y mantener los numerosos sistemas de datos que son vitales para el funcionamiento de las empresas modernas. Los empleados, los socios y los clientes utilizan los datos y los recursos del centro de datos para crear, colaborar e interactuar de manera eficaz. En la última década, el surgimiento de Internet y las tecnologías basadas en la Web han hecho que los centros de datos sean más importantes que nunca, ya que mejoran la productividad y los procesos comerciales y aceleran el cambio.

2.8.1.6 ARQUITECTURA DE TRABAJADORES A DISTANCIA DE LA EMPRESA

Muchas empresas de la actualidad ofrecen un entorno de trabajo flexible a sus empleados al permitirles trabajar desde sus oficinas en el hogar.

Trabajar a distancia es aprovechar los recursos de red de la empresa desde el hogar. El módulo de trabajadores a distancia recomienda que las conexiones desde el hogar utilicen servicios de banda ancha, como módem por cable o DSL para conectarse a Internet y desde

allí a la red corporativa. Como Internet presenta riesgos de seguridad importantes para las empresas, es necesario tomar medidas especiales para garantizar que las comunicaciones de los trabajadores a distancia sean seguras y privadas.

2.9 TECNOLOGÍAS WAN

2.9.1 TERMINOLOGÍA DE LA CAPA FÍSICA DE LA WAN

Una red WAN utiliza enlaces de datos suministrados por los servicios de una operadora para acceder a Internet y conectar los sitios de una organización entre sí, con sitios de otras organizaciones, con servicios externos y con usuarios remotos. La capa física de acceso a la red WAN describe la conexión física entre la red de la empresa y la red del proveedor de servicios.

En la figura 2.6 se muestra la terminología utilizada comúnmente para describir las conexiones físicas de la WAN

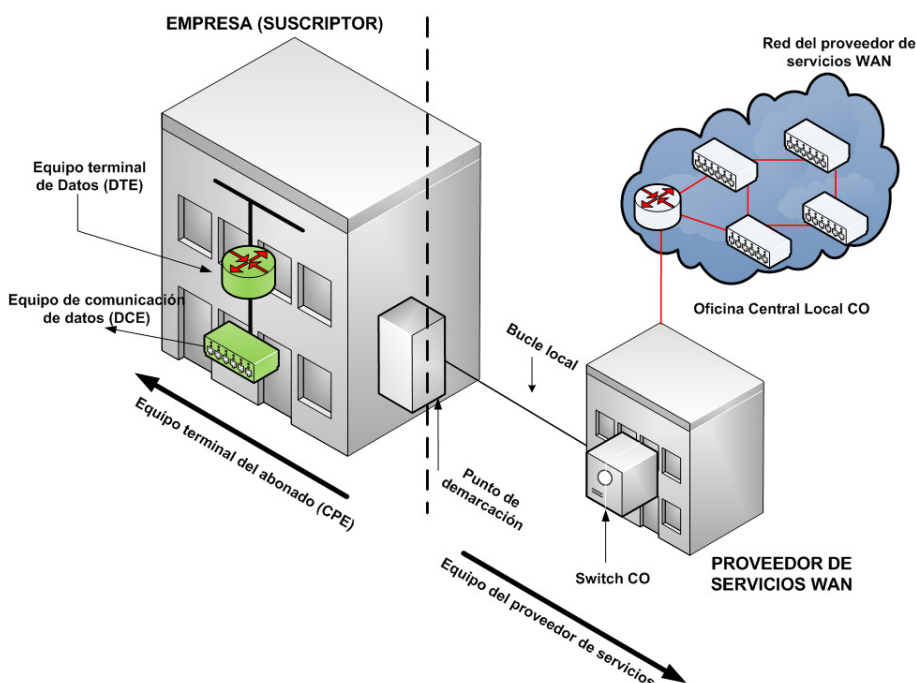


Figura 2.6: Terminología de la capa física de la red WAN

Fuente: CCNA Exploration v4.0

- **Equipo local del cliente (CPE, Customer Premises Equipment):** dispositivos y cableado interno localizados en las instalaciones del suscriptor y conectados con un

canal de telecomunicaciones de una portadora. El suscriptor es dueño de un CPE o le alquila un CPE al proveedor de servicios. En este contexto, un suscriptor es una empresa que contrata los servicios WAN de un proveedor de servicios u operadora.

- **Equipo de comunicación de datos** (DCE, Data Communications Equipment): también llamado equipo de terminación de circuito de datos, el DCE está compuesto por dispositivos que ponen datos en el bucle local. La tarea principal del DCE es suministrar una interfaz para conectar suscriptores a un enlace de comunicación en la nube WAN.
- **Equipo terminal de datos** (DTE, Data Terminal Equipment): dispositivos del cliente que pasan los datos de la red o la computadora host de un cliente para transmisión a través de la WAN. El DTE se conecta al bucle local a través del DCE.
- **Punto de demarcación**: punto establecido en un edificio o un complejo para separar los equipos del cliente de los equipos del proveedor de servicios. Físicamente, el punto de demarcación es la caja de empalme del cableado que se encuentra en las instalaciones del cliente y que conecta los cables del CPE con el bucle local.
- Normalmente se coloca en un lugar de fácil acceso para los técnicos. El punto de demarcación es el lugar donde la responsabilidad de la conexión pasa del usuario al proveedor de servicios. Esto es muy importante porque cuando surgen problemas, es necesario determinar si la resolución o la reparación son responsabilidad del usuario o del proveedor de servicios.
- **Bucle local**: Cable telefónico de cobre o fibra que conecta el CPE del sitio del suscriptor a la CO del proveedor de servicios. El bucle local a veces se denomina "última milla".
- **Oficina central** (CO, Central Office): instalaciones o edificio del proveedor de servicios local en donde los cables telefónicos se enlazan con las líneas de comunicación de fibra óptica de largo alcance y completamente digitales a través de un sistema de switches y otros equipos.

2.9.2 OPCIONES DE CONEXIÓN WAN

En la actualidad, existen muchas opciones para implementar soluciones WAN. Ellas difieren en tecnología, velocidad y costo. Las conexiones WAN pueden establecerse sobre una infraestructura privada o una infraestructura pública, como el Internet.

2.9.2.1 OPCIONES DE CONEXIÓN DE WAN PRIVADAS

Las conexiones WAN privadas incluyen opciones de enlaces de comunicación dedicados y conmutados.

2.9.2.1.1 *Enlaces de comunicación dedicados*

Cuando se requieren conexiones dedicadas permanentes, se utilizan líneas punto a punto con diversas capacidades que tienen solamente las limitaciones de las instalaciones físicas subyacentes y la disposición de los usuarios de pagar por estas líneas dedicadas. Un enlace punto a punto ofrece rutas de comunicación WAN preestablecidas desde las instalaciones del cliente a través de la red del proveedor hasta un destino remoto. Las líneas punto a punto se alquilan por lo general a una operadora y se denominan también líneas arrendadas.

2.9.2.1.2 *Enlaces de comunicación conmutados*

Los enlaces de comunicación conmutados pueden ser por conmutación de circuitos o conmutación de paquetes.

- **Enlaces de comunicación por conmutación de circuitos:** la conmutación de circuitos establece dinámicamente una conexión virtual dedicada para voz o datos entre el emisor y el receptor. Antes de que comience la conmutación, es necesario establecer la conexión a través de la red del proveedor de servicios. Entre los enlaces de comunicación por conmutación de circuitos se encuentran el acceso telefónico analógico (PSTN) e ISDN.

- **Enlaces de comunicación por conmutación de paquetes:** muchos usuarios WAN no utilizan de manera eficiente el ancho de banda fijo que está disponible para los circuitos dedicados, conmutados o permanentes porque el flujo de datos fluctúa. Los proveedores de comunicaciones cuentan con redes de datos disponibles para brindar un mejor servicio a estos usuarios. En las redes con conmutación de paquetes, los datos se transmiten en tramas, celdas o paquetes rotulados. Los enlaces de comunicación por conmutación de paquetes incluyen Frame Relay, ATM, X.25 y Metro Ethernet.
- **X.25:** es un protocolo de capa de red heredado que proporciona una dirección de red a los suscriptores. Los circuitos virtuales se establecen a través de la red con paquetes de petición de llamadas a la dirección destino. Un número de canal identifica la SVC resultante. Los paquetes de datos rotulados con el número del canal se envían a la dirección correspondiente. Varios canales pueden estar activos en una sola conexión. Las velocidades de los enlaces X.25 varían de 2400 bps a 2 Mbps. Sin embargo, las redes públicas normalmente tienen una capacidad baja con velocidades que rara vez superan los 64 kbps.
- **Frame Relay:** Si bien el diseño de la red parece ser similar al de las redes X.25, Frame Relay se diferencia de X.25 en varios aspectos. El más importante es que es un protocolo mucho más sencillo que funciona a nivel de la capa de enlace de datos y no en la capa de red. Frame Relay no realiza ningún control de errores o flujo. Frame Relay ofrece velocidades de datos de hasta 4 Mbps y hay proveedores que ofrecen velocidades aún mayores.

Frame Relay ofrece una conectividad permanente, compartida, de ancho de banda mediano, que envía tanto tráfico de voz como de datos. Frame Relay es ideal para conectar las LAN de una empresa. El router de la LAN necesita sólo una interfaz, aún cuando se estén usando varios VC. La línea alquilada corta que va al extremo de la red Frame Relay permite que las conexiones sean económicas entre LAN muy dispersas.

- **ATM:** Modo de transferencia asíncrona (ATM, Asynchronous Transfer Mode) es capaz de transferir voz, video y datos a través de redes privadas y públicas. Tiene una arquitectura basada en celdas, en lugar de tramas. Las celdas ATM tienen

siempre una longitud fija de 53 bytes. La celda ATM contiene un encabezado ATM de 5 bytes seguido de 48 bytes de contenido ATM. Las celdas pequeñas de longitud fija son adecuadas para la transmisión de tráfico de voz y video porque este tráfico no tolera demoras. El tráfico de video y voz no tiene que esperar a que se transmita un paquete de datos más grande. ATM fue diseñado para ser extremadamente escalable y soporta velocidades de enlace desde T1/E1 hasta OC-12 (622 Mbps) y superiores.

▪ **Enlaces de comunicación por conmutación de etiquetas**

El término MPLS (Conmutación de etiquetas multiprotocolo) representa un conjunto de especificaciones definidas por el IETF (Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet) que le asigna a las tramas que circulan por la red una identificación que le indique a los routers la ruta que deben seguir los datos. Por lo tanto, MPLS sirve para la administración de la calidad de servicio al definir 5 clases de servicios, conocidos como CoS.

- **Video:** La clase de servicio para transportar video tiene un nivel de prioridad más alto que las clases de servicio para datos.
- **Voz:** La clase de servicio para transportar voz tiene un nivel de prioridad equivalente al de video, es decir, más alto que las clases de servicio para datos.
- **Datos de alta prioridad (D1):** Ésta es la clase de servicio con el nivel de prioridad más alto para datos. Se utiliza particularmente para aplicaciones que son críticas en cuanto a necesidad de rendimiento, disponibilidad y ancho de banda.
- **Datos de prioridad (D2):** Esta clase de servicio se relaciona con aplicaciones que no son críticas y que tienen requisitos particulares en cuanto a ancho de banda.
- **Los datos no prioritarios (D3):** representan la clase de servicio de prioridad más baja.

Las especificaciones de MPLS operan en la capa 2 del modelo OSI y pueden funcionar particularmente en redes IP, ATM o Frame Relay.

2.9.2.2 OPCIONES DE CONEXIÓN WAN PÚBLICAS

Las conexiones públicas utilizan la infraestructura global de Internet. Hasta hace poco, Internet no era una opción viable de sistema de redes para muchas empresas debido a los importantes riesgos de seguridad y la falta de garantías de rendimiento adecuadas en una conexión de extremo a extremo a través de Internet. Sin embargo, con el desarrollo de la tecnología VPN, Internet ahora es una opción económica y segura para conectarse con trabajadores a distancia y oficinas remotas cuando no es fundamental contar con garantías de rendimiento.

Los enlaces de conexión WAN a través de Internet se establecen a través de servicios de banda ancha, por ejemplo DSL, módem por cable y acceso inalámbrico de banda ancha, y en combinación con la tecnología VPN para proporcionar privacidad a través de Internet.

2.9.2.2.1 *Servicios de banda ancha*

Las opciones de conexión de banda ancha normalmente se utilizan para conectar empleados que trabajan a distancia con el sitio corporativo a través de Internet. Estas opciones incluyen cable, DSL e inalámbrica.

- **DSL:** La tecnología DSL es una tecnología de conexión permanente que utiliza líneas telefónicas de par trenzado existentes para transportar datos de alto ancho de banda y brindar servicios IP a los suscriptores. Un módem DSL convierte una señal Ethernet proveniente del dispositivo del usuario en una señal DSL que se transmite a la oficina central. Las tecnologías DSL actuales utilizan técnicas de codificación y modulación sofisticadas para lograr velocidades de transmisión de datos de hasta 8.192 Mbps.

Hay una amplia variedad de tipos, estándares y estándares emergentes de DSL. En la actualidad, DSL es una opción popular entre los departamentos de TI de las empresas para dar soporte a las personas que trabajan en sus hogares.

- **Módem por cable:** El cable coaxial es muy usado en áreas urbanas para distribuir las señales de televisión. El acceso a la red está disponible desde algunas redes de

televisión por cable. Esto permite que haya un mayor ancho de banda que con el bucle local de teléfono.

- **Acceso inalámbrico de banda ancha:** La tecnología inalámbrica utiliza el espectro de radiofrecuencia sin licencia para enviar y recibir datos. El espectro sin licencia está disponible para todos quienes posean un router inalámbrico y tecnología inalámbrica en el dispositivo que estén utilizando.

2.9.2.2.2 Tecnología VPN

Cuando un trabajador a distancia o de una oficina remota utiliza servicios de banda ancha para conectarse a la WAN corporativa a través de Internet, se corren riesgos de seguridad. Para tratar las cuestiones de seguridad, los servicios de banda ancha ofrecen funciones para utilizar conexiones de red privada virtual (VPN, Virtual Private Network) a un servidor VPN, que por lo general se encuentra ubicado en la empresa.

Una VPN es una conexión encriptada entre redes privadas a través de una red pública como Internet. Las VPN's utilizan conexiones virtuales denominadas túneles VPN que se enrutan a través de Internet desde una red privada de la empresa al sitio remoto o host del empleado.

2.9.2.2.2.1 Beneficios de las VPN

Los beneficios de las VPN incluyen los siguientes:

- **Ahorro de costos:** las VPN permiten a las organizaciones utilizar Internet global para conectar oficinas remotas y usuarios remotos al sitio corporativo principal, lo que elimina enlaces WAN dedicados costosos y bancos de módems.
- **Seguridad:** las VPN proporcionan el mayor nivel de seguridad mediante el uso de protocolos de encriptación y autenticación avanzados que protegen los datos contra el acceso no autorizado.

- **Escalabilidad:** como las VPN utilizan la infraestructura de Internet dentro de ISP y de los dispositivos, es sencillo agregar nuevos usuarios. Las corporaciones pueden agregar grandes cantidades de capacidad sin agregar una infraestructura importante.
- **Compatibilidad con la tecnología de banda ancha:** los proveedores de servicios de banda ancha como DSL y cable soportan la tecnología VPN, de manera que los trabajadores móviles y los trabajadores a distancia pueden aprovechar el servicio de Internet de alta velocidad que tienen en sus hogares para acceder a sus redes corporativas. Las conexiones de banda ancha de alta velocidad de nivel empresarial también pueden proporcionar una solución rentable para conectar oficinas remotas.

2.9.2.2.2 Tipos de acceso VPN

Existen dos tipos de acceso VPN:

- **VPN de sitio a sitio:** estas VPN conectan redes enteras entre sí; por ejemplo, pueden conectar la red de una sucursal con la red de la sede principal de la empresa, como se muestra en la imagen. Cada sitio cuenta con un gateway de la VPN, como un router, un firewall, un concentrador de VPN o un dispositivo de seguridad. En la imagen, la sucursal remota utiliza una VPN de sitio a sitio para conectarse con la oficina central de la empresa.
- **VPN de acceso remoto:** las VPN de acceso remoto permiten a hosts individuales, como trabajadores a distancia, usuarios móviles y consumidores de Extranet, tener acceso a la red empresarial de manera segura a través de Internet. Normalmente, cada host tiene instalado el software cliente de VPN o utiliza un cliente basado en la Web.

2.10 COMUNICACIONES IP

Para un mejor entendimiento de los servicios nuevos que tendrá el CTT – ESPE CECAI es necesario realizar el estudio de los estándares y protocolos de voz y videoconferencia que se utilizarán en el diseño de la red.

2.10.1 ESTÁNDAR H.323

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

H.323 establece los estándares para la compresión y descompresión de audio y vídeo, asegurando que los equipos de distintos fabricantes se entiendan. Así, los usuarios no se tienen que preocupar de cómo el equipo receptor actúe, siempre y cuando cumpla este estándar. La gestión del ancho de banda debe estar disponible para evitar que la red LAN se colapse con la comunicación de audio y vídeo, por ejemplo, limitando el número de conexiones simultáneas, también está contemplado en el estándar.

En la figura 2.7 se muestran la arquitectura H.323

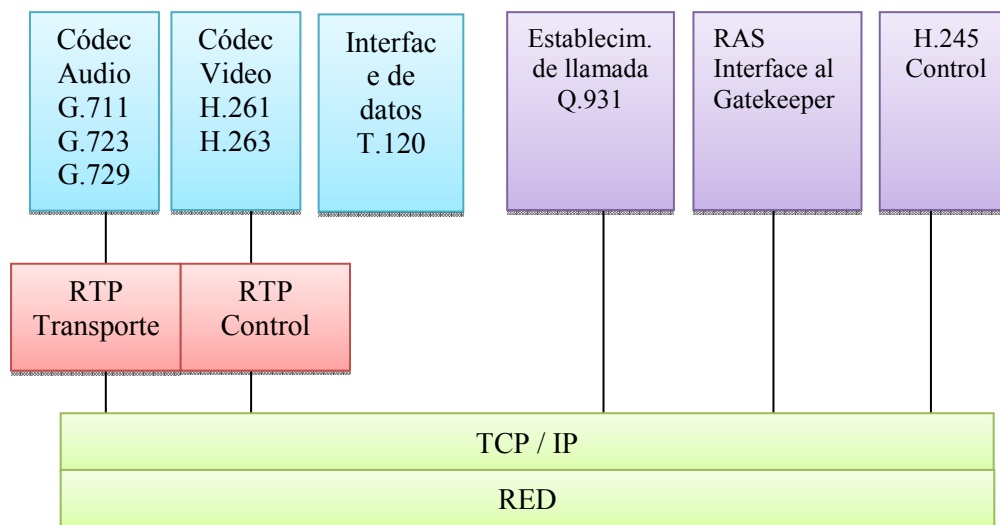


Figura 2.7: Arquitectura H.323

Fuente: <http://www.coit.es/publicac/publbit/bit109/quees.htm>

2.10.1.1 COMPONENTES DEFINIDOS EN H.323

La especificación define cuatro componentes principales para un sistema de comunicaciones en red: Terminales, Gateways, Gatekeepers y MCUs.

2.10.1.1.1 Terminales

Los terminales son los clientes finales en la red LAN, que proporcionan una comunicación bidireccional en tiempo real. Todos los terminales deben soportar la comunicación de voz, mientras que la de vídeo y datos son opcionales.

En la figura 2.8 se muestra las Zonas de Control del estándar H.323

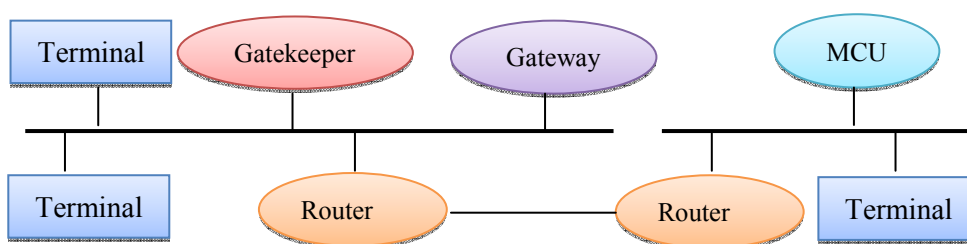


Figura 2.8: Zona de control H.323

Fuente: <http://www.coit.es/publicac/publbit/bit109/quees.htm>

Además, los terminales deben soportar:

- **H.245:** Norma que se emplea para la negociación del uso del canal y sus prestaciones
- **Q.931:** Es utilizada para el establecimiento de la llamada y la señalización
- **RAS (Registration/ Admission/Status),** un protocolo utilizado para la comunicación con el Gatekeeper y sólo si éste está presente en la red
- **RTP (Protocolo de transferencia en tiempo real):** El protocolo TCP/IP utilizado en múltiples comunicaciones es un protocolo de transferencia seguro, gracias a TCP, lo que asegura la transmisión libre de errores. Sin embargo, no hay garantía de que los paquetes lleguen ordenados a su destino /en tiempo real, lo que causa problemas para la voz o el vídeo. Para evitar este efecto, el IETF ha propuesto el protocolo denominado RTF (Real-time Transfer Protocol) que facilita las comunicaciones multimedia.
- **Soporte para RTP/RTCP (Real-time Transport Protocol/Real-time Transport Control Protocol):** Fija la secuencia de los paquetes de audio y vídeo. Opcionalmente los terminales pueden incorporar un códec para videoconferencia de datos según T.120 y MCU.

2.10.1.1.2 Gateway

El Gateway es un elemento opcional en una conferencia H.323, que proporciona muchos servicios incluida la adaptación con otras normas del UIT. En general, su misión es establecer un enlace con otros terminales ubicados en la RTB o RDSI.

2.10.1.1.3 Gatekeeper

El Gatekeeper realiza dos funciones de control de llamadas que preservan la integridad de la red corporativa de datos. La primera es la traslación de direcciones de los terminales de la LAN a las correspondientes IP o IPX, tal y como se describe en la especificación RAS.

La segunda es la gestión del ancho de banda, fijando el número de conferencias que pueden estar dándose simultáneamente en la LAN y rechazando las nuevas peticiones por encima del nivel establecido, de manera tal que se garantice ancho de banda suficiente para las aplicaciones de datos sobre la LAN. El Gatekeeper proporciona todas las funciones anteriores para los terminales, Gateways y MCUs, que están registrados dentro de la denominada Zona de control H.323.

2.10.1.1.4 MCU (Multipoint Control Units)

La Unidad de Control Multipunto está diseñada para soportar la conferencia entre tres o más puntos, bajo el estándar H.323, llevando la negociación entre terminales para determinar las capacidades comunes para el proceso de audio y vídeo y controlar la multidifusión.

La comunicación bajo H.323 contempla las señales de audio y vídeo. La señal de audio se digitaliza y se comprime bajo uno de los algoritmos soportados, tales como el G.711 o G.723, y la señal de vídeo (opcional) se trata con la norma H.261 o H.263.

Los datos (opcional) se manejan bajo el estándar T.120 que permite la compartición de aplicaciones en conferencias punto a punto y multipunto.

2.10.2 SIP (PROTOCOLO DE INICIO DE SESIÓN)

SIP, es un protocolo de control y señalización usado mayoritariamente en los sistemas de Telefonía IP, que fue desarrollado por el IETF (RFC 3261). Dicho protocolo permite crear, modificar y finalizar sesiones multimedia con uno o más participantes y sus mayores ventajas recaen en su simplicidad y consistencia.

Este protocolo se utiliza para iniciar y terminar las llamadas. Los servidores para conectarse entre si utilizan TCP y UDP, y en la capa de aplicación utiliza el protocolo RTP para la transmisión en tiempo real de video y audio. Se utiliza para el intercambio de video, mensajería, voz, juegos on-line y realidad-virtual.

Es un protocolo punto a punto (P2P) y por lo tanto la parte de inteligencia está incluida en los terminales.

2.10.2.1 COMPONENTES DEL PROTOCOLO SIP

Se definen dos elementos fundamentales para implementar las funcionalidades básicas:

- **User Agents:** UA: consta de dos partes, el cliente y el servidor. El primero genera peticiones SIP y recibe las respuestas, el otro genera las respuestas a las distintas peticiones.
- **Servidores:** aquí nos encontramos con una división conceptual de tres tipos de servidores diferentes. Esta división aporta al conjunto estabilidad y mejora el rendimiento:
 - **Proxy Server:** tiene la tarea de enrutar las peticiones de otras entidades más próximas a su destino. Actúa como cliente y servidor para el establecimiento de llamadas entre usuarios. Existen los *stateful* que mantienen el estado de las transacciones durante el procesamiento de las peticiones y permiten la división de una petición en varias y el otro tipo son los *stateless*, que al contrario no mantienen estado únicamente se limitan a reenviar los mensajes.

- **Register Server:** este servidor acepta peticiones de registro de los usuarios y guarda la información de estas para suministrar un servicio de localización y traducción de direcciones en el dominio que controla.
- **Redirect Server:** este servidor genera respuestas de redirección a las peticiones que recibe y reencamina las peticiones hacia el próximo servidor.

2.10.2.2 ESQUEMA DE COMUNICACIÓN DEL PROTOCOLO SIP

SIP proporciona un conjunto de servicios de seguridad, que incluyen la denegación para prevención, la autenticación (tanto de usuario a usuario y de proxy para el usuario), la protección de la integridad y de servicios de cifrado. El protocolo SIP utiliza los siguientes mensajes en el proceso de comunicación.

- **Invite:** utilizado para invitar un usuario para participar en una sesión o para modificar parámetros.
- **Ack:** confirma el establecimiento de una sesión.
- **Option:** solicita información sobre las capacidades de un servidor.
- **Bye:** indica la terminación de una sesión.
- **Cancel:** cancela una petición pendiente.
- **Register:** registra un user agent.

2.10.3 TELEFONÍA IP

La telefonía IP se basa en la tecnología de voz sobre IP, VoIP. Este tipo de telefonía utiliza un grupo de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet empleando un protocolo IP. Esto significa que se envía la señal de voz en forma digital, en

paquetes, en lugar de enviarla en forma analógica, a través de circuitos utilizables sólo para telefonía como una compañía telefónica convencional.

2.10.3.1 PARÁMETROS A SER CONSIDERADOS EN TELEFONÍA IP

Este es el principal problema que presenta hoy en día la penetración tanto de VoIP como de todas las aplicaciones de IP. Garantizar la calidad de servicio sobre Internet, que solo soporta "mejor esfuerzo" y puede tener limitaciones de ancho de banda en la ruta, actualmente no es posible; por eso, se presentan diversos problemas en cuanto a garantizar la calidad del servicio.

2.10.3.1.1 *Códecs*

La voz ha de codificarse para poder ser transmitida por la red IP. Para ello se hace uso de Códecs que garanticen la codificación y compresión del audio o del video para su posterior decodificación y descompresión antes de poder generar un sonido o imagen utilizable. Según el Códec utilizado en la transmisión, se utilizará más o menos ancho de banda. La cantidad de ancho de banda suele ser directamente proporcional a la calidad de los datos transmitidos. Entre los códecs utilizados en VoIP encontramos los G.711, G.723.1 y el G.729. Estos Códecs tienen este tamaño en su señalización:

G.711: bit-rate de 56 o 64 Kbps.

G.722: bit-rate de 48, 56 o 64 Kbps.

G.723: bit-rate de 5,3 o 6,4 Kbps.

G.728: bit-rate de 16 Kbps.

G.729: bit-rate de 8 o 13 Kbps.

2.10.3.1.2 *Retardo o latencia*

A la latencia también se la llama retardo. La latencia se define técnicamente en VoIP como el tiempo que tarda un paquete en llegar desde la fuente al destino. Las comunicaciones en tiempo real y full-duplex son sensibles a este efecto.

La latencia o retardo entre el punto inicial y final de la comunicación debiera ser inferior a 150 ms. El oído humano es capaz de detectar latencias de unos 250 ms, 200 ms en el caso de personas bastante sensibles.

2.10.3.1.3 Jitter

El jitter se define técnicamente como la variación en el tiempo en la llegada de los paquetes, causada por congestión de red, pérdida de sincronización o por las diferentes rutas seguidas por los paquetes para llegar al destino.

En general, es un problema frecuente en enlaces lentos o congestionados. Se espera que el aumento de mecanismos de QoS, como prioridad en las colas, reserva de ancho de banda o enlaces de mayor velocidad, puedan reducir los problemas del jitter en el futuro aunque seguirá siendo un problema por bastante tiempo.

El jitter entre el punto inicial y final de la comunicación debe ser inferior a 100 ms. Si el valor es menor a 100 ms el jitter puede ser compensado de manera apropiada.

2.10.3.1.4 Eco

El eco se produce por un fenómeno técnico que es la conversión de 2 a 4 hilos de los sistemas telefónicos o por un retorno de la señal que se escucha por los altavoces y se filtra de nuevo por el micrófono. El eco se define como una reflexión retardada de la señal acústica original. El oído humano es capaz de detectar el eco cuando su retardo con la señal original es igual o superior a 10 ms. Pero otro factor importante es la intensidad del eco ya que normalmente la señal de vuelta tiene menor potencia que la original. Es tolerable que llegue a 65 ms y una atenuación de 25 a 30 dB.

2.10.3.1.5 Pérdida de paquetes

Las comunicaciones en tiempo real están basadas en el protocolo UDP. Este protocolo no está orientado a conexión y si se produce una pérdida de los paquetes no se reenvían. Además la pérdida de paquetes también se produce por descartes de paquetes que no llegan

a tiempo al receptor. Sin embargo la voz es predictiva y si se pierden paquetes aislados se puede recomponer la voz de una manera óptima. El problema es mayor cuando se producen pérdidas de paquetes en ráfagas.

La pérdida de paquetes máxima admitida para que no se degrade la comunicación deber ser inferior al 1%. Pero es dependiente del códec que se utiliza. Cuanto mayor sea la compresión del códec más perjudicial es el efecto de la pérdida de paquetes.

2.10.4 VIDEOCONFERENCIA

La videoconferencia es una tecnología que proporciona un sistema de comunicación bidireccional de audio, video y datos que permite que las sedes receptoras y emisoras mantengan una comunicación simultánea interactiva en tiempo real.

La videoconferencia involucra la preparación de la señal digital, la transmisión digital y el proceso de la señal que se recibe. Cuando la señal es digitalizada esta se transmite vía terrestre o por satélite a grandes velocidades.

Para que la videoconferencia se realice se debe comprimir la imagen mediante un códec. Los datos se comprimen en el equipo de origen, viajan comprimidos a través de algún circuito de comunicación, ya sea terrestre o por satélite y se descomprime en el lugar de destino.

2.10.4.1 TIPOS DE VIDEOCONFERENCIA

La tecnología básica utilizada en sistemas de videoconferencia es la compresión digital de audio y vídeo en tiempo real. El hardware o software que realiza la compresión se llama codec (codificador / decodificador). Se pueden lograr tasas de compresión de hasta 1:500. El flujo digital resultante de 1s y 0s se divide en paquetes etiquetados, que luego se transmiten a través de una red digital (por lo general ISDN o IP).

Hay, básicamente, dos tipos de sistemas de videoconferencia:

2.10.4.1.1 Sistemas de videoconferencia dedicados

Posee todos los componentes necesarios empaquetados en un solo equipo, por lo general una consola con una cámara de vídeo de alta calidad controlada por un control remoto. Hay varios tipos de dispositivos de videoconferencia dedicada

- **Videoconferencia para grandes grupos:** son dispositivos grandes, no portátiles, más costosos utilizados para grandes salas y auditorios.
- **Videoconferencia para grupos pequeños:** no son portátiles, son más pequeños y menos costosos, utilizados para salas de reuniones pequeñas.
- **Videoconferencia individual:** son generalmente dispositivos portátiles, destinados a usuarios individuales, tienen cámaras fijas, micrófonos y altavoces integrados en la consola.

2.10.4.1.2 Sistemas de escritorio

Los sistemas de escritorio son complementos –add-ons-(Por lo general tarjetas de hardware) a los PC normales, transformándolas en dispositivos de videoconferencia. Una gama de diferentes cámaras y micrófonos pueden ser utilizados con la tarjeta, que contiene el códec e interfaces de transmisión necesarias.

CAPÍTULO 3.

DISEÑO DE LA RED DE BORDE DEL CTT – ESPE CECAI

3.1 INTRODUCCIÓN

Una vez analizada la Metodología TOP DOWN, las redes WAN y los aspectos fundamentales de las comunicaciones IP, en el presente Capítulo se realizará el Diseño de la Red de Borde Empresarial para el caso particular del CTT-ESPE CECAI.

Los aspectos más importantes a ser considerados en el diseño son:

- La interconexión de las diferentes sedes geográficamente separadas, lo que permitirá la centralización de aplicaciones.
- La inclusión de nuevos servicios como telefonía IP que permitirá reducir costos de comunicación y videoconferencia que será utilizada para reuniones ejecutivas, educación a distancia, cursos especializados, etc.

3.2 DISEÑO DE LA INTERCONEXIÓN DE LOS CAMPUS

3.2.1 DIMENSIONAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE LOS ENLACES

Se debe considerar el tráfico que cursará por los enlaces de interconexión a contratar. Para su análisis, el flujo de tráfico se clasifica de acuerdo al tipo: datos, voz y videoconferencia.

3.2.2 TRAFICO DE DATOS

Para calcular la capacidad del tráfico de datos que circula por las redes del CTT ESPE – CECAI, se tomo en cuenta las Tablas 1.3 y 1.4 que presenta las diferentes aplicaciones utilizadas por comunidades de usuarios y servidores. El tráfico de datos se divide en tráfico por aplicaciones, acceso a internet y correo electrónico.

3.2.2.1 TRÁFICO POR APLICACIONES

▪ CTT - SANGOLQUÍ

De la información obtenida en la Tabla 1.3 del Capítulo 1., se extrae la cantidad de tráfico promedio que circula en el Servidor de Aplicaciones de la red LAN de Sangolquí, durante el período de captura de 4 horas que es de: 101.887.694 bytes (97,16768Mb). Para saber la cantidad de datos por hora que se transmiten en las redes del CTT ESPE – CECAI, se realiza la siguiente operación:

$$\frac{97,16768 \text{ Mb}}{4 \text{ horas}} = 24,29 \text{ Mb}$$

Tomando en cuenta que el Servidor de Aplicaciones del CTT ESPE – CECAI, Sangolquí opera 12 horas por día se realiza la siguiente operación:

$$24,29 \text{ Mb} * 12 \text{ horas} = 291,50 \text{ Mb}$$

La cantidad de tráfico promedio en un día de uso de la red del CTT ESPE – CECAI, es de 291,50 Mb .

En cada cálculo realizado se incluirá el factor de crecimiento de la red que es de un 5 % anual a 5 años.

$$AB = \frac{291,50 \text{ Mb}}{12 \text{ horas}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ seg}} = 53,9 \text{ Kbps} + (0,05 * 5 * 53,9) = \mathbf{67,47 \text{ Kbps}}$$

▪ CTT – EI INCA

De la información obtenida en la Tabla 1.3 del Capítulo 1., se extrae la cantidad de tráfico promedio que circula en el servidor de aplicaciones de El Inca, durante el período de captura de 7 horas que es de: 190.442.554 bytes (181,62017 Mb).

Para saber la cantidad de datos por hora que se transmiten en las redes del CTT se realiza la siguiente operación:

$$\frac{181,62017 \text{ Mb}}{7 \text{ horas}} = 25,94 \text{ Mb}$$

Tomando en cuenta que la red del CTT El Inca opera 12 horas se realiza la siguiente operación:

$$25,94 \text{ Mb} * 12 \text{ horas} = 311,35 \text{ Mb}$$

La cantidad de tráfico promedio en un día de uso de la red del CTT es de 311,35 Mb .

$$AB = \frac{311,35 \text{ Mb}}{12 \text{ horas}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ seg}} = 57,65 \text{ Kbps} + (0,05 * 5 * 57,65) = \mathbf{72,07 \text{ Kbps}}$$

Para el resto de sedes del CTT se toma en cuenta que operan de la misma manera que la red de El Inca por lo que se tomará los mismos valores del tráfico de dicha sede. En el caso del tráfico de la red de Sangolquí se tomaron los valores del servidor de aplicaciones del Centro Matriz de Administración, por lo que tendremos que sumarle el tráfico de red de la sede el Inca ya que los laboratorios AULA 1 y AULA 2 operan de manera similar que la sede El Inca, teniendo de esta manera la siguiente tabla.

En la tabla 3.1 se muestra el tráfico estimado por aplicaciones de las diferentes sedes del CTT ESPE - CECAL.

Campus	Ancho de banda
Sangolquí	139,54 Kbps
El Inca	72,07 Kbps
Portoviejo	72,07 Kbps
Cuenca	72,07 Kbps

Tabla 3.1: Tráfico estimado por aplicaciones de las diferentes sedes del CTT
Fuente: Los Autores

3.2.2.2 ACCESO A INTERNET Y CORREO ELECTRÓNICO

Para el acceso a Internet se ha realizado un análisis del tamaño promedio de las páginas web comúnmente visitadas como buscadores, páginas de correos electrónicos, páginas de actualización de software, página web del CTT ESPE – CECAI, página oficial de Cisco System, etc., obteniendo un tamaño promedio de 8KBytes, la medición de las páginas web se la realizó con la ayuda del Seo Tools – Page Size Lookup. Si se estima por usuario un acceso a páginas web en un promedio de 25 sitios por hora.

$$25 \text{ sitios} * 8 \text{ KBytes} = 200 \frac{\text{Kbytes}}{\text{hora}} \text{ por cada usuario}$$

Realizamos el siguiente cálculo:

$$AB = \frac{200 \text{ Kbytes}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ s}} * \frac{8 \text{ bit}}{1 \text{ byte}} * \frac{1000}{1 \text{ KB}} = 444,44 \text{ bps por cada usuario}$$

De acuerdo a la información recolectada en la Tabla 1.3 del Capítulo 1, todas las comunidades de usuarios deben tener acceso a internet, con las debidas restricciones de seguridad.

En la tabla 3.2 se muestra la capacidad del enlace de internet que debe tener cada campus del CTT ESPE – CECAI.

Campus	# de usuarios	Proyección de crecimiento de 5% anual a 5 años	Capacidad enlace para acceso a internet Kbps
Sangolquí	41	51	22,78
El Inca	30	38	16,67
Cuenca	16	20	8,89
Portoviejo	16	20	8,89

Tabla 3.2: Usuarios por campus que tendrán acceso a internet

Fuente: Los autores

Los usuarios de los campus también deben tener acceso al correo electrónico, para determinar la capacidad del canal usado para correo electrónico, se toma en cuenta que los usuarios del CTT ESPE – CECAI puedan transmitir un total de 20 correos diarios de un

tamaño de 450 Kbytes⁷ teniendo por usuario un flujo de tráfico de al menos 2,5 Kbps por lo que se debe asegurar por campus la siguiente capacidad general.

En la tabla 3.3 se muestra la capacidad del enlace de correo electrónico que debe tener cada campus del CTT.

Campus	# de usuarios	Proyección de crecimiento de 5% anual a 5 años	Capacidad enlace para acceso a internet Kbps
Sangolquí	12	15	37,5
El Inca	4	3	12,5
Cuenca	5	6	15,63
Portoviejo	5	6	15,63

Tabla 3.3 Usuarios por campus que tendrán acceso a internet

Fuente: Los autores

3.2.2.3 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD TOTAL PARA SOPORTE DE TRANSMISIÓN DE DATOS POR CAMPUS

Para calcular el valor total del enlace para datos sumamos los valores obtenidos en las Tablas 3.1, 3.2 y 3.3 obteniendo los siguientes resultados:

Campus	Aplicaciones Kbps	Web Kbps	Correo Kbps	Total datos Kbps
Sangolquí	139,54	22,78	37,5	199,82
El Inca	72,07	16,67	12,5	101,24
Portoviejo	72,07	8,89	15,63	96,59
Cuenca	72,07	8,89	15,63	96,59

Tabla 3.4: Capacidad total para soporte de transmisión de datos por campus

Fuente: Los autores

3.2.3 TRÁFICO DE VOZ

Para dimensionar los enlaces de voz de cada campus se tomará en cuenta las llamadas que deberá soportar la red junto al códec utilizado para la generación de paquetes de voz

⁷ Información proporcionada por el personal de sistemas del CTT - ESPE CECAI

3.2.3.1 TRÁFICO TELEFÓNICO ACTUAL

Para saber el tráfico necesario para cubrir los requerimientos de los campus del CTT ESPE – CECAI se debe identificar el modelo de consumo telefónico actual. El CTT ESPE – CECAI no cuenta con un sistema de registro de llamadas que permita estimar el tráfico de voz actual, por lo que se realizó un monitoreo que muestra el registro de llamadas ejecutadas desde el Centro Matriz Sangolquí hacia los otros campus y viceversa⁸. El tiempo promedio de duración de las llamadas se ha normalizado a 3 minutos (180 segundos) por llamada promedio.

En la Tabla 3.5 se muestra el detalle del flujo de llamadas en el día de monitoreo. Estas son las áreas que reciben y realizan mayores cantidades de llamadas.

Área	Sangolquí	El Inca	Portoviejo	Cuenca
Dirección Ejecutiva	6	5	3	4
Coordinación	15	11	7	6
Secretaría	17	12	8	8
Tesorería	8	7	4	3
Contabilidad	9	9	7	6
Sistemas	9	7	6	6

Tabla 3.5: Flujo de llamas diarias entre el Centro Matriz Sangolquí y los demás campus
Fuente: Los Autores

Con la información expuesta en la Tabla 3.5 se puede saber el número total de llamadas realizadas en cada campus, lo que nos permitirá calcular la capacidad necesaria del canal para el servicio de voz por campus.

Campus	Total de llamadas
Sangolquí	64
El Inca	51
Portoviejo	35
Cuenca	33

Tabla 3.6: Número total de flujo de llamadas por Campus.
Fuente: Los Autores

⁸ Procedimiento realizado con ayuda del personal de sistemas.

3.2.3.2 CÓDEC A UTILIZAR

Para el caso del presente diseño utilizaremos el códec G.729 por ser utilizado normalmente para instalaciones de Voz sobre IP y porque ofrece una alta compresión (por lo tanto poco ancho de banda) mientras mantiene una buena calidad de voz y hace parte del protocolo H.323 por lo que se utilizará este códec para realizar los cálculos del ancho de banda necesario para la telefonía IP.

En la tabla 3.7 se describe el códec G.729:

Nombre	Estándar	Descripción	Bit rate (kb/s)	Sampling rate (kHz)	Framesize (ms)	MOS
G.729	ITU-T	Codificación de voz a las 8 kbit / s)	8	8	10	3.92

Tabla 3.7: Descripción del códec de telefonía
Fuente: <http://www.voipforo.com/codec/codecs.php#g729>

- El Bit Rate indica la cantidad de información que se manda por segundo.
- El Sampling Rate indica la frecuencia de muestreo de la señal vocal.(cada cuanto se toma una muestra de la señal analógica)
- El Framesize indica cada cuantos milisegundos se envía un paquete con la información sonora.

3.2.3.3 CÁLCULO DEL TRÁFICO DE VOZ

Calcular el tráfico de voz significa determinar el número de puertos necesarios para cumplir con los requerimientos del tráfico y grado de servicios.

En el caso del servicio de voz para el CTT ESPE – CECAL, se consideran los datos obtenidos en la Tabla 3.6. Para la estimación del tráfico de telefonía se ha utilizado el programa online **Erlangs and VoIP Bandwidth Calculator**⁹. En donde se pide como datos el códec de telefonía IP a utilizar en nuestro caso G.729, la duración estimada del

⁹<http://www.erlang.com/calculator/eipb/>

paquete que se utilizará para nuestro caso 40 mseg., el valor del tráfico en la hora o BHT en erlangs para cada enlace y la tasa de error típico en llamadas (blocking) que es del 2%.

$$BHT = \left[\frac{(Duración llamada promedio) * ocupación del canal}{3600} \right] erlangs$$

Para el caso del campus Sangolquí tendremos:

$$BHT = \frac{180 * 64}{3600} = 3,2 \text{ erlang}$$

Figura 3.1: Capacidad de voz Campus Sangolquí

Fuente: <http://www.erlang.com/calculator/eipb/>

En el caso del campus el Inca tendremos:

$$BHT = \frac{(180) * 51}{3600} = 2,55 \text{ erlang}$$

Figura 3.2: Capacidad de voz Campus El Inca

Fuente: <http://www.erlang.com/calculator/eipb/>

Para el caso del campus Portoviejo tendremos:

$$BHT = \frac{180 * 35}{3600} = 1,75 \text{ erlang}$$

Erlangs and VoIP Bandwidth Calculator		
Coding algorithm G.729A (CS-CELP) 8kbps compression		
Packet duration 40 milliseconds (4 samples)		
BHT (Erl.) <input type="radio"/> Unknown 1.750	Blocking <input type="radio"/> Unknown 0.020	B/W (kbps) <input checked="" type="radio"/> Unknown 96
Voice paths (read-only): 6		
Calc.	Results	Help

Figura 3.3: Capacidad de voz Campus Portoviejo

Fuente: <http://www.erlang.com/calculator/eipb/>

Para el campus Cuenca tendremos:

$$BHT = \frac{180 * 33}{3600} = 1,65 \text{ erlang}$$

Erlangs and VoIP Bandwidth Calculator		
Coding algorithm G.729A (CS-CELP) 8kbps compression		
Packet duration 40 milliseconds (4 samples)		
BHT (Erl.) <input type="radio"/> Unknown 1.650	Blocking <input type="radio"/> Unknown 0.020	B/W (kbps) <input checked="" type="radio"/> Unknown 80
Voice paths (read-only): 5		
Calc.	Results	Help

Figura 3.4: Capacidad de voz Campus Cuenca

Fuente: <http://www.erlang.com/calculator/eipb/>

En la tabla 3.8 se muestra la capacidad estimada del tráfico de voz de los enlaces a interconectar

Dependencia	Total capacidad de voz Kbps
Sangolquí	128
El Inca	112
Cuenca	96
Portoviejo	80

Tabla 3.8: Total de capacidad de voz utilizando el códec G.729
Fuente: Los autores

3.2.3.4 ASIGNACIÓN DE TELÉFONOS IP

Con ayuda del CTT ESPE – CECAI se establecen los usuarios que tendrán teléfonos IP. En la Tabla 3.9 se observan la distribución telefónica.

Campus	Usuarios	Cantidad
Sangolquí	Director General	1
	Subdirector	1
	Inventario	1
	Tesorería	1
	Contabilidad	1
	Secretaría	1
	Sistemas	1
	Centro de datos	1
	Aula 1	1
	Aula 2	1
	Total	11
El Inca	Director	1
	Tesorería	1
	Secretaría	1
	Sistemas	1
	Aula 1	1
	Aula 2	1
Total	6	
Cuenca	Director	1
	Tesorería	1
	Coordinación	1
	Sistemas	1
	Laboratorio	1
	Secretaría	1
Total	6	
Portoviejo	Director	1
	Tesorería	1
	Coordinación	1
	Sistemas	1
	Laboratorio	1
	Secretaría	1
Total	6	
Total de teléfonos IP		29

Tabla 3.9: Asignación de teléfonos IP para el CTT ESPE – CECAI

Fuente: Departamento de Sistemas CTT ESPE – CECAI

3.2.4 TRÁFICO DE VIDEO CONFERENCIA

Como una aplicación futura, se consideró el requerimiento de un sistema de videoconferencia multipunto entre las sucursales ubicadas en la Matriz de Quito Sangolquí como punto central, las sucursales ubicadas en El Inca, Cuenca y Portoviejo.

El CTT – ESPE CECAI, requiere que el sistema de videoconferencia pueda ser administrado desde la matriz por el personal de sistemas. El servicio debe estar disponible para capacitaciones, análisis administrativos, educación a distancia, etc., lo que implica que debe existir una capacidad de canal permanente.

Una llamada típica de video conferencia de buena calidad se recomienda que maneje 30 cuadros por segundo¹⁰.

En la tabla 3.9 se muestra el ancho de banda para video conferencias vía IP.

Calidad	Ancho de Banda (kbps)	Consumo real de ancho de banda (kbps)
15 cuadros por segundo	128	128 + 25% (overhead)
30 cuadros por segundo	192	192+ 25% (overhead)

Tabla 3.10: Ancho de banda para videoconferencias vía IP

Fuente:

<http://www.grupoact.com.mx/archivos/Consideraciones%20para%20Videconferencia%20IP.pdf>

Para el caso del CTT ESPE – CECAI se tendrá una videoconferencia de 30 canales por segundo utilizando un ancho de banda de 192 kbps con un 25% de sobrecarga. Se estima que en todos los campus se utilizará un ancho de banda de videoconferencia de 240 kbps.

3.2.4.1 ASIGNACIÓN DE VIDEO CONFERENCIA

Con ayuda del CTT ESPE – CECAI se establecen los lugares que tendrán videoconferencia.

Campus	Usuarios	Cantidad
Sangolquí	Aula 1	1
El Inca	Aula 2	1

¹⁰ <http://www.grupoact.com.mx/archivos/Consideraciones%20para%20Videconferencia%20IP.pdf>

Cuenca	Laboratorio	1
Portoviejo	Laboratorio	1
	Total	4

Tabla 3.11: Asignación de teléfonos IP para el CTT ESPE – CECAI

Fuente: Departamento de Sistemas CTT ESPE – CECAI

3.2.5 ANCHO DE BANDA REQUERIDO PARA LOS ENLACES

CAMPUS	DATOS (Kbps)	TELEFONÍA IP (Kbps)	VIDEO CONFERENCIA (Kbps)	TOTAL (Kbps)
Sangolquí	199,82	128	240	567,82
El Inca	101,24	112	240	453,24
Portoviejo	95,59	96	240	431,59
Cuenca	96,59	80	240	416,59

Tabla 3.12: Ancho de banda requerido para los enlaces

Fuente: Los autores

- El enlace requerido para el Campus Sangolquí es de 567,82 kbps
- Para el Campus El Inca se requiere un enlace de 453,24 kbps
- Para el Campus Portoviejo se requiere un enlace de 431,59 kbps
- Para el Campus Cuenca se requiere un enlace de 416 kbps

3.3 DISEÑO WAN

En el Campus Sangolquí se centralizarán todas las operaciones del CTT ESPE – CECAI por este motivo se tendrá una topología tipo estrella en el diseño de la red WAN. La interconexión de los diferentes campus se la podrá realizar mediante los servicios de un *carrier* que debe cumplir son los siguientes requisitos:

- Cobertura en los sitios de comunicación.
- Soporte técnico.
- Tecnología.

Se debe considerar que en la actualidad el CTT ESPE – CECAI, utiliza los servicios de Punto Net, sin embargo hay otras alternativas que deben ser consideradas.

3.3.1 ANÁLISIS DEL CARRIER

En nuestro país existen gran cantidad de *carries*; sin embargo para el análisis se consideró empresas que ofrezcan cobertura, tecnología y facilidades al momento de implementar soluciones de telefonía y videoconferencia. De acuerdo a consultas realizadas a: Telconet, Punto Net, son empresas que cumplen con estos requerimientos:

El tipo de tecnología que ofrecen cada una de las empresas son:

Enlace	Telconet	Punto Net
Sangolquí – El Inca	Metro Ethernet/ MPLS	MPLS
Sangolquí – Portoviejo	-----	MPLS
Sangolquí – Cuenca	Metro Ethernet	MPLS

Tabla 3.13: Tipo de tecnología entregada por el carrier

Fuente: Los autores

Para el caso del CTT se considera seguir utilizando los servicios de Punto Net ya que ellos tienen cobertura en los sitios requeridos como son Sangolquí, Quito, Portoviejo y Cuenca, además cuando se integren el resto de Campus que conforma el CTT, se podría seguir utilizando los servicios de Punto Net ya que tiene cobertura.

- **“Cobertura en los sitios de comunicación:** PuntoNet ha expandido cobertura a lo largo del país. Actualmente cuenta con POP'S PRIMARIOS en las ciudades donde se encuentran ubicadas las sedes del CTT – ESPE CECAL.
- **Soporte Técnico:** Punto Net cuenta con un departamento técnico a nivel nacional, con profesionales en el ámbito de las telecomunicaciones y/o IT, quienes están encargados de administrar y monitorear los circuitos de la red las 24 horas al día, los 365 días al año con el fin de tomar acciones preventivas y correctivas en caso de ser necesario.
- **Tecnología:** PuntoNet implementó y mantiene tecnología IP MPLS de última generación lo que garantiza un alto grado de seguridad, estabilidad, redundancia, disponibilidad y efectividad en el envío y transmisión de información”¹¹.

¹¹ http://www.punto.net.ec/empresarial/index.php?option=com_content&view=category&id=36:nuestra-plataforma&Itemid=59

3.4 ESTUDIO TÉCNICO DE EQUIPOS PARA LA RED DEL CTT ESPE – CECAI

Para interconectar los Campus del CTT y proporcionar los nuevos servicios de telefonía IP y videoconferencia se clasificó este análisis en cuatro tipos:

- Equipos para optimizar la red LAN Campus Sangolquí.
- Equipos para la red WAN.
- Equipos de telefonía IP.
- Equipos para videoconferencia.

3.4.1 EQUIPOS PARA OPTIMIZAR LA RED LAN CAMPUS SANGOLQUÍ

De acuerdo a los requerimientos del CTT, se pide que se estandaricen los equipos de conmutación debido a ello se reemplazará el equipo Switch 3Com 4228G por otro equipo de conmutación marca Cisco Systems que cumpla las siguientes características:

- Cantidad de puertos 24 x Ethernet 10Base-T, Ethernet 100Base-TX.
- Velocidad de transferencia de datos 1000 Mbps.
- Protocolo de interconexión de datos Ethernet, Fast Ethernet.
- Protocolo de gestión remota SNMP 2, RMON 1, RMON 2.
- Modo comunicación Dúplex pleno.
- Protocolo de conmutación Ethernet.
- Tamaño de tabla de dirección MAC 8K de entradas.
- Cumplimiento de normas IEEE 802.3, IEEE 802.3U, IEEE 802.3z, IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.3ab, IEEE 802.1p, IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.1s.

El equipo de Cisco que cumple los requerimientos expresados es el Switch Catalys 2950 que se encuentra descrito a fondo en el Anexo III.

Además por pedido del CTT ESPE CECAI, se incluye en el diseño un dispositivo de protección Firewall ASA 5500 y para crear la Zona Desmilitarizada (DMZ), se necesita otro Switch Catalys 2950.

3.4.2 EQUIPOS PARA LA RED WAN

De acuerdo a los requerimientos del CTT se debe considerar que los equipos utilizados para la red WAN deben cumplir con las siguientes características:

- **Protocolo de interconexión de datos** Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet.
- **Protocolo de direccionamiento** OSPF, IS-IS, BGP, EIGRP, DVMRP, PIM-SM, IGMPv3, GRE, PIM-SSM, enrutamiento IPv4 estático, enrutamiento IPv6 estático
- **Características** Protección firewall, asistencia técnica VPN, soporte de MPLS, **Cumplimiento de normas** IEEE 802.1Q, IEEE 802.3af, IEEE 802.3ah, IEEE 802.1ah, IEEE 802.1ag.

El CTT ESPE – CECAI pide que se utilicen equipos Cisco System a nivel de red WAN, los equipos que cumplen los requerimientos solicitados son: el Router Cisco 2911 (Ver Anexo A) que serán usados en los Campus Sangolquí y El Inca y el Router 2901(Ver Anexo B) que será usado para los Campus de Cuenca y Portoviejo.

3.4.3 EQUIPOS PARA TELEFONÍA IP

Los requerimientos mínimos para contar con el sistema de telefonía IP para el CTT se exponer a continuación:

- Número de líneas que soportará: 7
- Número de extensiones que soportará: 29
- Protocolos de interconexión: SIP, H323
- Códec de voz: G729
- Administración: Vía Web

Los teléfonos IP deberán tener:

- Protocolos: TCP/UDP, RTP/RTCP, HTTP, ARP, PPPoE, NTP
- Interfaces: 2 puertos duales Ethernet 10/100 Mbps
- Códec de voz: G.729
- Teclas de función: 4

En cuanto a la telefonía IP se requiere software que permita el cumplimiento de los requisitos descritos, teniendo los siguientes:

- **CISCO**

El sistema de Comunicaciones Unificadas de Cisco CallManager, que incluye productos y aplicaciones de comunicaciones IP, permite a las organizaciones comunicarse con mayor eficacia, por lo que les ayuda a simplificar los procesos de negocios, contar con el recurso adecuado desde el inicio y tener impacto en los resultados.

En la figura 3.5 se presenta el esquema de telefonía IP con CallManager

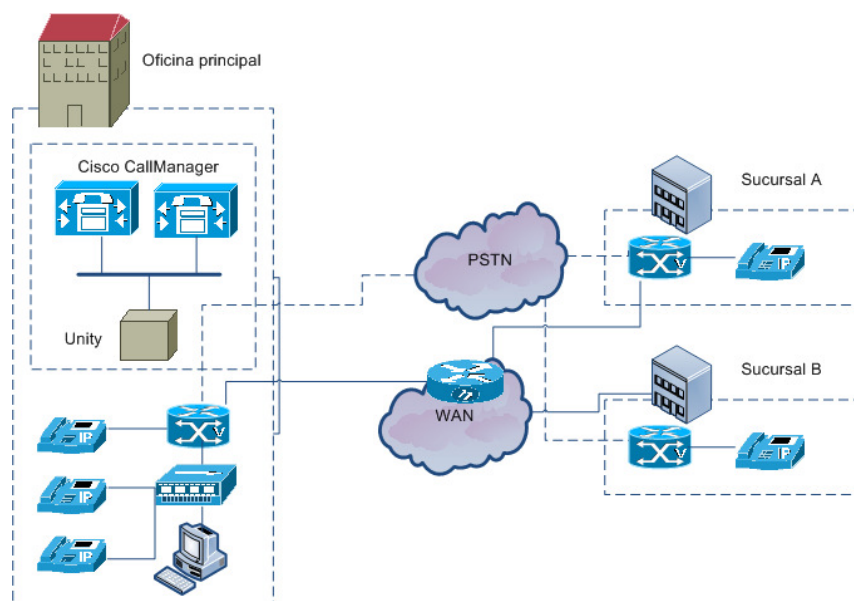


Figura 3.5. Esquema de telefonía con CallManager
Fuente: www.cisco.com/go/offices

- **ELASTIX:**

Elastix es una distribución libre de Servidor de Comunicaciones Unificadas que integra en un solo paquete:

- VoIP PBX basada 100% en software.
- Fax
- Capacidad de expansión prácticamente ilimitada.
- Mensajería Instantánea.
- Correo electrónico.
- Colaboración.
- Menores costos contra plataformas propietarias.

Lo importante de Elastix es que integra las mejores herramientas disponibles para PBX todo distribuido bajo licencia de código abierto, teniendo una interfaz fácil de usar. Elastix trabaja correctamente con dispositivos Cisco.

En la figura 3.6 se presenta el esquema de telefonía IP con Elastix

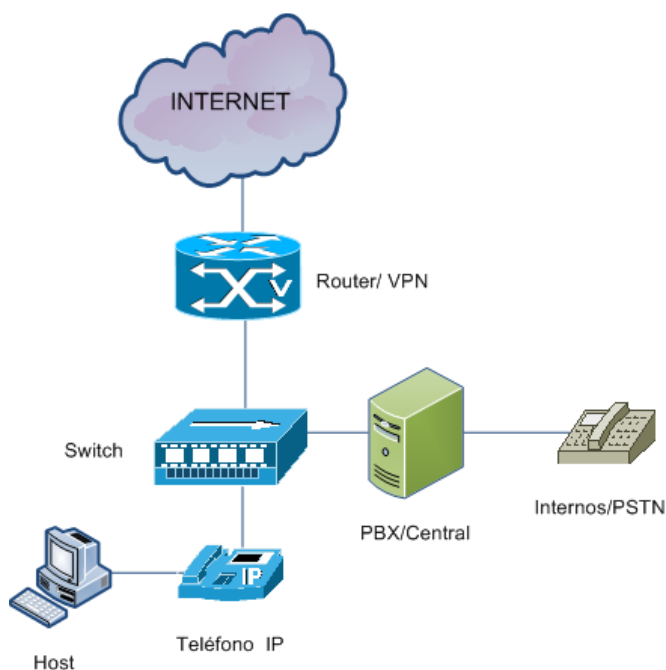


Figura 3.6: Esquema de telefonía con Elastix
Fuente: www.elastix.com

Los equipos Cisco System para telefonía incorporan modelos para distintos requerimientos, los cuales son aplicados a empresas que manejan una gran cantidad de usuarios para el caso del CTT ESPE - CECAI utilizar una de las soluciones planteadas por

Cisco System tendría costos elevados ya que para el diseño de la telefonía IP son necesarios 29 teléfonos; por lo que para el diseño y en conformidad con el CTT ESPE – CECAI, se utilizará una solución técnicamente más factible como Elastix. Los teléfonos IP que se utilizarán para las comunicaciones en el CTT ESPE – CECAI equipos marca Cisco System (Ver Anexo C).

En el Capítulo 5 se desglosan los costos de respectivos considerados para telefonía IP utilizando Elastix y teléfonos Cisco System.

3.4.4 EQUIPOS PARA VIDEOCONFERENCIA

Los requerimientos mínimos para el sistema de video conferencia se detallan a continuación:

- Protocolos de interconexión: H.323.
- Tipo de servidor: Central.
- Velocidad de refresco: 30 cuadros por segundo.
- Codécs soportados para audio: G729.
- Soporte para SNMP.

Realizando una comparación similar que en la telefonía IP se presentan dos fabricantes de equipos administrados por software propietario y otra solución de software libre.

- **Polycom**

POLYCOM, desarrolla y comercializa una gran variedad de sistemas para audio y videocomunicación para reunirse, trabajar, comunicar, como si todos estuvieran en la misma habitación. Entre los modelos existentes se destacan la serie VSX. Para la comunicación hacia accesos remotos se requiere de software adicional.

- **ISABEL**

Es una aplicación de software libre que permite realizar videoconferencias en el ámbito educativo, para capacitación, negocios, etc. Estas videoconferencias se las puede realizar tanto para pequeñas salas como en auditorios.

Topología de Isabel:

- **Servidor de sesión.** El servidor de sesión es el coordinador de dicha sesión, que define todas las características de la plataforma construida alrededor de él, tal como ancho de banda y tecnología, tipo de servicio usado en la sesión, etc.. Este servidor puede ser un terminal dedicado o un terminal interactivo. Solamente se necesita un servidor en una sesión de Isabel, que será instalada por el organizador del evento.
- **Servidores de flujo:** Los servidores de flujo son terminales de Isabel cuya función es distribuir los flujos de control y multimedia. Estos terminales se utilizan para redistribuir a otras hojas los flujos que llegan de los terminales, actuando como un nodo de unión en la topología de árbol. Este papel mejora la escalabilidad de la topología de sesión.
- **Terminal Interactivo.** Un terminal interactivo es un ordenador personal en el que corre Isabel, que permite el acceso a una Sesión de Colaboración remota. Esto es el papel que debería tener el terminal de un participante en una sesión.

Después del análisis anterior de las 2 tecnologías para video conferencia, para el diseño propuesto y de conformidad con el CTT ESPE – CECAL, se elige la plataforma de ISABEL debido a que esta solución ofrece escalabilidad más económica que otras soluciones.

En el Capítulo 5 se detallan los costos considerados para videoconferencia utilizando la plataforma ISABEL

3.5 DISEÑO PROPUESTO

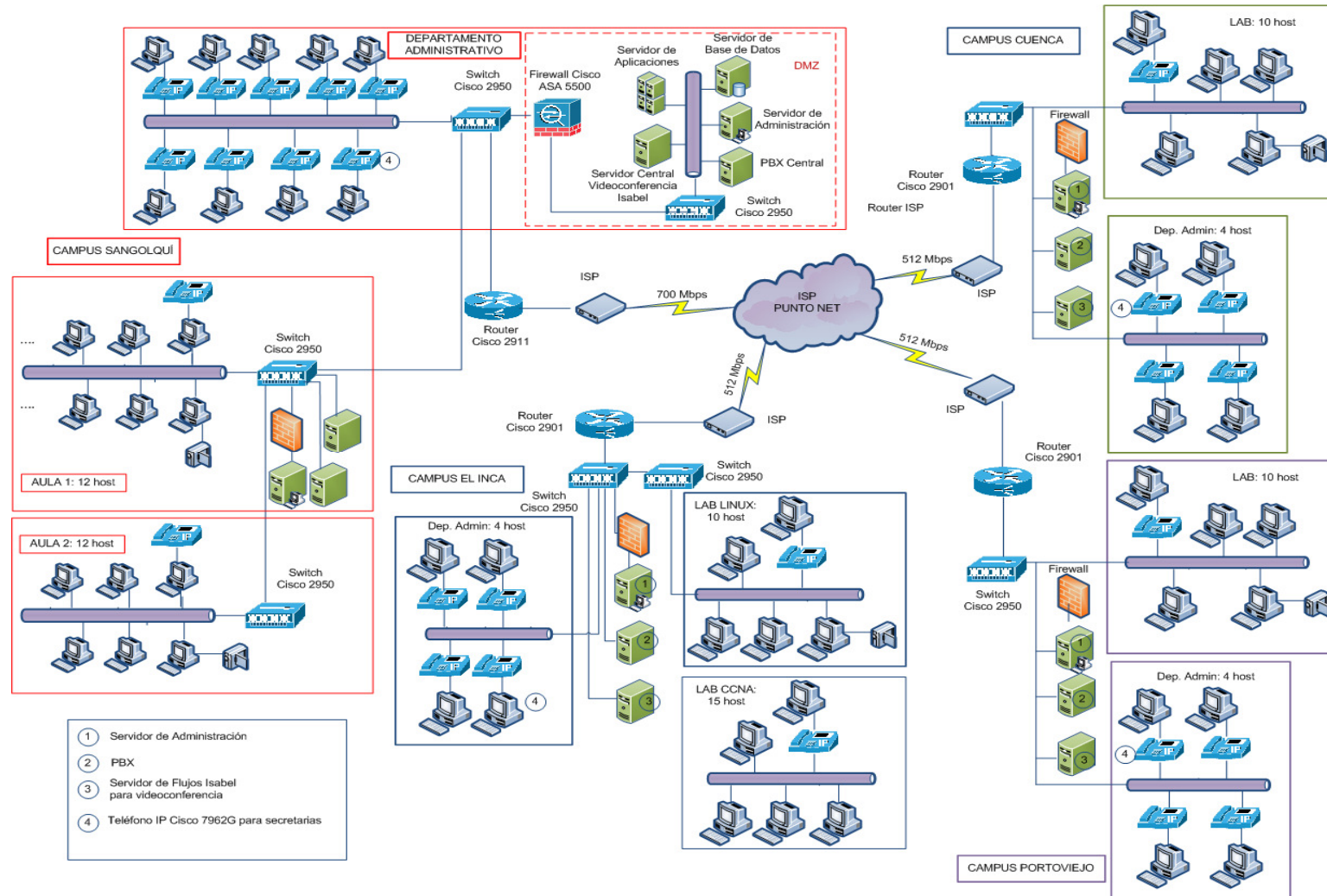


Tabla 3.14: Diseño de Red propuesto
Fuente: Los autores

CAPÍTULO 4.

SIMULACIÓN DE REDES

4.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se analizará los datos obtenidos en el Capítulo 1 y Capítulo 3 para el desarrollo de la simulación del diseño de red de borde empresarial para el CTT ESPE-CECAI con el software de simulación OPNET MODELER con la cual se pretende demostrar el cumplimiento de los objetivos planteados en este proyecto.

4.2 SIMULADOR OPNET MODELER

OPNET MODELER es un lenguaje de programación orientado a las comunicaciones, con varias librerías de modelos de objetos de red.

Es uno de los simuladores de red más utilizados en aéreas gubernamentales y militares por su interfaz intuitiva y fácil uso. Para más información sobre el programa (Ver Anexo D).

En este caso, para la simulación de la red de borde del CTT ESPE-CECAI se utilizará OPNET por ser una de las herramientas recomendadas por la metodología TOP DOWN, en el capítulo de “Herramientas para probar el diseño de red”¹² utilizada como base del desarrollo de este proyecto.

La versión que se utilizó fue la educativa Opnet Modeler 14.0.A. PL3.

4.3 DESCRIPCIÓN DE OBJETIVOS DE SIMULACIÓN

Para empezar con la simulación de una forma ordenada, se tomará como base de partida

¹²PRISCILLA OPPENHEIMER. Top-Down Network Design, Cisco Press, 2004, cap.12

“Los pasos a seguir para una correcta simulación” del Manual de Usuario de OPNET¹³ que son los descritos a continuación:

- Crear una simulación base que refleje las condiciones actuales de la red.
- Determinar el tráfico de red con los servicios utilizados actualmente.
- Determinar el impacto en el tráfico de la nueva red para los nuevos servicios propuestos como son telefonía IP y video conferencia.

4.4 CREACIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN ACTUAL

El modelo de simulación según la Universidad Politécnica de Cataluña es “el conjunto hipótesis acerca del funcionamiento del sistema expresado como relaciones matemáticas y/o lógicas entre los elementos del sistema”¹⁴.

Por lo que, para el desarrollo de la simulación de la red de Borde del CTT ESPE – CECAI las relaciones lógicas serán tomadas de los datos obtenidos y analizados en el Capítulo 1.

En el caso de la simulación de la red de borde del CTT ESPE – CECAI se utilizaron las Comunidades de Usuario detalladas en la Tabla 1.1 del Capítulo 1 para crear el objeto de definición de perfiles de usuario, y para el objeto de definición de las aplicaciones se utilizó la Tabla 1.2 del Capítulo 1 de Fuentes de Datos.

En la figura 4.1 se muestra la configuración utilizada para el objeto Perfiles.

¹³ UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA. OPNET: Manual de usuario, España, Opnet, 2004, p.8

¹⁴ UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA. OPNET: Manual de usuario, España, Opnet, 2004, p. 6

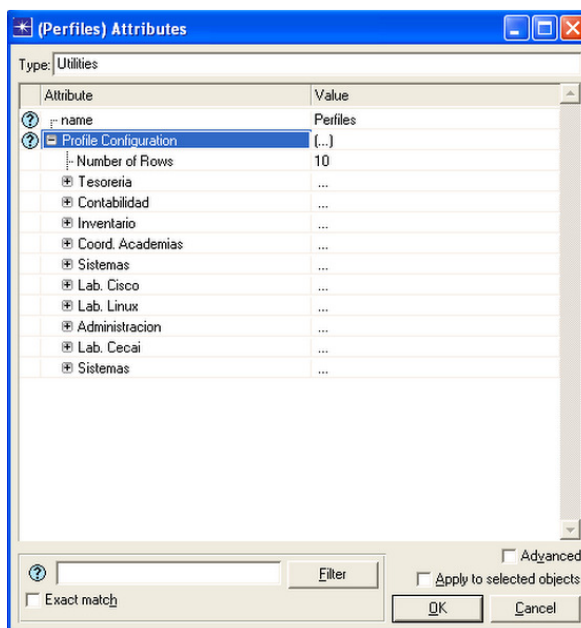


Figura 4.1: Configuración de Objetos de Definición de Perfiles
Fuente. Los autores

En la figura 4.2 se muestra la configuración utilizada para el objeto Aplicaciones.

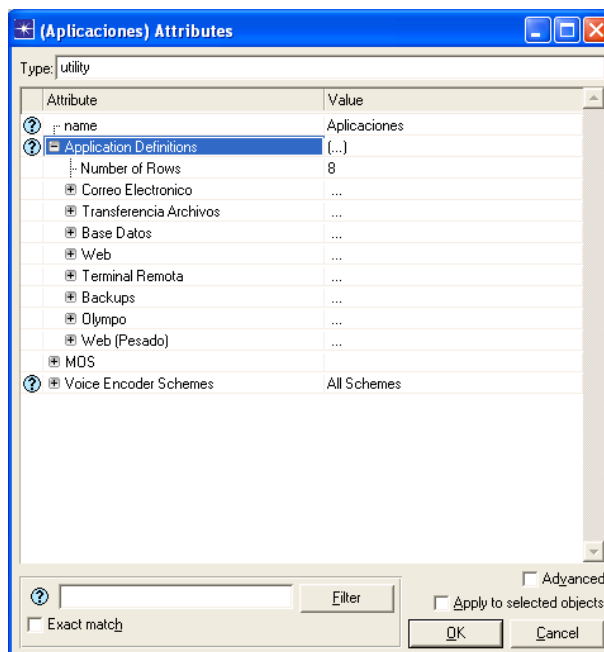


Figura 4.2: Configuración del objeto de definición aplicación
Fuente. Los autores

En la figura 4.3 se muestra el estado inicial de la red, es decir, incomunicadas entre sí.

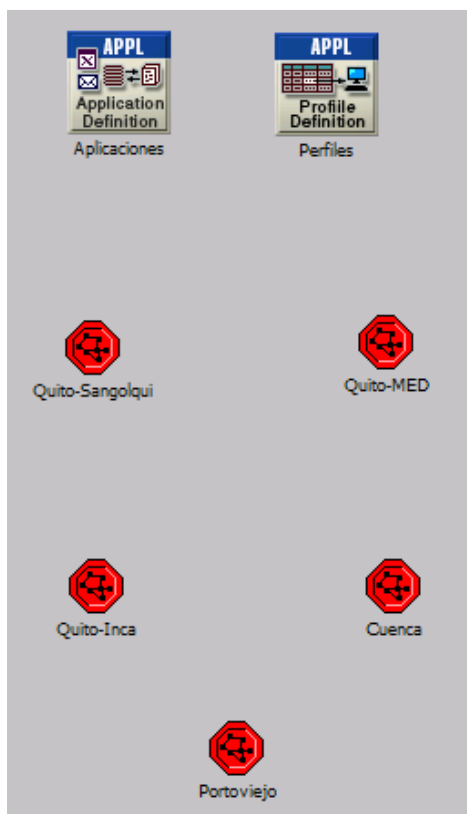


Figura 4.3: Estado de la red actual del CTT-ESPE CECAI
Fuente. Los autores

En las figuras 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8 se muestran detalladamente las redes de la Sucursales del CTT-ESPE CECAI con todos sus elementos de red.

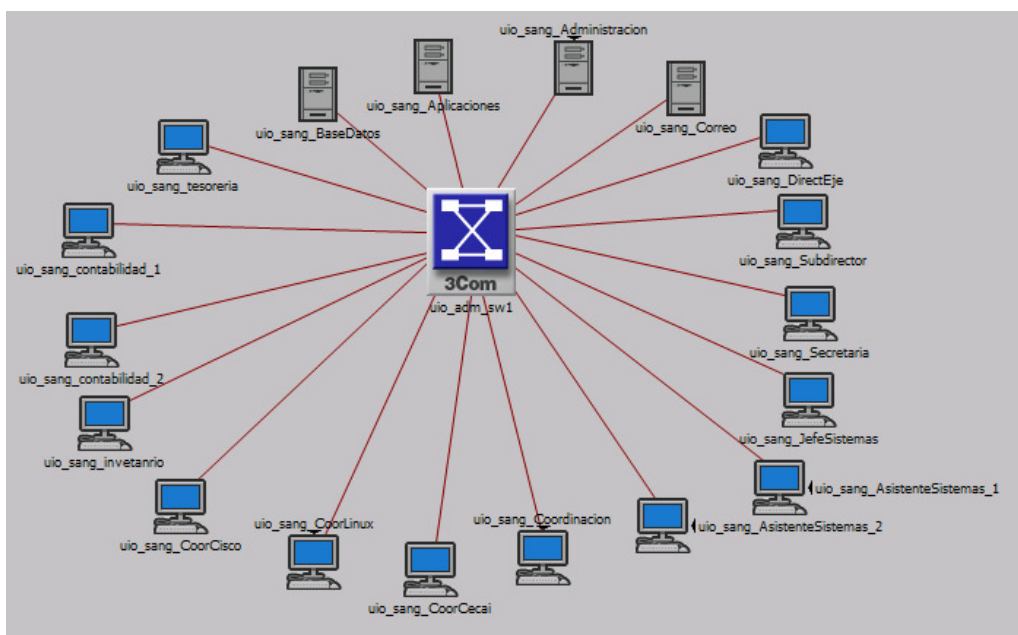


Figura 4.4: Red actual de la Sucursal Sangolqui – Matriz del CTT-ESPE CECAI en Quito
Fuente: Los autores

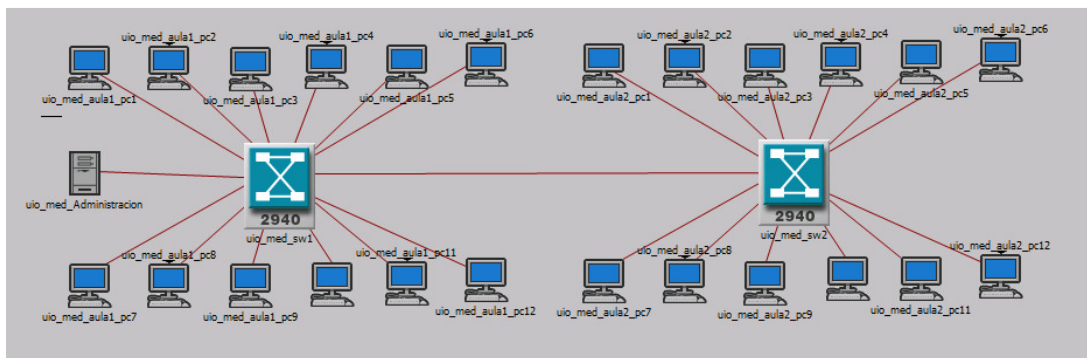


Figura 4.5: Red actual de la Sucursal Sangolquí – MED del CTT-ESPE CECAI en Quito
 Fuente: Los autores

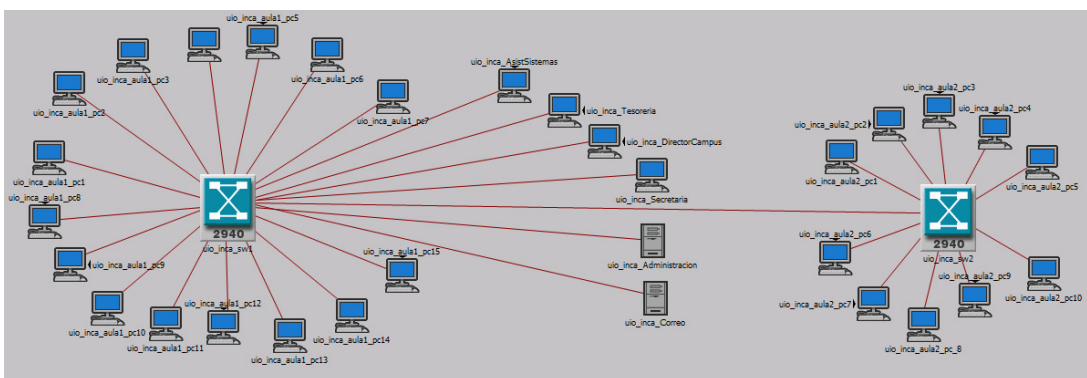


Figura 4.6: Red actual de la Sucursal Inca del CTT-ESPE CECAI en Quito
 Fuente: Los autores

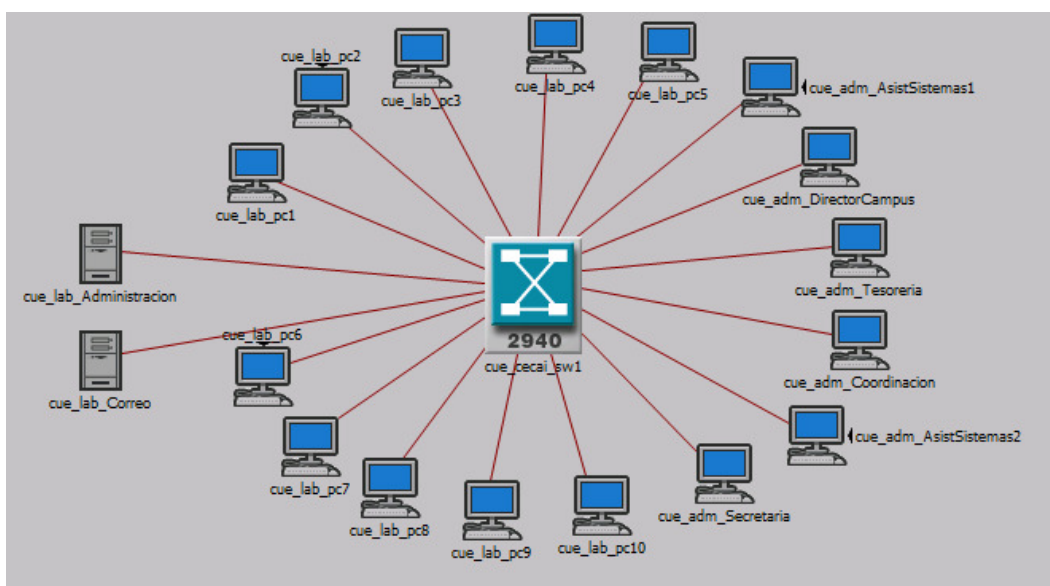


Figura 4.7: Red actual de la Sucursal Cuenca del CTT-ESPE CECAI
 Fuente: Los autores

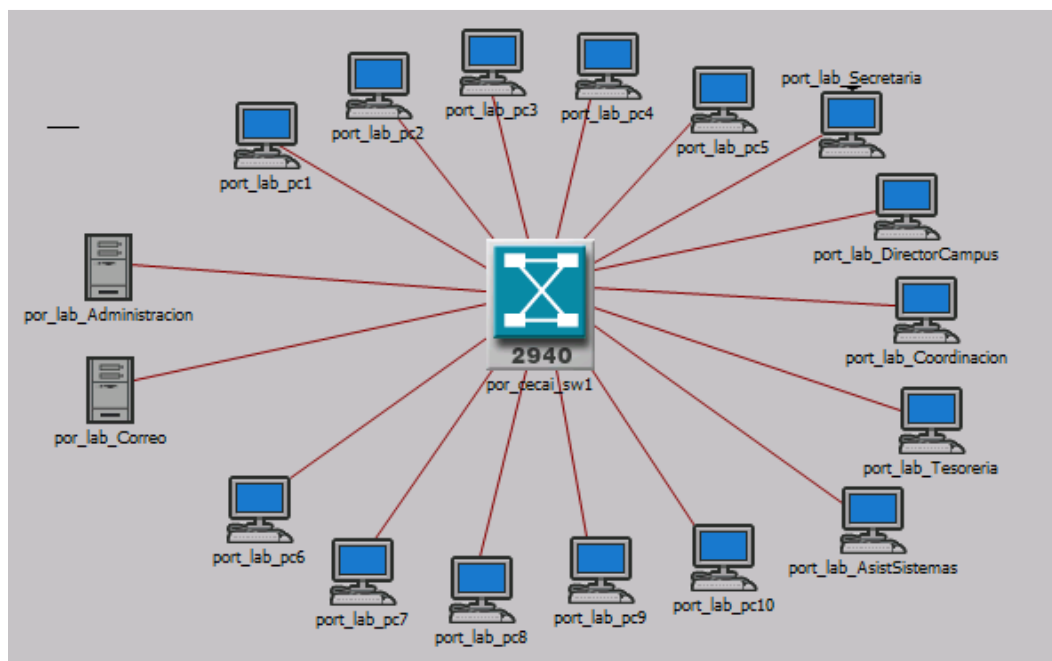


Figura 4.8: Red actual de la Sucursal Portoviejo del CTT-ESPE CECAI

Fuente: Los autores

4.5 SIMULACION DE TRAFICO ACTUAL

Según el análisis realizado en el capítulo 3 (cfr. **Supra** 3.2.2.1 TRAFICO POR APLICACIONES) los valores de tráfico actual de red para las aplicaciones, internet y correo electrónico serían:

Campus	Ancho de banda (Kbps)	Ancho de banda(byte/s)
Sangolquí	111,55	13943,75
El Inca	57,65	7206,25
Portoviejo	57,65	7206,25
Cuenca	57,65	7206,25

Tabla 4.1: Tráfico estimado por aplicaciones de las diferentes sedes del CTT en la actualidad

Fuente: Los Autores

Campus	Ancho de banda (Kbps)	Ancho de banda(byte/s)
Sangolquí	18,22	2277,5
El Inca	13,33	1666,25
Portoviejo	7	875
Cuenca	7	875

Tabla 4.2: Tráfico estimado para internet de las diferentes sedes del CTT en la actualidad

Fuente: Los autores

Campus	Ancho de banda (Kbps)	Ancho de banda(byte/s)
Sangolquí	30	3750
El Inca	10	1250
Portoviejo	12,5	15625
Cuenca	12,5	15625

Tabla 4.3: Tráfico estimado para correo electrónico de las diferentes sedes del CTT en la actualidad
Fuente: Los autores

Para la simulación actual de la red, utilizaremos como referencia los valores de ancho de banda más altos, ya que es el nivel de tráfico ideal para la recolección de datos en el programa de simulación OPNET.

Por lo tanto en las figuras 4.9, 4.10, 4.11 se muestran las mediciones de tráfico en una duración tiempo simulado de 3 horas.

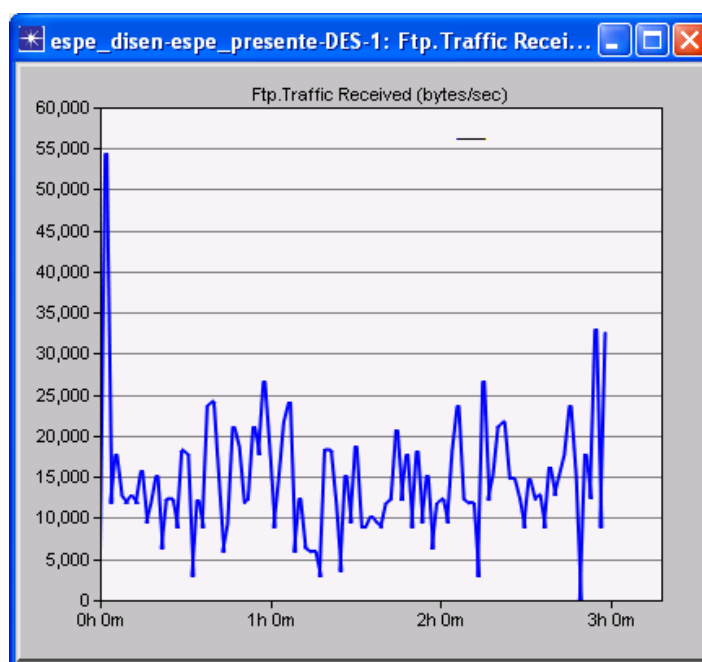


Figura 4.9: Tráfico de red de aplicaciones de la red del CTT-ESPE CECAI simulado en OPNET MODELER

Fuente: Los autores

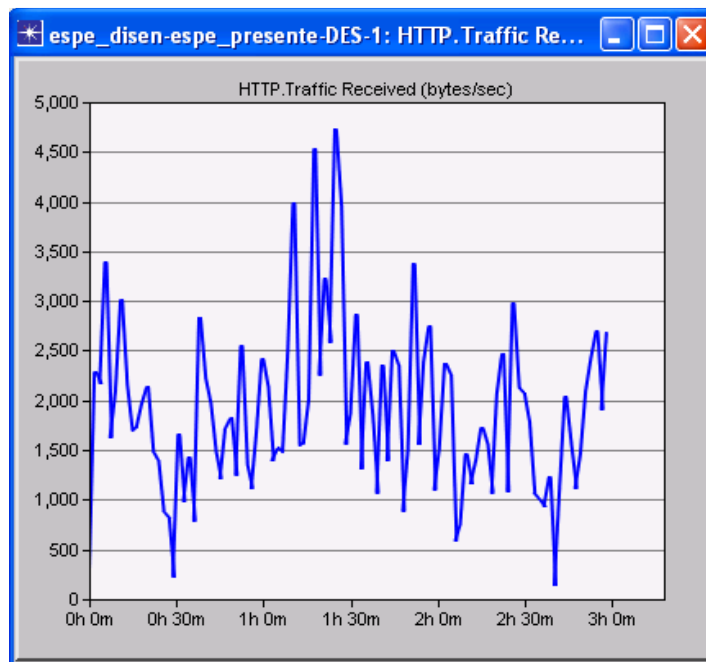


Figura 4.10: Trafico de red de internet de la red del CTT-ESPE CECAI simulado en OPNET MODELER

Fuente: Los autores

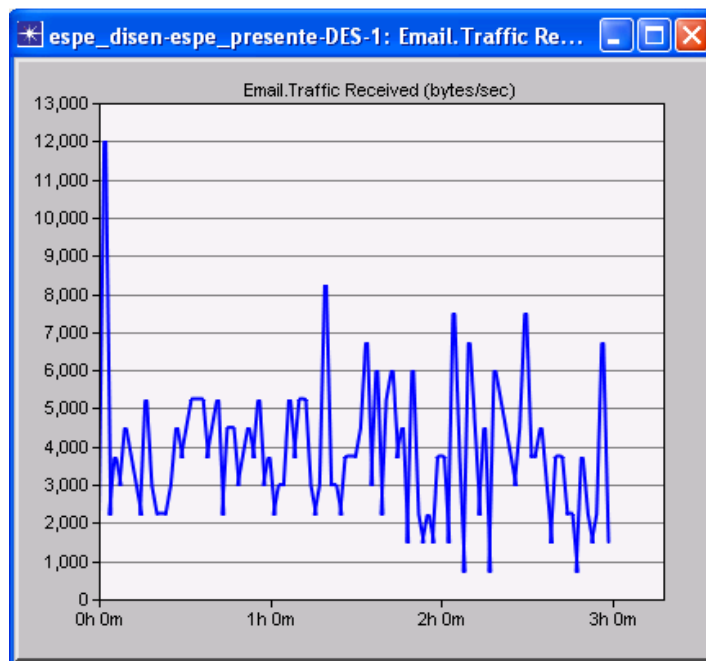


Figura 4.11: Trafico de red de correo electrónico de la red del CTT-ESPE CECAI simulado en OPNET MODELER

Fuente: Los autores

4.5.1 CREACIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN PROPUESTO

Después de tener el diseño de la red actual, se podrá desarrollar la simulación del diseño de la red de borde del CTT ESPE-CECAI. De acuerdo al análisis realizado en el capítulo 3 (cfr. **Supra** 3.2.2.1 TRAFICO POR APLICACIONES) los valores de tráfico estimado con un crecimiento del 5% en 5 años serían:

Campus	Ancho de banda (Kbps)	Ancho de banda(byte/s)
Sangolquí	139,54	17442,5
El Inca	72,07	9008,75
Portoviejo	72,07	9008,75
Cuenca	72,07	9008,75

Tabla 4.4: Tráfico estimado por aplicaciones de las diferentes sedes del CTT
Fuente: Los Autores

Campus	Ancho de banda (Kbps)	Ancho de banda(byte/s)
Sangolquí	22,78	2847,5
El Inca	16,67	2083,75
Portoviejo	8,89	111,25
Cuenca	8,89	111,25

Tabla 4.5: Tráfico estimado para internet de las diferentes sedes del CTT
Fuente: Los autores

Campus	Ancho de banda (Kbps)	Ancho de banda(byte/s)
Sangolquí	37,5	4687,5
El Inca	12,5	1562,5
Portoviejo	15,63	1953,75
Cuenca	15,63	1953,75

Tabla 4.6: Tráfico estimado para correo electrónico de las diferentes sedes del CTT
Fuente: Los autores

Las figuras 4.12, 4.13, 4.14, 4.15, 4.16, 4.17 a continuación muestran el diseño de red propuesto para las diferentes sucursales del CTT-ESPE CECAI, basado en el análisis del Capítulo 3.

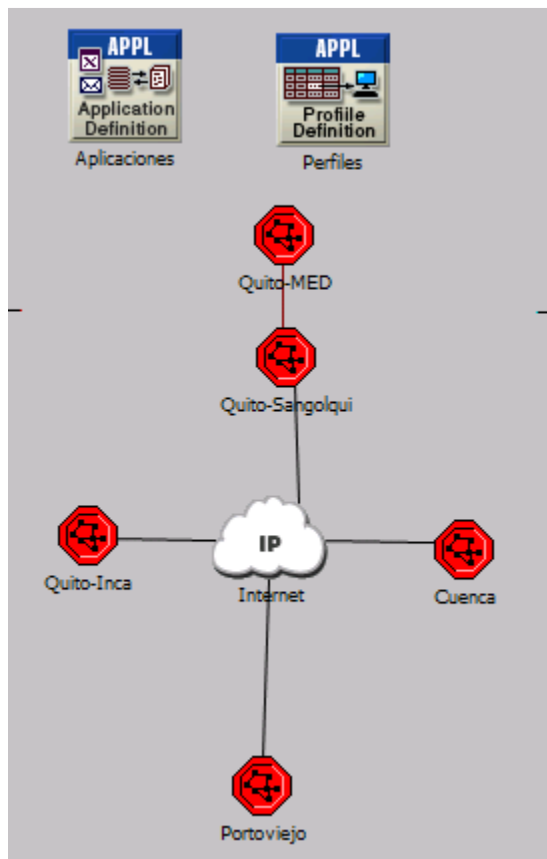


Figura 4.12: Diseño de red propuesto para el CTT-ESPE CECAI
 Fuente: Los autores

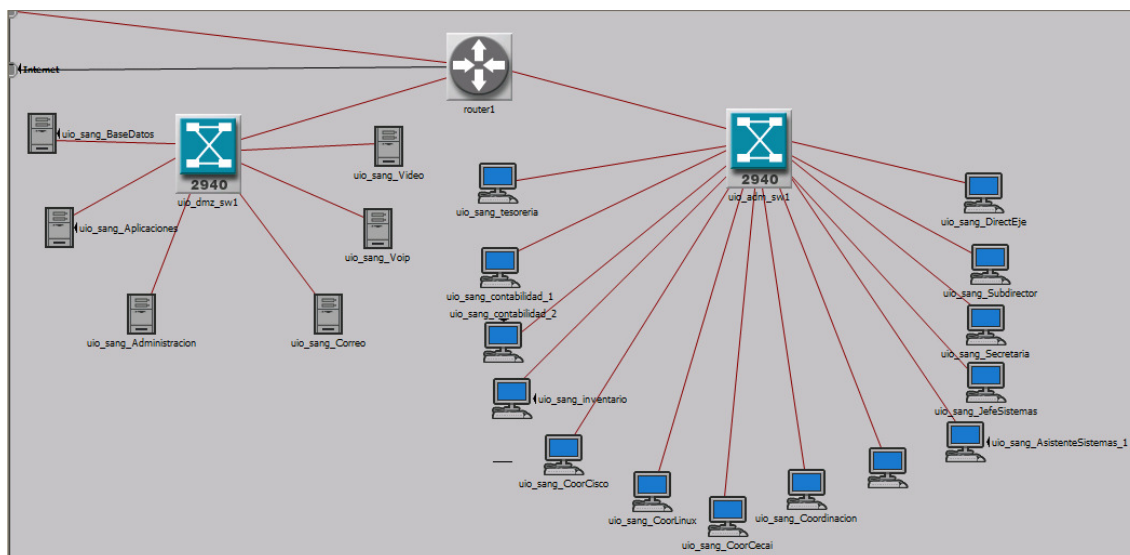


Figura 4.13: Diseño de red propuesta de la Sucursal Sangolquí – Matriz del CTT-ESPE CECAI en Quito
 Fuente: Los autores

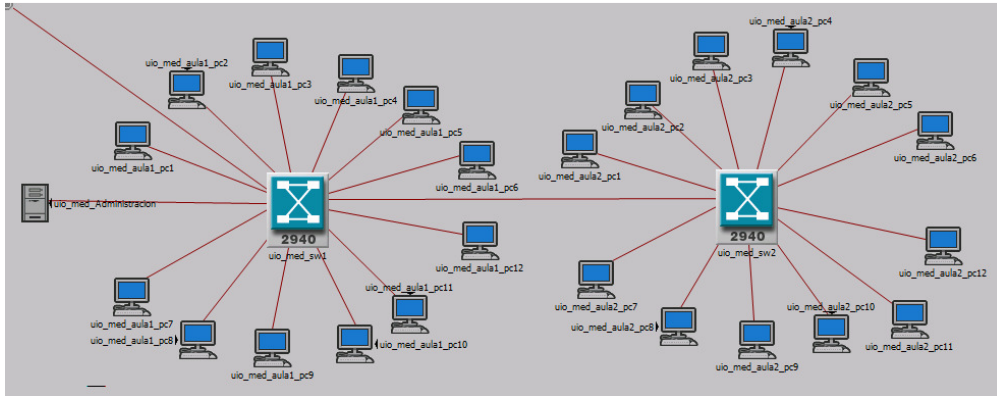


Figura 4.14: Diseño de red propuesta de la Sucursal Sangolqui – MED del CTT-ESPE CECAI en Quito
 Fuente: Los autores

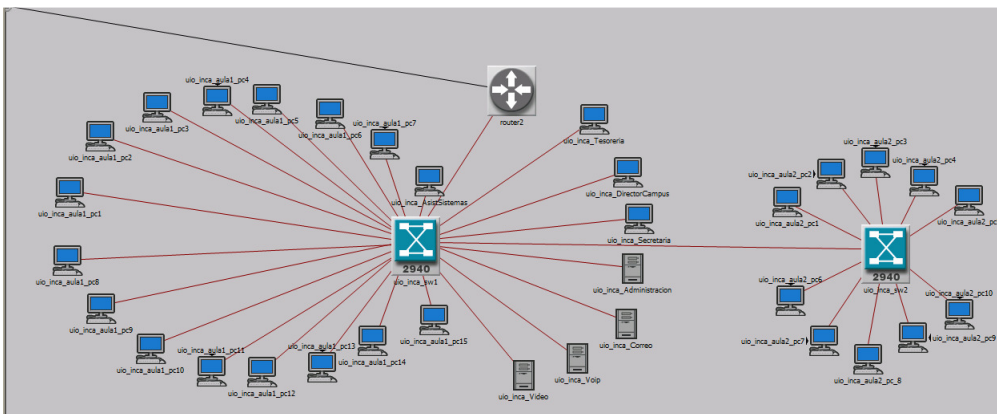


Figura 4.15: Diseño de red propuesta de la Sucursal Inca del CTT-ESPE CECAI en Quito
 Fuente: Los autores

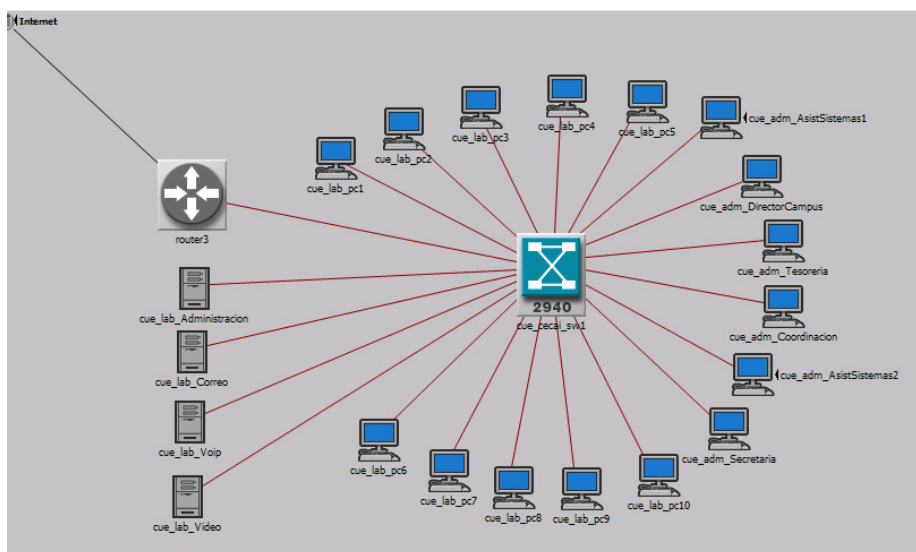


Figura 4.16: Diseño de red propuesta de la Sucursal Cuenca del CTT-ESPE CECAI
 Fuente: Los autores

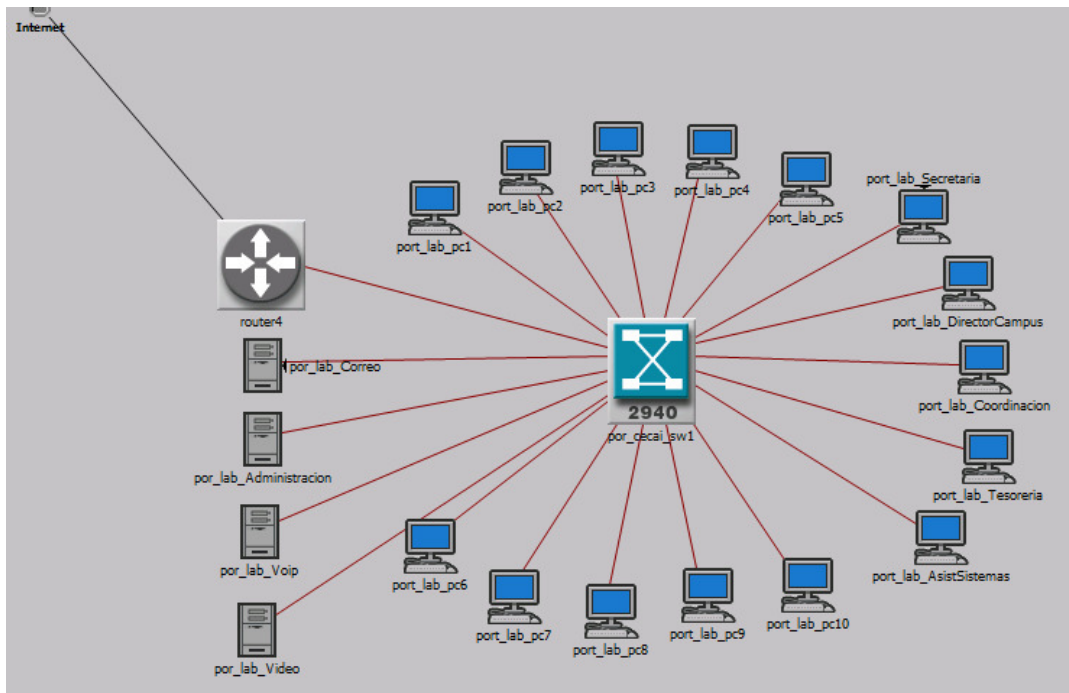


Figura 4.17: Diseño de red propuesta de la Sucursal Portoviejo del CTT-ESPE CECAI
Fuente: Los autores

Por la gran cantidad de información que debe procesar el programa de simulación OPNET, el tiempo de duración simulado se redujo a 10 min. En las figuras 4.18, 4.19, 4.20, 4.21, 4.22 se muestran las mediciones de tráfico.

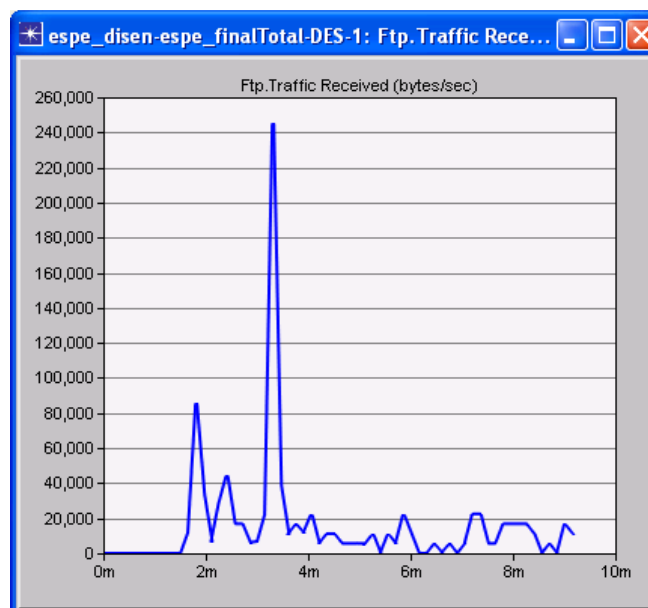


Figura 4.18: Tráfico de red de aplicaciones estimado de la red del CTT-ESPE CECAI simulado en OPNET MODELER
Fuente: Los autores

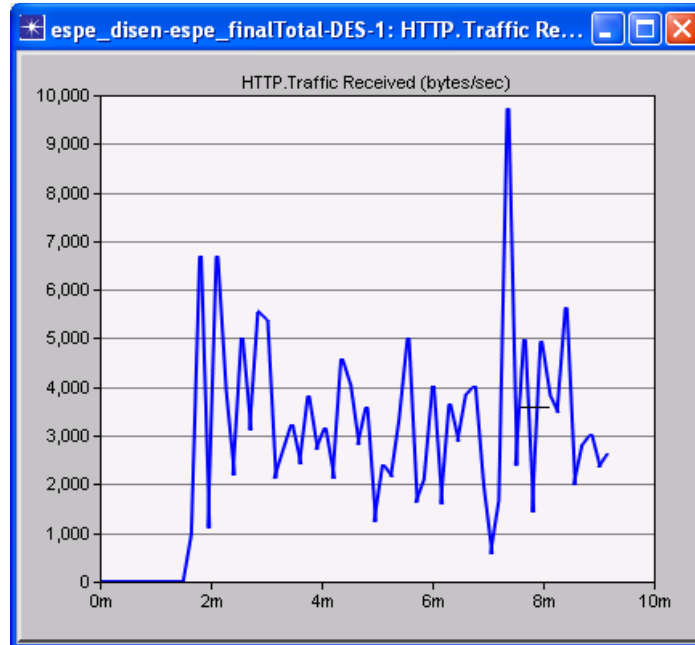


Figura 4.19: Trafico de red de internet estimado de la red del CTT-ESPE CECAI simulado en OPNET MODELER

Fuente: Los autores

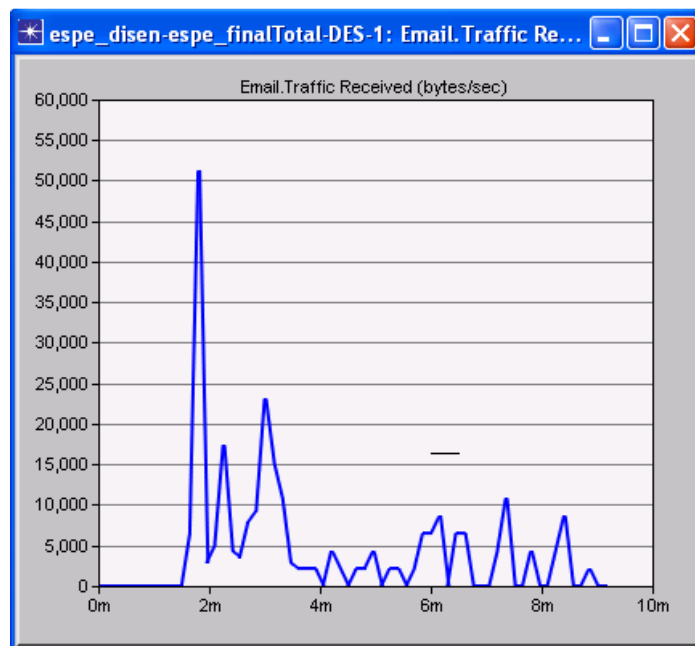


Figura 4.20: Trafico de red de correo electrónico estimado de la red del CTT-ESPE CECAI simulado en OPNET MODELER

Fuente: Los autores

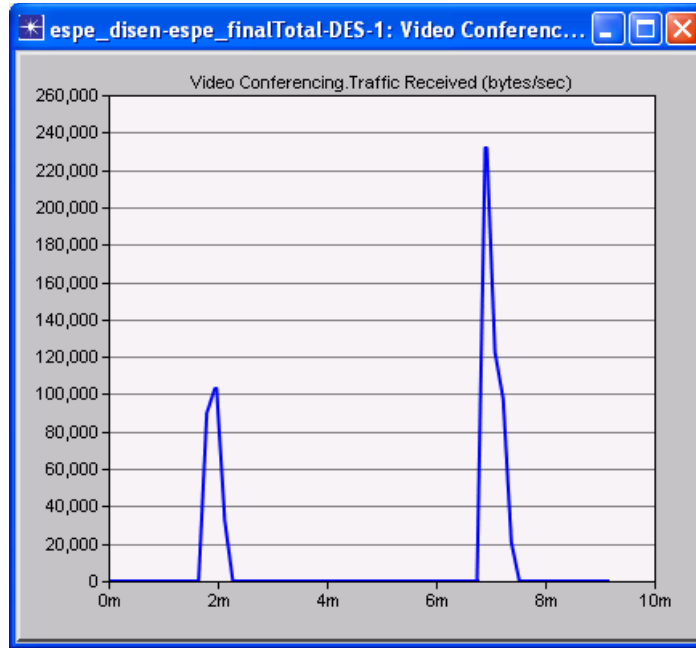


Figura 4.21: Trafico de red de video conferencia estimado de la red del CTT-ESPE CECAI simulado en OPNET MODELER
Fuente: Los autores

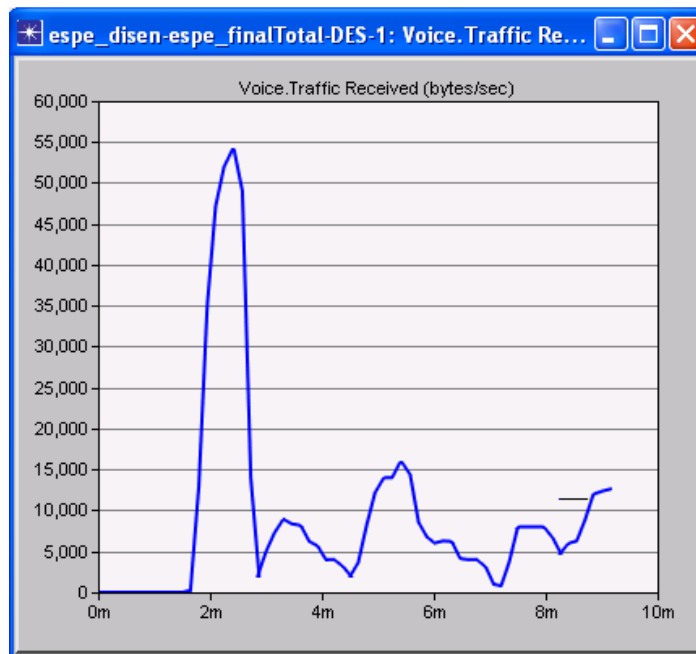


Figura 4.22: Trafico de red de VoIp de la red del CTT-ESPE CECAI simulado en OPNET MODELER
Fuente: Los autores

4.6 ANÁLISIS DE DATOS

Uno de los principales objetivos de este proyecto es determinar la conectividad entre campus del CTT ESPE – CECAI por lo que, además de visualizarlo en el diseño, el tráfico de red existente entre campus determina que si existe conectividad.

Para lograr encontrar los valores de tráfico de red aproximados para la red del CTT ESPE – CECAI, se requirió calibrar los valores por defecto en el programa tales como tamaño de archivo, tiempos de de envíos y recepción, repetividad del servicio, etc.

La metodología elegida para la recolección de datos, descrita en el capítulo 1, fue la más adecuada para realizar el desarrollo de la simulación, ya que la información obtenida empataba sin mayores contratiempos con los parámetros necesarios para el programa de simulación OPNET.

CAPÍTULO 5.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO – ECONÓMICO

5.1 INTRODUCCIÓN

El análisis económico del proyecto pretende determinar cuál es el monto de los recursos necesarios, tanto en su inversión inicial así como los costos de mantenimiento del sistema.

La evaluación de un proyecto se basa en la identificación de ingresos y egresos, así como el análisis de indicadores, lo que permiten conocer el déficit o superávit que se pueda presentar durante la vida útil del proyecto.

En este capítulo se analizan indicadores como TIR, VAN y tiempo de recuperación de la inversión.

5.2 COSTOS PARA LA NUEVA RED

Se analiza los costos para la implementación de la solución propuesta para el CTT – ESPE CECAI. Los valores indicados son precios en dólares americanos, estos valores permiten hacer una proyección de los ahorros que se obtendrían con el proyecto; considerando costos actuales que se pagan por los diferentes servicios.

5.2.1 RED LAN

A continuación se describen los costos de los equipo de red LAN que permitirán implementar la solución.

5.2.1.1 COSTOS DE LOS EQUIPOS PARA LA RED LAN

En el presente proyecto se considera la reutilización de los equipos que se encuentran en uso, se considera el cambio del Switch3 Com 4228G por el Switch cisco 2950, además se

integra al sistema un dispositivo firewall y switch 2950 para la protección del los servidores.

EQUIPOS	Descripción	P. Unitario	P. Instalación	Cantidad	P. Total
	Switch Cisco Catalyst 2950 24 port 10/100	\$ 380,00	\$ 150,00	2	\$ 1.060,00
	Cisco ASA 5550 firewall	\$ 369,00	\$ 100,00	1	\$ 469,00
				Total	\$ 1.529,00

Tabla 5.1: Costo de equipos para la red LAN
Fuente: DESCA THE NETWORKING COMPANY

5.2.2 RED WAN

A continuación se presenta los costos que implican los enlaces de comunicación que permitirán la interconexión de las sedes de Sangolquí, Quito, Cuenca Portoviejo.

5.2.2.1 COSTOS DE EQUIPOS WAN

A continuación se describen los costos de los equipos que se utilizarán para la creación de la red WAN

EQUIPOS	Descripción	P. Unitario	P. Instalación	Cantidad	P. Total
	Router 2911	\$ 2.300,00	\$ 200,00	2	\$ 5.000,00
	Router 2901	\$ 2000,00	\$ 200,00	2	\$ 4.400,00
				Total	\$ 9.400,00

Tabla 5.2: Costo de equipos para la red WAN
Fuente: DESCA THE NETWORKING COMPANY

5.2.2.2 COSTOS DE LOS ENLACES DE COMUNICACIÓN

Descripción	P. Instalación	Total mes	Total año
Enlace Sangolquí	\$ 200,00	\$ 562,50	\$ 6.750,00
Enlace Quito	\$ 200,00	\$ 375,00	\$ 4.500,00
Enlace Cuenca	\$ 200,00	\$ 281,00	\$ 3.372,00
Enlace Portoviejo	\$ 200,00	\$ 281,00	\$ 3.372,00
Total		\$ 1.499,50	\$ 17.994,00

Tabla 5.3: Costo de los enlaces de comunicación
Fuente: PuntoNet

5.2.3 RED TELEFÓNICA

A continuación se detallan los costos de los equipos que se utilizarán para la integración de los servicios telefónicos a la red.

5.2.3.1 COSTOS DE EQUIPOS DE TELEFONÍA

EQUIPOS	Descripción	P. Unitario	P. Instalación	Cantidad	P. Total
	Servidores Prolian	\$ 1000,00	\$ 250,00	4	\$ 5.000,00
	Teléfono IP 7911 G	\$ 300	\$ 10,00	25	\$ 7.750,00
	Teléfono IP 7942 G	\$ 410	\$ 10,00	4	\$ 1680,00
	Tarjeta FXS / FXO para Matriz Digium Wilcar TDM422B	\$ 250	\$ 30,00	1	280,00
	Tarjeta FXS / FXO Digium Wilcar TDM422B	\$ 230	\$ 20	3	\$ 750,00
					\$ 15.460,00

Tabla 5.4: Costo de equipo para la telefonía
Fuente: DESCA THE NETWORKING COMPANY

5.2.4 VIDEOCONFERENCIA

A continuación se desglosa los costos de los equipos con los que se debe realizar la implementación de video conferencia.

5.2.4.1 COSTO DE VIDEOCONFERENCIA

En la tabla 5.5 se presenta la alternativa de inversión en equipos para video conferencia, estos equipos. Un costo que no se ha considerado es el espacio físico que será utilizado como sala de video conferencia, ya que se cuenta con la infraestructura propia. Las adecuaciones físicas para el buen uso y desempeño de las salas no son consideradas, ya que el presente proyecto de titulación no tiene ese alcance.

EQUIPOS	Descripción	P. Unitario	P. Instalación	Cantidad	P. Total
	Servidores Prolian	\$ 1000,00	\$ 250,00	4	\$ 5000,00
	Licencias para servidores y equipos terminares	\$ 2240,00	N/A	4	\$ 8960,00
	Cámara de Video Digital G- Shot HD550T incluye micrófonos	\$ 1110,00	\$ 100	4	\$ 4840,00
	Equipos terminales para video conferencia	\$ 900,00	N/A	4	\$3600,00
					\$ 22.400,00

Tabla 5.5: Costo de equipo para video conferencia

Fuente: Isabel

5.3 ADQUISICIÓN DE ACTIVOS TANGIBLES (FIJOS)

En la tabla 5.6 se detalla el valor total de los equipos para la implementación de la solución planteada

TOTAL ACTIVOS FIJOS	
DETALLE	VALOR
RED LAN	\$ 1.529,00
RED WAN	\$ 9.400,00
TELEFONÍA	\$ 15.460,00
VIDEO CONFERENCIA	\$ 22.400,00
SUMAN	48.789

Tabla 5.6: Total de Activos Fijos

Fuente: Los Autores

5.4 GASTOS DEL PROYECTO

5.4.1 GASTOS DE IMPLEMENTACIÓN

Para la implementación y funcionamiento de la red, telefonía y video conferencia, en cuanto se refiere a gastos por viaje, alimentación; hospedaje, para las ciudades de Cuenca y Portoviejo, se ha estimado un valor por \$1.000 USD.

5.4.2 GASTOS IMPREVISTOS

Son egresos que se estiman en base a costos por adquisición del activo fijo más la implementación por un 5%. Es decir de haber variaciones en los precios para adquisición de los activos o bien los gastos para realizar el trabajo de instalación de las redes en las ciudades de Portoviejo y Cuenca, se contará con este dinero para solventarlos, como se aprecia en la Tabla 5.7:

DETALLE	EN USD
(1) ACTIVO FIJO	48.789
(2) GASTOS IMPLEMENTACIÓN	1.000
SUMAN(1+2)	49.789
IMPREVISTOS (5 %)	2.489

Tabla 5.7: Imprevistos

Fuente: Los autores

5.4.3 MONTO INVERSIÓN DEL PROYECTO

Para implementar las redes WAN, LAN y adicionar los servicios de Telefonía y Videoconferencia, se requiere una inversión de \$ 52.278, como se aprecia en la Tabla 5.8:

INVERSIÓN TOTAL		
	Inversión	%
	USD	
I. ACTIVO FIJO		
RED LAN	1.529	
RED WAN	8.600	
TELEFONÍA	10.180	
VIDEO CONFERENCIA	28.480	
TOTAL ACTIVO FIJO	48.789	93
II GASTOS DE IMPLEMENTACIÓN		
Implementación	1.000	
TOTAL GASTOS IMPLEMENTACIÓN	1.000	2
SUMAN(I+II)	49.789	
III . IMPREVISTOS (5 %)	2.489	5
TOTAL INVERSION (I+II+III)	52.278	100

Tabla 5.8: Inversión Total

Fuente: Los autores

5.5 EGRESOS PARA EL PROYECTO

El CCT , tienen gastos para poder realizar sus servicios de capacitación en cuanto se refiere a cursos tanto en las ciudades de Quito, Cuenca y Portoviejo, siendo los principales, por su cuantía los siguientes:

5.5.1 SERVICIOS BÁSICOS

Los servicios básicos comprenden el pago de servicios de teléfono, electricidad, agua potable, internet, para Sangolquí, El Inca, Cuenca y Portoviejo, que conjuntamente representan un egreso anual de \$37.080.

El detalle de costos por servicios básicos de las diferentes sedes se puede apreciar en el Anexo: F.

En la Tabla 5.9 se muestran el consolidado de pago servicios básicos de las diferentes sedes del CTT.

CONSOLIDADO SERVICIOS BÁSICOS	
DETALLE	ANUAL
TELÉFONO	13.800
ELECTRICIDAD	8.280
AGUA	6.000
INTERNET	9.000
SUMAN	37.080

Tabla 5.9: Consolidado de pago de servicios básicos de las sedes del CTT – ESPE CECAI
Fuente: Los autores

5.5.2 PAGO ARRIENDOS

Los edificios donde se imparten los cursos por parte de CTT, con excepción de la ciudad de Quito (Sangolquí), pagan arriendo, cuyos valores consolidados de forma anual suman la cantidad de \$38.400, como se aprecia en la Tabla 5.10:

Detalle	Pago mensual arriendo	Anual
Quito Sangolquí	0	-
Quito El inca	2000	24.000
Cuenca	700	8.400
Portoviejo	500	6.000
SUMAN		38.400

Tabla 5.10: Consolidado de pago de arriendos de las Sedes del CTT - ESPE CECAI
Fuente: Los autores

5.5.3 COSTOS DE MANTENIMIENTO

Para mantener los servicios de las redes LAN, WAN, Telefonía y Video Conferencias, requieren de un continuo servicio de mantenimiento; que para las ciudades de Quito, Portoviejo y Cuenca se requiere, conjuntamente un egreso anual por \$23.140. El detalle de costos por mantenimiento de los equipos se puede apreciar en el Anexo: G

En la Tabla 5.11, se aprecia el valor anual por mantenimiento de los equipos.

COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTOS	
DETALLE	ANUAL
RED LAN	2.140
RED WAN	8.400
TELEFONÍA	8.400
VIDEOCONFERENCIA	4.200
SUMAN	23.140

Tabla 5.11: Costo anual de mantenimientos de equipos
Fuente: Los autores

5.5.4 SUELDOS INSTRUCTORES

Para poder brindar los cursos especializados que propone el CTT, tanto en Quito, Portoviejo y Cuenca, se requiere contar con instructores calificados, los cuales reciben conjuntamente la cantidad de \$ 278.350. El detalle de costos por pago de sueldos de los instructores del CTT se puede apreciar en el Anexo: H

En la Tabla 5.12 se aprecia el valor anual que se paga a los instructores del CTT.

CONSOLIDADO SUELDOS INSTRUCTORES	
DETALLE	ANUAL
Quito, Sangolquí	111.000
Quito, El Inca	162.600
Cuenca	2.800
Portoviejo	1.950
SUMAN	278.350

Tabla 5.12: Costo anual por pago de sueldos instructores CTT
Fuente: Los autores

5.5.5 SUELDOS PERSONAL ADMINISTRATIVO

Para el funcionamiento de las unidades CTT, se requiere contar con personal administrativo tanto en Quito, Portoviejo y Cuenca, los cuales reciben conjuntamente la cantidad de \$ 255.900 (INCLUYE BENEFICIOS SOCIALES). El detalle de costos por pago de salarios del personal administrativo del CTT se puede apreciar en el Anexo: I.

En la Tabla 5.13 se puede apreciar el valor anual por pago de sueldos del personal administrativo del CTT.

CONSOLIDADO SUELDOS PERSONAL ADMINISTRATIVO	
DETALLE	ANUAL
Quito, Sangolquí	111.300
Quito, El Inca	36.840
Cuenca	56.760
Portoviejo	51.000
SUMAN	255.900

Tabla 5.13: Costo anual por pago de sueldos del personal administrativo del CTT
Fuente: Los autores

5.5.6 GASTOS MATERIALES Y SUMINISTROS DE OFICINA

Cuando se realizan proyectos es importante tomar en cuenta los gastos provenientes de los materiales y suministros de oficina. La Tabla 5.14 muestra el valor anual de gastos suministros de oficina.

MATERIALES Y SUMINISTROS DE OFICINA	
DETALLE	ANUAL
Quito, Sangolquí	1.000
Quito, El Inca	1.000
Portoviejo	500
Cuenca	500
SUMAN	3.000

Tabla 5.14: Costo anual por compra de suministros de oficina
Fuente: Los autores

5.5.7 GASTOS PUBLICIDAD

El CTT realiza siempre está publicitando sus cursos de capacitación por lo que se toma en cuenta este gasto en los egresos del proyecto. La Tabla 5.15 muestra el detalle de gastos de publicidad anual.

PUBLICIDAD	
DETALLE	ANUAL
Quito, Sangolquí	10.000
Quito, El Inca	10.000
Portoviejo	5.000
Cuenca	5.000
SUMAN	30.000

Tabla 5.15: Costo anual por publicidad

Fuente: Los autores

5.5.8 GASTOS VARIOS

Para el proyecto también se toma en cuenta un valor por gastos varios que se pueden generar durante un año en el CTT. La Tabla 5.16 muestra el costo generado por gastos varios durante un año.

GASTOS VARIOS	
DETALLE	ANUAL
Quito, Sangolquí	6.000
Quito, El Inca	4.000
Portoviejo	1.000
Cuenca	1.000
SUMAN	12.000

Tabla 5.16: Costo anual de gastos varios

Fuente: Los autores

5.5.9 GASTOS DEPRECIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE RED, TELEFONÍA Y VIDEOCONFERENCIA

La adquisición de los equipos que corresponden a las redes WAN, LAN, Telefonía, Videoconferencia, se debe depreciar, para que estos sistemas se puedan reponer en un periodo determinado de tiempo. De acuerdo con la Ley, la depreciación de equipos tecnológicos es de 3años. En las Tablas 5.17; 5.18; 5.19; 5.20, se muestran los valores de depreciación de los equipos que se usaron en el diseño de la red.

RED LAN			
PERIODO	VALOR	Depreciación	Saldo
AÑOS	USD	33%	Libros
2.011	1.529	509,67	1.019
2.012	1.019	509,67	510
2.013	510	509,67	-

Tabla 5.17: Depreciación de equipo para red LAN

Fuente: Los autores

RED WAN			
PERIODO	VALOR	Depreciación	Saldo
AÑOS	USD	33%	Libros
2.011	8.600	2.866,67	5.733
2.012	5.733	2.866,67	2.867
2.013	2.867	2.866,67	-

Tabla 5.18: Depreciación de equipo para red WAN

Fuente: Los autores

TELEFONÍA			
PERIODO	VALOR	Depreciación	Saldo
AÑOS	USD	33%	Libros
2.011	10.180	3.393,33	6.787
2.012	6.787	3.393,33	3.393
2.013	3.393	3.393,33	-

Tabla 5.19: Depreciación de equipo para red WAN

Fuente: Los autores

VIDEOCONFERENCIA			
PERIODO	VALOR	Depreciación	Saldo
AÑOS	USD	33%	Libros
2011	28.480,00	9.493,33	18.986,67
2012	18.986,67	9.493,33	9.493,33
2013	9.493,33	9.493,33	-

Tabla 5.20: Depreciación de equipo para Videoconferencia

Fuente: Los autores

5.5.10 GASTOS DE AMORTIZACIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN DE REDES

De acuerdo con la ley, que corresponden a los gastos de implementación, se debe amortizar en un periodo de 5 años, que equivale a descontar un valor anual equivalente el 20%, como se aprecia en el siguiente cuadro:

AMORTIZACIÓN ACUMULADA GASTOS DE IMPLEMENTACIÓN			
PERIODO	VALOR	Depreciación	Saldo
AÑOS	USD	20%	Libros
2011	1.000,00	200,00	800,00
2012	800,00	200,00	600,00
2013	600,00	200,00	400,00
2014	400,00	200,00	200,00
2015	200,00	200,00	-

Tabla 5.21: Amortización gastos de implementación

Fuente: Los autores

5.6 INGRESOS

Los ingresos del CTT, están relacionados a la venta de cursos, los cuales se realizan todo el año, tanto en las ciudades de Quito, Portoviejo y Cuenca.

En base a la información disponible en estas dependencias sobre los valores de los cursos y el número de participantes se ha procedido a calcular una estimación anual de ingresos de \$ 712.878, como se aprecian en detalle en el ANEXO J.

En la Tabla 5.22 se muestra el valor anual de ingresos del CTT.

CONSOLIDADO DE INGRESOS	INGRESOS ANUALES
CURSOS GENERALES QUITO(EL INCA)	131.550
CAPACITACIÓN LINUX (EL INCA)	79.056
CAPACITACIÓN CISCO(EL INCA)	159.120
CURSOS GENERALES SANGOLQUÍ	80.064
CAPACITACIÓN CISCO (SANGOLQUÍ)	142.560
CURSOS GENERALES. PORTOVIEJO	42.192
CURSOS GENERALES. CUENCA	16.848
CAPACITACIÓN LINUX (CUENCA)	61.488
SUMAN	712.878

Tabla 5.22: Valor anual de ingresos del CTT

Fuente: Los autores

5.7 FLUJO DE CAJA¹⁵.

Un flujo de caja es la presentación en cifras, para diversos períodos hacia el futuro, y para diversos ítems o factores, de cuando va a entrar o salir, físicamente, dinero.

El objetivo fundamental del flujo de caja es apreciar, el resultado neto de ingresos de dinero menos giros de dinero, es decir, en qué período va a sobrar o a faltar dinero, y cuánto, a fin de tomar decisiones sobre qué se hace.

El flujo de caja de cualquier proyecto se compone de cuatro elementos básicos

- a. Los egresos iniciales de fondos.
- b. Ingresos y egresos de operación.
- c. El momento en que ocurren estos ingresos y egresos.
- d. El capital de trabajo.

Los egresos iniciales corresponden al total de la inversión inicial requerida para la puesta en marcha del proyecto; el capital de trabajo también se le considerará como egresos en el momento cero, ya que deberá quedar disponible para que el administrador del proyecto pueda utilizarlo en su gestión.

Los ingresos y egresos de operación constituyen todos los flujos de entradas y salidas reales de caja, es decir los que realmente se han ejecutado.

El flujo de caja se expresa en momentos. El momento cero registra todos los egresos previos a la puesta en marcha del proyecto.

Para la correcta valoración del proyecto se deben incluir los gastos no desembolsables, como las depreciaciones de los activos fijos, la amortización de los gastos de constitución

¹⁵ “CHAIN SAPAG, Nassir, Preparación y Evaluación de Proyectos, México, Edit, Mc Graw Hill, p.267, 2004.”

o implementación; sin embargo los gastos que se consideran por depreciación no son en realidad una salida real de efectivo, sino un manejo contable que permite compensar, mediante una reducción en el pago de impuestos, la pérdida de valor de los activos por su uso.

Mientras mayor se tenga un gasto por depreciación, el ingreso gravable disminuye y, produce el efecto de disminuir los impuestos a pagar por las utilidades generadas por el giro del negocio.

Se debe efectuar un ajuste al flujo de caja, por los gastos no desembolsados, que consisten en las depreciaciones y amortizaciones, las mismas que son nuevamente agregadas al final del flujo de caja, para tener un verdadero valor sobre el efectivo existente.

5.7.1 FLUJO DE CAJA PROYECTADO

En la Tabla 5.23 se muestra el flujo de caja del CTT que se encuentra proyectado a 5 años del 2011 al 2015.

FLUJO DE CAJA						
DETALLE	0	2011	2012	2013	2014	2015
Ventas		712.878	748.522	785.948	825.245	866.508
(-) EGRESOS						
Sueldo Instructores		278.350	292.268	306.881	322.225	338.336
Sueldo Personal Administrativo		255.900	268.695	282.130	296.236	311.048
Servicios Básicos		37.080	38.934	40.881	42.925	45.071
Arriendos		38.400	40.320	42.336	44.453	46.675
Materiales y Suministros Oficina		3.000	3.150	3.308	3.473	3.647
Mantenimiento Sistema		23.140	24.297	25.512	26.787	28.127
Publicidad		30.000	31.500	33.075	34.729	36.465
Gastos Varios		12.000	12.600	13.230	13.892	14.586
Depreciación y Amortización Activos		16.463	16.463	16.463	200	200
TOTAL EGRESOS		694.333	728.227	763.815	784.919	824.155
UTILIDAD BRUTA		18.545	20.295	22.133	40.326	42.352
(+) Depreciación y Amortización		16.463	16.463	16.463	200	200
						-
FLUJO DE CAJA	- 52.278	35.008	36.758	38.596	40.526	42.552

Tabla 5.23: Flujo de Caja
Fuente: Los autores

5.8 VALOR ACTUAL NETO (VAN)

El método de selección de proyectos más eficiente, es el enfoque del valor actual neto (VAN). El cambio en el valor de una empresa puede asumir posiciones tales como:

- Positivo
- Negativo
- Cero.

Si un proyecto tiene un $VAN = 0$, esto significa que el valor general del proyecto es neutral es decir da igual hacer o no hacer el proyecto. Debido a que el proyecto generará una tasa de utilidad igual al que generaría el valor invirtiéndola en el sistema financiero.

Un VAN POSITIVO, significará que se incrementará el valor de la inversión de manera superior a lo que podría obtenerse a través del sistema financiero, es decir superior a la tasa activa referencial del Banco Central. Lo que traería réditos significativos a los inversionistas y/o propietario de determinado negocio y valdría la pena implantar el proyecto.

Si tiene un VAN NEGATIVO, significa en la práctica que el proyecto traería pérdidas para los inversionistas y/o propietario y por lo que se deberá desestimar.

5.8.1 MÉTODO DE CÁLCULO DEL VAN

Para poder calcular el VAN, de un proyecto propuesto se suma el valor presente del flujo de caja neto y luego se resta el monto de la inversión inicial. El resultado es una cifra en dólares que representa el cambio porcentual de utilidad que representará el proyecto.

Fórmula para el VAN, versión algebraica.

$$VAN = \frac{FE_1}{(1+K)^1} + \frac{FE_2}{(1+K)^2} \dots \frac{FE_n}{(1+K)^n} - (Inversión\ Inicial)^{16}$$

FE = Flujo de Caja Neto, en el período indicado

K = Tasa de Descuento, Tasa de Retorno requerida por el Proyecto

n = Vida del Proyecto.

5.8.2 APLICACIÓN DEL VAN AL PROYECTO

5.8.2.1 DETERMINACIÓN DEL TMAR

Para poder evaluar la viabilidad que tiene una idea las personas tienen en mente una tasa mínima de ganancia sobre la inversión que realiza. Para algunas se llama Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR).

$$TMAR = r + R + (1 + r + R) \times IF^{17}$$

Donde:

R: Tasa de Riesgo =15%

r: Tasa Pasiva = 4.28% (31Diciembre de 2010, fuente Banco Central del Ecuador)

IF: Inflación = 3.33% (31 Diciembre de 2010, fuente Banco Central del Ecuador)

$$TMAR = 4.28 + 15 + (1 + 0.428 + 0.15) * 3.33$$

$$TMAR = 19.28 + (1,578) * 3.33$$

$$TMAR = 19.28 + 5.25$$

$$TMAR = 24.53\%$$

¹⁶GALLAGHER, Timothy. Administración Financiera Teoría y Práctica, Colombia, Edit.Prentice Hall, 2001, p. 259

¹⁷ Salazar Canelos Ramiro, Formulación y, Evaluación de un Plan de Negocios, Quito, Edit. Universidad Internacional del Ecuador, 2005.p.150.

5.8.2.2 RESULTADOS DEL VAN PARA EL PROYECTO

La Tabla 5.24 muestra los resultados del VAN.

VAN DEL PROYECTO			
	TASA	24,53%	FLUJO VALOR PRESENTE
REF	INV. INICIAL	52.278	
1	2011	35.008	28.112
2	2012	36.758	23.703
3	2013	38.596	19.986
4	2014	40.526	16.852
5	2015	42.552	14.209
TOTAL			102.862
VAN			50.583

Tabla 5.24: VAN proyectado a 5 años
Fuente: Los autores

Como resultado del estudio en el presente caso, se obtiene un VAN POSITIVO, se interpreta que el proyecto resulta rentable, tomando en consideración la tasa de retorno requerida (TMAR) del **24.53 % anual**. Además el proyecto generaría a **valor presente de \$ 50.583** en un período de 5 años.

5.9 PERIODO RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN (PRI)

El Tiempo de repago es uno de los modelos más sencillos para la toma de decisiones de presupuestación de capital, es el método de tiempo de repago y permite determinar el tiempo en que se recuperaría la inversión.

5.9.1 APLICACIÓN DEL TIEMPO DE REPAGO AL PROYECTO

Se debe calcular, los flujos positivos de efectivo de un proyecto, uno por uno hasta que se iguale al monto de la inversión inicial del proyecto.

5.9.2 TIEMPO DE REPAGO

REF	AÑOS	FLUJO CAJA	VALOR ACUMULADO
1	2011	35.008	35.008
2	2012	36.758	71.766
3	2013	38.596	110.363
4	2014	40.526	150.889
5	2015	42.552	193.441

Tabla 5.25: Tiempo de repago del proyecto

Fuente: Los autores

Se ha realizado sumatorias sucesivas año tras año, realizada esta operación en Excel, se determina que se requiere de 2 AÑOS para cubrir los gastos de inversión del proyecto.

5.10 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es la tasa de retorno estimada para un proyecto propuesto, dado sus flujos incrementales de efectivo. Al igual del método VAN, el TIR considera todos los flujos de efectivo para un proyecto y se ajusta al valor del dinero. Sin embargo los resultados del TIR, se expresan en porcentajes y no como una cantidad de dinero (dólares).

5.10.1 CÁLCULO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO

5.10.1.1 MÉTODO DE ENSAYO Y ERROR

Se calculó el valor presente de los flujos de efectivo incrementales para un proyecto utilizando la tasa de retorno requerida por los accionistas y/ o propietario como la tasa de descuento y el resultado del proyecto, entonces el VAN, del proyecto será igual a cero. Cuando el VAN es igual a cero (o el valor positivo más cercano a cero), entonces el VAN corresponde a la tasa de retorno proyectada.

La fórmula para calcular el TIR es la siguiente:

$$TIR = \frac{FE_1}{(1+k)^1} + \frac{FE_2}{(1+k)^2} \dots \frac{FE_n}{(1+k)^n} - (Inversión Inicial)$$

Para calcular el TIR de un proyecto utilizando esta ecuación, se colocarán los flujos de efectivo, los valores n y la cifra de la inversión inicial. Luego se escogen diferentes valores para (k) , lo que hace que la parte izquierda de la ecuación, el VAN sea igual a cero.

DONDE: TIR es igual al = 64.79 % valor previamente determinado por medio de Excel (ensayo error)

La Tabla 5.26 muestra la tasa interna de retorno proyectada a 5 años.

TIR DEL PROYECTO			
	TASA TIR	64,97%	FLUJO VALOR PRESENTE
REF	INV INICIAL	52.278	
1	2011	35.008	21.221
2	2012	36.758	13.507
3	2013	38.596	8.597
4	2014	40.526	5.472
5	2015	42.552	3.483
SUMA			52.278
VAN=0= TIR			-0

Tabla 5.26: TIR del proyecto

Fuente: Los autores

El TIR para este proyecto es del 64.97 %, significa que los inversionistas o propietarios tendrán una rentabilidad del 64.97 % sobre la inversión, que es superior al TMAR establecido en 24.53%. Por lo que se demuestra la viabilidad y rentabilidad del proyecto.

5.11 ANÁLISIS BENEFICIO /COSTO

Para establecer la relación del beneficio/costo, se toma la suma del flujo de caja sobre la inversión propia.

$$\frac{\text{Relación Beneficio}}{\text{Costo}} = \frac{\sum \text{Flujo de Caja}}{\text{Inversión Propia}}$$

5.11.1 BENEFICIO/ COSTO

La Tabla 5.27 muestra el Costo / Beneficio del proyecto

REF	AÑO	FLUJO DE CAJA
1	2011	35.008
2	2012	36.758
3	2013	38.596
4	2014	40.526
5	2015	42.552
SUMA		193.441
INVERSIÓN PROPIA (ACCIONISTAS)		52.278
COSTO/BENEFICIO		3,70

Tabla 5.27: Costo/Beneficio del Proyecto

Fuente: Los autores

El resultado señala un rendimiento de 3.70 dólares por cada dólar invertido por los inversionistas en el proyecto en un horizonte de 5 años, lo que demuestra la rentabilidad del proyecto.

CAPÍTULO 6.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- Se concluye que contratar un *carrier* es la solución más conveniente para el Centro de Transferencia y Desarrollo Tecnológico (CTT ESPE - CECAI) por su infraestructura y en este caso el proveedor de servicios de PuntoNet ya que cuenta con cobertura y servicio técnico a nivel nacional, por lo que si se desea integrar otra sede al sistema se lo podría realizar sin mayor inconveniente, lo que no ocurría si tuviéramos la infraestructura propia. Además la instalación de antenas propias para comunicar las ciudades de Cuenca y Portoviejo se requiere muchos repetidores lo que incrementaría el costo de este tipo de solución.
- Al terminar el análisis del diseño bajo la metodología TOP DOWN siguiendo el ciclo PDIOO utilizando equipos de marca CISCO System ya que el CTT-ESPE CECAI es una Academia Regional de enseñanza CISCO. Si se desea implementar otra solución propietaria deberían seguir la misma metodología de CISCO u otra que recomiende el fabricante.
- La simulación respalda la solución planteada ya que se creó un modelo referencial lo más cercano a la realidad de las sedes. A partir de este modelo se pudo ver el funcionamiento de la nueva red con sus nuevos servicios (telefonía IP y videoconferencia). Se utilizó el programa de simulación y modelamiento de redes OPNET ya que su uso es recomendado por la metodología TOP DOWN de CISCO.
- El diseño propuesto en lo económico permite el ahorro en consumo telefónico y además la integración de videoconferencia y con una recuperación de la inversión en un tiempo aproximado de 2 años.

6.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda la implantación parcial del diseño por petición del cliente, ya que la videoconferencia no es una necesidad urgente.
- Se recomienda realizar planes de capacitación sobre el uso y manejo de los nuevos dispositivos de red a los usuarios y al personal de sistemas para evitar errores en la operación.
- Se ha realizado el diseño de la red WAN en base a los datos entregados por el CTT-ESPE CECAI, sin embargo se debe considerar que los usuarios al conocer y poder utilizar sistemas nuevos que facilitan sus procedimientos, su comportamiento cambia. Por esto se recomienda que luego de la implementación y pasado un tiempo de estabilización, se realice un nuevo estudio sobre los tráficos de voz y datos para observar si requiere realizar ajustes adicionales.
- En el caso de utilizar un dispositivo de red que no pertenezca a la marca CISCO, se recomienda ubicarlo en un sitio que no afecte el desempeño del diseño.
- Uno de los aspectos no analizados dentro de este trabajo son los sistemas de seguridad, los ataques y cómo se pueden éstos prevenir, ya que la infraestructura total de la red cada vez tiene más servicios y es más crítica. Por ello se recomienda un análisis complementario sobre este tema.
- Si bien la tesis no incluye un estudio del cableado estructurado, se recomienda su debida revisión para que no existan problemas cuando se implanten los nuevos servicios de red.
- Al finalizar el trabajo se recomienda que los equipos de red nuevos que se integren a la infraestructura. deben cumplir con las siguientes especificaciones: para video conferencia deben utilizar el protocolo H.323 y para telefonía el códec G.729A que son soportados por equipos CISCO.

BIBLIOGRAFÍA:

- 3Com. (s.f.). *HP Networking*. Obtenido de http://search.3com.com/search/en_US/query.html?col=all&qt=4228g&frmSearchbtn
- ACT. (s.f.). *ACT*. Obtenido de <http://www.grupoact.com.mx/archivos/Consideraciones%20para%20Videokonferencia%20IP.pdf>
- Cataluña, D. d.-U. (2009). *Opnet*. Recuperado el Enero de 2009, de www.opnet.com
- Central Engineering Computing Network. (s.f.). *CECN*. Obtenido de <https://secure.cecn.mtu.edu/cecndocs/index.php/Opnetv14>
- Cisco System Inc. (s.f.). Programa de la Academia Networking Cisco, CCNA11 Exploration, versión 4.0.
- Cisco System Inc. (s.f.). Programa de la Academia Networking Cisco, CCNA2 Exploration, versión 4.0.
- Cisco System Inc. (s.f.). Programa de la Academia Networking Cisco, CCNA5 Exploration, versión 4.0.
- Cisco Systems Inc. (2008). *Cisco*. Recuperado el 2009, de <https://www.cisco.com/en/US/docs/solutions/Enterprise/Campus/campover.html>
- Cisco Systems Inc. (s.f.). *Cisco System*. Obtenido de <http://www.cisco.com/en/US/products/index.html>
- Cisco Systems Inc. (s.f.). Programa de la Academia Networking Cisco, CCNA3 Exploration, versión 4.0.

- Cisco Systems Inc. (s.f.). Programa de la Academia Networking Cisco, CCNA4 Exploration, versión 4.0.
- Cisco Systems Inc. (s.f.). Programa de la Academia Networking Cisco, CCNA8 Exploration, versión 4.0.
- Comer, D. E. (1997). *Redes de Computadoras, Internet e Interredes*. Prentice Hall.
- Comer, D. E. (1997). *Redes de Computadoras, Internet e Interredes*. Prentice Hall.
- CTT - ESPE CECAI. (2007). *CTT ESPE-CECA*. Recuperado el JULIO de 2009, de http://ctt-espe.edu.ec/SITIO%20CTT/site_flash/index-1.html
- Halsall, F. (2006). *Redes de computadores e Internet*. Addison-Wesley.
- Opnet. (s.f.). *It Guru Academic Edition Forums*. Obtenido de <http://corporate10.opnet.com/phpBB2/viewforum.php?f=1>
- Opnet. (s.f.). *Opnet*. Obtenido de https://enterprise16.opnet.com/4dcgi/Biblio_FullAbstract?BiblioID=1097
- Oppenheimer, P. (2004). *Top-Down Network Design Second Edition*. Cisco Press.
- RC.net. (s.f.). *RC.net*. Obtenido de <http://www.radiocomunicaciones.net/radio-enlaces.html>
- RIV UAEH. (s.f.). *Red Institucional de Videoconferencia*. Obtenido de <http://virtual.uaeh.edu.mx/riv/videoconferencia.php>
- S. Mcquerry, N. M. (2001). *CISCO Voice Over Frame Relay, ATM and IP*. Cisco Press.
- Tanenbaum, A. S. (2003). *Redes de Computadoras*. Prentice-Hall.

- Vegesna., S. (2001). *IP Quality of Service*. Cisco Press.
- Wikipedia. (s.f.). *Wikipedia*. Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/H.323>
- Wikipedia. (s.f.). *Wikipedia*. Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3dec_de_audio
- Wikipedia. (s.f.). *Wikipedia*. Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3dec_de_v%C3%ADdeo
- Wikipedia. (s.f.). *Wikipedia*. Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/Ancho_de_banda
- QUAREA ITC Management & Consulting (s.f.) *Quarea ITC* Obtenido de http://www.quarea.com/tutorial/SIP_session_initiation_protocol
- Hecz. (s.f.). *Redes y Seguridad*. Obtenido de <http://www.redesyseguridad.es/voip-protocolo-sip/>
- Voip Foro. (s.f.). *Foro - Voip - QoS - Pérdida de Paquetes - Causas, soluciones y valores recomendados*. Obtenido de http://www.voipforo.com/QoS/QoS_PacketLoss.php

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **ADSL:** *Asymmetric Digital Subscriber Line* (Línea de Abonado Digital Asimétrica). Es un tipo de línea DSL, consiste en una transmisión analógica de datos digitales.
- **ANSI:** *American National Standards Institute* (Instituto Nacional Estadounidense de Estándares).
- **ARP:** *Address Resolution Protocol* (Protocolo de Resolución de Direcciones). Es un protocolo de nivel de enlace responsable de encontrar la dirección hardware (Ethernet MAC) que corresponde a una determinada dirección IP.
- **ATM:** *Asynchronous Transfer Mode* (Modo de Transferencia Asíncrono). Es una tecnología de telecomunicación desarrollada para hacer frente a la gran demanda de capacidad de transmisión para servicios y aplicaciones.
- **BACKBONE:** Es la columna vertebral de una red, es una serie de nodos de conexión que forman un eje de conexión principal.
- **BPS:** Bits por segundo o b/s, en una transmisión de datos, es el número de impulsos elementales (1 ó 0) transmitidos en cada segundo.
- **CISCO SYSTEMS:** es una empresa multinacional, principalmente dedicada a la fabricación, venta, mantenimiento y consultoría de equipos de telecomunicaciones.
- **CPE:** *Customer Premises Equipment* (Equipo Local del Cliente). Es un equipo de telecomunicaciones usado tanto en interiores como en exteriores para originar, encaminar o terminar una comunicación.
- **CRC:** *Cyclic Redundancy Check* (Comprobación de Redundancia Cíclica). Es un tipo de función que recibe un flujo de datos de cualquier longitud como entrada y devuelve un valor de longitud fija como salida.
- **DCE:** *Data Communication Equipment* (Equipo Terminal del Circuito de Datos). Es todo dispositivo que participa en la comunicación entre dos dispositivos pero que no es receptor final ni emisor original de los datos que forman parte de esa comunicación.
- **DHCP:** *Dynamic Host Configuration Protocol* (Protocolo de configuración dinámica de host). Es un protocolo de red que permite a los clientes de una red IP obtener sus parámetros de configuración automáticamente.
- **DNS:** *Domain Name Service* (Sistema de Nombres de Dominio). Es un sistema de nomenclatura jerárquica para computadoras, servicios o cualquier recurso conectado a una red privada o pública.

- **DTE:** *Data Terminal Equipment* (Equipo de la Terminal de Datos). Es cualquier equipo informático, sea receptor o emisor final de datos.
- **DTMF:** *Dual Tone Multifrequency* (Multifrecuencia de doble tono). También llamado Sistema de marcación por tonos consiste en enviar dos tonos por la red telefónica, de distinta frecuencia, uno por columna y otro por fila en la que esté la tecla.
- **DMZ:** *Demilitarized Zone* (Zona Desmilitarizada). También llamada red perimetral es una red local que se ubica entre la red interna de una organización y una red externa.
- **DSL:** Conexión de banda ancha permanente a través de las líneas de teléfono tradicionales.
- **ESP:** *Encapsulating Security Payload* (Carga de seguridad encapsulada). Es un protocolo que forma parte de IPsec que proporciona seguridad a nivel de paquete y proporciona confidencialidad, autenticación y protección de integridad.
- **EIA:** *Electronic Industries Alliance* (Alianza de Industrias Electrónicas). Es una organización formada por la asociación de las compañías electrónicas y de alta tecnología de los Estados Unidos, cuya misión es promover el desarrollo de mercado y la competitividad de la industria de alta tecnología de los Estados Unidos con esfuerzos locales e internacionales de la política.
- **FCS:** *Frame Check Sequence* (Trama de Control de Secuencia). es una trama recibida que tiene una "secuencia" de verificación de trama incorrecta, también conocido como error de CRC o de checksum.
- **FDDI:** *Fiber Distributed Data Interface* (Interfaz de Datos Distribuida por Fibra). Es un conjunto de estándares ISO y ANSI para la transmisión de datos en redes de computadoras de área extendida o local mediante cable de fibra óptica.
- **FDM:** *Frequency Division Multiplexing* (Multiplexación por División en Frecuencia). Es un tipo de multiplexación utilizada generalmente en sistemas de transmisión analógicos.
- **FSK:** *Frequency Shift Keying* (Desplazamiento de Frecuencia). Es una técnica de transmisión digital de información binaria utilizando dos frecuencias diferentes.
- **FTP:** *File Transfer Protocol* (Protocolo de Transferencia de Archivos). Es un protocolo de red para la transferencia de archivos entre sistemas conectados a una red TCP, basado en la arquitectura cliente-servidor
- **FoIP:** *Fax over IP* (Fax sobre IP). Se refiere al proceso de envío y recepción de faxes vía una red VoIP.

- **FXO:** *Foreign Exchange Office*. Es un dispositivo de computador que permite conectar éste a la Red Telefónica Básica, y mediante un software especial, realizar y recibir llamadas de teléfono..
- **FXS:** *Foreing Exchange Station*. Es el conector que permite conectar un teléfono analógico estándar.
- **GATEKEEPER:** Es el proporcionan los servicios que no pueden ser descentralizados e implementados en los puntos terminales (terminales, gateways, unidades MCUs) en una red H.323.
- **GATEWAY:** (Puerta de Enlace). es un dispositivo, que permite interconectar redes con protocolos y arquitecturas diferentes a todos los niveles de comunicación. Su propósito es traducir la información del protocolo utilizado en una red al protocolo usado en la red de destino.
- **GK:** Gatekeeper.
- **GRE:** *Generic Routing Encapsulation* (Encapsulación de Enrutamiento Genérico). Es un protocolo del nivel de transporte que puede encapsular y transportar hasta 20 protocolos de red distintos dentro de túneles IP, creando una red punto a punto entre dos máquinas que estén comunicándose por este protocolo. Su uso principal es crear túneles VPN.
- **GW:** Gateway.
- **HDLC:** *High-Level Data Link Control* (Control de Enlace Síncrono de Datos). Es un protocolo de comunicaciones de propósito general punto a punto y multipunto, que opera a nivel de enlace de datos.
- **Host:** Computador directamente conectado a una red y que efectúa las funciones de red, como de un servidor, y alberga servicios, como correo electrónico, grupos de discusión, World Wide Web, accesibles por otros computadores de la red.
- **HSSI:** High-Speed Serial Interface (Interfaz Serial de Alta Velocidad). Es un estándar de interfaz serial desarrollado por Cisco System y Networking T3plus principalmente para su uso en conexiones WAN.
- **HTTP:** Hypertext Transfer Protocol (Protocolo de Transferencia de Hipertexto). Es el protocolo usado en cada transacción de la World Wide Web.
- **ICMP:** *Protocolo de Mensajes de Control de Internet* (Protocolo de Mensajes de Control en Internet). Es el sub protocolo de control y notificación de errores del Protocolo de Internet (IP).

- **IETF:** *Internet Engineering Task Force* (Grupo Especial sobre Ingeniería de Internet). Es una organización internacional abierta de normalización, que tiene como objetivos el contribuir a la ingeniería de Internet, actuando en diversas áreas, como transporte, encaminamiento y seguridad.
- **IP:** *Internet Protocol* (Protocolo de Internet). Es un protocolo no orientado a conexión usado tanto por el origen como por el destino para la comunicación de datos a través de una red de paquetes conmutados no fiable de mejor entrega posible sin garantías.
- **IPSec:** *Internet Protocol Security* (Protocolo de Seguridad IP). Es un conjunto de protocolos cuya función es asegurar las comunicaciones sobre el Protocolo de Internet (IP) autenticando y/o cifrando cada paquete IP en un flujo de datos.
- **ISDN:** *Integrated Services Digital Network* (Red Digital de Servicios Integrados). Ver RDSI.
- **ISO:** *International Standards Organization* (Organización Internacional de Normalización). Es el organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación, comercio y comunicación para todas las ramas industriales a excepción de la eléctrica y la electrónica. Su función principal es la de buscar la estandarización de normas de productos y seguridad para las empresas u organizaciones a nivel internacional.
- **ISP:** *Internet Service Provider* (Proveedor de Servicios de Internet). Es una empresa que brinda conexión a Internet a sus clientes.
- **ITU:** *International Telecommunication Union* (Unión Internacional de Telecomunicaciones). Es el organismo especializado de la Organización de las Naciones Unidas encargado de regular las telecomunicaciones a nivel internacional entre las distintas administraciones y empresas operadoras.
- **LAN:** *Local Area Network* (Red de Área Local). Es la interconexión de varias computadoras y periféricos.
- **L2F:** *Layer 2 Forwarding* (Envío de capa 2). Es un protocolo que permite establecer túneles de tráfico de usuarios remotos. No depende del Protocolo de Red IP.
- **L2TP:** *Layer 2 Tunneling Protocol* (Protocolo de Túnel de Capa 2). Es un protocolo heredero aparente de los protocolos PPTP y L2F creado para corregir las deficiencias de estos protocolos y establecerse como un estándar aprobado por el IETF.

- **MAC:** *Media Access Control address* (Dirección de Control de Acceso al Medio). Es un identificador de 48 bits (6 bloques hexadecimales) que corresponde de forma única a una ethernet de red.
- **MAN:** *Metropolitan Area Network* (Red de Área Metropolitana). Es una red de alta velocidad que da cobertura en un área geográfica extensa, proporciona capacidad de integración de múltiples servicios mediante la transmisión de datos, voz y vídeo.
- **MCU:** *Multipoint Control Unit* (Unidad de Control Multipunto). Es un dispositivo de red que se usa como puente en conexiones de audioconferencia y videoconferencia.
- **MGC:** *Media Gateway Controller* (Control de Media de Gateway). Es un sistema utilizado en algunas arquitecturas de telefonía de voz sobre IP. Un MGC controla cierto número de terminales tontas.
- **MGCP:** *Media Gateway Control Protocol* (Protocolo de Control de Media Gateway). Es un protocolo interno de VoIP de control de dispositivos cuya arquitectura se diferencia del resto de los protocolos VoIP por ser del tipo cliente – servidor.
- **NIC:** *Network Interface Card* (Tarjeta de Interfaz de Red). Permite la comunicación con aparatos conectados entre sí y también permite compartir recursos entre dos o más computadoras.
- **NFS:** *Network File System* (Sistema de Archivos de Red). Es un protocolo de nivel de aplicación. Es utilizado para sistemas de archivos distribuido en un entorno de red de computadoras de área local.
- **OSI:** *Open System Interconnection* (Modelo de Referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos). Es un modelo de red descriptivo, un marco de referencia para la definición de arquitecturas de interconexión de sistemas de comunicaciones.
- **PCM:** *Pulse Code Modulation* (Modulación por Impulsos Codificados). Es un procedimiento de modulación utilizado para transformar una señal analógica en una secuencia de bits (señal digital).
- **PPP:** *Point-to-point Protocol* (Protocolo de Punto a Punto). Es un protocolo de nivel de enlace que permite establecer conexión entre dos computadoras. se trata de un protocolo asociado a la pila TCP/IP de uso en Internet.
- **PPTP:** *Point to Point Tunneling Protocol* (Protocolo de Túnel Punto – Punto). Es un protocolo de comunicaciones para implementar redes privadas virtuales o VPN.
- **PSTN:** *Public Switched Telephone Network* (Red telefónica pública conmutada). Ver RTC.

- **QoS:** *Quality of Service* (Calidad de Servicio). Son las tecnologías que garantizan la transmisión de cierta cantidad de información en un tiempo dado (*throughput*). Es especialmente importante para ciertas aplicaciones tales como la transmisión de vídeo o voz.
- **RAS** Registration/Admission/Status (Registro/Admisión/Estado), Lleva a cabo los procedimientos de registro, admisión, cambios de ancho de banda, estado y desconexión entre puntos finales y un Gatekeeper.
- **RDI:** Red Digital Integrada. Es la evolución de las redes telefónicas analógicas. En esta red la comunicación entre centrales se realiza a través de líneas digitales, siendo el bucle de abonado el único elemento que mantiene la estructura analógica.
- **RDSI:** Red Digital de Servicios Integrados. Es la red que procede de la evolución de la Red Digital Integrada (RDI) y que facilita conexiones digitales extremo a extremo para proporcionar una amplia gama de servicios, tanto de voz como de otros tipos y a la que los usuarios acceden a través de un conjunto de interfaces normalizados.
- **RTCP:** *Real Time Control Protocol* (Protocolo de Control en Tiempo Real). Es un protocolo de comunicación que proporciona información de control que está asociado con un flujo de datos para una aplicación multimedia (flujo RTP). Trabaja junto con RTP en el transporte y empaquetado de datos multimedia, pero no transporta ningún dato por sí mismo.
- **RTP:** *Real-time Transport Protocol* (Protocolo de Transporte de Tiempo Real). Es un protocolo de nivel de sesión utilizado para la transmisión de información en tiempo real, como por ejemplo audio y vídeo en una video-conferencia.
- **SAN:** *storage area network* (Red de Área de Almacenamiento). Es una red concebida para conectar servidores, matrices de discos y librerías de soporte.
- **SDLC:** *Synchronous Data Link Control* (Controlador de Enlace de Datos Síncrono). Es un protocolo diseñado para enlaces síncronos a través de una línea para la capa 2 del modelo OSI de comunicaciones. Al ser síncrono se realiza la transmisión de la señal de reloj con los datos.
- **SDH:** *Synchronous Digital Hierarchy* (Jerarquía Digital Sincrónica). Las redes de jerarquía digital síncrona. se puede considerar como la revolución de los sistemas de transmisión, como consecuencia de la utilización de la fibra óptica como medio de transmisión, así como de la necesidad de sistemas más flexibles y que soporten anchos de banda elevados.

- **SDP:** *Session Description Protocol* (Protocolo de Descripción de Sesión). Es un protocolo para describir los parámetros de inicialización de los flujos multimedia.
- **SIP:** *Session Initiation Protocol* (Protocolo de Inicialización de Sesiones). Es un protocolo desarrollado con la intención de ser el estándar para la iniciación, modificación y finalización de sesiones interactivas de usuario donde intervienen elementos multimedia como el video, voz, mensajería instantánea, juegos en línea y realidad virtual.
- **SLIP:** *Serial Line Internet Protocol* (Protocolo Internet de Enlace Serial). Es un estándar de transmisión de datagramas IP para líneas serie, diseñado para trabajar a través de puerto serie y conexión de módem.
- **SMTP:** *Simple Mail Transfer Protocol* (Protocolo Simple de Transferencia de Correo). Es un protocolo de la capa de aplicación basado en texto utilizado para el intercambio de mensajes de correo electrónico entre computadoras u otros dispositivos.
- **SNMP:** *Simple Network Management Protocol* (Protocolo Simple de Administración de Red). Es un protocolo de la capa de aplicación que facilita el intercambio de información de administración entre dispositivos de red.
- **SONET:** *Synchronous Optical Network* (Red de Sincronismo Óptica). Es un estándar para el transporte de telecomunicaciones en redes de fibra óptica.
- **STM:** *Synchronous Transport Module* (Módulo de Transporte Sincrónico). Es la unidad de transmisión básica de la Jerarquía Digital Síncrona (SDH).
- **TCP/IP:** *Transmission Control Protocol / Internet Protocol* (Protocolo para el Control de la Transmisión/ Protocolo de Internet). Es un conjunto de protocolos de red en los que se basa Internet y que permiten la transmisión de datos entre redes de computadoras.
- **TDM:** *Time-division multiplexing* (Multiplexación por División en el Tiempo). Es una técnica que permite la transmisión de señales digitales y cuya idea consiste en ocupar un canal de transmisión a partir de distintas fuentes, de esta manera se logra un mejor aprovechamiento del medio de transmisión.
- **TFTP:** *Trivial File Transfer Protocol* (Protocolo Trivial de Transferencia de Archivos). Es un protocolo de transferencia muy simple semejante a una versión básica de FTP.
- **TIR:** Tasa Interna de Retorno.

- **THROUGHPUT:** (Rendimiento): Es la cantidad de trabajo que una computadora puede hacer en un período de tiempo determinado.
- **UDP:** *User Datagram Protocol* (Protocolo de Datagrama de Usuario). Es un protocolo del nivel de transporte basado en el intercambio de datagramas. Permite el envío de datagramas a través de la red sin que se haya establecido previamente una conexión, ya que el propio datagrama incorpora suficiente información de direccionamiento en su cabecera.
- **UIT:** Unión Internacional de Telecomunicaciones. Ver ITU.
- **URI:** *Uniform Resource Identifiers* (Identificador Uniforme de Recurso). Es una cadena corta de caracteres que identifica inequívocamente un recurso (servicio, página, documento, dirección de correo electrónico, etc.). Normalmente estos recursos son accesibles en una red o sistema.
- **URL:** *Uniform Resource Locator* (Localizador Uniforme de Recurso). Es una secuencia de caracteres, de acuerdo a un formato modélico y estándar, que se usa para nombrar recursos en Internet para su localización o identificación, como por ejemplo documentos textuales, imágenes, vídeos, presentaciones digitales, etc
- **UTP:** Cable de Par Trenzado no Blindado.
- **VAN:** Valor Actual Neto.
- **VLAN:** *Virtual Local Area Network* (Red de Área Local Virtual). Es un método de crear redes lógicamente independientes dentro de una misma red física.
- **VLSM:** *Variable Length Subnet Mask* (máscaras de subred de tamaño variable). Es una de las soluciones que se implementaron para el agotamiento de direcciones ip y la división en subredes el enrutamiento de interdominio, NAT y las direcciones ip privadas. Otra de las funciones de VLSM es descentralizar las redes y de esta forma conseguir redes más seguras y jerárquicas.
- **VoIP:** *Voice over IP* (Voz sobre IP).
- **VPN:** *virtual private network* (Red Privada Virtual). Es una tecnología de red que permite una extensión de la red local sobre una red pública o no controlada, como por ejemplo Internet.
- **WAN:** Red de Área Amplia.
- **WORLD WIDE WEB:** (Gran Red Mundial). Es un sistema de distribución de información basado en hipertexto o hipermedios enlazados y accesibles a través de Internet.

ANEXOS

ANEXO A: CARACTERÍSTICAS DEL ROUTER 2911



Descripción del producto	Cisco 2911 Voice Security Bundle – Router
Tipo de dispositivo	Router
Factor de forma	Externo - modular – 2U
Dimensiones (Ancho x Profundidad x Altura)	17.2 in x 12 in x 1.8 in
Memoria RAM	512 MB (instalados) / 2 GB (máx.)
Memoria Flash	256 MB (instalados) / 8 GB (máx.)
Protocolo de direccionamiento	OSPF, IS-IS, BGP, EIGRP, DVMRP, PIM-SM, IGMPv3, GRE, PIM-SSM, enrutamiento IPv4 estático, enrutamiento IPv6 estático
Protocolo de interconexión de datos	Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet
Red / Protocolo de transporte	IPSec
Protocolo de gestión remota	SNMP, RMON
Nº de puertos digitales	16
Características	Protección firewall, asistencia técnica VPN, soporte de MPLS, soporte para Syslog, soporte IPv6, Class-BasedWeightedFairQueuing (CBWFQ), WeightedRandomEarlyDetection (WRED), DynamicMultipoint VPN (DMVPN)
Cumplimiento de normas	IEEE 802.1Q, IEEE 802.3af, IEEE 802.3ah, IEEE 802.1ah, IEEE 802.1ag
Alimentación	CA 120/230 V (50/60 Hz)



ANEXO B: CARACTERÍSTICAS DEL ROUTER 2901



Descripción del producto	Cisco 2901 Voice Security Bundle – encaminador
Tipo de dispositivo	Encaminador
Factor de forma	Externo - modular - 1U
Dimensiones (Ancho x Profundidad x Altura)	43.9 cm x 43.8 cm x 4.5 cm
Peso	6.1 kg
Memoria RAM	512 MB (instalados) / 2 GB (máx.)
Memoria Flash	256 MB (instalados) / 8 GB (máx.)
Protocolo de direccionamiento	OSPF, IS-IS, BGP, EIGRP, DVMRP, PIM-SM, IGMPv3, GRE, PIM-SSM, enrutamiento IPv4 estático, enrutamiento IPv6 estático
Protocolo de interconexión de datos	Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet
Red / Protocolo de transporte	IPSec
Protocolo de gestión remota	SNMP, RMON
Nº de puertos digitales	16
Características	Protección firewall, asistencia técnica VPN, soporte de MPLS, soporte para Syslog, soporte IPv6, Class-BasedWeightedFairQueuing (CBWFQ), WeightedRandomEarlyDetection (WRED), DynamicMultipoint VPN (DMVPN)
Cumplimiento de normas	IEEE 802.1ah, IEEE 802.1ag
Alimentación	CA 120/230 V (50/60 Hz)

ANEXO C: EQUIPOS PARA TELEFONÍA IP

Se escogió teléfonos de Cisco System.

	<p>Teléfono IP unificado Cisco 7942G</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Audio de alta fidelidad para unas conversaciones de gran intensidad y realismo ▪ Pantalla de mayor resolución compatible con aplicaciones XML avanzadas y caracteres de doble byte/Unicode ▪ Compatible con PoE IEEE 803.af (Clase 2) o fuente de alimentación local ▪ Acceso a dos líneas de teléfono (o una combinación de acceso a líneas y funciones de telefonía) ▪ Switch Ethernet integrado y conexión 10/100BASE-T Ethernet a través de interfaz RJ-45 para conectividad LAN ▪ Basado en estándares ▪ Compatibilidad con teléfono SIP compatible con normas
	<p>Teléfono IP unificado Cisco 7911G</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Acceso a una sola línea y cuatro teclas programables interactivas ▪ Admite aplicaciones XML en la pantalla ▪ Guía de funciones mejorada ▪ Conexión integrada 10/100 Ethernet de switch a través de interfaz RJ-45 para conectividad LAN ▪ Alimentación IEEE 802.3af; alimentación en línea Cisco ▪ Seguridad con Cisco UnifiedCallManager v. 4.1(3) ▪ Certificados de fabricación ▪ Medios/Señalización seguros ▪ Configuración autenticada ▪ Habilitado para SIP con Cisco UnifiedCallManager 5.0 y Cisco UnifiedCallManager Express 3.4

ANEXO D: SOFTWARE DE SIMULACION OPNET

La simulación de sistemas utilizando equipos informáticos son en la actualidad de gran aplicación en el ámbito de la ingeniería. En ellas se puede observar la evolución del sistema, sus características, propiedades, etc., existiendo únicamente en la memoria de un computador. El objetivo que busca todo simulador es recrear un modelo lo más fiable posible a la realidad, al menos en cuanto a las características a estudiar, para poder analizar los resultados obtenidos mediante la simulación.

En el campo de las redes de telecomunicaciones se ha experimentado un crecimiento exponencial a nivel mundial, esto ha dado lugar a la necesidad de su sofisticación. Por ello se prioriza disponer de un simulador de red que ofrezca herramientas potentes con el objetivo de diseñar modelos, simular datos y analizar la redes.

Por lo tanto, se utilizará la solución OpnetModeler que gestiona aplicaciones de rendimiento, ayuda en la planificación de ingeniería, operaciones, e investigación y Diseño.

TIPOS DE SIMULACIÓN

Existen varias características de las cuales podemos clasificar las simulaciones:

1. Simulación Estática: Se denomina a la representación de un sistema en un instante de tiempo determinado.
2. Simulación Dinámica: Se denomina a la representación de un sistema cuando evoluciona con el tiempo.
3. Simulación Determinista: Se denomina a la representación de un sistema que no contiene ninguna variable aleatoria.
4. Simulación Aleatoria: Se denomina al modelo que representaría un sistema con variables aleatorias.

SIMULADOR OPNET MODELER

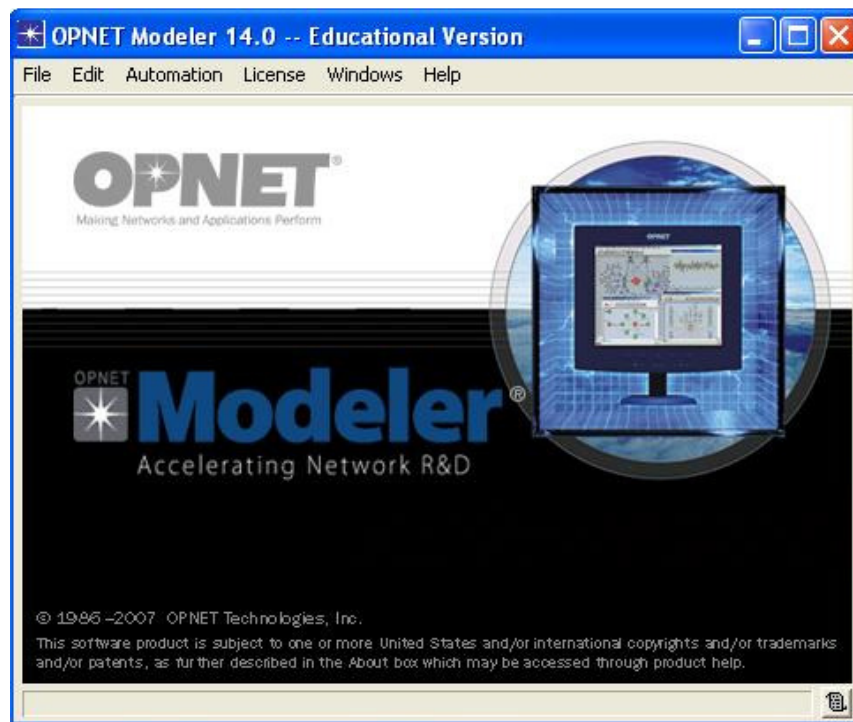


Figura Opnet Modeler

Fuente. Los autores

Opnet Modeler es un software que proporciona un entorno virtual de red que modela el comportamiento de una red por completo, incluyendo sus routers, switches, protocolos, servidores y aplicaciones en red. Con este entorno de trabajo permite diagnosticar problemas de una forma eficiente, validar cambios en la red antes de implementarlos y prever el comportamiento de la red ante futuros escenarios como crecimiento de tráfico, fallos de red, etc.

Además es capaz de simular una gran variedad de redes. El flujo de mensajes de datos, paquetes perdidos, mensajes de flujo de control, caídas de los enlaces, son algunas de las opciones que nos permite estudiar este simulador, proporcionándonos una forma efectiva para demostrar los diferentes tipos de redes y protocolos.

Opnet Modeler proporciona librerías y gracias a ellas se consigue la formación de redes de comunicaciones y se facilita el estudio del desarrollo de los modelos mediante la conexión de diferentes tipos de nodos, utilizando diferentes tipos de enlaces, etc.,

FUNCIONAMIENTO OPNET MODELER

Opnet Modeler es un simulador que posee una interfaz amigable para los usuarios ya que incluye varias librerías de modelos. El código fuente de estas librerías son accesibles por lo que el programador puede familiarizarse rápidamente con toda la jerarquía interna del programa.

PROCESOS DE LA SIMULACIÓN

Los procesos en la simulación nos ayudan a obtener los datos requeridos con cierta fiabilidad de resultados por lo que es importante seguir estos procesos:

- Describir explícitamente los objetivos que se pretenden.
- Crear el modelo de red.
- Diseñar el programa basado en el modelo de red.
- Verificar el programa y validar el modelo.
- En este momento, se puede utilizar el programa para experimentar y contestar a los objetivos inicialmente planteados.
- Finalmente, se reúne, procesa y analiza los datos generados como soluciones del modelo.

ANEXO E: DETALLE DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS CISCO

GOLD (5 x 8 x NBD)

El Servicio GOLD está diseñado para soluciones que operan aplicaciones no críticas y redes que no son Core para el negocio.

- 1) **Primer Nivel: Respuesta inmediata contactando el CIC:** Centro de Interacción con Clientes (HelpDesk) de lunes a viernes, durante horario hábil 8:00AM a 6:00 PM. Nuestro CIC ofrece servicios de Monitoreo para asegurar perfecto funcionamiento así como respuesta inmediata y solución de problemas.
- 2) **Segundo Nivel:** Es la asistencia de nuestros ingenieros certificados de manera remota o en el sitio del cliente, en caso que un problema no pueda ser resuelto de manera inmediata a través de nuestro CIC, el incidente es escalado al Segundo nivel que cuenta con un grupo común mayor nivel de especialización en las diferentes tecnologías y aplicaciones.
- 3) **Soporte en sitio:** En caso de ser requerido enviaremos a las oficinas del cliente un ingeniero especializado en una ventana de tiempo entre 8 y 24 horas, después de la notificación del problema a través del CIC.
- 4) **Reemplazo de Partes:** El personal técnico está en condiciones de efectuar el reemplazo de equipos o de partes específicas mientras estas se encuentre cubiertas por el contrato de mantenimiento. En el caso de los diferentes Fabricantes es posible que el cliente también cuente con el contrato extendido de fábrica que contempla el reemplazo de partes, como el caso de Smartnets en Cisco Systems.
- 5) **Software Upgrades:** Es posible que sea necesario la actualización de versiones de Software o aplicar un parche (HotFix) especialmente en Sistemas Operativos o en productos de Software.

ANEXO F: PAGO DE SERVICIOS BÁSICOS

Detalle	Pago mensual teléfono	Anual
Quito Sangolquí	400	4.800
Quito El inca	350	4.200
Cuenca	200	2.400
Portoviejo	200	2.400
SUMAN		13.800

Pago Servicios Básicos Teléfono

Fuente: Los autores

Detalle	Pago mensual electricidad	Anual
Quito Sangolquí	200	2.400
Quito El inca	300	3.600
Cuenca	100	1.200
Portoviejo	90	1.080
SUMAN		8.280

Pago Servicios Básicos Electricidad

Fuente: Los autores

Detalle	Pago mensual agua	Anual
Quito Sangolquí	150	1.800
Quito El inca	200	2.400
Cuenca	80	960
Portoviejo	70	840
SUMAN		6.000

Pago Servicios Básicos Agua

Fuente: Los autores

Detalle	Pago mensual servicio internet	Anual
Quito Sangolquí	250	3.000
Quito El inca	200	2.400
Cuenca	150	1.800
Portoviejo	150	1.800
SUMAN		9.000

Pago Servicios Básicos Internet

Fuente: Los autores

ANEXO G: COSTOS DE MANTENIMIENTO

RED LAN				
Equipo	Descripción	Cantidad	Valor Mensual	Valor Anual
Switch Cisco Catalyst 2950	Mantenimiento 24x7x4	2	300	700
Cisco ASA 5550 firewall	Mantenimiento 24x7x4	1	120	1.440
		Total		2.140

Costos de Mantenimiento Red LAN

Fuente: Los autores

TELEFONIA				
Descripción		Cantidad	Valor Mensual	Valor Anual
Servidor MCS 7816	Mantenimiento 24x7x4	1	350	4.200
Teléfono IP 7911 G	Mantenimiento 24x7x4	16	350	4.200
Teléfono IP 7942 G	Mantenimiento 24x7x4	1	350	4.200
		Total		8.400

Costos de Mantenimiento Telefonía

Fuente: Los autores

ANEXO H: SUELDO DE INSTRUCTORES

Instructores Quito (Sangolquí)			
Instructores	Cantidad	Salario Mes	Salario Anual
CECAI	9	650	70.200
CISCO	4	850	40.800
SUMAN			111.000

Sueldo de Instructores Quito - Sangolquí

Fuente: Los autores

Instructores Quito (El Inca)			
Instructores	Cantidad	Salario	Salario Anual
CECAI	12	650	93.600
LINUX	2	750	18.000
CISCO	5	850	51.000
SUMAN		2.250	162.600

Sueldo de Instructores Quito – El Inca

Fuente: Los autores

Instructores Cuenca			
Instructores	Cantidad	Salario	Salario Anual
CECAI	2	650	1.300
LINUX	2	750	1.500
SUMAN		1.400	2.800

Sueldo de Instructores Cuenca

Fuente: Los autores

Instructores Portoviejo			
Instructores	Cantidad	Salario	Salario Anual
CECAI	3	650	1.950

Sueldo de Instructores Portoviejo

Fuente: Los autores

ANEXO I: SUELDOS PERSONAL ADMINISTRATIVO

Personal administrativo Ctt Quito(Sangolquí)			
DETALLE	Cantidad	Salario Mes	Salario Anual
DIRECTOR EJECUTIVO	1	1400	16.800
SUBDIRECTOR	1	850	10.200
COORDINADOR PROYECTO DE CAPACITACIÓN Y CONSULTORIA	1	750	9.000
SECRETARIA	1	420	5.040
TESORERIA	1	520	6.240
CONTABILIDAD	2	560	6.720
BODEGUERO	1	320	3.840
COORDINADOR PROYECTO CISCO	1	850	10.200
COORDINADOR PROYECTO LINUX	1	825	9.900
COORDINADOR PROYECTO CECAI	1	800	9.600
JEFE DE SISTEMAS	1	850	10.200
ASISTENTE SISTEMAS	2	480	5.760
MENSAJERO	1	330	3.960
LIMPIEZA	1	320	3.840
SUMAN	16		111.300

Sueldo de Personal Administrativo Quito - Sangolquí

Fuente: Los autores

Personal administrativo Ctt Quito(El Inca)			
DETALLE	Cantidad	Salario	Salario Anual
DIRECTOR DE CAMPUS	1	1.000	12.000
SECRETARIA	1	420	5.040
TESORERIA	1	520	6.240
ASISTENTE SISTEMAS	2	480	5.760
MENSAJERO	1	330	3.960
LIMPIEZA	1	320	3.840
SUMAN	7	3.070	36.840

Sueldo de Personal Administrativo Quito – El Inca

Fuente: Los autores

Personal administrativo Ctt Cuenca			
DETALLE	Cantidad	Salario	Salario Anual
DIRECTOR DE CAMPUS	1	1.000	12.000
SECRETARIA	1	420	5.040
TESORERIA	1	520	6.240
COORDINADOR PROYECTO DE CAPACITACIÓN Y CONSULTORIA	1	850	10.200
ASISTENTE SISTEMAS	2	480	11.520
MENSAJERO	1	330	3.960
LIMPIEZA	1	320	3.840
GUARDIANA	1	330	3.960
SUMAN	9		56.760

Sueldo de Personal Administrativo Cuenca

Fuente: Los autores

Personal administrativo Ctt Portoviejo			
DETALLE	Cantidad	Salario	Salario Anual
DIRECTOR DE CAMPUS	1	1.000	12.000
SECRETARIA	1	420	5.040
TESORERIA	1	520	6.240
COORDINADOR PROYECTO DE CAPACITACIÓN Y CONSULTORIA	1	850	10.200
ASISTENTE SISTEMAS	1	480	5.760
MENSAJERO	1	330	3.960
LIMPIEZA	1	320	3.840
GUARDIANA	1	330	3.960
SUMAN	8	4.250	51.000

Sueldo de Personal Administrativo Portoviejo

Fuente: Los autores

ANEXO J: DETALLE DE CURSOS DEL CTT

CTT-ESPE-CECAI (QUITO EL INCA)								
CURSO	INVERSIÓN	HORARIOS	DÍAS	DURACIÓN (HORAS)	Valor Curso mensual	Alumnos promedio	Valor mensual	Valor anual
Internet Avanzado	USD 40,00	11H00 – 13H00	Lunea a	25	80	10	800	9600
Mantenimiento de Pc y Redes	USD 75,00	15H00 – 17H00	Lunea a	55	75	10	750	9000
Informatica basica + Internet	USD 80,00	07H00 – 09H00	Lunea a	80	40	10	400	4800
		11H00 – 13H00	Viernes		40	10	400	4800
		15H00 – 17H00			40	10	400	4800
Informatica basica + Internet	USD 85,00	08H00 – 13H00	Sabados	80	21,25	10	212,5	2550
Diseño Grafico CS3	USD 85,00	11H00 – 13H00	Lunea a	55	62	10	620	7440
Excel Avanzado y Macros	USD 90,00	19H00 – 21H00	Lunes a Viernes	55	65,6	10	656	7872
Diseño de paginas web	USD 85,00	09H00 – 11H00	Lunea a	55	62	10	620	7440
Animacion con Flash	USD 95,00	15H00 – 17H00	Lunea a	55	69	12	828	9936
Formacion cajeros bancarios	USD 120,00	08:H30 – 12H30	Lunea a	40	240	12	2880	34560
Formacion cajeros bancarios		17:H00 – 19H00	Lunea a	40	44	12	528	6336
Formacion cajeros bancarios		14:H00 – 19H00	Sabados	40	21	12	252	3024
Informatica Avanzada	USD 80,00	11:H00 – 13H00	Lunea a	40	44	10	440	5280
Tecnicas Secretariales	USD 98,00	17H00 – 19H00	Lunea a	40	98	12	1176	14112
SUMAN				660			10.963	131.550

Detalle de Cursos del CTT ESPE - CECAI Quito – El Inca

Fuente: Los autores

CTT ESPE – CECAI (QUITO- EL INCA)					
Capacitación Linux	DURACIÓN (HORAS)	Valor Curso mensual	Alumnos promedio	Valor mensual	Valor anual
Linux Esenciales	30	122	9	1.098	13.176
Linux SystemAdministration	30	122	9	1.098	13.176
Linux Network Administration I	30	122	9	1.098	13.176
Linux Network Administration II	30	122	9	1.098	13.176
Linux as a Web Server (Apache)	30	122	9	1.098	13.176
Linux Integration with Windows	30	122	9	1.098	13.176
SUMAN	180			6.588	79.056

Detalle de Cursos del CTT ESPE - CECAI Quito – El Inca

Fuente: Los autores

CTT ESPE – CECAI (QUITO- EL INCA)

CISCO		HORARIOS	DÍAS	DURACIÓN (HORAS)	Valor Curso mensual	Alumnos promedio	Valor mensual	Valor anual
CCNA1		7:00 - 10:00	lunes, martes, m	48	150	12	1.800	21.600
		18:00 - 21:00	martes y jueves	24	90	12	1.080	12.960
		08:00 - 14:00	sabados	24	90	12	1.080	12.960
CCNA2		18:00 - 21:00	martes y jueves	24	90	10	900	10.800
		08:00 - 14:00	sabados	24	90	10	900	10.800
CCNA3		18:00 - 21:00	martes y jueves	24	90	10	900	10.800
		08:00 - 14:00	sabados	24	90	10	900	10.800
CCNA4		18:00 - 21:00	martes y jueves	24	90	10	900	10.800
		08:00 - 14:00	sabados	24	90	10	900	10.800
EXAMEN		19:00 - 21:00	lunes, martes, m	32	120	10	1.200	14.400
SEGURIDADES		18:00 - 21:00	lunes y miercoles	24	90	10	900	10.800
		18:00 - 21:00	viernes y sabado	24	90	10	900	10.800
		14:00 - 20:00	sabado	24	90	10	900	10.800
SUMAN				344			13.260	159.120

Detalle de Cursos del CTT ESPE - CECAI Quito – El Inca

Fuente: Los autores

SANGOLQUÍ								
CURSO	INVERSIÓN	HORARIOS	DÍAS	DURACIÓN (HORAS)	Costo mensual	Alumnos promedio	Valor mensual	Valor anual
Informática + Internet	78	07H00 – 09H00	Lunes a Viernes	60	52	12	624	7.488
		16H00 – 18H00		60	52	12	624	7.488
Excel Avanzado y Macros	USD 90,00	17H00 – 19H00	Lunes a Viernes	30	90	12	1.080	12.960
Mantenimiento de Pc's	72	11H00 – 13H00	Lunes a Viernes	40	72	12	864	10.368
Diseño Grafico Basico CS3	USD 85,00	09H00 – 11H00	Lunea a	40	85	12	1.020	12.240
Diseño de paginas Web	USD 85,00	14H00 – 16H00	Lunea a	40	85	12	1.020	12.240
Formacion en cajeros bancarios	USD 120,00	14H00 – 17H00	Lunea a	40	120	12	1.440	17.280
SUMAN				310			6.672	80.064

Detalle de Cursos del CTT ESPE - CECAI Quito – Sangolqui

Fuente: Los autores

SANGOLQUÍ								
CISCO		HORARIOS	DÍAS	DURACIÓN (HORAS)	Costo mensual	Alumnos promedio	Valor mensual	Valor anual
CCNA1		7:00 - 10:00	lunes, martes, m	48	150	11	1.650	19.800
		15:00 - 18:00	lunes, martes, m	48	150	11	1.650	19.800
		08:00 - 14:00	sabados	24	90	11	990	11.880
CCNA2		18:00 - 21:00	martes y jueves	48	150	11	1.650	19.800
		14:00 - 20:00	sabados	24	90	11	990	11.880
CCNA3		08:00 - 14:00	sabados	24	90	11	990	11.880
CCNA4		18:00 - 21:00	martes y jueves	24	90	11	990	11.880
		08:00 - 14:00	sabados	32	90	11	990	11.880
SEGURIDADES								
		18:00 - 21:00	viernes y sabado	24	90	11	990	11.880
		14:00 - 20:00	sabado	24	90	11	990	11.880
SUMAN				320			11.880	142.560

Detalle de Cursos del CTT ESPE - CECAI Quito – Sangolquí

Fuente: Los autores

PORTOVIEJO								
CURSO	INVERSIÓN	HORARIOS	DÍAS	DURACIÓN (HORAS)	Costo mensual	Alumnos promedio	Valor mensual	Valor anual
Informática Básica + Internet	USD 70,00	08H00 – 10H00	Lunea a	60	47	12	564	6.768
		16H00 – 18H00		60	47	12	564	6.768
Internet	USD 35,00	14H00 – 16H00	Lunea a	20	35	12	420	5.040
Linux y Open Office	USD 70,00	10H00 – 12H00	Lunea a	40	70	12	840	10.080
Informática Básica + Internet	USD 70,00	08H00 – 13H00	Sábados	60	47	12	564	6.768
		13H00 – 18H00		60	47	12	564	6.768
SUMAN				300			3.516	42.192

Detalle de Cursos del CTT ESPE - CECAI Portoviejo

Fuente: Los autores

CUENCA								
CURSO	INVERSIÓN	HORARIOS	DÍAS	DURACIÓN (HORAS)	Costo mensual	Alumnos promedio	Valor mensual	Valor anual
Informática Avanzada	USD 62,00	09H00 – 11H00	Lunes a Viernes	60	40	12	480	5.760
Informática Básica e internet	USD 70,00	15H00 – 17H00	Lunes a Viernes	60	47	12	564	6.768
Informática Intermedia	USD 45,00	17H00 – 19H00	Lunes a Viernes	60	30	12	360	4.320
SUMAN				180		36	1.404	16.848

Detalle de Cursos del CTT ESPE - CECAI Cuenca

Fuente: Los autores

CTT ESPE – CECAI (CUENCA)					
Capacitación Linux	DURACIÓN (HORAS)	Costo mensual	Alumnos promedio	Valor mensual	Valor anual
Linux Essencials	30	122	7	854	10.248
Linux SystemAdministration	30	122	7	854	10.248
Linux Network Administration I	30	122	7	854	10.248
Linux Network Administration II	30	122	7	854	10.248
Linux as a Web Server (Apache)	30	122	7	854	10.248
Linux Integration with Windows (Samba)	30	122	7	854	10.248
SUMAN	180			5.124	61.488

Detalle de Cursos del CTT ESPE - CECAI Cuenca

Fuente: Los autores