

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA MIGRACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA ACTUAL HACIA UNA INFRAESTRUCTURA COMO SERVICIO EN UNA NUBE PÚBLICA PARA EL COLEGIO DE ARQUITECTOS DE PICHINCHA

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

OCTAVIO AUGUSTO BELTRÁN AVALOS

octaviobcr182@hotmail.com

DIRECTOR: ING. DIEGO PATRICIO ESCUDERO BARRENO

dieghost_IT@hotmail.com

CODIRECTOR: MSc. CARLOS EGAS

carlos.egas@epn.edu.ec

Quito, Octubre 2015

DECLARACIÓN

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

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

OCTAVIO AUGUSTO BELTRÁN AVALOS

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por Octavio Augusto Beltrán Avalos, bajo nuestra supervisión.

Ing. Diego Patricio Escudero Barreno
DIRECTOR DEL PROYECTO

MSc. Carlos Roberto Egas Acosta
CODIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios nuestro padre celestial que me ha bendecido con salud, fortaleza y sabiduría durante todo este camino recorrido.

A la Escuela Politécnica Nacional, por darme la oportunidad de estudiar en tan prestigiosa institución y desarrollarme para convertirme en un profesional.

A mis profesores quienes han impartido día a día sus conocimientos y han guiado mi etapa de aprendizaje a lo largo de mi carrera.

También agradezco a mi director de tesis, Ing. Diego Patricio Escudero Barreno, quien con su experiencia y conocimiento ha permitido que yo pueda culminar con éxito mi proyecto de tesis.

Agradezco a mi madre quien me ha brindado su cariño, paciencia y apoyo incondicional durante todos estos años de estudio. A mis hermanos gracias por sus consejos y palabras de aliento que me han llevado a seguir adelante y continuar en momentos difíciles.

Finalmente dar gracias a toda mi familia que siempre estuvo pendiente y me motivaron a culminar otro escalón en mi formación profesional.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre por ser mi ejemplo de lucha y perseverancia para lograr las metas que uno persigue en el camino de la vida, por demostrarme que las cosas que se obtienen con más esfuerzo son las que más se valoran, a mis hermanos que siempre me han apoyado incondicionalmente con sus consejos y palabras de aliento, a mis cuñados que también son ahora parte de mi vida, a mis pequeños sobrinos quienes con sus sonrisas y juegos alegran mi corazón, a mis tíos, primos y abuelitos que me han motivado cada día a seguir adelante.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN	i
CERTIFICACIÓN	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
ÍNDICE DECONTENIDOS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xii
RESUMEN	xiv
PRESENTACIÓN	xvii
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 EVOLUCIÓN DE LOS DATA CENTERS.....	3
1.2.1 DATA CENTERS ALTAMENTE ESCALABLES.....	5
1.2.2 CLOUD DATA CENTER	6
1.3 CLOUD COMPUTING.....	8
1.3.1 DEFINICIÓN DE CLOUD COMPUTING	8
1.3.2 HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL CLOUD COMPUTING	9
1.4 CONCEPTOS Y CARACTERÍSTICAS DEL CLOUD COMPUTING.....	12
1.5 ARQUITECTURA DE REFERENCIA DEL CLOUD COMPUTING.....	14
1.5.1 CLOUD CONSUMER.....	15
1.5.2 CLOUD PROVIDER.....	15
1.5.3 CLOUD BROKER.....	16
1.5.4 CLOUD CARRIER.....	17
1.5.5 CLOUD AUDITOR.....	17
1.6 MODELOS DE SERVICIO.....	17
1.6.1 INFRAESTRUCTURA COMO SERVICIO	18
1.6.2 PLATAFORMA COMO SERVICIO	19
1.6.3 SOFTWARE COMO SERVICIO	20
1.7 TIPOS DE NUBES	21
1.7.1 NUBE PÚBLICA	22
1.7.2 NUBE PRIVADA.....	23
1.7.3 NUBE HÍBRIDA.....	25
1.7.4 NUBE COMUNITARIA.....	27
1.8 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CLOUD COMPUTING.....	28
1.8.1 VENTAJAS	28
1.8.2 DESVENTAJAS	30

1.9	ASPECTOS LEGALES DE LA COMPUTACIÓN EN LA NUBE	30
CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA		
	DEL CAE-P	34
2.1	INTRODUCCIÓN.....	34
2.2	DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES QUE CONFORMAN EL DATA CENTER DEL CAE-P.....	35
2.3	ANÁLISIS TÉCNICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL DATA CENTER DEL CAE-P	36
2.3.1	SALA DE EQUIPOS.....	36
2.3.2	SISTEMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	37
2.3.3	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE IT.....	39
2.3.4	SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES	40
2.3.4.1	Topología física	41
2.3.4.2	Topología lógica	42
2.3.4.3	Servidores	45
2.3.4.3.1	Servidor Proxy – Firewall	46
2.3.4.3.2	Servidor de Autenticación	48
2.3.4.3.3	Servidor de Almacenamiento de Archivos	50
2.3.4.3.4	Servidor de Respaldo o Backup.....	51
2.3.4.3.5	Servidor de Gestión de Recursos Humanos	53
2.3.4.3.6	Servidor Bienal	55
2.3.4.3.7	Servidor ERP(officenet)	57
2.3.4.3.8	Servidor de Correo	58
2.3.4.4	Switch.....	60
2.3.4.5	Router.....	63
2.3.4.6	Acces Point (APN).....	65
2.3.4.7	Cable Modem	67
2.3.4.8	Central Telefónica.....	68
2.3.5	SISTEMA DE SEGURIDAD.....	69
2.4	DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA ACTUAL DEL CAE-P.....	69
2.4.1	PROBLEMAS ENCONTRADOS EN EL CENTRO DE DATOS DEL CAE-P.....	71
2.4.2	PROPUESTAS DE MEJORAS EN EL DATA CENTER ACTUAL DEL CAE-P.....	72
2.4.2.1	Propuesta de solución a los problemas encontrados en la Sala de Equipos.....	72
2.4.2.2	Propuesta ante los problemas presentes en el Sistema de Energía Eléctrica.....	72
2.4.2.3	Propuesta para solucionar los problemas observados en el Sistema de Refrigeración de IT.....	74
2.4.2.4	Propuestas de mejoras en el Sistema de Telecomunicaciones.....	77

2.5 ESTIMACIÓN DE LA INVERSIÓN REQUERIDA PARA LA MODERNIZACIÓN DEL CENTRO DE DATOS DEL CAE-P.....	79
CAPÍTULO 3 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE MIGRAR HACIA UNA INFRAESTRUCTURA EN UNA NUBE PÚBLICA.....	80
3.1 INTRODUCCIÓN.....	80
3.2 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA.....	80
3.2.1 ANÁLISIS SIN PROYECTO.....	81
3.2.2 ANÁLISIS CON PROYECTO.....	84
3.2.2.1 Microsoft Azure.....	85
3.2.2.2 Amazon Web Services.....	87
3.2.2.3 Rackspace.....	88
3.2.2.4 Comparación de las tres propuestas de nube en función de los requerimientos del CAE-P	89
3.2.3 ANÁLISIS TÉCNICO DE LOS DOS ESCENARIOS (CON PROYECTO Y SIN PROYECTO).....	95
3.3 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA.....	96
3.3.1 ANÁLISIS DE COSTOS DEL DATA CENTER DEL CAE-P	96
3.3.1.1 Costos de inversión requerida en el data center del CAE-P.....	96
3.3.1.2 Costos de operación del centro de datos actual del CAE-P	97
3.3.2 ANÁLISIS DE COSTOS PARA LA MIGRACIÓN HACIA UNA INFRAESTRUCTURA COMO SERVICIO	98
3.3.2.1 Costos de inversión requerida para la migración.	98
3.3.2.2 Análisis de costos de operación de la IaaS.....	100
3.3.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS DOS ESCENARIOS (CON PROYECTO Y SIN PROYECTO).....	104
3.4 DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA COMO SERVICIO EN LA NUBE PÚBLICA DE MICROSOFT AZURE.....	111
3.4.1 SUSCRIPCIÓN A LA PLATAFORMA	111
3.4.2 CONFIGURACIÓN DE LA VPN ENTRE MICROSOFT AZURE Y LA SUBRED DEL CAE-P	112
3.4.3 CREACIÓN DE LAS MÁQUINAS VIRTUALES.....	117
CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	119
4.1 CONCLUSIONES.....	119
4.2 RECOMENDACIONES	121
BIBLIOGRAFÍA.....	123
ANEXO A	132
A.1 CONFIGURACIÓN DE LA HERRAMIENTA CACTI.....	132
ANEXO B.....	146
B.1 CREACIÓN DE LA SUSCRIPCIÓN	146
B.2 VALIDACIÓN DE LA SUSCRIPCIÓN.....	148

B.3 CREACIÓN DE LA VPN ENTRE LA NUBE PÚBLICA Y LA SUBRED DEL CAE-P.....	148
B.4 VERIFICACIÓN DE CONECTIVIDAD DE LA VPN ENTRE LA NUBE PÚBLICA Y LA SUBRED DEL “CAE-P	155
B.5 CREACIÓN DE LA MÁQUINA VIRTUAL WINDOWS Y LEVANTAMIENTO DEL SERVICIO DE AUTENTICACIÓN.....	156
B.6 VERIFICACIÓN DEL SERVICIO DE AUTENTICACIÓN.....	160
B.7 CREACIÓN DE LA MÁQUINA VIRTUAL LINUX Y LEVANTAMIENTO DEL SERVICIO DOCUMENTAL.....	162
B.8 VERIFICACIÓN DEL SERVICIO DE DOCUMENTAL.....	164

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1.1 Servicios de Cloud Computing.....	3
Figura 1.2 Comparación de la operación de un data center básico y un optimizado en función de los servicios de IT.....	5
Figura 1.3 Agrupación de los recursos del data center en una sola infraestructura virtual.....	6
Figura 1.4 Evolución de la Informática.....	9
Figura 1.5 Modelos de servicios antecedentes al cloud computing.....	11
Figura 1.6 Arquitectura de Referencia según el NIST.....	14
Figura 1.7 Modelos de servicios de cloud computing.....	18
Figura 1.8 Modelo de Nube Pública.....	23
Figura 1.9 Modelo de Nube Privada.....	25
Figura 1.10 Modelo de Nube Híbrida.....	26
Figura 1.11 Modelo de Nube Comunitaria.....	27

CAPÍTULO 2

Figura 2.1 Ubicación del Colegio de Arquitectos de Pichincha.....	34
Figura 2.2 Topología física del CAE-P.....	43
Figura 2.3 Topología lógica del CAE-P.....	44

CAPÍTULO 3

Figura 3.1 Curva que representa el comportamiento del PIB de la construcción en el Ecuador.....	82
Figura 3.2 Cuadro de Gartner para los diferentes proveedores de Infraestructura como Servicio.....	85
Figura 3.3 Logo de Microsoft Azure.....	85
Figura 3.4 Logo de Amazon Web Services.....	87
Figura 3.5 Logo de Rackspace.....	88
Figura 3.6 Resultado de la evaluación económica del proyecto.....	111
Figura 3.7 Configuración de grupos de afinidad.....	112
Figura 3.8 Menú de la consola de Azure.....	112
Figura 3.9 Configuración de una nueva red virtual.....	113
Figura 3.10 Configuración de conectividad punto a sitio.....	114
Figura 3.11 Creación de puerta de enlace para la red vpncae-azure.....	114
Figura 3.12 Exportación del certificado root.....	115
Figura 3.13 Carga del certificado cliente root.....	116
Figura 3.14 Selección del sistema operativo Windows Server 2008 para la máquina virtual.....	116
Figura 3.15 Configuración de los recursos de cómputo en la creación de la máquina virtual Windows.....	118

ANEXO A

Figura A.1 Instalación de las herramientas que trabajan junto con cacti.....	132
Figura A.2 Configuración de una contraseña para mysql-server.....	132
Figura A.3 Selección del servidor con el que se va a trabajar.....	133
Figura A.4 Configuración de una contraseña para phpmyadmin.....	133

Figura A.5 Instalación del paquete cacti- spine	133
Figura A.6 Configuración de la contraseña para cacti	134
Figura A.7 Configuración de la base de datos para cacti	134
Figura A.8 Selección del tipo de servidor web.....	135
Figura A.9 Instalación de cacti en el servidor web	135
Figura A.10 Nueva instalación de cacti en el servidor web	136
Figura A.11 Proceso de instalación de cacti en el servidor web	136
Figura A.12 Ingreso de credenciales.....	137
Figura A.13 Consola de cacti para agregar los dispositivos a monitorear	137
Figura A.14 Configuración del servidor proxy	138
Figura A.15 Selección de los recursos a monitorear en el dispositivo	138
Figura A.16 Selección de los recursos a graficar	139
Figura A.17 Creación de las gráficas	139
Figura A.18 Monitoreo de los recursos seleccionados	140
Figura A.19 Instalación del paquete snmp	140
Figura A.20 Acceso al archivo de configuración snmpd.conf	141
Figura A.21 Reinicio del servicio snmpd	141
Figura A.22 Instalación del servicio snmp en Windows Server	142
Figura A.23 Selección del servicio Simple Management Protocol.....	142
Figura A.24 Configuración del nombre de la comunidad o perfil	143
Figura A.25 Monitoreo del uso de memoria del servidor Proxy	143
Figura A.26 Monitoreo del uso de disco del servidor Proxy.....	144
Figura A.27 Monitoreo del uso de cpu del servidor Proxy	144
Figura A.28 Monitoreo del tráfico entrante y saliente en Eth0 del servidor Proxy	145
Figura A.29 Monitoreo del tráfico entrante y saliente en Eth1 del servidor Proxy	145

ANEXO B

Figura B.1 Inicio de sesión en el portal de Microsoft Azure	147
Figura B.2 Configuración de la cuenta de Microsoft Azure	147
Figura B.3 Validación de la suscripción a la plataforma de Microsoft Azure	148
Figura B.4 Configuración de grupos de afinidad	148
Figura B.5 Configuración de servidor DNS y conectividad VPN	149
Figura B.6 Configuración de conectividad punto a sitio	150
Figura B.7 Creación de puerta de enlace para la red vpncae-azure.....	150
Figura B.8 Ubicación de los certificados.....	151
Figura B.9 Exportación del certificado root	152
Figura B.10 Exportación del certificado root sin la private key	152
Figura B.11 Exportación del certificado finalizada.....	153
Figura B.12 Configuración de una contraseña para exportar el certificado del cliente...153	
Figura B.13 Carga del certificado cliente root	154
Figura B.14 Carga del certificado del cliente.....	154
Figura B.15 Ventana para conectarse a la nueva red creada	155
Figura B.16 Verificación de conectividad de la vpn entre la nube pública y la subred del CAE-P	155
Figura B.17 Selección del sistema operativo Windows Server 2008 para la máquina virtual.....	156
Figura B.18 Configuración de los recursos de cómputo al crear la máquina virtual Windows	157
Figura B.19 Configuración de un nuevo rol	157
Figura B.20 Configuración de los componentes necesarios para instalar el directorio activo.....	158

Figura B.21 Creación de un nuevo dominio	158
Figura B.22 Nombre para la creación de un nuevo dominio	159
Figura B.23 Ubicación de la base de datos que contiene los archivos de registro.....	159
Figura B.24 Finalización de la configuración del directorio activo	160
Figura B.25 Acceso al servicio de autenticación con directorio activo	160
Figura B.26 Conexión a través de escritorio remoto	161
Figura B.27 Acceso correcto al servidor	161
Figura B.28 Creación de la máquina virtual Linux	162
Figura B.29 Acceso a la máquina virtual con la ayuda del cliente Putty	162
Figura B.30 Configuración del paquete vsftpd	163
Figura B.31 Edición del archivo de configuración	163
Figura B.32 Habilitación del puerto 21 para el servidor ftp... ..	164
Figura B.33 Conexión al servidor ftp a través del cliente filezilla.....	164

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 1

Tabla 1.1 Nivel de disponibilidad correspondiente a cada Tier.....	4
Tabla 1.2 Comparación de los data centers tradicionales y los cloud data centers	7

CAPÍTULO 2

Tabla 2.1 Inventario de equipos que pueden ser optimizados en la nube	35
Tabla 2.2 Características técnicas de UPS APC 3 KVA SMART SURTA 3000XL	37
Tabla 2.3 Consumo de energía de los principales equipos	38
Tabla 2.4 Características técnicas del aire acondicionado ComfortStar CARAT12CD	39
Tabla 2.5 Direccionamiento IP de las VLANs en la red del CAE-P.....	42
Tabla 2.6 Principales servicios en los servidores de la red con sus respectivas VLANs ..	45
Tabla 2.7 Características técnicas del servidor Proxy HP DL 360.....	47
Tabla 2.8 Principales características técnicas del servidor de autenticación HP DL 360..	49
Tabla 2.9 Principales características técnicas del servidor de almacenamiento de archivos HP DL 360	50
Tabla 2.10 Principales características técnicas del servidor de backup HP DL 380	52
Tabla 2.11 Principales características técnicas del servidor de gestión de recursos humanos HP DL 380	54
Tabla 2.12 Principales características técnicas del servidor de aplicación bienal HP DL 360.....	55
Tabla 2.13 Principales características técnicas del servidor de aplicación officenet HP DL 380.....	57
Tabla 2.14 Principales características técnicas del servidor de correo HP DL 380	59
Tabla 2.15 Principales características del switch CISCO CATALYST 2960 24TT-L.....	62
Tabla 2.16 Principales características del switch CISCO CATALYST 2960 48TT-L.....	63
Tabla 2.17 Principales características del router CISCO 1841	64
Tabla 2.18 Direccionamiento IP de las interfaces y subinterfaces del router CISCO 1841	65
Tabla 2.19 Principales características del APN Trend-Net TEW-638APB	66
Tabla 2.20 Principales características del cable modem Motorola SB5101.....	67
Tabla 2.21 Principales características técnicas de la central telefónica Panasonic KX-TES824	68
Tabla 2.22 Inventario de equipos de cada uno de los sistemas que conforman el centro de datos del CAE-P	70
Tabla 2.23 Problemas encontrados en los sistemas y áreas del centro de datos del CAE-P	71
Tabla 2.24 Principales características técnicas del generador a diésel Perkins	74
Tabla 2.25 Principales características técnicas del aire acondicionado InRow SC.....	76
Tabla 2.26 Principales especificaciones técnicas del switch Cisco SGE2010	78
Tabla 2.27 Componentes de hardware necesarios para los servidores del CAE-P.....	78
Tabla 2.28 Estimación de la inversión requerida para realizar la modernización del centro de datos del CAE-P	79

CAPÍTULO 3

Tabla 3.1 PIB porcentual de la construcción en el Ecuador	82
Tabla 3.2 Requerimientos para la migración hacia una nube pública.....	90
Tabla 3.3 Análisis comparativo de las propuestas	93

Tabla 3.4 Comparación de los principales parámetros técnicos de la propuesta de nube frente a la situación actual del CAE-P	95
Tabla 3.5 Detalle de costos de inversión en el modelo actual de servicios	97
Tabla 3.6 Detalle de costos de operación en el modelo de servicios actual	98
Tabla 3.7 Detalle de costos de inversión para la migración hacia las nubes públicas propuestas	99
Tabla 3.8 Detalle de costos de operación en las nubes públicas propuestas	100
Tabla 3.9 Detalle de costos de alquiler de máquinas virtuales en AWS	101
Tabla 3.10 Detalle de costos de alquiler de máquinas virtuales en Azure	102
Tabla 3.11 Detalle de costos de alquiler de máquinas virtuales en Rackspace	102
Tabla 3.12 Detalle de costos totales por los servicios de nube de cada propuesta	103
Tabla 3.13 Detalle de costos adicionales de cada propuesta	103
Tabla 3.14 Inversión total requerida para cada una de las propuestas de nube	105
Tabla 3.15 Flujos de fondos netos del centro de datos actual	106
Tabla 3.16 Flujos de fondos netos de la propuesta de Azure	107
Tabla 3.17 Flujos de fondos netos de la propuesta de AWS	108
Tabla 3.18 Flujos de fondos netos de la propuesta de Rackspace	109
Tabla 3.19 Evaluación económica de las propuestas de nube y el data center actual del CAE-P	110

RESUMEN

En la actualidad los servicios a través del internet se han masificado, de tal manera que los principales proveedores de *IT (Information Technology)* han conformado grandes infraestructuras capaces de atender la demanda que existe de los usuarios así como también se proyectan a cubrir la demanda a futuro, de tal forma que para acceder a recursos como correo electrónico, multimedia, redes sociales y otras aplicaciones no se necesita el consumo de recursos físicos computacionales.

Para las grandes compañías que ofrecen este tipo de servicios el *cloud computing* (cómputo en la nube), se presenta como una opción para optimizar sus centros de datos y obtener el mayor provecho, ofreciendo servicios bajo demanda los mismos que se acceden a través del internet, de modo que los usuarios trabajan en entornos virtualizados.

El *cloud computing* es una tecnología que brinda grandes ventajas frente a los modelos tradicionales ya que permite tener alta disponibilidad, escalabilidad, flexibilidad y se paga sólo lo que se consume.

Por eso la tendencia de las pequeñas y medianas empresas debe ir orientándose a utilizar esta tecnología con el propósito de mejorar la calidad de sus servicios sin requerir una inversión inicial elevada.

Es así que en este proyecto se analiza la factibilidad técnica y económica para que el CAE-P (Colegio de Arquitectos de Pichincha), pueda migrar su infraestructura actual hacia una *public cloud* (nube pública) utilizando el modelo *IaaS (Infrastructure as a Service)*.

Al realizar la inspección del data center del CAE-P, se encontraron varias deficiencias y problemas, entre estas los recursos computacionales de los servidores se encuentran trabajando al límite de su capacidad, lo que provoca que la respuesta a las solicitudes que realizan los usuarios para acceder a los servicios que ofrecen no se realice en forma adecuada. Adicionalmente se

constató que no se cuenta con un generador eléctrico que pueda proveer de energía en caso de que exista un corte del suministro de energía eléctrica.

La temperatura dentro del data center es un factor determinante debido a la alta sensibilidad de los equipos de comunicaciones, por lo que se requiere de sistemas de aire acondicionado de precisión que sean capaces de mantener los niveles adecuados, tanto de temperatura como de humedad, el CAE-P cuenta únicamente con un aire acondicionado de confort que no se ajusta a los requerimientos mínimos mencionados.

Ante esta realidad se presentan dos opciones: La primera consiste en realizar al menos la modernización del centro de datos del CAE-P y la segunda es migrar la infraestructura a una nube pública.

En el primer caso, para realizar la modernización del centro de datos se requiere una inversión elevada ya que se debería adquirir un generador eléctrico, un aire acondicionado de mejores prestaciones, varios componentes de *hardware* en los servidores y actualizar las versiones de los sistemas operativos lo que implica comprar nuevas licencias para los servidores que trabajan con sistemas operativos Windows.

En el segundo caso, para migrar la infraestructura se consideran tres principales proveedores de servicios de *cloud computing*, los cuales son los siguientes: Microsoft Azure, Amazon Web Services y Rackspace. Posteriormente se realiza un análisis comparativo de los dos casos considerando tanto aspectos técnicos como económicos para escoger la mejor opción que se ajuste a las necesidades del CAE-P.

Al comparar las alternativas, se determinó que la mejor opción en está en Microsoft Azure con el modelo *IaaS*, ya que el soporte técnico es local y personalizado a través de los *partners* (asesores) presentes en el país, tiene una disponibilidad del 99.95%, está orientada para las pequeñas y medianas empresas, cumple con certificaciones de seguridad, sus costos son competitivos,

no requiere de una gran inversión inicial y genera un mayor VPN (Valor Presente Neto) que las otras propuestas en un periodo de cinco años.

Por lo tanto se indica al CAE-P que si es factible realizar la migración de su infraestructura actual y contar con los beneficios que le brinda el *cloud computing*.

PRESENTACIÓN

En este proyecto se presentan las principales ventajas que ofrece el *cloud computing* a las pequeñas y medianas empresas, brindando servicios bajo demanda, y se pretende que sirva como una guía para aquellas compañías que aún no han optado por esta tecnología.

En el primer capítulo se plasman los principios y conceptos básicos del *cloud computing* así como su evolución, las principales características, los modelos de servicios, la arquitectura y los tipos de *clouds* (nubes) que existen, las ventajas, desventajas y aspectos legales.

En el segundo capítulo se analiza la situación actual de la infraestructura del Colegio de Arquitectos de Pichincha, donde se describen los principales componentes de cada una de las áreas y sistemas que conforman el centro de datos constituido que son: sala de equipos, sistema de energía eléctrica, sistema de refrigeración de *IT*, sistema de telecomunicaciones y sistema de seguridad. Se presenta un inventario general y se realiza un diagnóstico, estableciéndose los problemas encontrados durante las inspecciones que se realizaron, para a continuación proponer las respectivas soluciones.

En el tercer capítulo, se analiza la factibilidad técnica y económica de migrar la infraestructura existente a una nube pública, para ello se consideran dos escenarios el primero se refiere a mantener el modelo actual de servicios, mientras que en el segundo se considera realizar la migración hacia una nube pública, la propuestas de nube son: Microsoft Azure, Amazon Web Services y Rackspace.

Se realiza la comparación de los dos casos en el aspecto técnico resultando como la mejor propuesta la nube de Microsoft Azure, ya que presenta características relevantes como: certificaciones de seguridad, posee un gran número de data

centers alrededor del mundo, ofrece facilidades de portabilidad para cargar las máquinas virtuales y especialmente por el soporte técnico que brinda.

Posteriormente se realiza el análisis de costos tanto de inversión como de operación de ambos escenarios para realizar la evaluación económica en un periodo de cinco años, de la que se obtuvo como mejor opción la propuesta de Microsoft Azure ya genera un Valor Presente Neto mayor que cero de \$ 49.387,21 y una Tasa Interno de Retorno del 94% lo que ratifica la elección de la mejor propuesta y se determina la factibilidad del presente proyecto por sus grandes beneficios para el CAE-P.

Finalmente se realiza el diseño de la Infraestructura como Servicio en Azure tomando como criterios las necesidades actuales y futuras de la institución.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

1.1 INTRODUCCIÓN

La posibilidad de ofrecer servicios a través del internet surgió por la necesidad que se había generado de establecer comunicaciones entre programas ejecutándose dentro de un computador, posteriormente se realizó el intercambio de información entre computadores por medio de las redes de datos. El crecimiento de las redes dio lugar al internet, fue así que los Web Services (*Servicios Web*)¹ permitieron estandarizar las comunicaciones entre varias plataformas y lenguajes de programación.[1]

El continuo avance de las *IT (Information Technology)*, han hecho que cada vez sean más los usuarios que requieran acceder a recursos como: correo electrónico, contenidos multimedia, redes sociales, y muchas otras aplicaciones a través del internet de forma rápida, sin necesidad de utilizar almacenamiento local evitando el consumo de capacidad de cómputo, ésta demanda se encuentra directamente relacionada con el incremento en el ancho de banda que los que los *ISPs (Internet Service Providers)* han ido implementando.

Las empresas de *IT* son parte fundamental en este avance, impulsado en la evolución que han experimentado sus *data centers*² (centros de datos), los cuales han sido mejorados con el firme propósito de aprovechar eficientemente la cantidad de recursos disponibles y disminuir los costos de operación, para garantizar la alta disponibilidad de los servicios que el *data center* ofrece, porque una paralización de éstos puede representar importantes pérdidas económicas para las compañías.

¹ **Servicios Web** conjunto de aplicaciones o tecnologías con capacidad para interoperar en la Web. Estas tecnologías intercambian datos entre ellas con el fin de ofrecer unos servicios

² **Data centers** son espacios físicos diseñados en base a estándares, que albergan dispositivos encargados de ofrecer servicios de IT.

La virtualización que será descrita más adelante, permitió ahorrar espacio físico dentro de los data centers y se presentó como una alternativa mucho más económica que el *housing*³.

Los *VPS (Virtual Private Servers)* se ejecutan con sus respectivos sistemas operativos y elementos de hardware sobre una misma máquina física, [2] los cuales pueden ser alojados en un servidor propio, o alquilar uno dentro del data center de un proveedor de servicios, en ambos casos el dueño del servidor virtual posee autonomía de los recursos de la máquina física.

En la actualidad las empresas subcontratan a compañías para que realicen tareas específicas, durante un determinado tiempo, mediante contratos de *outsourcing* ésta idea ha sido llevada al área de las *IT*, debido a los altos presupuestos que las corporaciones requieren para mantener operativos sus *data centers*. La demanda de los usuarios para acceder cada vez a más servicios complejos y confiables ha vuelto insostenible la situación para ciertas empresas, que ven en el *outsourcing* de *IT* una alternativa para esta problemática.

Estos cambios incentivaron a los proveedores globales de servicios de Internet a potencializar sus infraestructuras conformando granjas de servidores para constituir lo que hoy se conoce como *cloud computing* (cómputo en la nube), que ofrece varios servicios por medio del internet y utiliza la técnica de la virtualización. [3] Más adelante se describe en detalle el concepto de *cloud computing*.

En la Figura 1.1 se tiene algunos de los principales servicios y las grandes compañías proveedoras de éstos a nivel mundial, los cuales son utilizados a diario.

³ **Housing** consiste en alquilar o comprar servidores y alojarlos dentro un data center de mejores prestaciones, con el control absoluto por parte del contratista.



Fuente: [4]

Figura 1.1 Servicios de Cloud Computing

1.2 EVOLUCIÓN DE LOS DATA CENTERS

El diseño de los *data centers* estuvo enmarcado en los siguientes parámetros: disponibilidad, confiabilidad, costos de construcción, los costos de operación y mantenimiento. Estos parámetros permitieron realizar una clasificación de cuatro niveles conocidos como *data center Tiers*⁴, el cual fue propuesto por el *Uptime*

⁴ **Data center Tiers** sistema de clasificación que nos indica la fiabilidad y disponibilidad de un data center.

*Institute*⁵ el primero en aparecer fue el *Tier I* en 1960 y el último hasta la presente fecha el *Tier IV* en 1990 [5].

La Tabla 1.1 muestra la clasificación con los valores en porcentaje de disponibilidad y el tiempo de paralización de los servicios que cada nivel permite al año, se observa que el *Tier IV* es el de mayor disponibilidad y el *Tier I* el de menor.

Tier	Disponibilidad anual	Tiempo de parada anual
Tier I	99.671%	28,82 horas
Tier II	99.741%	22,68 horas
Tier III	99.982%	1,57 horas
Tier IV	99.995%	52,56 minutos

Fuente: [6]

Tabla 1.1 Nivel de disponibilidad correspondiente a cada Tier

El cumplimiento de las exigencias mínimas para la operatividad de los data centers, implicó que las empresas deban destinar parte de su presupuesto, para adecuaciones y mejoras de sus infraestructuras existentes, o en algunos casos aumentar el tamaño de la misma, tales modificaciones no fueron factibles para la mayoría de pequeñas y medianas empresas por lo que buscaron alternativas en escenarios de *housing*, *hosting*⁶ y *outsourcing*.

Esta tendencia llevó a nuevos cambios en la concepción de los data centers las exigencias aumentaron dando lugar a infraestructuras con niveles de alta disponibilidad, escalabilidad y flexibilidad. La meta por obtener data centers más eficientes se mantiene, algunas de las grandes corporaciones proveedoras de servicios han logrado incrementar la eficiencia de sus centros de datos y así destinar un 50% de sus recursos para nuevos proyectos de TI. [7]

⁵ **Uptime Institute** es el encargado de crear y promover los conocimientos y lineamientos necesarios que debe cumplir un Data Center para garantizar su disponibilidad y continuidad.

⁶ **Hosting** se refiere a dar hospedar o alojar dentro de un servidor físico varios servidores virtuales con sus respectivos sistemas operativos.

En la Figura 1.2 se observa los resultados obtenidos en un análisis de eficiencia en un data center básico y un data center optimizado, de lo que se deduce que al aumentar la eficiencia se tiene la posibilidad de incrementar los servicios de *IT*.



Fuente: [7]

Figura 1.2 Comparación de la operación de un data center básico y un optimizado en función de los servicios de *IT*

1.2.1 DATA CENTERS ALTAMENTE ESCALABLES

Debido a los cambios significativos que han experimentado las tecnologías de la información y consecuentemente los *data centers*, se considera a la alta escalabilidad como requisito mínimo para enfrentar los requerimientos actuales, o los que se puedan presentar en el futuro, en el mundo de las *IT*.

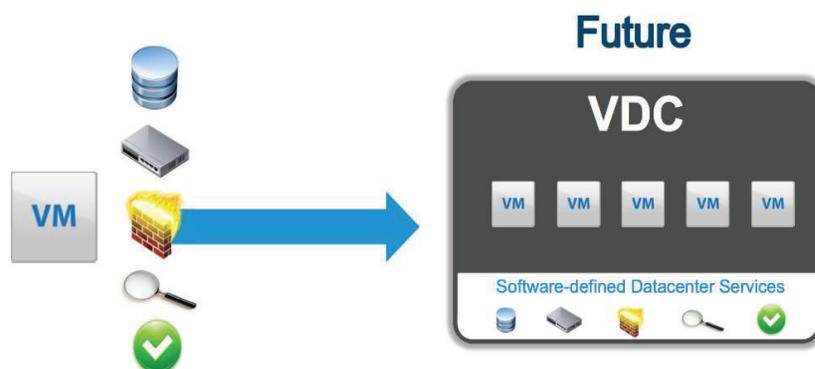
Con el fin de poder brindar infraestructuras que brinden escalabilidad, se realizó la estandarización de las compañías fabricantes de equipos de telecomunicaciones e informáticos, las cuales a su vez introdujeron en el mercado equipos modulares, lo que permitió el crecimiento organizado y planificado, solucionando problemas como: el consumo de potencia, la refrigeración de los equipos y el espacio físico. Se establecieron subsistemas, los mismos que pueden ser administrados mediante un *software* de gestión, que facilite la determinación de las zonas críticas del *data center* entorno a los problemas mencionados, para plantear una solución a pequeña, mediana o gran escala de acuerdo a los requerimientos y necesidades.[8]

Dentro del proceso de transformación de las infraestructuras aparece la consolidación de servidores mediante virtualización, la cual consiste, en integrar aplicaciones que se encuentran ejecutándose en varios servidores, en uno solo. Este proceso ofrece beneficios como: ahorro considerable de espacio, disminución del consumo de energía, y facilita la administración de la infraestructura, la integración de las aplicaciones se la realiza indistintamente del sistema operativo que se esté ejecutando.

1.2.2 CLOUD DATA CENTER

En la etapa final del proceso de transformación del data center, antes de poder ofrecer servicios de *cloud* (nube), se debe tener una infraestructura totalmente virtualizada, es decir recursos computacionales (Memoria y CPU), recursos de almacenamiento, *networking*, seguridad y disponibilidad, toda esta infraestructura es ofrecida como un servicio cuya administración, se realiza mediante un *software*, dando lugar a lo que se conoce como *data center* definido por *software*. [9]

La Figura 1.3 presenta la virtualización de varios de los recursos del data center como máquinas virtuales⁷ conformando una sola estructura virtualizada.



Fuente [9]

Figura 1.3 Agrupación de los recursos del data center en una sola infraestructura virtual

⁷ **Máquina Virtual** la máquina virtual normalmente emula un ambiente de computación físico pero los recursos de hardware son gestionadas por una capa de virtualización.

Las características principales de un data center definido por software pueden ser:

- Provee la estandarización de procesos a través de una plataforma simple de hardware, la cual a su vez brinda escalabilidad y flexibilidad.
- Permite que la Infraestructura sea dinámica es decir auto-configurable, lo que le permite adaptarse a los cambios rápidamente y satisfacer los requerimientos de los usuarios.
- Facilita considerablemente las tareas realizadas manualmente por el administrador de la infraestructura de *IT*.
- Garantiza la alta disponibilidad, gracias a un *software* encargado de resolver cualquier falla en los equipos físicos, sin la necesidad de sistemas redundantes lo cuales son costosos.[9]

Paramétros	Cloud data center	Data centers tradicionales
Servidores	Consolidados	Dedicados
Recursos	Unificados y funcionalidad independiente	Separados y operación correlacionada entre todos.
Administración	Centralizada y automatizada	Manual y distribuida
Crecimiento de la infraestructura	Altamente flexible	Planiifcada y limitada
Facturación	Por volúmenes de capacidad de cómputo	Por máquina física
Servicios / Aplicaciones	Se ejecutan a través de máquinas virtuales	Operan en servidores dedicados

Fuente [10]

Tabla 1.2 Comparación de los data centers tradicionales y los cloud data centers

En la Tabla 1.2 se presenta una comparación de las características más importantes que poseen los cloud data centers, frente a los data centers tradicionales, donde se pone de manifiesto los evidentes beneficios de esta infraestructura.

Todos estos cambios experimentados por los *data centers* con el paso de los años en su concepción de diseño y operabilidad, han estado directamente relacionados con el desarrollo de las *IT*, que sirvieron para la implementación del *cloud computing*, detallado a continuación.

1.3 CLOUD COMPUTING

1.3.1 DEFINICIÓN DE CLOUD COMPUTING

El *cloud computing* ha dado lugar a varias definiciones, las cuales se describen a continuación.

Para el Instituto *NIST*⁸ (*National Institute of Standards and Technology*) de Estados Unidos, el *cloud computing* se define como, “*Un modelo que permite convenientemente el acceso ubicuo bajo demanda, a un conjunto compartido de recursos informáticos configurables (ej. Redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios), que pueden ser proporcionados y liberados rápidamente, con un mínimo esfuerzo administrativo o interacción del proveedor de servicios*”. [11]

Según *Vmware*⁹ “*Es un avance de la informática que aprovecha eficazmente una infraestructura virtual auto gestionada, la cual es utilizada bajo demanda como un servicio*”. [12]

Gartner define al *cloud computing* como “*Un estilo de computación donde capacidades de IT son provistas, de forma escalable y elástica, utilizando tecnologías de internet*”. Los atributos principales son: orientado como servicio,

⁸ **NIST** es una agencia de la Administración de Tecnología para los Estados Unidos, encargada de promover la innovación y la competencia industrial.

⁹ **Vmware** es una empresa que proporciona *software* de virtualización para computadores.

escalable, elástico, uso compartido, la ubicación geográfica de la infraestructura es irrelevante y se paga solo lo que se consume. [13]

De acuerdo a lo mencionado se puede decir que el *cloud computing* permite procesar y almacenar información en infraestructuras virtualizadas, cuya ubicación es desconocida para los usuarios, el acceso a los recursos se lo hace como un servicio bajo demanda, el cual es altamente flexible y escalable.

1.3.2 HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL CLOUD COMPUTING

La evolución del *cloud computing* está directamente relacionada con la evolución de la informática, partiendo desde los *mainframes*¹⁰, equipos grandes que ocupaban salas en su totalidad, y se basaban en un sistema centralizado de procesamiento para varios usuarios, no fue hasta los años 70 que se introdujeron las computadoras personales, las cuales podían realizar cálculos y operaciones de manera independientemente, es decir sin la necesidad de un mainframe.



Fuente [14]

Figura 1.4 Evolución de la Informática

Con la introducción de las redes de datos se estableció el modelo cliente – servidor, en el cual los clientes realizan peticiones a un servidor que atiende a sus

¹⁰ **Mainframes** es un gran ordenador capaz de realizar el procesamiento de datos complejos.

requerimientos, el crecimiento de las redes dio lugar al internet interconectando sistemas cada vez más grandes conformando los centros de datos, capaces de atender los requerimientos de millones de usuarios a través del internet. En la Figura 1.4 se presenta la evolución de la informática, hasta llegar al modelo de *cloud computing*.

La persona que visionó el *cloud computing* fue John McCarthy¹¹ con la concepción de la computación como un servicio, valiéndose de la tecnología de tiempo compartido de las computadoras (*Time – Sharing*). Esta tecnología era la que regía en aquella época, la cual ofrecía recursos como: almacenamiento, CPU, impresión, programas informáticos, algunas herramientas en cuanto a lenguajes de programación y editores de texto. Esta tecnología no fue mayormente desarrollada debido a las limitaciones con respecto a elementos de *hardware*, *software* y al desarrollo de las *IT*.

A pesar de haberse planteado esta idea hace mucho tiempo tuvieron que pasar varios años para que se cristalizara, el *grid computing*¹² se considera la tecnología que antecedió al *cloud computing*, la cual toma las ventajas de los procesos centralizados y los aplica a la computación distribuida, dando lugar a infraestructuras orientadas al servicio.

Con la posibilidad de ofrecer servicios de computación y el desarrollo del *software*, apareció el modelo *ASP (Application Service Provider)*¹³, permitió a empresas ofrecer *software* bajo demanda, este modelo no tuvo el crecimiento esperado, en parte por el requerimiento de infraestructuras cada vez más grandes, y fue colocado por debajo del *SaaS (Software as a Service,)*. El *SaaS* constituye uno de los servicios ofrecidos por el *cloud computing* que serán descritos más adelante. [15]

¹¹ **John McCarthy** fue un prominente informático que realizó importantes contribuciones en el campo de la Inteligencia Artificial

, también se le atribuye el concepto de *cloud computing*.

¹² **Grid computing** es una tecnología que permite utilizar de forma coordinada todo tipo de recursos que no están sujetos a un control centralizado.

¹³ **Application Service Provider** consiste en poner a disposición del cliente la aplicación que él necesita a través de la red

En la Figura 1.5 el modelo ASP necesita que cada cliente tenga su infraestructura (servidor web, servidor de aplicaciones y una base de datos), para satisfacer a más clientes era necesario el crecimiento de la misma, lo que fue solucionado con el modelo SaaS donde una infraestructura puede atender a varios clientes.



Fuente [16]

Figura 1.5 Modelos de servicios antecedentes al cloud computing

La empresa Salesforce.com con el modelo ASP fue la primera en ofrecer aplicaciones para empresas como un servicio y no como un producto, en 2002 la compañía Amazon que para entonces había conformado una gran infraestructura informática, quiso sacarle provecho a la misma compartiendo sus recursos como un servicio, creando AWS (Amazon Web Service)¹⁴.

Los avances continuaron hasta que en 2006 lanzaron EC2 (Elastic Compute Cloud), servicio por el cual las empresas podían ejecutar sus propias aplicaciones mediante el alquiler de servidores, en este año también se hizo presente la compañía Google con Google Docs, seguida de IBM en 2007, en 2008 Microsoft con Windows Azure, en este mismo año apareció Eucalyptus como la primera plataforma de código abierto, con en el pasar del tiempo más compañías se han ido añadiendo, cada una realizando aportes importantes en el desarrollo de esta

¹⁴ Amazon Web Services es una plataforma que ofrece un conjunto de servicios a través de internet.

tecnología, la cual continúa presentando algunas debilidades con respecto a la seguridad y disponibilidad.

1.4 CONCEPTOS Y CARACTERÍSTICAS DEL CLOUD COMPUTING

Para familiarizarse mejor con el *cloud computing* se menciona algunos de sus términos y conceptos.

Virtualización es la técnica que permite obtener muchos recursos lógicos a través de un solo recurso físico, el cual puede ser de almacenamiento, red, memoria o procesamiento, este concepto es usado ampliamente en el *cloud computing*, ya que permite aislar los recursos otorgándoles flexibilidad para que los clientes utilicen solo los que necesiten, de esta manera las infraestructuras son aprovechadas eficientemente gracias a esta multiplicación de recursos que permite la virtualización. [17]

El proceso de virtualización crea una capa intermedia entre el *software* del equipo físico y el sistema operativo de la máquina virtual, la misma que es capaz de administrar los recursos fundamentales de una máquina física que son: disco, procesamiento, memoria y tarjeta de red, por medio de un *software* llamado hipervisor.

Los hipervisores pueden ejecutarse directamente sobre el hardware conocido como hipervisor nativo o sobre el sistema operativo del equipo físico, una vez finalizado el proceso de virtualización se crean las máquinas virtuales. Las máquinas virtuales emulan el funcionamiento de un equipo físico, por lo que han permitido virtualizar servidores y posteriormente ejecutarlos en la nube como un servicio conocido como IaaS, el cual será descrito como parte de los modelos del *cloud computing*. [18]

Front-end el cómputo en la nube establece una división entre lo que es perceptible para el usuario y lo que es de conocimiento exclusivo del proveedor de servicios, el front-end corresponde al entorno de los usuarios o clientes que

incluye el dispositivo, la interfaz o el mecanismo a través del cual se accede a un servicio

Back-end constituye toda la infraestructura que posee el proveedor de servicios para entregar eficientemente y garantizar la alta disponibilidad de los mismos.

Recursos de IT son todos los componentes de *software* o *hardware* que pueden ser implementados, tanto en una infraestructura física como virtual, con el fin de proveer servicios a los usuarios o clientes de la misma.

Cloud (Nube) éste término fue tomado, de la representación gráfica del Internet en los esquemas de topologías de red, fue llevado al *cloud computing*, como una simplificación de todos los recursos al igual que los servicios altamente escalables y flexibles que representa.

On- Premise (En sitio) se refiere al modelo tradicional de gestión de las *IT* en el que las corporaciones, administran sus infraestructuras y tienen control total sobre las mismas. [19]

Infraestructura de IT comprende todos los recursos físicos y virtuales que permiten gestionar procesos internos y externos de los usuarios.

Entre las características más importantes del *cloud computing* se tienen:

- **Versatilidad.** Ofrece recursos como un servicio rápido y eficiente a los usuarios.
- **Escalabilidad y Flexibilidad.** El cómputo en la nube ofrece servicios que se ajustan a las necesidades de los clientes, los cuales pueden ser auto programables mediante un *software* permitiéndole incrementar o disminuir los recursos en lapsos de tiempo muy cortos, de modo que sea transparente para los usuarios.
- **Infraestructura Compartida.** El *cloud computing* permite compartir los recursos poniendo a disposición un conjunto de servicios, maximizando la

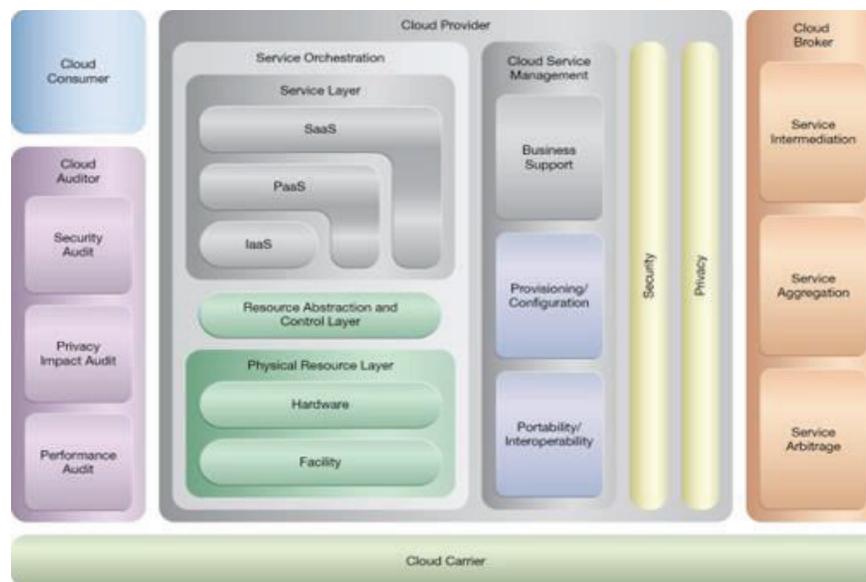
eficiencia de los data centers, ya que estos no solo atienden requerimientos internos de una compañía sino los usuarios fuera del entorno de la misma.

- **Servicio Controlado.** Todos los recursos dentro de una infraestructura de *cloud computing* son monitoreados por un sistema interno, que se encarga de realizar la facturación precisa por los servicios ofrecidos.[20]

1.5 ARQUITECTURA DE REFERENCIA DEL CLOUD COMPUTING

Las empresas proveedoras de servicios al desempeñar un papel importante en el desarrollo del cloud computing, han realizado pequeñas modificaciones al modelo de referencia propuesto por el *NIST*, de acuerdo su punto de vista y a las soluciones que estas ofrecen. Por tal motivo el modelo escogido es la Arquitectura de Referencia planteada por el *NIST*, ya que el enfoque de este análisis no esta dirigido a un solo proveedor de servicios.

En la Figura 1.6 se observa el como el NIST ha organizado adecuadamente a todos los actores del cloud computing definiendo claramente el campo de acción de cada uno y su relación.



Fuente [21]

Figura 1.6 Arquitectura de Referencia según el NIST

A continuación se describe el papel que desempeñan los principales elementos y su relación.

1.5.1 CLOUD CONSUMER

El *Cloud Consumer* (Consumidor de la Nube o Usuario) constituye una de las figuras principales en lo que respecta al *front-end* en la nube, es la persona o compañía para quién están pensados y diseñados un conjunto de servicios. Los usuarios buscan asesoramiento por parte de los *Cloud Providers* (Proveedores de Servicios de la Nube), sobre cuál podría ser la mejor solución que se ajuste a las necesidades y requerimientos dentro de una amplia gama de alternativas existentes, posterior a ello las dos partes elaboran un contrato, el mismo que dependiendo del tipo de servicio puede significar costos para los usuarios.

El contrato de servicios establece el *SLA* (*Service Level Agreement*) que indica en simples términos la calidad de servicio ofrecido, esto implica consideraciones de seguridad de la información, tareas de mantenimiento y el debido soporte en caso de algún desperfecto o pérdida de algún servicio. Adicionalmente como parte del contrato también se pueden acordar deberes y derechos que los consumidores deberán respetar.

Con las reglas claras los usuarios son habilitados para empezar el uso del servicio, la puesta en marcha puede tomar pocos minutos o más tiempo dependiendo de la infraestructura del proveedor de servicios. [22]

1.5.2 CLOUD PROVIDER

Como se mencionó anteriormente el *Cloud Provider* (Proveedor de Servicios de la Nube) es el encargado de entregar el servicio a los usuarios, administra la infraestructura sobre la que están implementados todos servicios ofrecidos, también debe garantizar la alta disponibilidad de los recursos y consecuentemente de los servicios.

En la Figura 1.6 se observa que dentro de esta gran infraestructura se encuentra *Service Orchestration* (Organización de los Servicios) y se presenta en un modelo vertical de tres capas, donde la capa superior es *Service Layer* (Capa de Servicio), aquí los proveedores de servicios establecen interfaces para cada uno de los modelos de servicio.

La capa intermedia es *Resource Abstraction and Control Layer* (Capa de Control y Abstracción de Recursos), esta capa está constituida por todas las herramientas que posibilitan la virtualización de los recursos de los equipos físicos, que albergan varias máquinas virtuales, adicionalmente es la encargada de controlar el correcto uso de los recursos físicos de la capa inferior.

Por último la capa más baja es *Physical Resource Layer* (Capa de Recursos Físicos), la cual abarca todos los equipos y componentes físicos de telecomunicaciones así como computacionales.

Continuando con el análisis de la Figura 1.6 en la parte derecha de la capa correspondiente a la Organización de los Servicios se encuentra el *Cloud Service Management* (Administración de los Servicios de la Nube), cuya función es la gestión técnica-operativa, de los usuarios por parte de los proveedores de servicios que comprende: el manejo de cuentas, perfiles de usuario, facturación, y confirmación de citas para soporte mediante un sistema de turnos, adicionalmente se trata de garantizar la interoperabilidad.

Finalmente se encuentra las capas *Security* (Seguridad) y *Privacy* (Privacidad) la primera establece los requerimientos de seguridad tales como: autenticación, autorización, confidencialidad, administración de identidad, integridad, y el monitoreo, mientras que en la segunda se controla el manejo adecuado de la información de los usuarios por parte de los proveedores. [22]

1.5.3 CLOUD BROKER

Con el crecimiento acelerado del cómputo en la nube los mercados de los proveedores de servicios se han vuelto inmanejables en algunos casos, es así

como aparece la figura del *Cloud Broker* (Corredor de la Nube), como un nexo entre las grandes empresas proveedoras de servicios y los nichos pequeños de mercado, los cuales tienen la misión de velar tanto por el correcto envío como el desempeño de los servicios, también se puede considerar como un beneficio que el soporte se lo realiza rápidamente y en el idioma local. [22]

1.5.4 CLOUD CARRIER

Los proveedores de servicios de nube subcontratan empresas para que realicen tareas específicas, con el fin de disminuir la carga administrativa, por tal motivo los *Cloud Carriers* (Portadores de la Nube) son los encargados de garantizar la transmisión de la información a través de una red de datos pudiendo ser está una red *VPN* o internet. [22]

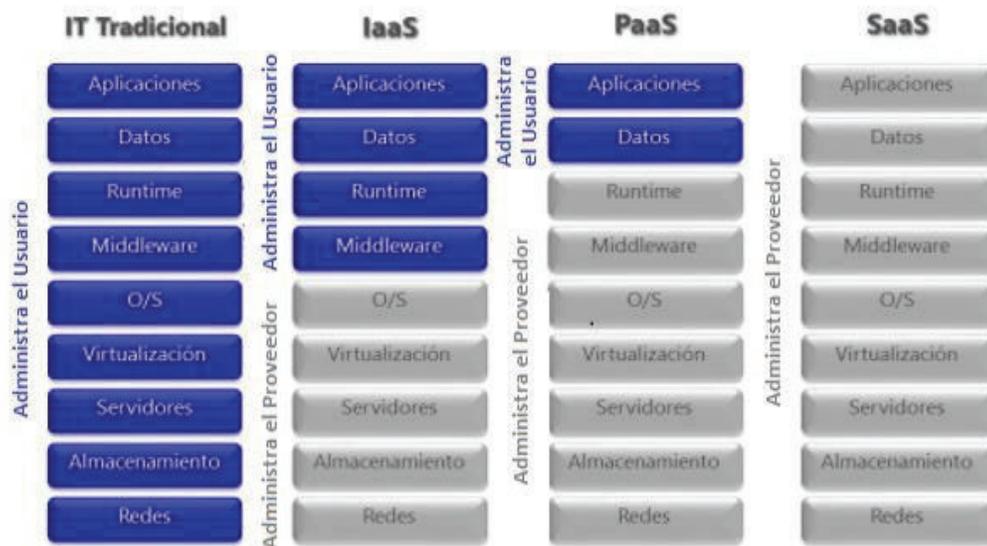
1.5.5 CLOUD AUDITOR

El *Cloud Auditor* (Auditor de la Nube) realiza el control de los servicios, mediante una revisión y evaluación de los mismos, las auditorías permiten determinar anomalías especialmente en materia de seguridad así como incumplimientos a los contratos lo cual puede incurrir en sanciones para los proveedores de servicios. [22]

1.6 MODELOS DE SERVICIO

A continuación se presenta los tres modelos principales del *cloud computing*, en un modelo de capas, esta jerarquía establece que se puede implementar un servicio sobre la base de su vecino de la capa inferior, es decir partiendo del *IaaS*, se levanta el *PaaS* y a partir de éste finalmente el *SaaS*, pero esto no es mandatorio ya que existe también la posibilidad de que un servicio sea provea independientemente de los otros.

Modelos de Servicios de Cloud



Fuente [23]

Figura 1.7 Modelos de servicios de cloud computing

En la Figura 1.7 se hace referencia a un modelo de *IT* tradicional y los modelos de servicios de cloud computing, el grado de interacción entre el usuario y el proveedor de servicios con respecto a la gestión de *IT*.

1.6.1 INFRAESTRUCTURA COMO SERVICIO

Los proveedores ofrecen el acceso a su infraestructura de esta manera son puestos a disposición los principales recursos computacionales como: procesamiento, memoria, almacenamiento, de red, los cuales se ofrecen generalmente a través de un entorno virtualizado, todos ellos mediante un servicio bajo demanda, la ubicación de la infraestructura física es desconocida para los usuarios, la misma que es administrada en su totalidad por el proveedor, los clientes pagan solo por lo que consumen al mismo tiempo que se desprecupan del mantenimiento de equipos físicos y todo lo concerniente a ello.[24]

El *IaaS* (*Infrastructure as a Service*) presenta grandes beneficios con respecto a otras alternativas como lo son el *housing* y *hosting*, debido a las características

proporcionadas por el *cloud computing*, siendo las más representativas la alta la disponibilidad de los servicios y la flexibilidad, ya que puede realizarse mediante una tarea auto programada o manualmente según sea la demanda.[25]

La virtualización dentro de este modelo ha facilitado la interoperabilidad entre los diferentes sistemas operativos, como se observa en la Figura. 1.7 el usuario se encarga de gestionar las aplicaciones, datos, *runtime*¹⁵, *middleware*¹⁶, por lo que puede ejecutar aplicaciones o programas sobre un sistema operativo a elección de acuerdo a las necesidades. [26]

Esta solución ha sido adoptada en gran medida en el ambiente empresarial, específicamente con el aprovisamiento de servidores por medio de máquinas virtuales, las mismas que pueden ser interconectados entre sí a través de redes virtuales constituyendo una completa infraestructura, dicha infraestructura puede ofrecer servicios de *IT* a terceros y es administrada exclusivamente por el usuario. Adicionalmente este modelo de servicio es el escogido para satisfacer los requerimientos del Colegio de Arquitectos de Pichincha, debido a las prestaciones que éste otorga. [27]

De acuerdo a las recientes investigaciones publicadas por la compañía consultora Gartner las empresas líderes en el mercado de *IT* ofreciendo infraestructura como servicio son Amazon y Microsoft con *Amazon Web Services* y *Microsoft Azure* respectivamente. [28]

1.6.2 PLATAFORMA COMO SERVICIO

El *PaaS (Platform as a Service)* permite a los desarrolladores de *software* o aplicaciones trabajar en sus proyectos desde la concepción de su idea hasta su fase final, y la puesta en marcha, dentro de esta plataforma los usuarios cuentan con una amplia gama de herramientas de programación. Entre las tecnologías

¹⁵ **Runtime** se refiere a un estado en el cual una máquina virtual suministra servicios para los procesos de un programa de computadora que se está ejecutando.

¹⁶ **Middleware** es un software que asiste a una aplicación para interactuar o comunicarse con otras aplicaciones, software, redes, hardware o sistemas operativos.

más comunes que los proveedores soportan tenemos: *.NET*¹⁷, *Java*¹⁸, *PHP*¹⁹, el código fuente de la aplicación puede ser compartido entre varios desarrolladores, otorgando una cooperación global.

Una vez que la aplicación ha cumplido con todas las etapas de su diseño y su funcionalidad es la correcta, ésta es almacenada en la infraestructura de la nube, la cual es puesta a disposición como una aplicación *web* y se accede mediante un *browser* (navegador), el consumidor de la nube puede ser facturado de acuerdo al número de usuarios, el tipo de recursos o tiempo que se utiliza la plataforma. [29]

El proveedor del servicio es el responsable de actualizaciones y parches del sistema operativo, al mismo tiempo que debe garantizar tanto la escalabilidad como la flexibilidad conforme la demanda aumente o disminuye. [30]

Los desarrolladores o dueños de las aplicaciones son los encargados de gestionar las aplicaciones al igual que los datos generados por sus clientes para quienes fue elaborado el *software*, de acuerdo con el esquema de la Figura 1.7, por lo tanto su grado de interacción con la infraestructura física del proveedor es menor que en *IaaS*, bajo esta modalidad una de las limitaciones es la falta de compatibilidad entre determinadas tecnologías o plataformas con las que trabajan los diferentes proveedores.

1.6.3 SOFTWARE COMO SERVICIO

El *SaaS* (*Software as Service*) no puede ser modificado a nivel de su código fuente por parte de los usuarios con el transcurso del tiempo, lo que constituye una desventaja con respecto al *PaaS* que si cuenta con esta característica, dentro

¹⁷ **.NET** es una estructura conceptual y tecnológica de software, que hace un énfasis en la transparencia de redes, con independencia de plataforma de hardware y que permita un rápido desarrollo de aplicaciones.

¹⁸ **Java** es un lenguaje de programación, orientado a objetos que fue diseñado para que los desarrolladores de aplicaciones escriban el programa una vez y lo ejecuten en cualquier dispositivo.

¹⁹ **PHP** se trata de un lenguaje de programación que consiste en el procesamiento de una petición de un usuario mediante la interpretación de un script en el servidor web para generar páginas HTML dinámicamente como respuesta.

de este modelo trabajan aplicaciones que se utilizan a diario como lo son las principales redes sociales y de correo.

Al igual que sucede en *PaaS* la aplicación se encuentra alojada en la infraestructura de la nube y el usuario accede a ella a través de internet, en este modelo de servicio el proveedor posee el control absoluto de la infraestructura *IT*, como se indica en la Figura 1.7. El *cloud consumer* puede tratarse de una empresa, distribuidores *software*, o directamente usuarios de la aplicación.

Como una nueva característica con respecto a la distribución tradicional de los productos de *software* especialmente en el entorno empresarial, los *cloud consumers*, contratan un número específico de accesos para su personal o todos aquellos potenciales usuarios de las aplicaciones, lo que es posible gracias al *multitenancy*²⁰, acordando así una tarifa mensual con el proveedor, de esta manera se sustituye el requerimiento de licencias, en muchos de los casos se trataban de convenios anuales, constituyéndose en una gran ventaja en el aspecto económico. Adicionalmente este servicio se encuentra respaldado por todas las características principales del *cloud computing*.

Los parámetros considerados para la facturación pueden ser el tiempo de uso, la carga transaccional en función del consumo del ancho de banda, o la cantidad de información almacenada por la aplicación en la infraestructura cloud.[29]

1.7 TIPOS DE NUBES

La caracterización del tipo de nubes se realiza en base a su modelo de implementación, existen cuatro posibles escenarios de nubes: públicas, privadas, híbridas y comunitarias, las mismas que son independientes de los modelos de servicio y se presentan como alternativas para satisfacer a la gran mayoría de la demanda con respecto a servicios de *IT*.

²⁰**Multitenancy** hace referencia a una arquitectura de software, donde una instancia de la aplicación sirve para ser utilizada por diferentes clientes.

1.7.1 NUBE PÚBLICA

El concepto de nube pública se basa en que un proveedor pueda compartir su infraestructura física y sus principales recursos computacionales, con todos los usuarios suscritos a los servicios que éste ofrezca, cuya ubicación es desconocida por los usuarios finales para de esta manera despreocuparse así por completo de todo lo concerniente a tareas tanto de operación como mantenimiento. Los clientes acceden mediante una red pública que puede ser internet, no existe ninguna restricción o requerimiento para solicitar un determinado servicio, por ejemplo el de pertenecer a una empresa u organización, todo esto ha sido posible gracias a la virtualización, permitiendo así que los clientes trabajen y sean organizados a través de ambientes virtualizados.

El cliente podrá tener el control de la gestión de algunos de los recursos dependiendo del modelo de servicio que haya adquirido, la nube pública a resultado una solución atractiva para muchas organizaciones en gran parte por sus bajos costos comparada con otras opciones, y su fácil implementación, aunque en cuestiones de seguridad presenta algunas deficiencias.

Con la optimización en la operación y mantenimiento de sus infraestructuras los proveedores de servicios han logrado obtener economías de escala²¹ significativas que constituye un factor importante dentro de este modelo, pudiendo así ofrecer una gran variedad de servicios a bajo costo.[31]

Los procesos de automatización implementados en muchas de las nubes públicas para la entrega de sus servicios, permiten que el usuario pueda auto programar el despliegue de máquinas virtuales de una manera fácil y rápida con la ayuda de plantillas personalizadas o preestablecidas por parte del proveedor. Adicionalmente el nivel de *SLA*²² proporcionado es relativamente alto debido a las infraestructuras con las que cuentan las principales nubes, así mismo tanto la escalabilidad como la flexibilidad son realizadas rápidamente y sin problema

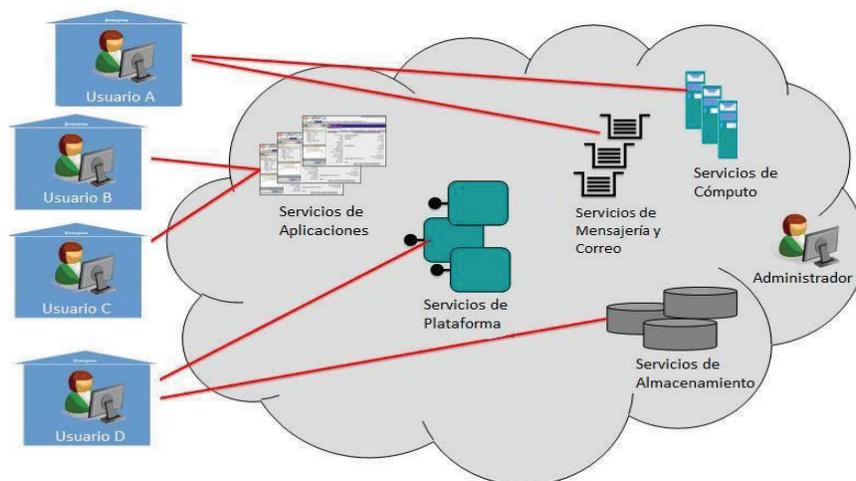
²¹ **Economías de escala** se refiere a las ventajas en términos de costos que una empresa obtiene gracias a la expansión.

²² **SLA** (*Service Level Agreement*) es un contrato escrito entre un proveedor de servicio y su cliente con objeto de fijar el nivel acordado para la calidad de dicho servicio

gracias a la gran capacidad de recursos computacionales con que se cuenta. Entre las principales nubes públicas se tiene: Amazon Web Services, Microsoft Azure, Rackspace.

El modelo de nube pública se presenta como una propuesta de solución para el CAE-P, la misma que será evaluada, tanto en el aspecto técnico como económico, en el capítulo tres del presente proyecto.

La Figura 1.8 ilustra como varios usuarios acceden a diferentes servicios sobre una infraestructura gestionada por un administrador, también se puede ver que los clientes pertenecen a diferentes organizaciones o ambientes de trabajo.



Fuente [32]

Figura 1.8 Modelo de Nube Pública

1.7.2 NUBE PRIVADA

Dentro de la nube privada, como su nombre lo indica el cliente o usuario se desenvuelve dentro de un entorno restringido y seguro, es decir el acceso a los recursos computacionales es de uso exclusivo para los miembros de una determinada organización, de igual manera que en las nubes públicas los servicios son ofrecidos en ambientes virtualizados.[33]

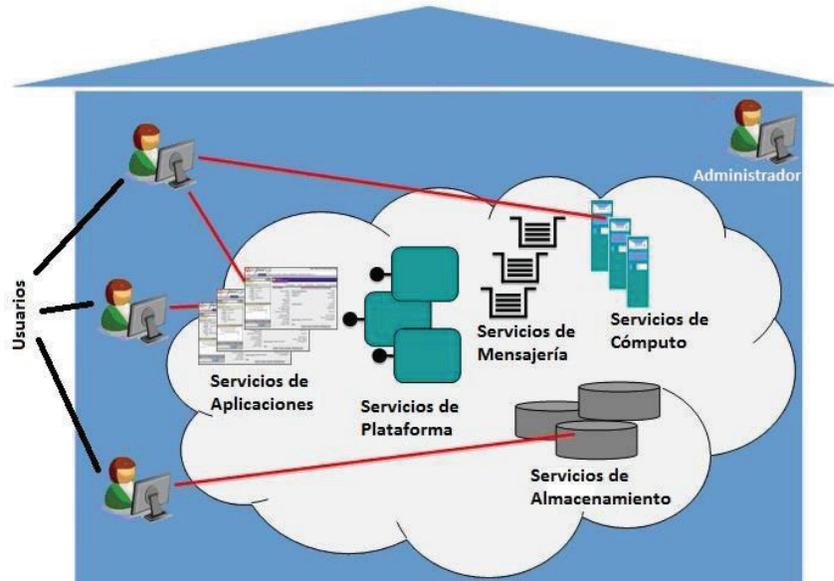
Este modelo puede ser desplegado por medio de un proveedor de servicios de nube, el cual comparte y administra los recursos computacionales físicos, para posteriormente ponerlos a disposición de una compañía específica como un conjunto de servicios que se ajustan a sus necesidades y requerimientos, los mismos que pueden ingresar a través de enlaces dedicados, otra opción es la implementación dentro de los predios de la empresa, para lo que será necesario contar una infraestructura de telecomunicaciones, dicha infraestructura podrá ser gestionada por personal de la empresa o se puede contratar un servicio externo de *outsourcing*.

La seguridad dentro de este modelo es una característica relevante, es por ello que los proveedores permiten el acceso exclusivamente en base a *VPNs (Virtual Private Networks)*, para el caso que la compañía posea el control sobre la infraestructura, *Firewalls*²³ (Corta fuegos) pueden utilizarse, en ambos casos tratando de garantizar la alta confidencialidad en la transmisión de información. [34]

En relación a los costos las nubes privadas pueden resultar poco ventajosas en gran parte por la alta inversión inicial que representa construir y administrar una propia infraestructura, es por ello que instituciones tanto gubernamentales como financieras han implementado esta solución, las nubes privadas permiten la optimización de los centros de datos lo que se ve reflejado en un consumo de energía más eficiente. [33]

La integración de las nubes públicas con las privadas es una gran ventaja del *cloud computing*, lo que da lugar a nubes híbridas si la implementación es permanente, o *bursting* que se trata de un servicio en el cual los proveedores permiten la conexión momentánea entre los dos modelos, para poder manejar los procesos computacionales cuando la demanda sea excesiva y sobre pase los límites, que es capaz de manejar la infraestructura perteneciente a la nube privada. [33]

²³**Firewall** pueden ser implementados en hardware o *software* diseñados para bloquear el acceso no autorizado, permitiendo al mismo tiempo comunicaciones autorizadas.



Fuente [32]

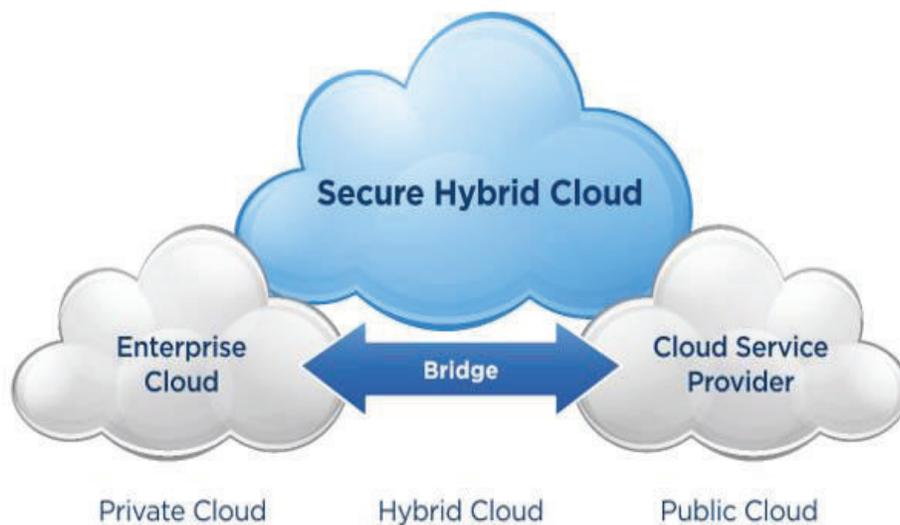
Figura 1.9 Modelo de Nube Privada

En la Figura 1.9 diferencia claramente el modelo privado con respecto al público ya que tanto los usuarios, administrador y la infraestructura de la nube conforman un solo entorno de trabajo más seguro y confiable, el cual puede tratarse de una organización o compañía.

1.7.3 NUBE HÍBRIDA

Las nubes híbridas se forman a partir de la combinación de los modelos público y privado con el propósito de obtener las mejores prestaciones que brindan ambas infraestructuras, de esta manera las empresas pueden organizarse conformando ambientes altamente seguros donde la información requiera un grado mayor de confidencialidad, y otros en los cuales la seguridad no sea un requisito crítico y se pueda trabajar sobre una arquitectura pública. Esto representa un ahorro significativo económico con respecto a la inversión necesaria para implementar todos los servicios de *IT* solo en base a una nube privada, adicionalmente posibilita incrementar la eficiencia de los recursos físicos. [35]

Este tipo de nube se presenta como una opción para aquellas organizaciones que no han optado por un modelo específico, ya sea por cuestiones de seguridad o por un tema económico, la nube híbrida puede levantarse sobre una infraestructura existente, la cual podrá ser utilizada de una forma más eficiente produciéndose una transformación en los centros de datos gracias a las características propias que el *cloud computing* proporciona.



Fuente [37]

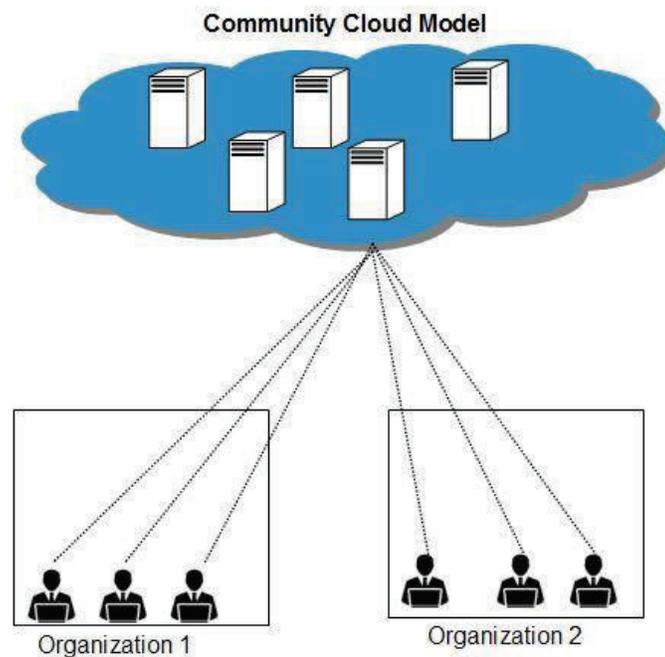
Figura 1.10 Modelo de Nube Híbrida

La implementación de modelos híbridos ha sido impulsada por la interoperabilidad y compatibilidad entre soluciones de diferentes proveedores, lo que permite la integración de servicios de nube pública con los de nube privada, dicha integración resulta totalmente transparente para los usuarios. Algunos proveedores ya cuentan con nubes híbridas en sus carteras de productos para aquellas organizaciones que todavía no han desplegado ningún modelo de *cloud computing*. [36]

En la Figura 1.10 se representa la integración de los dos ambientes el público y el privado, formándose un ambiente híbrido el mismo que también sirve como puente entre los dos.

1.7.4 NUBE COMUNITARIA

La nube comunitaria se puede considerar como una generalización de la nube privada, ya que el acceso a los recursos computacionales se encuentra restringido a un grupo de organizaciones que comparten la infraestructura con un propósito común.



Fuente [38]

Figura 1.11 Modelo de Nube Comunitaria

La implementación de este tipo de nube puede darse mediante un proveedor de servicios a través de un contrato de *outsourcing* para la gestión de la infraestructura, o la otra opción que la nube comunitaria sea establecida sobre las infraestructuras de telecomunicaciones de las organizaciones que formen parte de éste modelo, así serán ellas las encargadas de la administración de la misma.

En la Figura 1.11 se manifiesta el acceso a los recursos sobre una infraestructura compartida por parte de dos organizaciones diferentes, los cuales son de uso exclusivo.

1.8 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CLOUD COMPUTING

El *cloud computing* se ha convertido en una tendencia con una alta demanda en lo que a soluciones de *IT* respecta, esto por sus múltiples beneficios frente a las alternativas tradicionales, pero también existen cuestionamientos a este modelo de computación. A continuación se analizan las principales ventajas y desventajas que el *cloud computing* posee.

1.8.1 VENTAJAS

- Desde el punto de vista económico éste modelo reduce la inversión inicial para poder contar con una infraestructura de *IT*, o poder acceder recursos computacionales por medio de un servicio, adicionalmente permite optimizar las instalaciones que una organización pueda poseer inclusive si se ha optado por una nube privada, todo esto resulta en un consumo mas eficiente de energía.
- Brinda la posibilidad de poseer infraestructuras altamente escalables y flexibles, gracias a estas características los recursos computacionales principales pueden ser incrementados o disminuidos en lapsos de tiempo muy cortos comparados con las alternativas tradicionales, además ésta opción puede ser realizada como una tarea automatizada dependiendo del proveedor y del modelo de servicio de la nube.
- El tiempo que toma la puesta en marcha de los diferentes servicios es considerablemente menor en relacion a los escenarios de hosting y housing.
- El acceso a la información desde cualquier parte del mundo sin importar donde se encuentre ésta, a traves de una red pública o de una red privada virtual.
- La alta disponibilidad que ofrece el proveedor, la cual es formalizada como un mínimo nivel de *SLA*. Así mismo el soporte técnico puede ser realizado

directamente por el proveedor o por un *partner*²⁴ local para tratar eficientemente las solicitudes.

- La interoperabilidad entre los diferentes sistemas operativos y plataformas facilita considerablemente las tareas realizadas manualmente por el administrador de la infraestructura de *IT*.
- Las infraestructuras de nube están equipadas con sistemas de monitoreo y medición del uso de los recursos que facilitan la cobranza y facturación, garantizando que el usuario de los servicios solo paga por lo que consume, los parámetros utilizados para la facturación puede ser: tiempo de uso, número de accesos, volúmen de procesamiento, entre otros dependiendo del proveedor.
- Los sistemas de backup de los centros de datos pueden ser desplegados en la nube con la posibilidad de seleccionar los servicios más críticos y que necesiten ser respaldados, lo que representa un ahorro considerable.
- Estimación del costo aproximado a ser facturado, ya que, los principales proveedores de nube pública cuentan con calculadoras que permiten prever un presupuesto de acuerdo a los servicios de nube requeridos.
- El autoprovisionamiento, es decir, la posibilidad que el usuario pueda solicitar más servicios modificarlos o eliminarlos sin necesariamente depender del proveedor.
- Finalmente como ventaja se tiene la integración entre los modelos de servicios así como los tipos de nubes, los cuales permiten a los usuarios desarrollarse en escenarios de trabajo equipados con cada una de las prestaciones según el modelo de servicio requerido.

²⁴ **Partner** Se refiere a la empresa o persona encargada de comercializar los productos de un determinado proveedor de servicios, otorgándoles soporte especializado y certificado.

1.8.2 DESVENTAJAS

- El ancho de banda sigue siendo una limitante para que el *cloud computing* pueda ser aprovechado en todo su potencial, debido a la alta demanda los volúmenes de información transmitida a través de los canales de comunicaciones, los mismos que provocan latencias elevadas en el uso de los recursos, o fallas en el funcionamiento.
- Las nubes no garantizan un 100% de seguridad, al otorgar la administración de la información de los miles de usuarios a proveedores externos, no siempre se tiene la garantía de un manejo adecuado en los procesos de seguridad, la ética del personal que administra y la tecnología que garantice la disponibilidad y confidencialidad de información.
- La normativa legal de esta tecnología no está completamente estructurada en todas las ubicaciones geográficas donde se ofrecen servicios de nube, algunos de los países desarrollados han implementado ya regulaciones específicas, mientras que en otros países no existe todavía una política definida.
- La restricción para poder migrar servidores con versiones de sistemas operativos desactualizados, por lo que puede ser necesario realizar una actualización previa del *software* antes de producirse la migración, lo cual representa un costo adicional.
- Los proveedores de nube al ofrecer autoservicio y capacidad de cómputo a miles de usuarios, se dificulta el control de un uso adecuado de los servicios de nube.

1.9 ASPECTOS LEGALES DE LA COMPUTACIÓN EN LA NUBE

Si bien es cierto el desarrollo tecnológico siempre está un paso por delante de las normativas legales, existen organizaciones internacionales sin fines de lucro, que han promovido la normativa del cómputo en la nube. A continuación se presentan

las principales organizaciones cuyas normativas o recomendaciones están contempladas para este análisis.

EL *CSA (Cloud Security Alliance)* es uno de los entes normativos más importantes encargado de impulsar políticas de seguridad, cumpliendo también con la tarea de capacitar e informar sobre el uso de mejores prácticas en temas de seguridad de la nube.

El *NIST (National Institute of Standards and Technology)* es un ente de estandarización de los nuevos desarrollos tecnológicos de los Estados Unidos, que cuenta con el apoyo de la *CSA* para la creación de estándares en lo que a temas de nube respecta.

La *ISO (International Organization for Standardization)* también ha contribuido con estándares y normas para velar tanto por la privacidad y seguridad de la información de los usuarios.

En el Ecuador no existe una normativa vigente que regule directamente esta tecnología, sin embargo, a nivel estatal existe el Registro Oficial N° 165, el cual menciona lo siguiente: *“La contratación, acceso y uso de servicios de correo electrónico en la internet (Nube) no está permitida para uso institucional o de servidores públicos, con empresas privadas o públicas cuyos centros de datos, redes (salvo la Internet), equipos, software base y de gestión de correo electrónico y cualquier elemento tecnológico necesario, se encuentren fuera del territorio nacional; y adicionalmente, sin las condiciones de los servicios que tales empresas prestaren no se sometan a la Constitución y Leyes Ecuatorianas”*[39]

La resolución enunciada el 20 de Enero del 2014 no presenta ningún inconveniente para el cumplimiento de los objetivos del presente análisis ya que el CAE-P no es una institución pública ni representa a ninguna instancia del estado ecuatoriano.

Adicionalmente instituciones como la Superintendencia de Bancos y Compañías, han realizado reformas a las leyes para regular el acceso a este modelo de servicios ajustándose a la realidad nacional.

Existen regulaciones impuestas a los canales electrónicos por la Superintendencia de Bancos y Seguros que son aplicables a los servicios de nube, entre las más importantes tenemos:

- Procedimientos de monitoreo de la efectividad de los niveles de seguridad implementados en *hardware*, *software*, redes y comunicaciones, así como en cualquier otro elemento electrónico o tecnológico utilizado en los canales electrónicos.
- Utilización de técnicas de encriptación acordes con los estándares internacionales vigentes para el envío de información confidencial de los clientes y la relacionada con tarjetas, así como para la transmisión de información entre el canal electrónico y el sitio principal de procesamiento de la entidad.
- Instalación en todos sus canales electrónicos de *software* antimalware.
- Procedimientos para monitorear, controlar y emitir alarmas en línea que informen oportunamente sobre el estado de los canales electrónicos, con el fin de identificar eventos inusuales, fraudulentos o corregir las fallas.
- Incorporar en los procedimientos de administración de la seguridad de la información controles para impedir que funcionarios de la entidad que no estén debidamente autorizados tengan acceso a consultar información confidencial.[40]

Las regulaciones enunciadas están directamente relacionadas con la transmisión de la información a través de redes de datos lo cual está enmarcado dentro de las

principales características del *cloud computing*, por lo cual todas estas normas son aplicables a los servicios de nube.

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA DEL CAE-P

2.1 INTRODUCCIÓN

El Colegio de Arquitectos del Ecuador sede Pichincha (CAE-P) es una organización sin fines de lucro; se establece en 1962 y es una de las agrupaciones más antiguas del país. Se creó con el objetivo de defender los derechos de los arquitectos, al igual que supervisar el desarrollo planificado de las ciudades y la calidad de la obra arquitectónica. [41]

En la actualidad, la modificación de las leyes nacionales y locales ha obligado a reorganizar las funciones del CAE-P, manteniendo sus objetivos y optimizando sus recursos mediante el uso de la tecnología. En su afán de ofrecer un servicio de calidad a sus miembros, y a los habitantes del Distrito Metropolitano de Quito el colegio se ha propuesto realizar cambios en la administración de su infraestructura tecnológica, debido a que las necesidades y requerimientos del colegio no han sido cubiertos satisfactoriamente por el personal de soporte y *outsourcing* que la institución contrató.



Fuente [Elaboración propia]

Figura 2.1 Ubicación del Colegio de Arquitectos de Pichincha

El centro de datos se encuentra ubicado junto a las instalaciones donde funciona el CAE-P, cuya dirección es Núñez de Vela N35-204 e Ignacio San María, tal como se muestra en la Figura 2.1.

La mejora del centro de datos y la optimización de recursos de tecnología, han derivado en evaluar los servicios de la nube y poner a la institución a la vanguardia de servicios.

2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES QUE CONFORMAN EL DATA CENTER DEL CAE-P

Como parte del análisis planteado se va a describir los principales elementos activos de la red, es decir los dispositivos que se encargan de distribuir la información ocupando cierto ancho de banda en una red.

En la Tabla 2.1 se presenta, un inventario de los equipos que pueden ser optimizados en un escenario de nube como se propone en el capítulo tres.

CANTIDAD	EQUIPO
1	UPS APC SMART SURTA 3000XL
1	Aire acondicionado ComfortStar
4	Servidores HP DL360 g5
4	Servidores HP DL 380 g5
2	Switches Cisco 2960 / 24TT-L
1	Switch Cisco 2960 / 48TT-L
1	Router Cisco1841
2	Acces point Trend NetTEW-638APB
1	Cable modem Motorola SB5101
1	Central telefónica Panasonic KX-TES824

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 2.1 Inventario de equipos que pueden ser optimizados en la nube

Hoy en día la institución dispone de varios servicios: almacenamiento, red, alojamiento de aplicaciones, autenticación, correo interno, backups, firewall, por todos estos servicios que ofrece el centro de datos, éste es parte fundamental en las operaciones que la institución realiza diariamente.

2.3 ANÁLISIS TÉCNICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL DATA CENTER DEL CAE-P

El centro de datos o *data center* del CAE-P está conformado por las siguientes áreas y sistemas:

- Sala de Equipos
- Sistema de Energía Eléctrico
- Sistema de Refrigeración de IT
- Sistemas de Seguridad
- Sistemas de Telecomunicaciones

Después de varias inspecciones rigurosas se ha podido observar que dichos sistemas requieren de mantenimiento, y en algunos casos adecuaciones las cuales serán tratadas en el numeral 2.4.

A continuación se va analizar el equipamiento con que cuenta cada una de las áreas y sistemas enunciados anteriormente.

2.3.1 SALA DE EQUIPOS

Comprende el espacio físico designado para alojar los equipos de telecomunicaciones, servidores y componentes tales como *racks*, *patch panel* y *patchcords*, al igual que el cableado que interconecta estos equipos. Para el caso del CAE-P la sala de equipos tiene un área de 15m², la misma que se encuentra en la terraza del edificio junto a las instalaciones operativas de la institución.

En general, se observa que la sala de equipos cumple con las recomendaciones y normas de diseño básicas en un *data center* pequeño, las instalaciones se encuentran en buen estado, dentro de las observaciones referentes a esta área

se tiene que algunos puntos de conexión, en los *patch panels* no se encuentran debidamente identificados con sus etiquetas respectivas y el personal de sistemas desconoce la funcionalidad de los mismos.

Adicionalmente se dispone de dos armarios de telecomunicaciones los cuales son los encargados de recoger el cableado horizontal, desde las estaciones de trabajo y enrutarlo hacia la sala de equipos, estos están ubicados en la secretaria de Presidencia y en la Oficina de Administración de la Institución.

2.3.2 SISTEMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La fuente de energía eléctrica proviene del sistema eléctrico público proporcionado por la Empresa Eléctrica Quito, la distribución de la energía eléctrica dentro de la institución se realiza a través de dos tableros de distribución un principal y un secundario, el secundario provee energía a los equipos de telecomunicaciones, mientras que el principal alimenta las demás áreas que cuenta la institución.

Especificaciones técnicas	Detalle
Potencia de salida máxima	2100 W / 3 kVA
Voltaje de salida	120 V +/- 3%
Frecuencia de salida nominal	60 Hz
Voltaje de entrada	90 V – 150 V
Tipo de onda de salida	Senoidal
Frecuencia de entrada	40 – 70 Hz
Número de baterías	2
Interfaz de comunicación	DB-9 Rs-232
Alarma	Si sonora y visible
Potencia de entrada	800 W carga de batería
Tiempo de recarga	2.5 h

Fuente [42]

Tabla 2.2 Características técnicas de UPS APC 3 KVA SMART SURTA 3000XL

El voltaje observado oscila entre los 118 V y 121 V, tomando en cuenta que el voltaje de salida del UPS ((Uninterruptible Power Supply) es de 120 V con una distorsión menor del +/- 3% como indican las especificaciones técnicas dispuestas por el fabricante en Tabla 2.2, no se presentan mayores novedades con respecto al funcionamiento del sistema eléctrico.

El colegio cuenta con un UPS (Uninterruptible Power Supply) de marca APC el cual se encarga de abastecer de energía, por pocos minutos (7min.) en caso de interrupción de la energía eléctrica, a través de dos baterías, también es el responsable de estabilizar el voltaje y eliminar armónicos que pueden afectar al correcto funcionamiento de los equipos, las características técnicas se observan en la Tabla 2.2.

En la Tabla 2.3 se estima el consumo aproximado de energía de los principales equipos en los racks, para determinar si la carga es satisfecha por el UPS o se requiera de otro equipo con mayor capacidad, para lo cual se consideró el consumo máximo de energía de dichos equipos.

CANTIDAD	EQUIPO	POTENCIA
4	Servidores HP DL360 g5	480 W
4	Servidores HP DL 380 g5	480 W
1	Switches Cisco 2960 / 24TT-L	28 W
2	Switch Cisco 2960 / 48TT-L	90 W
1	Router Cisco1841	50 W
1	Cable modem Motorola SB5101	9 W
1	Central telefónica Panasonic KX-TES824	45 W
2	Acces point Trend Net TEW-638APB	12 W
TOTAL:		1.194 W

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 2.3 Consumo de energía de los principales equipos

Como se aprecia en la tabla la carga en el data center es cubierta por el UPS instalado, ya que, éste puede manejar hasta 2100 W y la demanda actual es de

1.194 W, e incluso podría soportar un incremento de la carga sin afectar las funciones operativas del *data center*.

Con el fin de velar por la alta disponibilidad así como un servicio ininterrumpido y de calidad, se sugiere disponer de un generador en caso de que el servicio público de energía falle, el detalle se describe en la tabla 2.24

2.3.3 SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE IT

La temperatura dentro de los centros de datos es un factor crítico es por ello que se debe instalar aires acondicionados de precisión, capaces de mantener los valores adecuados de temperatura y humedad. La institución cuenta con un aire acondicionado de confort marca ComfortStar CARAT12CD de 12000 BTU, cuya unidad externa también llamado condensador se encuentra en la parte exterior del centro de datos y la unidad interna esta instalada en el techo del centro de datos. A continuación en la Tabla 2.4 se muestran las principales características.

Especificaciones Técnicas	Detalle
Capacidad de enfriamiento	12000 BTU/H
Voltaje	115 V
Frecuencia	60 Hz
Potencia de entrada	950 W
Nivel de ruido (unidad interna)	38 dB
Nivel de ruido (unidad externa)	53 dB

Fuente [43]

Tabla 2.4 Características técnicas del aire acondicionado ComfortStar CARAT12CD

Por la sensibilidad de los equipos de comunicaciones con respecto a los niveles de temperatura se recomienda, usar aires acondicionados de precisión y medidores de control de temperatura y humedad.

2.3.4 SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES

La infraestructura de telecomunicaciones comprende todos los elementos activos y pasivos de comunicaciones, que permiten el transporte de la información para que los usuarios puedan acceder a los servicios de la infraestructura de *IT*.

El cableado estructurado constituye la parte pasiva dentro de las infraestructuras de telecomunicaciones, establece las condiciones y requerimientos para la correcta conectorización de los diferentes equipos de telecomunicaciones, en base a normas y estándares internacionales.

Para el caso específico del CAE- P se observa que el cableado dentro del centro de datos es enrutado a través de bandejas metálicas instaladas sobre el techo falso, el cable utilizado es UTP categoría 6 y marca Levington que trabaja a velocidades de hasta 100 Mbps y un ancho de banda de 200 MHz.

La organización de los *patch cords* y el montaje físico de los equipos se cuenta con dos *racks*, uno de ellos cerrado para los servidores y el otro abierto para los restantes equipos de *networking*.

La conexión de los equipos de comunicaciones con las estaciones de trabajo se la realiza mediante 3 *patch panels* marca Siemon de 48 puertos, dos de ellos ubicados en los armarios de telecomunicaciones y uno en el *rack* dentro del centro de datos, para el cableado vertical o *backbone* se utiliza cable UTP categoría 6A, el mismo que es transportado a través de los ductos que conectan todos los pisos del edificio.

Para tener una mejor idea de la ubicación de los diferentes equipos, y la forma en que se interconectan para permitir el paso de la información es necesario describir primeramente, la topología física y a continuación la topología lógica de la red del CAE-P.

2.3.4.1 Topología física

La topología física nos permite identificar la ubicación física de los diferentes elementos de red del CAE-P, la misma que consiste en una topología en estrella, está implementada en base a cable UTP categoría 6, el proveedor del servicio de Internet ISP es TV Cable cuya velocidad promedio es de 5 Mbps con compartición 4:1.

El servicio de internet llega a las instalaciones a través de una red mixta compuesta por fibra óptica y cable coaxial, dicha red se interconecta a la red interna del CAE-P a través de un cable *modem* marca Motorola, éste se conecta al servidor *proxy - firewall* como medida de protección de accesos no autorizados hacia la información de la institución.

El servidor *proxy - firewall* establece una frontera entre la red externa del *ISP* y la red interna del CAE-P, el cual a su vez se conecta al *router* Cisco que se encarga de hacer el enrutamiento entre las tres *VLANs* (*Virtual Local Area Networks*) configuradas en los *switches* de acceso, conectado al *router* a través de un enlace troncal se encuentran uno de los tres *switches* que conforman la capa de acceso, se trata de un *switch* marca Cisco 2960 de 24 puertos.

Los dos *switches* restantes son también cisco 2960 pero de 48 puertos, estos tres *switches* están interconectados por medio de enlaces troncales y son los encargados de establecer la red *LAN* (*Local Area Network*) conformada aproximadamente de 80 estaciones, 7 servidores y dos *APNs* (*Access Points*) cuyo fabricante es Trend-Net, estableciendo dos redes *WLAN* (*Wireless Local Area Network*) denominadas Audiovisuales y Sala de Directorio.

En la Figura 2.2 se muestra la topología física la cual indica la ubicación de los diferentes servidores y principales elementos que conforman la infraestructura de *IT*.

2.3.4.2 Topología lógica

La topología lógica es del tipo bus, es decir, los *host* para comunicarse generan *broadcast*, para evitar problemas generados por tormentas de *broadcast* la red cuenta con segmentación mediante tres *VLANs*, configuradas en los *switches* Cisco.

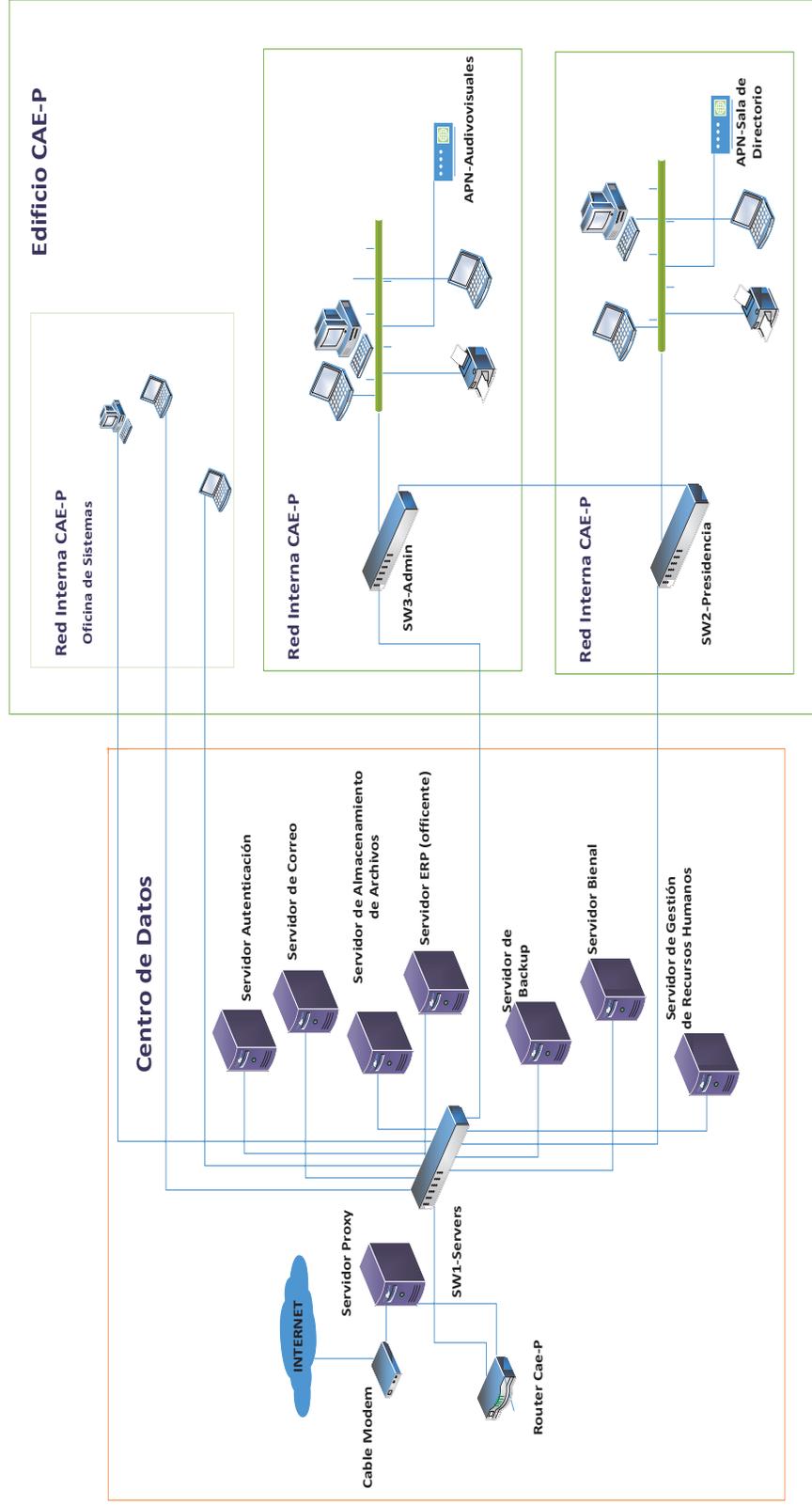
En la Tabla 2.5 se observa el direccionamiento IP utilizado para la segmentación de la red del CAE-P, en la Figura 2.3 se observa la topología lógica de la red del CAE-P con el direccionamiento IP de todos los componentes que en su mayoría pertenecen a la VLAN 2.

Nombre de la VLAN	Número de la VLAN	Dirección IP de la VLAN
Servicios CAEP	2	192.168.2.0/24
DMZ	4	192.168.4.0/24
WLAN	6	192.168.6.0/24

Fuente [Elaboración propia]

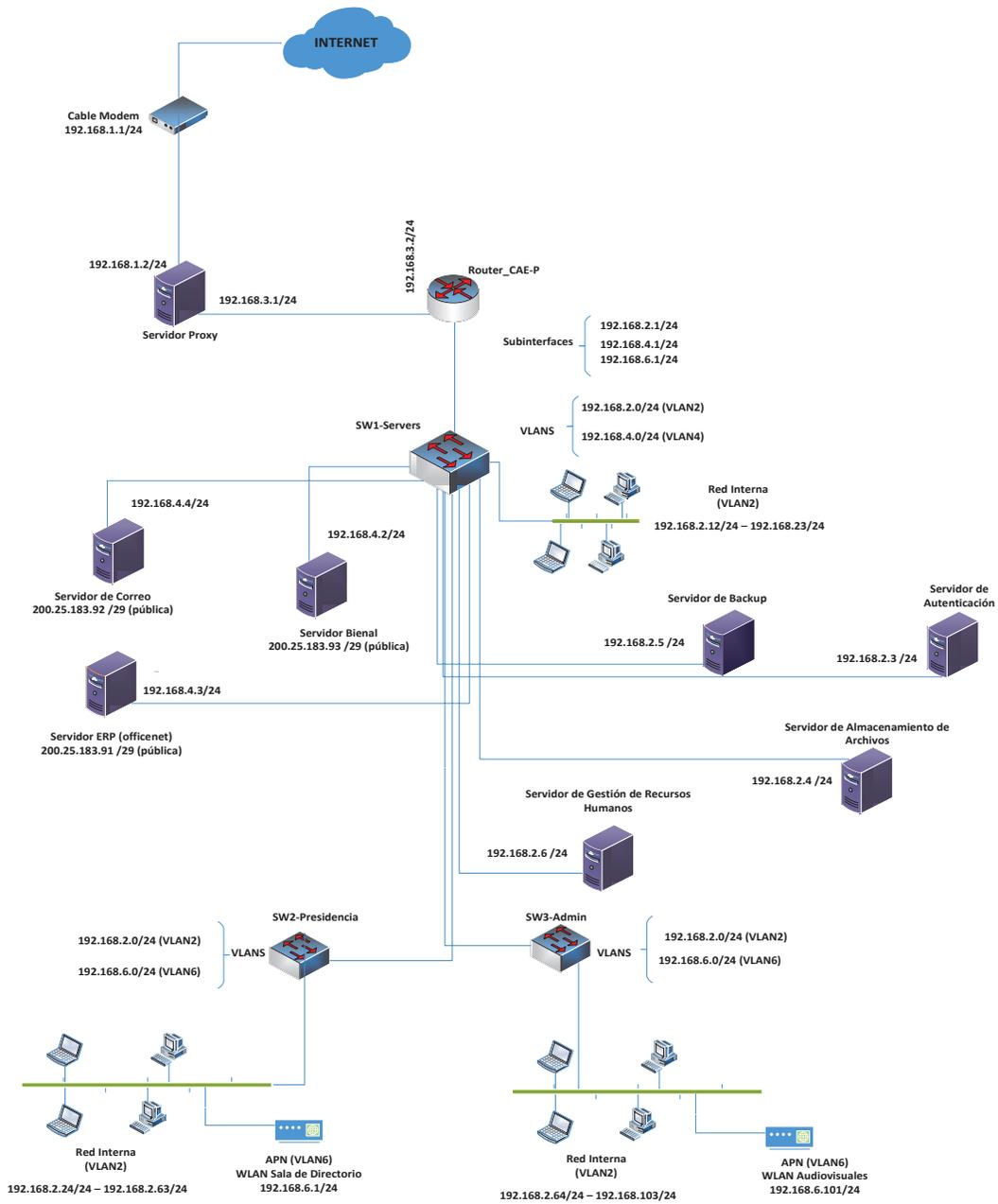
Tabla 2.5 Direccionamiento IP de las VLANs en la red del CAE-P

En la Figura 2.3 se observa la topología lógica de la red del CAE-P con el direccionamiento IP de todos los componentes que en su mayoría pertenecen a la VLAN 2.



Fuente [Elaboración propia]

Figura 2.2 Topología física del CAE-P



Fuente [Elaboración propia]

Figura 2.3 Topología lógica del CAE-P

2.3.4.3 Servidores

El CAE-P cuenta con una red interna conformada por 8 servidores que ofrecen varios servicios como se presenta en la Tabla 2-6.

SERVIDOR	VLAN
1. Proxy/Firewall	
2. Autenticación	VLAN 2 Servicios CAEP
3. Almacenamiento de archivos	VLAN 2 Servicios CAEP
4. Backup	VLAN 2 Servicios CAEP
5. Gestión de recursos humanos	VLAN 2 Servicios CAEP
6. Plataformas para inscripciones de conferencias internacionales de arquitectura (Bienal)	VLAN 4 DMZ
7. ERP (office net)	VLAN 4 DMZ
8. Correo electrónico	VLAN 4 DMZ

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 2.6 Principales servicios en los servidores de la red con sus respectivas VLANs

Para analizar la factibilidad técnica económica planteada en el capítulo tres se tomará en cuenta los siguientes parámetros de cada uno de los servidores.

- Memoria Usada medida en Gigabytes.
- Capacidad de disco utilizado medido en Gigabytes

- Carga de CPU medido en porcentaje
- Tráfico entrante y saliente por cada interfaz medido en kilobits/segundo

El monitoreo de los parámetros enunciados planteado en el alcance del presente proyecto se realizó con la ayuda de la herramienta Cacti, la cual puede analizar equipos con sistemas operativos tanto Linux como Windows.

Cacti se trata de un *software* libre que funciona junto con *RDtool*²⁵ y almacena la información en bases de datos proveniente de los diferentes equipos de red, a través del protocolo de gestión de red *SNMP*²⁶. La instalación y configuración del *software* Cacti se adjunta en el Anexo A.

A continuación se detallan las principales características de los servidores que conforman la red del CAE-P, y su situación actual presentada en tablas de acuerdo a los resultados que se obtuvieron con la herramienta Cacti en un período de un mes.

2.3.4.3.1 Servidor Proxy – Firewall

Este servidor establece una frontera entre la red externa del *ISP* y la red interna del CAE-P, permite filtrar el tráfico entrante para garantizar el uso adecuado del servicio de internet por parte de los miembros de la institución, adicionalmente actúa como *firewall* filtrando tanto el tráfico entrante y saliente, pudiendo bloquear el mismo de acuerdo a su configuración como una medida de protección ante ataques informáticos y accesos no autorizados, también realiza la resolución de dominios actuando como un servidor *DNS* (*Domain Name Server*).

El *hostname* para identificarlo es **Proxy**, posee dos tarjetas de red la primera de ellas Eth0 con la dirección IP 192.168.1.2 /24, mientras que para la otra Eth1 es 192.168.3.1 /24, funciona con un sistema operativo Ubuntu 12.04.

²⁵ **RDtool**. Se trata de una herramienta que trabaja con una base de datos que maneja una cantidad de datos fija, definida en el momento de crear la base de datos, y un puntero al elemento actual.

²⁶ **SNMP** (*Simple Network Management Protocol*) es un protocolo de gestión de red a través del intercambio de información entre dispositivos de red.

En la Tabla 2.7 están las principales características del servidor Proxy al igual que el nivel de uso promedio mensual de sus recursos.

Características	Detalle	Uso promedio mensual de los recursos				
		Entrante		Saliente		
Memoria RAM	2 GB	0.8 GB				
Disco	350 GB	20 GB				
Procesador	Dual core 2.67 GHz	10%				
Modelo	HP DL 360	NA				
Función	Proxy, firewall, internet.	NA				
Sistema operativo	Ubuntu 12.04	NA				
Interfaces de red	2 NICS					
		Eth 0	0.41 Mbps	3.66 Mbps (máximo)	0.2 Mbps	2.89 Mbps (máximo.)
		Eth 1	0.2 Mbps	2.9 Mbps (máximo)	0.46 Mbps	3.88 Mbps (máximo)

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 2.7 Características técnicas del servidor Proxy HP DL 360

En la Tabla 2.7 se observa que en el periodo de evaluación el uso promedio de memoria del servidor, es de 0.8 GB de un total de 2 GB, lo cual indica que éste recurso es usado a menos del 50% que es un valor aceptable para el correcto funcionamiento del servidor, para el caso del uso del disco es de 20 GB de un total de 350 GB, debido a que el personal no almacena ninguna información en el equipo, por ello el servidor dispone de suficiente espacio para almacenamiento en

caso que se requiera, igualmente el uso de CPU promedio es bajo, en porcentaje se tiene 10%, por lo que no hay problemas en el funcionamiento de éste servidor.

El tráfico entrante en Eth0 es aquel que se transmite desde la red del proveedor y que debe someterse a un filtrado realizado en éste servidor, mientras que el saliente proviene desde la red interna del CAE-P a través de la Eth1 del mismo servidor, una vez que ha pasado el filtro respectivo y se conduce hacia la red del *ISP*, el cual permite estimar la ocupación del uso del canal, se toma como referencia los picos con respecto a la tasa de transmisión durante el periodo de evaluación, siendo el mayor de 3.66 Mbps de entrada y 2.89 Mbps de salida, considerando que la capacidad entregada por el proveedor es de 5 Mbps no existe saturación del canal.

La segunda interfaz de red que posee el equipo es Eth1 igualmente se determinó el tráfico entrante desde el servidor Proxy hacia la red interna del CAE-P, después de haber sido filtrado, y viceversa, el tráfico saliente cuyo origen es la red interna y se somete al proceso de filtrado de acuerdo a las configuraciones del servidor, y se lo transmite hacia la red del *ISP* obteniendo una salida al internet. Los valores máximos de la tasa de transmisión obtenidos son 3.88 Mbps de salida y 2.9 Mbps de entrada, considerando las características del servidor no se registran inconvenientes.

2.3.4.3.2 Servidor de Autenticación

Este servidor contiene las cuentas de usuario, así, los usuarios que intenten acceder a las diferentes carpetas compartidas de cada uno de los servidores que conforman la red interna del CAE-P son autenticados a través de éste servidor, dichas cuentas se asignan de acuerdo a la función que desempeñan los trabajadores dentro de la institución, estableciéndose niveles de administración y accesibilidad de los recursos, el administrador de la red del CAE-P es el que cuenta con la mayor prioridad sobre todo los recursos.

Su *hostname* es **Admin** cuya dirección IP es 192.168.2.3/24, cuenta con un sistema operativo Windows Server 2003 con su respectiva licencia.

En la Tabla 2.8 se presenta el detalle del servidor de autenticación y los resultados del monitoreo de los principales recursos del servidor.

Características	Detalle		Uso promedio mensual de los recursos			
Memoria RAM	2 GB		1.3 GB			
Disco	500 GB		125 GB			
Procesador	Dual core de 2.5 Ghz		73%			
Modelo	HP DL 360		NA			
Función	Autenticación.		NA			
Sistema operativo	Windows server 2003		NA			
Interfaces de red	1 NIC		Entrante		Saliente	
		Eth 0	0.68 Mbps	4.88 Mbps (máximo)	0.75 Mbps	5.90 Mbps (máximo)

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 2.8 Principales características técnicas del servidor de autenticación HP DL 360

Como resultado se observa que en el periodo de evaluación el uso promedio de memoria es de 1.3 GB de un total de 2 GB, lo cual indica que éste recurso es usado frecuentemente por las características propias del rol que cumple dentro de la red, por lo que se hace necesario aumentar la memoria para abastecer de mejor manera las solicitudes de los usuarios, en el uso del disco se tiene un valor promedio de 125 GB, éste servidor almacena en una base de datos las diferentes cuentas de usuarios y configuraciones de autenticación, el equipo dispone de suficiente espacio para almacenamiento en caso que se necesite, el uso del recurso de procesamiento es alto teniéndose un 73 %, lo cual está relacionado con la utilización elevada de memoria.

Posee una única interfaz donde el tráfico entrante son las solicitudes realizadas por los usuarios de éste servicio, mientras que el saliente se refiere a la respuesta

que da el servidor a las solicitudes, para el periodo de evaluación los valores promedios de tasa de transmisión que se tiene son 0.68 Mbps de entrada y 0.75 Mbps de salida, considerando que el servicio maneja volúmenes livianos de información y la máxima tasa de transmisión de 100 Mbps de la red interna, no existe problemas relacionados con latencias o pérdidas de información.

2.3.4.3.3 Servidor de Almacenamiento de Archivos

Quizá una de los servidores más importantes, ya que, su vital función es almacenar toda la información relacionada con diseños arquitectónicos y planos, el colegio dispone de un servidor HP, su *hostname* es **File Server** cuya dirección IP de su única interfaz de red Eth0 es 192.168.2.4 /24, funciona con un sistema operativo Ubuntu 12.04.

Características	Detalle	Uso promedio mensual de los recursos			
Memoria RAM	2 GB	1.8 GB			
Disco	1000 GB	800 GB			
Procesador	Dual core de 3 GHz	80%			
Modelo	HP DL 360	NA			
Función	Almacenamiento de archivos.	NA			
Sistema operativo	Ubuntu 12.04	NA			
Interfaces de Red	1 NIC	Entrante		Saliente	
		Eth 0	0.47Mbps	3.88 Mbps (máximo)	0.33Mbps

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 2.9 Principales características técnicas del servidor de almacenamiento de archivos HP DL 360

En la Tabla 2.9 se tiene las características del servidor File Server y el uso promedio mensual de los recursos de hardware.

En el periodo de evaluación el uso promedio de memoria es de 1.8 GB de un total de 2 GB, lo cual indica que éste recurso es constantemente utilizado, para atender las solicitudes de los trabajadores del CAE-P, por lo tanto se requiere especial atención y se debe incrementar la memoria para que el sistema no presente respuestas tardías.

El uso del almacenamiento es alto, ya que se guardan los registros arquitectónicos, el uso promedio es 800 GB de un total de 1000 GB, los requerimientos actuales hacen que la capacidad de almacenamiento este muy cerca de agotarse, y se recomienda la adquisición de un módulo de expansión para satisfacer la demanda actual y futura.

El CPU es utilizado frecuentemente lo que está directamente relacionado con el uso los recursos anteriores, en la gráfica se aprecia que el uso promedio en porcentaje es del 80%, por lo que se requiere tomar medidas, la opción principal puede estar en mejorar el desempeño con un aumento de la capacidad de la memoria RAM, igualmente que en el servidor anterior posee una sola interfaz de red, el tráfico entrante representa las solicitudes realizadas por los usuarios de éste servicio, mientras que el saliente se refiere a la respuesta que da el servidor a las solicitudes, para el periodo de evaluación los valores promedios de la tasa de transmisión que se tiene son 0.47 Mbps de entrada y 0.33 Mbps de salida, considerando la máxima tasa de 100 Mbps la tasa de transmisión de la red se tiene valores bajos debido a los problemas relacionados con el uso de memoria y CPU.

2.3.4.3.4 Servidor de Respaldo o Backup

Como una medida de seguridad se dispone de un servidor de *backup* donde se almacena la información más crítica que la institución maneja, la misma que en caso de una posible pérdida puede representar problemas económicos y operativos, esta tarea se la realiza generalmente en la noche cuando no se están

ocupando los servicios por parte del personal del CAE – P, su *hostname* es **Backup**, tiene una interfaz de red con la dirección IP 192.168.2.5 /24, trabaja sobre un sistema operativo Windows Server.

En la Tabla 2.10 se muestran las características del servidor de Backup y el nivel de uso promedio mensual de los recursos, durante las tareas en las que se respalda la información más crítica del CAE-P.

En el periodo de monitoreo el uso promedio de memoria es de 800 MB de un total de 4 GB, pero para este servidor se considera los valores máximos, debido a que este servicio se lo realiza en las noches o los fines de semana el valor a tomar en cuenta debe ser de 3.2 GB lo cual indica que éste recurso es fuertemente utilizado durante varias tareas simultaneas de *backup*, por lo cual puede ser necesario adquirir un sistema de cintas.

Características	Detalle	Uso promedio mensual de los recursos				
		Entrante		Saliente		
Memoria RAM	4 GB	800 MB		3.2GB (máximo)		
Disco	2 TB	1TB				
Procesador	Core duo de 2.5Ghz	30%		100% (máximo)		
Modelo	HP DL 380	NA				
Función	Backup	NA				
Sistema operativo	Windows server 2003	NA				
Interfaces de Red	1 NIC					
		Eth 0	28 Mbps	15.55 Mbps (máximo)	0.16 Mbps	0.45 Mbps (máximo)

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 2.10 Principales características técnicas del servidor de backup HP DL 380

La capacidad libre de almacenamiento bordea el 50%, es decir 1TB, esto porque se realiza respaldo de una parte de la información generada por institución debido a que no se cuenta con un sistema adecuado de respaldos, por lo que se debe tomar medidas, como considerar cintas para optimizar el espacio y los costos.

El uso de CPU promedio es bajo pero igualmente que en la memoria se considera los valores picos, que se presentan cuando se realizan varias tareas simultáneas y se llega hasta el 100%, lo cual puede provocar que se generen errores durante la tarea de *backup* o pérdida de la información. Por ello se debe considerar optimizar el sistema de respaldo o colocar más capacidad de procesamiento.

El tráfico entrante a través de la interfaz son las peticiones realizadas por los usuarios de éste servicio, mientras que el saliente es considerablemente menor ya que no se han realizado tareas de restauración de la información, para el periodo de evaluación los valores promedios de tasa de transmisión que se tiene son 2.8 Mbps de entrada y 0.16 Kbps de salida, considerando la máxima tasa de 100 Mbps y las características del servidor es aceptable.

2.3.4.3.5 *Servidor de Gestión de Recursos Humanos*

Se trata de un servidor dedicado que aloja una importante herramienta administrativa de la institución, se trata del *software* Unit 4 con el cual se gestiona el capital humano y todo lo concerniente al área de gestión del talento humano, el *hostname* para identificarlo es **RRHH** y la dirección IP es la 192.168.2.6/24. Este servicio es implementado en un equipo marca HP, el sistema operativo con el que trabaja se trata de un Windows server 2003.

En la Tabla 2.11 se detalla las especificaciones técnicas del servidor de Gestión de Recursos Humanos, y los resultados obtenidos durante el periodo de monitoreo de recursos de *hardware*.

El uso promedio de memoria es de 1.5 GB de una capacidad máxima de 4 GB, de lo que se concluye que este servicio no presenta mayores problemas y su rendimiento es óptimo, la capacidad libre de almacenamiento bordea el 40%, es

decir 300 GB de los 750 GB totales, ya que al tratarse de un servidor dedicado contiene información relacionada al área de recursos humanos de la institución, existe suficiente capacidad de este recurso, el uso de CPU promedio es del 30%, en general no presenta mayores problemas en cuanto a este recurso.

Características	Detalle	Uso promedio mensual de los recursos			
		Entrante		Saliente	
Memoria RAM	4 GB	1.5 GB			
Disco	750 GB	300 GB			
Procesador	Dual Core de 2.5 Ghz	30%			
Modelo	HP DL 380	NA			
Función	Gestión de recursos humanos.	NA			
Sistema operativo	Windows server 2003	NA			
Interfaces de Red	1 NIC				
		Eth 0	0.52 Mbps	1.45 Mbps (máximo)	0.44 Mbps

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 2.11 Principales características técnicas del servidor de gestión de recursos humanos HP DL 380

El tráfico entrante que se genera durante las sesiones que establecen los usuarios para cumplir los requerimientos del área de recursos humanos, no se registra mayor actividad saliente, los valores máximos de tasa de transmisión que se tiene son 0.52 Mbps de entrada y 0.44 Mbps de salida, tomando en cuenta la máxima tasa de 100 Mbps y las características del servidor es aceptable.

2.3.4.3.6 Servidor Bienal

Se trata de una plataforma en la cual se permite la inscripción a seminarios o congresos internacionales de arquitectura, al mismo tiempo que se puede compartir recursos digitales sobre las nuevas tendencias arquitectónicas, adicionalmente aloja la página web del CAE-P, este servidor cuenta con dos interfaces de red, la primera de ellas se le asignado una IP pública 200.25.183.93 /29, la otra interfaz se usa para la red interna con la siguiente dirección IP 192.168.4.2 /24, el *hostname* de este equipo es **THOR**.

En la Tabla 2.12 se menciona las características del servidor Bienal y el consumo de los recursos computacionales durante el periodo de monitoreo.

Características	Detalle		Uso promedio mensual de los recursos			
			Entrante		Saliente	
Memoria RAM	4 GB		2.7GB			
Disco	1 TB		800GB			
Procesador	Dual core de 3Ghz		50%			
Modelo	HP DL 360		NA			
Función	Aplicación Bienal (arquitectura).		NA			
Sistema operativo	Ubuntu 12.04		NA			
Interfaces de Red	2 NICS					
		Eth 0	1.15 Mbps	0.7 Mbps (máximo)	0.65 Mbps	1.39 Mbps (máximo)
		Eth 1	0.63 Mbps	4.39 Mbps (máximo)	0.58 Mbps	3.89 Mbps (máximo)

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 2.12 Principales características técnicas del servidor de aplicación bienal HP DL 360

En el periodo de análisis el uso promedio de la memoria RAM es de 2.7 GB con respecto a su totalidad, por lo tanto éste recurso es usado al 68%, es decir no requiere mayor atención.

Con respecto al uso del disco se registran valores elevados ya que además de almacenar la plataforma para realizar las inscripciones a los eventos de arquitectura también almacena recursos que se comparten a través de una comunidad relacionada con la arquitectura, por ello el uso promedio es igual al máximo de 800 GB de un total de 1000 GB, la capacidad de almacenamiento es escasa y se requiere tomar medidas.

El uso de CPU promedio en porcentaje es del 50%, que de acuerdo a las características del servicio que ofrece son aceptables, analizando esta interfaz Eth0 se tiene el tráfico entrante el cual es generado por los accesos remotos ya que éste servidor cuenta con una dirección IP pública para que usuarios alrededor del mundo puedan acceder a los servicios de este servidor, mientras que las respuestas del servidor salen hacia internet. En este caso los valores máximos de la tasa de transmisión obtenidos entre la *DMZ (Demilitarized Zone)*, que se refiere a los servidores que poseen una dirección IP pública, y los usuarios de internet es de 700 kbps de entrada y 650 kbps de salida, considerando la máxima tasa de un canal de 5 Mbps, se requiere en este caso mejores recursos computacionales para poder responder a la gran cantidad de solicitudes en determinados meses del año.

La otra interfaz que posee este servidor utiliza una dirección IP de la red interna y el tráfico entrante es la información que se transmite durante las sesiones que establecen los usuarios para llenar formularios de inscripción y compartir recursos, entretanto que la información de salida es la que descargan los trabajadores del CAE-P, los valores promedios de tasa de transmisión que se tiene son 0.63 Mbps de entrada y 0.58 Mbps de salida, considerando la máxima tasa de 100 Mbps y la funcionalidad del servidor es aceptable.

2.3.4.3.7 Servidor ERP (officenet)

Se trata de un servidor destinado para relalizar las tareas referentes a la cobranza y facturación de los servicios prestados a los socios y en mediano plazo se proyectará a los habitantes del distrito metropolitano de Quito, su *hostname* es **MIER** posee dos interfaces de red, Eth1 la misma que tiene asignada la dirección IP 192.168.4.3 /24 que es una IP privada y la otra es Eth0 cuya dirección IP pública es 200.25.183.91 /29, esto en vista que requiere soporte y mantenimiento remoto especializado de la aplicación desde el extranjero.

Características	Detalle	Uso promedio mensual de los recursos				
		Entrante		Saliente		
Memoria RAM	2 GB	0.77 GB				
Disco	500 GB	320 GB				
Procesador	Dual core 2.5Ghz	40%				
Modelo	HP DL 380	NA				
Función	Aplicación officenet	NA				
Sistema operativo	Ubuntu 12.04	NA				
Interfaces de Red	2 NICS					
		Eth 0	3.75 Mbps	0.42 Mbps (máximo)	0.15 Mbps	4.59 Mbps (máximo)
		Eth 1	0.61 Mbps	3.43 Mbps (máximo)	0.58 Mbps	3.99 Mbps (máximo)

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 2.13 Principales características técnicas del servidor de aplicación officenet HP DL 380

En la Tabla 2.13 se detalla las especificaciones técnicas del servidor ERP, así como los resultados obtenidos con la herramienta de monitoreo Cacti.

Se tiene que en el periodo de evaluación el uso promedio de este servicio es de 0.77 GB de su total, teniéndose un uso menor al 50%, por ello no requiere atención para el correcto funcionamiento del servidor, para el caso del recurso de almacenamiento se alcanzó un uso promedio de 320 GB de los 500 GB, por consiguiente no existe problemas relacionados al funcionamiento.

El uso de CPU promedio es bajo en porcentaje se obtuvo un 40% en el periodo de evaluación, considerando las características del servicio, no se registran problemas, analizando la interfaz Eth0 se aprecia el tráfico entrante el cual se genera por los accesos remotos ya que éste servidor cuenta con una dirección IP pública para recibir soporte desde fuera del país, las respuestas del servidor salen hacia internet, los valores promedios registrados de la tasa de transmisión obtenidos son 0.42 Mbps de entrada y 0.15 Mbps, con respecto a la máxima tasa de 5 Mbps, las características del servidor no se encuentran problemas.

Analizando la otra interfaz la información entrante que se transmite durante las sesiones que establecen los usuarios para realizar tareas de facturación, y la información de salida es la que se descargan los trabajadores del CAE-P, los valores máximos de tasa de transmisión que se tiene son 0.61 Mbps de entrada y 0.58 Mbps de salida, considerando la máxima tasa de 100 Mbps y las propiedades del servidor es aceptable.

2.3.4.3.8 Servidor de Correo

El servidor de correo el cual es identificado con el *hostname* **MERCURIO** cuya dirección IP interna es 192.168.4.4 /24, y la IP externa es 200.25.183.92 /29 equipado con un sistema operativo Ubuntu 12.04 su función principal es proveer el servicio de correo electrónico entre todos los miembros que forman parte de la red interna del CAE-P así como mantener los registros y la actividad de cada una de las cuentas de usuario que tiene acceso a este servicio.

En la Tabla 2.14 se tiene el detalle de los recursos de *hardware* así como el uso promedio mensual de los mismos en el periodo de monitoreo con la ayuda de la herramienta Cacti.

Durante el periodo de evaluación la utilización promedio de disco es de 1.8 GB, es decir éste recurso presenta menos del 45% de uso, que se trata de un valor aceptable para el correcto funcionamiento del servidor.

Características	Detalle	Uso promedio mensual de los recursos				
		Entrante		Saliente		
Memoria RAM	4 GB	1,8 GB				
Disco	500 GB	260 Gb				
Procesador	Dual core de 2.5 GHz	60%				
Modelo	HP DL 380	NA				
Función	Servidor de correo.	NA				
Sistema operativo	Ubuntu 12.04	NA				
Interfaces de Red	2 NICS					
		Eth 0	0.55 Mbps	1.75 Mbps (máximo)	0.49 Mbps	1.59 Mbps (máximo)
		Eth 1	0.51 Mbps	3.75 Mbps (máximo)	0.44 Mbps	3.54 Mbps (máximo)

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 2.14 Principales características técnicas del servidor de correo HP DL 380

Contiene buzones que ocupan un total de 160 GB, asignándose 2 GB por cada usuario, lo que resulta en un uso promedio igual a 260 GB, la capacidad de

almacenamiento es suficiente en el servidor considerando que la política del CAE-P exige que cada usuario haga un respaldo anual de su buzón en su propia PC.

El uso de CPU promedio es normal en porcentaje en el periodo de evaluación se alcanzó el 60%, que de acuerdo a las funcionalidades del equipo es aceptable.

Analizando esta interfaz se determinó el tráfico entrante el mismo que es generado por los accesos remotos ya que éste servidor cuenta con una dirección IP pública para que los usuarios puedan acceder a los servicios de este servidor sin estar conectados a la red interna, y las respuestas del servidor se envían a los usuarios ubicados alrededor del mundo a través del internet. Los valores máximos de la tasa de transmisión como resultado del monitoreo realizado son 0.55 Mbps de entrada y 490 kbps, para una tasa máxima de 5 Mbps y las propiedades del servidor no existen inconvenientes.

El tráfico entrante registrado en la otra interfaz constituye la información que generan los usuarios al ingresar a sus cuentas de correo, y la salida son los correos enviados hacia otros servidores de correo, los valores promedios que se tiene son 0.51 Mbps de entrada y 0.44 Mbps de salida, considerando la máxima tasa de 100 Mbps y las características del servidor es aceptable.

Si bien, este servicio puede ser evaluado en función de utilizar buzones en la nube, éste no es parte del alcance del presente proyecto.

En general después del análisis realizado a cada uno de los servidores se aprecia que en algunos casos, se requiere tomar medidas inmediatas y en otros preventivas para evitar problemas futuros, el canal de transmisión entregado por el proveedor abastece la demanda actual y es capaz de soportar un incremento de la misma, el volumen transaccional de los servidores es bajo, con el fin de mejorar la calidad de los servicios que el centro de datos se consideran realizar modificaciones las mismas que serán propuestas en la Tabla 2.28.

2.3.4.4 Switch

Los tres *switches* con los que cuenta la institución en su totalidad se manejan al nivel de capa dos, los mismos que son administrables y constituyen la capa de

acceso a los servicios de red que ofrece la infraestructura de *IT*, los equipos que ha escogido el CAE-P por sus prestaciones y que se ajustan a sus necesidades son *switches* Cisco 2900, todos tienen configurados tres *vlan*s utilizadas para segmentar los dominios de *broadcast*.

Específicamente se tratan de tres *switches* 2960, dos de 48 puertos y uno de 24 puertos todos ellos con interfaz RJ-45, los cuales soportan una velocidad de 100 Mbps, adicionalmente disponen de dos puertos de mayor velocidad que pueden operar hasta 1000 Mbps, estos puertos se utilizan para interconectar los tres *switches* por medio de enlaces troncales.

El primero de los *switches* cuyo *hostname* es SW1-Servers se encuentra dentro de la sala de equipos tiene conectados 7 servidores y 12 estaciones de trabajo, es decir se encuentran libres 5 de los 24 puertos que posee, el siguiente *switch* su *hostname* para identificarlo es SW2-Presidencia está ubicado en un armario de telecomunicaciones colocado en la secretaria de Presidencia, da servicio a 36 estaciones de trabajo y a una de las redes *WLAN* denominada “Sala de Directorio”, por lo tanto tiene 11 puertos libres de los 48 totales.

Finalmente se tiene el SW3-Admin que está ubicado en la oficina de Administración, provee la conectividad de las 32 estaciones de trabajo restantes y la otra red *WLAN* cuyo nombre identificativo es “Audiovisuales”, quedando así 15 puertos libres para un posible crecimiento.

En La Tabla 2.15 se encuentran las principales características del SW1-Servers, mientras que en la Tabla 2.16 se enuncian las características de los otros dos *switches*.

Los problemas observados en cuanto a estos equipos se tiene en la capa de distribución ya que el switch cuyo *hostname* es SW1-Servers que principalmente da conectividad a los servidores, solo se maneja en capa 2, las normas recomiendan contar con un equipo de mejores prestaciones para esta jerarquía de la red. Con respecto al desempeño de la red interna no se presentan problemas.

Características	Descripción
Modelo	Cisco Catalyst 2960_24TT-L
Memoria flash	32 MB
Memoria interna	64 MB
Cantidad de puertos	26
Tecnología de cableado	10 Base-T, 100Base-TX
Gigabit Ethernet (cobre), cantidad de puertos	2
Ethernet LAN (RJ-45) cantidad de puertos	24
Consumo energético	28 W
Requisitos de energía	100-240 VAC, 1.3-0.8 A, 50-60 Hz
Protocolos de gestión	Telnet, RMON 2, RMON 1, SNMP 1, SNMP 3, SNMP 2c, TFTP
Protocolos de red admitidos	ACL, ARP, DiffServ, IGMP, IP, RADIUS, SSH, TCP, UDP, DHCP, TFTP
Características de red	Ethernet, Fast Ethernet
Guardar y remitir	Sí
Full dúplex	Sí
Tasa de transferencia de datos (min/max)	10/100 Mbps
Capacidad de conmutación	10.1 Gbit/s
Velocidad de transferencia (paquete)	35.7 Mpps
Cumplimiento de estándares del mercado	IEEE 802.1d, IEEE 802.1p, IEEE 802.1Q, IEEE 802.3 CSMA/CD, IEEE 802.3u, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3ad, IEEE 802.3z, IEEE 802.1w, IEEE 802.3x, IEEE 802.1x, IEEE 802.1s

Fuente [44]

Tabla 2.15 Principales características del switch CISCO CATALYST 2960 24TT-L

Características	Descripción
Modelo	Cisco Catalyst 2960-48TT-L
Memoria flash	32 MB
Memoria interna	64 MB
Cantidad de puertos	50
Gigabit Ethernet (cobre), cantidad de puertos	2
Ethernet LAN (RJ-45) cantidad de puertos	48
Consumo energético	45 W
Requisitos de energía	100-240 VAC, 1.3-0.8 A, 50-60 Hz
Protocolos de gestión	Telnet, RMON 2, RMON 1, SNMP 1, SNMP 3, SNMP 2c, TFTP
Protocolos de red admitidos	ACL, ARP, DiffServ, IGMP, IP, RADIUS, SSH, TCP, UDP, DHCP, TFTP
Características de red	Ethernet, Fast Ethernet
Guardar y remitir	Sí
Full dúplex	Sí
Tasa de transferencia de datos (min/max)	10/100 Mbps
Capacidad de conmutación	10.1 Gbit/s
Velocidad de transferencia (paquete)	35.7 Mpps
Cumplimiento de estándares del mercado	IEEE 802.1d, IEEE 802.1p, IEEE 802.1Q, IEEE 802.3 CSMA/CD, IEEE 802.3u, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3ad, IEEE 802.3z, IEEE 802.1w, IEEE 802.3x, IEEE 802.1x, IEEE 802.1s

Fuente [45]

Tabla 2.16 Principales características del switch CISCO CATALYST 2960 48TT-L

2.3.4.5 Router

Se dispone de un *router* cisco 1841 que contiene dos interfaces *Fast Ethernet* su principal función es realizar el enrutamiento *intervlan*, para que exista comunicación entre las diferentes *vlan*s, pero no se presenten tormentas de

broadcast, su *hostname* para identificarle es RouterCAE-P, éste se conecta al SW1-Servers a través de un cable cruzado.

Características.	Descripción
Modelo	Cisco 1841
Interfaces/Puertos	2 x RJ-45 10/100Base-TX 10/100Base-TX LAN
	1 x consola gestión
	1 x auxiliar gestión
	1 x USB
Número de pPuertos	2
Fast Ethernet Port	Sí
Número de ranuras de expansión	3
Protocolos	TCP/IP, IGRP, RIP, BGP, EIGRP, EIGRP, OSPF, EGP, IS-IS.
	Telnet, RMON 2, RMON 1, SNMP 1, SNMP 3, SNMP 2c, TFTP
Memoria flash	32 MB
Memoria máxima	384MB
Memoria estándar	128 MB
Tecnología	DRAM
Voltaje de entrada	110 VAC 220 VAC; 50 Hz - 60 Hz
Consumo energético	50 W Máx.
Tasa de transferencia de datos (min/max)	10/100 Mbps
Cumplimiento de estándares del mercado	IEEE 802.1d, IEEE 802.1p, IEEE 802.1Q, IEEE 802.3 CSMA/CD, IEEE 802.3u, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3ad, IEEE 802.3z, IEEE 802.1w, IEEE 802.3x, IEEE 802.1x, IEEE 802.1s

Fuente [46]

Tabla 2.17 Principales características del router CISCO 1841

Para ilustrar de mejor manera en la Tabla 2.17 se presenta el direccionamiento *IP* realizado por el *router* ya que tiene varias interfaces y subinterfaces.

Interfaces.	Dirección IP
Fa0/0	192.168.3.10 /30
Fa0/1.2	192.168.2.1 /24
Fa0/1.4	192.168.4.1 /24
Fa0/1.6	192.168.6.1 /24

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 2.18 Direccionamiento IP de las interfaces y subinterfaces del router CISCO 1841

El personal encargado del área de sistemas supo indicar que el equipo fue adquirido como un proyecto de expansión, de la red del CAE-P y los diferentes colegios de Arquitectura del país, lo cual no ha sucedido hasta el momento. En la tabla 2.18 se encuentran las principales características del *router* Cisco 1841.

El router se encuentra subutilizado y podría ser remplazado, para realizar el enrutamiento entre las vlans por un switch de núcleo de mejores prestaciones, ya que no pudo ser utilizado para el propósito inicial que fue adquirido.

2.3.4.6 Acces Point (APN)

El CAE-P cuenta con dos redes *WLAN* las cuales se accede a través de dos puntos de acceso, instalados muy cerca del techo de la secretaria de presidencia y la oficina de administración respectivamente, para el caso de la primera red cuyo *SSID*²⁷ es Sala de Directorio, la misma que es utilizada en sesiones de los miembros del directorio de la institución. La otra red en mención es Audiovisuales, es usada en el Auditorio para la presentación de eventos y conferencias de Arquitectura, en ambos escenarios los usuarios principalmente acceden a recursos de internet.

²⁷ **SSID** (*Service Set Identifier*) es esencialmente el "nombre" que usted le da a una red inalámbrica

Los equipos que permiten el acceso son dos APNs marca Trend-Net pertenecen a la *vlan* 6, asignan direcciones *IP* mediante el protocolo *DHCP* (*Dynamic Host Configuration Protocol*) con un máximo de 50 conexiones a partir de la dirección 192.168.6.2/24 y 192.168.6.52 /24, respectivamente, el método de encriptación de la contraseña es WPA²⁸ (*Wi-fi Protected Access*), no se encontraron problemas de funcionamiento durante la inspección relacionados con éste equipo.

Características.	Descripción
Estándares	IEEE 802.11n, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, 2.0 and 802.11e
Modelo	TEW-638APB
Interfaz	1 x 10/100 Mbps Auto-MDIX LAN port
Voltaje de entrada DC	12 V
Corriente de entrada	1 A
Rango de frecuencia	2.412- 2.462 GHz
Modulación	- 802.11n: BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM con OFDM - 802.11b: CCK (11 and 5.5Mbps), DQPSK (2Mbps), DBPSK (1Mbps) - 802.11g: OFDM con BPSK, QPSK and 16/64-QAM
Método de acceso al medio	CSMA/CA con ACK
Tasas de transmisión	802.11n 300 Mbps 802.11g: 54 Mbps, 48 Mbps, 36 Mbps, 24 Mbps, 18 Mbps, 12 Mbps, 9 Mbps, 6 Mbps
Canales	Del 1-11
Seguridad	WEP, WPA,WPA2, con encriptación PSK
Antenas	2 desmontables
Potencia de transmisión	6, 15y 18 dBm

Fuente [47]

Tabla 2.19 Principales características del APN Trend-Net TEW-638APB

²⁸ **WPA** sistema de autenticación de usuarios mediante el uso de un servidor, donde se almacenan las credenciales y contraseñas de los usuarios de la red.

En la Tabla 2.19 se encuentran las principales características del APN Trend-Net.

2.3.4.7 Cable Modem

Se trata de un modem que se encarga de modular y demodular la señal de datos proveniente de un sistema de televisión por cable conocido por sus siglas en inglés *CATV (Community Antena Television)*, la transmisión de los datos se realiza a través de una red mixta compuesta por fibra óptica y cable coaxial.

El grupo TVcable alquila este equipo a los usuarios mientras dure el contrato del servicio, los técnicos se encargan de la respectiva instalación y configuración del mismo y no se puede realizar ninguna modificación sin alguna autorización previa.

En la Tabla 2.20 se encuentran las principales características del Cable modem Motorola SB5101.

Características.	Descripción
Estándares	DOCSIS 2.0
Voltaje de entrada DC	100-240 V
Interfaces	<ul style="list-style-type: none"> - 1 conector coaxial tipo F - 1 Ethernet - 1 USB
Frecuencia	88-860 MHz (subida) 5-42 MHz (bajada)
Modulación	64 o 256 QAM
Método de acceso al medio	TDMA y CDMA
Tasas de transmisión máxima	30 Mbps (subida) 38 Mbps (bajada)
Protocolo de transmisión de datos	TCP/IP
Seguridad	DOCSIS 1.1 y DOCSIS 2.0
Potencia	9 W

Fuente [48]

Tabla 2.20 Principales características del cable modem Motorola SB5101

La velocidad promedio contratada es de 5 Mbps, vale destacar que el servicio es compartido 4 a 1, el equipo dispone de una interfaz Ethernet la cual está conectada al servidor proxy y se le asignado la dirección IP 192.168.1.1/24, adicionalmente cuenta con un interfaz para conectar el cable coaxial.

2.3.4.8 Central Telefónica

Para la comunicación telefónica el CAE-P tiene una central telefónica privada o PBX, cuya marca es Panasonic y su serie es KX-TES824, la cual se encarga de realizar la conmutación de las llamadas telefónicas entre los trabajadores de la institución, para ello se utilizan 4 líneas telefónicas con conexión directa y 10 extensiones siendo el número piloto el 2-433-047, de lo que se puede observar el sistema está en buen estado, sin embargo, se podría pensar en la telefonía IP, de acuerdo a la mejor solución que le convenga al CAE-P, esta solución se encuentran fuera del alcance del presente proyecto.

En la Tabla 2.21 se presentan las principales características técnicas de la central telefónica Panasonic KX-TES824.

Características.	Descripción
Capacidad máxima	8 Enlaces troncales
Voltaje de entrada DC	100-240 V
Número máximo de extensiones	24
Interfaces	32 puertos RJ – 11 1 puerto de 9 pines D-SUB 1 USB
Mensajes en espera	8 /Ext
Códigos de emergencia	5
Potencia	45 W

Fuente [49]

Tabla 2.21 Principales características técnicas de la central telefónica Panasonic KX-TES824

2.3.5 SISTEMA DE SEGURIDAD

Abarca todos los componentes físicos y lógicos con el fin de salvaguardar la integridad de los equipos, bienes y la salud de los trabajadores que ejercen sus labores en las instalaciones de la institución.

El centro de datos cuenta con una puerta que se accede mediante un sistema de control de accesos, permitiendo el ingreso exclusivo del personal de sistemas de la institución, también se tiene detectores de humo, extinguidor en caso de incendio, ante variaciones de voltaje los equipos de telecomunicaciones se conectan al sistema general de puesta a tierra del edificio a través de varillas, que se conectan a la caja de distribución del sistema de energía eléctrica.

Los equipos de comunicaciones como protocolo de seguridad tienen configuradas credenciales de acceso, de modo que si se trata de acceder remotamente es necesario conocer la respectiva contraseña y nombre de usuario, esta información es administrada por los encargados de sistemas del CAE-P, la cual es confidencial.

Como una medida de prevención la información delicada de la institución es respaldada periódicamente en las noches en el servidor de backup, no se registran mayores inconvenientes respecto al sistema de seguridad.

2.4 DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA ACTUAL DEL CAE-P

Una vez descritos en detalle los diferentes sistemas que conforman el *data center* se presenta un inventario en la Tabla 2.22, considerando los componentes pasivos y activos, tanto de *software* como de *hardware*.

El número de usuarios que acceden a los diferentes servicios fue proporcionado por el administrador de la red del CAE-P, dicha información sirve para determinar si se saturan los canales de comunicaciones.

Cantidad	Equipo	Número de usuarios que acceden a los servicios
Sistema de Energía Eléctrica		
1	UPS APC SMART SURTA 3000XL	NA
Sistema de Refrigeración de IT		
1	Aire acondicionado ComfortStar	NA
Sistema de Telecomunicaciones		
2	Racks	NA
3	Patch panels Siemon	NA
2	Armario de Telecomunicaciones	NA
1	Cable modem Motorola SB5101	NA
4	Servidores HP DL360 g5	NA
4	Servidores HP DL 380 g5	NA
2	Switches Cisco 2960 / 24TT-L	10
1	Switch Cisco 2960 / 48TT-L	10
1	Router Cisco1841	10
2	Acces point Trend Net TEW-638APB	NA
1	Central telefónica Panasonic KX-TES824	NA
3	Licencias del sistema operativo Windows Server 2003	NA
1	Aplicación Unit 4 para la administración de recursos humanos	80
1	Aplicación Officenet para tareas de cobranza y facturación	3
1	Servicio de internet	80
1	Servicio de autenticación	80
1	Servicio de almacenamiento de Archivos	80
1	Servicio de respaldos	1
1	Servicio de correo electrónico	80
Sistema de Seguridad		
1	Sistema de control de accesos	NA

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 2.22 Inventario de equipos de cada uno de los sistemas que conforman el centro de datos del CAE-P

Después de haber realizado el inventario general de los equipos con que cuenta el centro de datos del CAE-P, a continuación se describen los problemas

encontrados en cada uno de los sistemas que conforman el *data center*, para posteriormente proponer las soluciones respectivas y establecer la inversión requerida.

2.4.1 PROBLEMAS ENCONTRADOS EN EL CENTRO DE DATOS DEL CAE-P

Áreas y Sistemas	Detalle
Sala de Equipos	Se presenta inconvenientes con 9 puntos de conexión en el <i>patch panel</i> que se conecta al <i>switch</i> SW1-Servers, ya que no están debidamente etiquetados, se desconoce su funcionalidad y su ubicación, se recomienda tomar medidas al respecto.
Sistema de Energía Eléctrica	La institución no dispone de un generador eléctrico, por lo tanto si se producen cortes del suministro de energía eléctrica, se tienen que suspender las operaciones hasta que se restablezca el servicio, produciéndose pérdidas económicas y molestias de los usuarios de los servicios que el CAE-P.
Sistema de Refrigeración de IT	El centro de datos del CAE-P contiene un aire acondicionado de confort, el mismo que no es adecuado para refrigerar eficientemente la infraestructura de <i>IT</i> , ya no que permite controlar la temperatura y los niveles de humedad.
Sistema de Telecomunicaciones	<ul style="list-style-type: none"> - El <i>switch</i> que se encuentra en la sala de equipos al que se conectan los servidores debe ser de mejores prestaciones, el mismo que constituye la capa de core de acuerdo al modelo de capas de CISCO, y debe ser capaz de manejar funciones de capa 3. - Se necesitan modernizar los elementos de <i>hardware</i>, de los servidores para mejorar el rendimiento de los recursos computacionales utilizados para proveer los servicios a los usuarios. Adicionalmente se tiene que los servidores que trabajan con sistemas operativos Ubuntu requieren de actualizaciones, mientras que los equipos que ejecutan sistemas operativos Windows Server se debe considerar adquirir nuevas licencias para actualizar el sistema operativo a Windows Server 2008 ya que en Junio de presente año Microsoft suspendió el soporte de la versión Windows Server 2003.
El sistema de seguridad	El sistema de seguridad no presenta ningún inconveniente, por lo tanto no se considera en el análisis de modernización del centro de datos.

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 2.23 Problemas encontrados en los sistemas y áreas del centro de datos del CAE-P

Durante las visitas realizadas a las instalaciones de la institución se pudo observar que existen inconvenientes con algunos componentes y dispositivos, los cuales se detallan en la Tabla 2.23.

Tomando en cuenta que el objetivo general del presente proyecto, es analizar la factibilidad de migrar la infraestructura actual hacia un escenario de nube, por lo tanto el análisis se enfocara en los equipos de comunicaciones y eléctricos, que permitan incrementar el rendimiento de los servidores, puesto que el modelo de infraestructura como servicio permite la optimización de los mismos.

2.4.2 PROPUESTAS DE MEJORAS EN EL DATA CENTER ACTUAL DEL CAE-P

En base a las inspecciones realizadas y los problemas detallados en la Tabla 2.23 se realiza un análisis técnico, para realizar las propuestas de mejoras y realizar la modernización de cada uno de los sistemas que requieren adecuaciones.

2.4.2.1 Propuesta de solución a los problemas encontrados en la Sala de Equipos

Con el fin de identificar y verificar la funcionalidad de varios puntos de conexión, se recomienda mediante un tester de conectividad comprobar el funcionamiento, y la ubicación exacta de los mismos para poder etiquetarlos facilitando su identificación, y según sea el caso retirarlos liberando puertos en los dos equipos posibilitando un crecimiento futuro. El personal de sistemas no cuenta con el equipo para realizar lo que puede significar rubros adicionales los mismos que serán contemplados en la Tabla 2.28

2.4.2.2 Propuesta ante los problemas presentes en el Sistema de Energía Eléctrica

Se propone la adquisición de un generador de emergencia para que no se detengan las operaciones, por lo tanto para determinar las características y la capacidad del equipo adecuado que permita manejar la demanda satisfactoriamente, es necesario determinar la carga del *UPS* y la total.

$$\begin{aligned}
 \text{Carga UPS} &= 8 \text{ Servidores} + 1 \text{ Switch 24TT-L} + 2 \text{ Switch 48TT-L} + 1 \text{ Router} + \\
 &\quad 1 \text{ Cable modem} + 1 \text{ Central Telefónica} + 2 \text{ APNs} \\
 &= 8 * 120 \text{ W} + 28 \text{ W} + 90 \text{ W} + 50 \text{ W} + 9 \text{ W} + 45 \text{ W} + 2 * 6 \text{ W} \\
 &= 1.194 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Para determinar la carga total se considera la carga de la batería del *UPS* que corresponde al 20% de su carga²⁹, iluminación [50], 80 estaciones de trabajo y un crecimiento futuro del 15% como lo establecen las normas de cableado estructurado se tiene:

$$\text{Batería de UPS} = 20\% \text{ Carga de UPS} = 1194 * 0.2 \text{ W} = 238,8 \text{ W}$$

$$\text{Iluminación} = \text{Número total de focos} * 25 \text{ W} = 48 * 25 \text{ W} = 1.200 \text{ W}$$

Carga Total = Carga UPS + Batería UPS + Iluminación + 80 Estaciones de Trabajo

$$= 1.194 \text{ W} + 238,8 \text{ W} + 1.200 \text{ W} + 80 * 75 \text{ W} = 8.632,8 \text{ W}$$

$$\text{Capacidad del Generador} = 8632,8 \text{ W} * 1.15 = 9.927,72 \text{ W}$$

De acuerdo a los valores estándar en el mercado para los generadores se tiene un generador de 10 kW, el fabricante propuesto es Perkins por ser una empresa con varios años ofreciendo soluciones tecnológicas en el país, que cuenta con el debido respaldo y asesoramiento al igual que servicio técnico especializado. En la Tabla 2.24 se presentan las características del generador eléctrico a diésel con Motor Perkins.

Con la instalación del equipo generador de energía de emergencia es necesario disponer de un tablero de transferencia automática, el mismo que se encarga de gobernar el arranque del motor del generador en caso de presentarse un corte o

²⁹ <http://constructorelectrico.com/electrificacion-para-data-centers/>

falla del suministro eléctrico, y realizar la transferencia de las cargas a la fuente de energía emergente.

Características	Descripción
Modelo	GBW15
Motor	Diésel Perkins de fabricación británica
Cilindraje del motor	1642 cc
Tipo de refrigeración	Por agua
Capacidad del tanque de combustible	13 galones
Potencia de salida	10 kW monofásica
Voltaje de salida	120 / 220 VAC monofásico
Frecuencia	60 Hz

Fuente [51]

Tabla 2.24 Principales características técnicas del generador a diésel Perkins

Una vez que el servicio se restablezca el tablero de transferencia automática devuelve el sistema a su estado normal, para lo cual es necesario un tablero monofásico que permita manejar 10 kW de potencia, sabiendo que el voltaje de salida es de 220 V se tiene:

Corriente = $10.000 \text{ W} / 220 \text{ V} = 45$ Amperios de corriente que debe manejar, en el país existen varias empresas que se encargan de fabricar tableros que se ajusten a las necesidades de los clientes, dicho rubro será tomado en cuenta en el análisis de la inversión en la Tabla 2.28 requerida para ejecutar la modernización de la infraestructura actual.

2.4.2.3 Propuesta para solucionar los problemas observados en el Sistema de Refrigeración de IT

El centro de datos del CAE-P no cuenta con un aire acondicionado, que permita controlar la temperatura y los niveles de humedad, para dimensionar la capacidad del sistema requerido es necesario evaluar la energía térmica producida por las

diferentes fuentes de calor que disipan energía térmica en el centro de datos en términos de la potencia nominal detallada por el fabricante así: [52]

Carga de *IT* = 1 Switch + 8 Servidores + Batería de UPS + Router + Modem +

Central Telefónica

$$= (28 + 960 + 238,8 + 50 + 9 + 45) \text{ W} = 1.330,8 \text{ W}$$

Sistema de Alimentación = 0,04 x valor nominal del sistema + 0,06 x total carga TI

$$= 0,04 * 2100 \text{ W} + 0,06 \text{ W} * 1330,8 = 84 \text{ W} + 79.85 \text{ W}$$

$$= 163.85 \text{ W}$$

Iluminación = 21,53 x superficie del suelo (m²) = 21,53 * 15 m² = 322.95 W

Nº máximo de personas = 100 x nº máximo de personas = 100 * 2 = 200

Energía Total = Carga de *IT* + Sistema de Alimentación + Nº máximo de personas

$$= 1330,8 \text{ W} + 163,85 \text{ W} + 322,95 \text{ W} + 200 \text{ W} = 2.017,6 \text{ W}$$

Por pérdidas de humedad producidas por los propios equipos de refrigeración es necesario sobredimensionar el sistema desde el 0% hasta el 30%, de acuerdo al tamaño del centro de datos, para el caso del CAE-P se considera el 5% tomando en cuenta que se trata de un data center de 15 m² y estableciendo un 15% de escalabilidad se obtiene la capacidad del equipo generador así: [52]

Capacidad del Aire Acondicionado = Energía Total * 5% + 15% Escalabilidad

$$= 2017.6 \text{ W} * 1.05 = 2.118,48 \text{ W}$$

$$= 2118,48 \text{ W} * 1.15 = 2.436,25 \text{ W} = 2,4 \text{ kW}$$

El valor necesario para refrigerar la infraestructura es 2,4 kW por tal motivo no se puede instalar un sistema de precisión por su alto costo ya que están diseñados para manejar potencias elevadas.

En la Tabla 2.25 se aprecian las principales características del aire acondicionado InRow SC APC.

Especificaciones técnicas	Detalle
Capacidad de enfriamiento	5 kW o 18000 BTU/H
Voltaje	220 V
Frecuencia	60 Hz
Potencia de entrada	2940 W
Control de temperatura	En tiempo real
Humedad relativa	34 %
Nivel de ruido (unidad interna)	38 db
Nivel de ruido (unidad externa)	53 db

Fuente [53]

Tabla 2.25 Principales características técnicas del aire acondicionado InRow SC

En la actualidad los sistemas de aire acondicionado inrow (en fila)³⁰ se presentan como una importante alternativa frente a los sistemas de precisión tradicionales debido a sus altas prestaciones y bajos costos de inversión, en el mercado se encuentran equipos desde 5 kW hasta 50 kW, por lo que el equipo que más se ajusta a las necesidades es de 5 kW, el fabricante escogido para la propuesta es la compañías estadounidense APC, se trata de una de las pioneras en estos sistemas además que brinda todo el respaldo y garantía detrás de su amplia gama de productos para soluciones empresariales de *IT* en el país.

Dentro de las principales características del equipo la fuente de alimentación requerida es de 220 VAC, para lo cual se necesitaría realizar una acometida para

³⁰ **Inrow (en fila)** las unidades de aire acondicionado no solo brindan capacidad de enfriamiento en bruto, sino que también funcionan como grandes mezcladoras que agitan y mezclan constantemente el aire de la sala para generar una temperatura promedio homogénea y evitar que se produzcan concentraciones de calor

la conexión de este equipo, este valor será contemplado en la instalación en la Tabla 2.28.

2.4.2.4 Propuestas de mejoras en el Sistema de Telecomunicaciones

El switch que se encuentra en la sala de equipos debe ser de mejores prestaciones, para el caso específico de análisis se propone un switch de marca CISCO serie SGE2010 optimizado para pequeñas empresas pero con altas prestaciones.

En la Tabla 2.26 se encuentran las principales especificaciones técnicas *switch* propuesto como solución.

Varios servidores necesitan adecuaciones de los componentes de *hardware*, en la Tabla 2.27 se enumeran los componentes necesarios para los servidores como parte de la propuesta de modernización del data center.

Los servidores que no están contemplados en la Tabla 2.27 no requieren atención, su desempeño es el adecuado y pueden manejar sin problemas el crecimiento de la demanda, adicionalmente se debe actualizar los equipos que trabajan con sistemas operativos Ubuntu y adquirir nuevas licencias e instalar Windows Server 2008.

El sistema de seguridad como ya se lo anticipo anteriormente no presenta ningún inconveniente por lo que no se tanto no se considera en el análisis de modernización del centro de datos.

Características.	Descripción
Modelo	Cisco SGE2010
Memoria flash	32 MB
Memoria interna	64 MB
Cantidad de puertos	48 + 1 consola + 4 mini GBIC
Tecnología de cableado	10 Base-T, 100 Base-TX, 100 Base-TX
Gigabit Ethernet LAN (RJ-45) cantidad de puertos	48
Consumo energético	360 W

Requisitos de energía	100-240 VAC, 50-60 Hz
Protocolos de gestión	(HTTP/HTTPS) SNMP SNMP versiones 1, 2c y 3 con soporte de trapsTelnet, RMON 2, RMON 1.
Protocolos de red admitidos	ACL, ARP, DiffServ, IGMP, IP, RADIUS, SSH, TCP, UDP, DHCP, TFTP
Opciones de Capa 3	Enrutamiento estático; enrutamiento entre dominios sin clases (CIDR); 60 rutas estáticas; IPv4 e IPv6; transferencia de tráfico de capa 3 a velocidad de cable de silicio
Características de red	Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet
Guardar y remitir	Sí
Full dúplex	Sí
Tasa de transferencia de datos (min/max)	10/100/1000 Mbps
Capacidad de conmutación	96 Gbps
Velocidad de transferencia (paquete)	71.4 Mpps
Cumplimiento de estándares del mercado	802.3 10 BASE-T Ethernet, 802.3u 100 BASE-TX Fast Ethernet, 802.3ab 1000 BASE-T Gigabit Ethernet, 802.3z Gigabit Ethernet, 802.3x Control de flujo, 802.3ad; 802.1D Protocolo de árbol de expansión (STP), 802.1Q/p VLAN, 802.1w STP Rápido, 802.1s STP Múltiple, 802.1x Autenticación de acceso a puertos

Fuente [54]

Tabla 2.26 Principales especificaciones técnicas del switch Cisco SGE2010

<i>Servidores</i>	<i>Componentes Necesarios</i>
Autenticación	- Memoria RAM DDR2 2GB
Almacenamiento de archivos	- Memoria RAM DDR2 2GB - Disco Duro 1TB SATA 7.2k 3.5 6g
Backup	- Unidad de cinta HP SDLT I superdlit 160/320Gb SCSI INTERNO 68 pines
Bienal	- Disco Duro 1TB SATA 7.2k 3.5 6g

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 2.27 Componentes de hardware necesarios para los servidores del CAE-P

2.5 ESTIMACIÓN DE LA INVERSIÓN REQUERIDA PARA LA MODERNIZACIÓN DEL CENTRO DE DATOS DEL CAE-P

Después de determinar los requerimientos técnicos para la modernización del centro de datos, se procede a realizar la estimación de la inversión requerida para dicho propósito, tomando como referencia los precios establecidos por los fabricantes.

CANTIDAD	ELEMENTO	VALOR UNITARIO USD	VALOR TOTAL USD
1	Verificación de puntos	50	50
1	Aire acondicionado APC Inrow SC + instalación	10.062,5	10.062,5
1	Generador Perkins + instalación	5.640	5.640
2	Memoria RAM DDR2 2GB	75	150
2	Disco Duro 1TB SATA 7.2k 3.5 6g	390	780
1	Unidad de cinta HP SDLT I superdlt 160/320Gb SCSI interno 68 pines	1.579,5	1.579,5
3	Licencias Windows Server 2008	1.240	3.720
TOTAL		19037	21.532

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 2.28 Estimación de la inversión requerida para realizar la modernización del centro de datos del CAE-P

Como se observa en la Tabla 2.28 el presupuesto necesario para poder realizar la modernización del centro de datos es elevado, por lo cual como objetivo principal de este proyecto se propone determinar la factibilidad de migrar la infraestructura tecnológica hacia un escenario de nube, ofreciendo infraestructura como servicio, lo cual es abordado con mayor detalle en el capítulo 3.

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE MIGRAR HACIA UNA INFRAESTRUCTURA EN UNA NUBE PÚBLICA

3.1 INTRODUCCIÓN

Los colegios profesionales del Ecuador se han visto afectados fuertemente en la actualidad, especialmente por la no obligatoriedad en la afiliación a este tipo de instituciones lo que ha repercutido en el aspecto económico y en su existencia misma, tendiendo muchos de ellos a la desaparición; sin embargo para el caso del colegio de Arquitectos del Ecuador sede Pichincha (CAE-P) la situación es diferente ya que sus autoridades han implementado políticas de autogestión que les ha permitido afrontar esta problemática, e inclusive proyectar un aumento con respecto a sus funciones operativas trabajando conjuntamente con Municipio del Distrito Metropolitano de Quito en la aprobación de Planos.

Otro ámbito en el cual la institución ha incursionado es la organización de concursos internacionales de Arquitectura de un alto prestigio conocido como la “Bienal de Arquitectura” siendo juez y parte en el desarrollo de los mismos, debido a esto se ha escogido el “CAE-P” como el escenario adecuado para realizar la factibilidad tanto técnica como económica para la migración de la infraestructura tecnológica actual hacia una infraestructura como servicio en una nube pública, amparado en el proceso de transformación en el que se encuentra inmerso.

3.2 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA

Para el análisis de factibilidad del presente proyecto se considerará dos escenarios que son los siguientes: Análisis sin Proyecto y Análisis con Proyecto. El primero consiste en mantener el modelo actual de servicios que ofrece el centro de datos del CAE-P, mientras que el segundo se refiere a la migración de la infraestructura hacia una nube pública, para la comparación de los dos

escenarios se tomara en cuenta un periodo de 5 años. Para definir la factibilidad técnica primero se analiza cada uno de los escenarios para posteriormente compararlos.

3.2.1 ANÁLISIS SIN PROYECTO

Como se pudo observar en el capítulo anterior el centro de datos actualmente presenta varias deficiencias y requiere de varias adecuaciones, por lo tanto no es una buena decisión no realizar ninguna acción.

Para establecer el crecimiento que podría presentar la institución en un periodo de 5 años, se toman en cuenta los siguientes factores: crecimiento del personal y PIB (Producto Interno Bruto) de la construcción. En el caso del crecimiento del personal se espera que este aproximadamente sea nulo, ya que por las características propias de la institución no resulta conveniente aumentar el número de trabajadores, puesto que un incremento del mismo situaría al CAE-P dentro de una categoría diferente con respecto al Código Laboral Ecuatoriano [55], lo que representarían mayores responsabilidades como contar con: guardería, personal con algún tipo de discapacidad entre otras, por tal motivo como una estrategia para no incumplir esta norma y por requerimiento del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito para la firma del convenio para la aprobación de planos el CAE-P tiene una distribución interna de su trabajadores conformando dos instancias operativas que son: " Entidades" y el "CAE-P" como tal. Para el caso de Entidades cuenta con 45 miembros y mantiene autonomía financiera, pero sus operaciones están directamente relacionadas con el Colegio de Arquitectos de Pichincha. Ante esta realidad se estima que el número de personal se mantenga o en el peor de los casos disminuya.

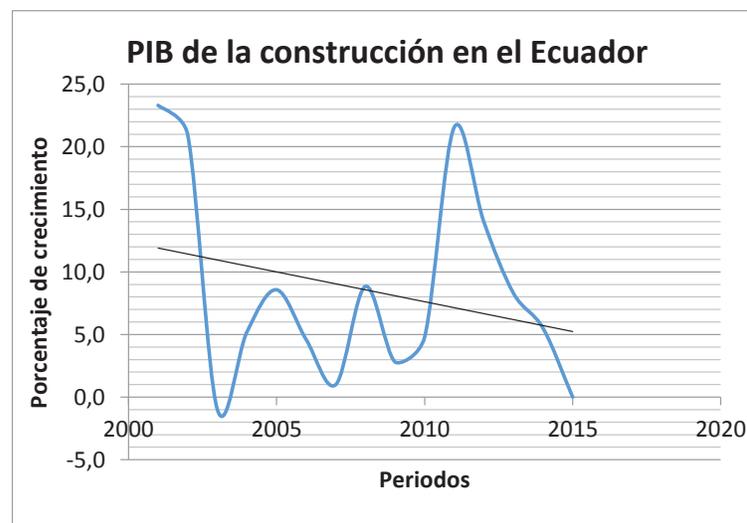
El otro factor es el PIB de la construcción el mismo que de acuerdo a datos tomados del Banco Central del Ecuador desde el año 2001 se registraron los valores enunciados en la Tabla 3.1

Representando los valores mediante una curva se obtiene la Figura 3.1, en la cual se observa una tendencia hacia abajo, frente a ésta realidad social, política y económica del país no se espera un crecimiento considerable en el campo de la construcción en los próximos años.

Periodo	Crecimiento porcentual
2001	23.3
2002	21.0
2003	-1.0
2004	5.2
2005	8.6
2006	4.6
2007	1.0
2008	8.8
2009	2.8
2010	4.8
2011	21.6
2012	14.0
2013	8.3
2014	5.5
2015	0.0

Fuente [56]

Tabla 3.1 PIB porcentual de la construcción en el Ecuador



Fuente [Elaboración propia]

Figura 3.1 Curva que representa el comportamiento del PIB de la construcción en el Ecuador

Con esta realidad económica del país y propiamente la del CAE-P no se prevé un incremento de personal y por lo tanto de la capacidad de la red interna no será mayor al 5%. Una situación parecida se tiene con el servicio de internet, ya que los usuarios tienen restricción en el uso del mismo con respecto a redes sociales y portales que no estén relacionados con las operaciones de la institución, de presentarse dicho incremento puede ser cubierto con la infraestructura actual.

Como se indicó en la introducción del presente capítulo las metas de la institución están dirigidas a la organización de concursos internacionales como lo es la Bienal de Arquitectura, el cual se realiza cada dos años con una duración de un mes, para este evento es necesario adquirir un plan temporal con mayor capacidad y debe satisfacer la demanda de 600 participantes que requieren compartir 600 MB cada uno, por lo tanto es necesario realizar el siguiente dimensionamiento:

$$\text{Tasa de Transmisión} = 600 \text{ usuarios} * 600 \text{ MB} = 360.000 \text{ MB} = 360 \text{ GB}$$

$$= 360 \text{ GB} / 22 \text{ días laborales} = 16.36 \text{ GB} / \text{día}$$

$$= 16.36 \text{ GB} / 8 \text{ horas} = (2.05 \text{ GB/hora}) / 3600$$

$$= 0,568 \text{ MB/segundo} * 8 \text{ bits} = 4.55 \text{ Mbps}$$

La tasa mínima requerida para satisfacer la demanda es de 4.55 Mbps tanto de subida como para descarga, durante el monitoreo se obtuvo que la máxima tasa actual para la subida y descarga es 3,66 MB, 2,90 MB respectivamente.

De lo que se tiene:

$$\text{Tasa de Bajada} = 4.55 \text{ Mbps} + 3.66 \text{ Mbps} = 8.21 \text{ Mbps}$$

$$\text{Tasa de Subida} = 4.55 \text{ Mbps} + 2,90 \text{ Mbps} = 7.45 \text{ Mbps}$$

El *ISP* que se ajusta a estos requerimientos es CNT (Corporación de Telecomunicaciones) que ofrece un servicio dedicado 1:1 con 15 Mbps para descarga y 7 Mbps de subida [57], si bien es cierto se necesita una tasa de 7.5 Mbps pero al ser un servicio dedicado no existirían problemas. Adicionalmente el CAE-P requiere alquilar dos servidores de 1 TB de Capacidad y 8 núcleos.

Durante el segundo año, es decir una vez que se ha cumplido el tiempo de vida útil de los servidores (5 años), es necesario definir la compra de nuevos equipos, de acuerdo a la información proporcionada por la Arquitecta administradora del CAE-P los servidores fueron comprados en el año 2012, puesto que mantenerlos puede representar costos de reparación y mantenimiento elevados al igual que frecuentes lo que produciría disminución en la disponibilidad y calidad de los servicios.

Se propone la compra para la renovación de servidores de características similares que satisfagan los requerimientos de los servicios de *IT*.

3.2.2 ANÁLISIS CON PROYECTO

En este segundo escenario se propone la migración de la infraestructura tecnológica actual del CAE-P hacia una nube pública a través del modelo *IaaS* (*Infrastructure as a Service*), para lo cual se consideran las nubes públicas: Microsoft Azure, Rackspace, y Amazon Web Services, las mismas que son líderes y visionarias en el mercado de *IT*.

A continuación se realiza brevemente la descripción de las principales características de las nubes públicas mencionadas, ofreciendo Infraestructura como Servicio, tal como se hace referencia en el cuadro de *Gartner* que corresponde a la Figura 3.2.



Fuente [58]

Figura 3.2 Cuadro de Gartner para los diferentes proveedores de Infraestructura como Servicio

3.2.2.1 Microsoft Azure



Fuente: [59]

Figura 3.3 Logo de Microsoft Azure

Microsoft Azure es una plataforma que permite desplegar un conjunto de servicios montados sobre grandes infraestructuras de *IT* que conocemos como nube, la cual abstrae los componentes físicos, es decir el usuario no conoce la ubicación ni

las características físicas de éstos, pero puede interactuar con ellos a través del menú y su consola.

El cliente, elige las características, los componentes, el nivel de servicio que es formalizado con el proveedor mediante un contrato (*SLA*), la configuración de *hardware* o *software* en las máquinas asignadas es de total libertad para el usuario, permitiéndose así ajustarse a las necesidades propias de cada cliente, para garantizar la escalabilidad característica principal del *cloud computing*. Al tratarse de infraestructuras altamente disponibles deben presentar tolerancia a fallos, por lo tanto la información almacenada en Windows Azure se replica en tres nodos.

Los desarrolladores pueden ejecutar sus aplicaciones elaboradas bajo varios lenguajes de programación gracias a la compatibilidad de la plataforma, Microsoft Azure para brindar soluciones de almacenamiento emplea máquinas virtuales, cuyos componentes de *hardware* pueden ser configurados, de modo que se pueda satisfacer las exigencias de las grandes empresas al igual que para las pequeñas y medianas, las máquinas virtuales pueden ejecutar sistemas operativos Windows y Linux.

Para acceder a todos los servicios de la plataforma es necesario obtener una suscripción, donde se establece el costo mensual el mismo que es proporcional a los servicios deseados, adicionalmente existe la posibilidad de obtener una suscripción gratuita con fines de pruebas.

La escalabilidad ofrece grandes prestaciones otorgando la posibilidad de aumentar o disminuir el número de máquinas virtuales, efectivizándose los cambios en un lapso de cinco minutos, igualmente se pueden modificar los recursos de cómputo de una manera fácil y rápida mediante la consola de la plataforma, éste proceso requiere algo más de tiempo debido a que es necesario reiniciar el servicio. [60] [61]

3.2.2.2 Amazon Web Services



Fuente: [62]

Figura 3.4 Logo de Amazon Web Services

Se trata de un conjunto de servicios desplegados a través de internet que conforman una verdadera plataforma, montada sobre las infraestructuras que se encuentran repartidas alrededor del mundo de la empresa líder en comercio electrónico Amazon.

La compañía Amazon se considera como una de las pioneras en incursionar en el computo en la nube ofreciendo recursos computacionales como un servicio, hoy en día los servicios han crecido notablemente varias empresas multinacionales se han acogido a este modelo computacional. [63]

Para acceder a los servicios de Amazon Web Services se utiliza el protocolo *HTTP (Hypertext Transfer Protocol)*, la facturación de los mismos es proporcional al consumo y depende del tipo de servicio seleccionado.

Amazon proporciona una plataforma confiable, sus centros de datos cuentan con varios elementos de seguridad como: firewalls integrados, usuarios exclusivos, opción de *VPN*, entre otros con el fin de velar por la información de los usuarios, adicionalmente cuenta con sistema de monitoreo de sus redes, capaces de responder ataques de denegación distribuida de servicio³¹.

³¹ **Denegación distribuida de servicio** es un ataque a un sistema de computadoras o red que causa la pérdida de la conectividad de la red por el consumo del ancho de banda de la red o sobrecarga de los recursos computacionales del sistema de la víctima.

AWS ofrece precios competitivos tratando de hacer frente a sus rivales directos, los contratos son flexibles es decir pueden ser a corto y largo plazo, han logrado reducir sus precios en varias ocasiones gracias a sus políticas de optimización de recursos.

Al igual que la plataforma anterior los desarrolladores pueden ejecutar sus aplicaciones en ambientes independientes del lenguaje de programación y del sistema operativo, lo que hace que el desarrollador se despreocupe de lo concerniente a temas de infraestructura. [64]

Amazon EC2 (Amazon Elastic Compute Cloud) es uno de los servicios más conocidos de la plataforma, el mismo que ofrece capacidad de computo altamente flexible, para acceder a la gama de productos de la compañía es necesario crear una cuenta, donde se establece la facturación proporcional a los servicios prestados, adicionalmente existe la posibilidad de crear una cuenta gratuita por 12 meses para probar la plataforma.

3.2.2.3 Rackspace



Fuente: [65]

Figura 3.5 Logo de Rackspace

Es una empresa estadounidense dedicada a proveer servicios de *hosting*, para ofrecer el soporte de sus servicios Rackspace presenta dos segmentos que los denomina servicios administrados y servicios intensivos en ambos se cuenta con soporte vía: correo electrónico, teléfono, *chat* en tiempo real y sistemas de tickets.

La plataforma de Rackspace se levanta sobre la herramienta de código abierto OpenStack, que brinda una alta compatibilidad con nubes privadas elaboradas

bajo la misma plataforma, la compañía profesa que las infraestructuras no se manejan por si solas, por lo tanto es necesario una asesoría técnica especializada para sacarle el mayor provecho a las mismas

Rackspace ofrece una gama mucho menor que las plataformas anteriores en cuanto servicios, lo que le ha permitido potencializar sus cloud servers (servidores de nube) y sacar mayor ventaja a la experiencia obtenida ofreciendo servicios de *hosting*.

Los cloud servers, se presentan en escenarios totalmente redundantes, gracias a las elevadas prestaciones de los componentes físicos para lo cual emplean procesadores Intel Xeon de última generación. [66]

3.2.2.4 Comparación de las tres propuestas de nube en función de los requerimientos del CAE-P

A continuación se comparará las tres propuestas para la selección de la mejor solución tomando en cuenta aspectos técnicos, se considerará el aprovisionamiento de servidores mediante el alquiler de una infraestructura como servicio, que permite la optimización de los recursos físicos, de modo que se pueda mejorar la calidad y disponibilidad de los servicios que ofrece el data center del CAE-P, los requerimientos para dicha infraestructura se presentan en la Tabla 3.2 Adicionalmente para la migración es necesario convertir los servidores físicos a máquinas virtuales para posteriormente cargarlas en la nube, se tomara en cuenta las dos principales opciones de conversión sugeridas por Gartner [89]: formato *VMware*³² y formato *HyperV*³³ en este proceso se utilizarán las herramientas VMware vCenter Converter y Virtual Machine Manager de Microsoft respectivamente.

Al depender altamente del servicio de internet es recomendable contar con un canal de respaldo de menor capacidad, en caso de que el servicio del grupo

³² **Formato VMware** es un archivo que almacena el contenido de una máquina virtual que incluye el disco y la configuración de la misma para explorar y trabajar en este formato se necesita la herramienta VMware server.

³³ **Formato HyperV** es un archivo que contiene la configuración y los datos de una máquina virtual para cargar y ejecutar este formato se requiere Windows Server.

TVcable sufra interrupciones, hasta que éste se reestablezca, para lo cual se considera un plan de la empresa pública CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones), ofrece una tasa de 2 Mbps para la descarga y 0,768 Mbps de subida con una compartición 2:1.

Nombres de máquinas virtuales	Componentes necesarios
Autenticación	<ul style="list-style-type: none"> - 3.5 GB de memoria RAM - 500 GB de disco duro - 2 núcleos de procesador - Windows Server - 240 horas encendida al mes
Almacenamiento de archivos	<ul style="list-style-type: none"> - 3.5 GB de memoria RAM - 2 TB de disco duro - 2 núcleos de procesador - Linux - 240 horas encendida al mes
Backup	<ul style="list-style-type: none"> - 3.5 GB de memoria RAM - 2 TB de disco duro - 2 núcleos de procesador - Windows Server - 360horas encendida al mes
Gestión de recursos humanos.	<ul style="list-style-type: none"> - 3.5 GB de memoria RAM - 750 GB de disco duro - 2 núcleos de procesador - Windows Server - 240 horas encendida al mes
Bienal	<ul style="list-style-type: none"> - 3.5 GB de memoria RAM - 2 TB de disco duro - 2 núcleos de procesador - Linux - Requiere IP pública -720 horas encendida al mes
Office net	<ul style="list-style-type: none"> - 3.5 GB de memoria RAM - 500 GB de disco duro - 2 núcleos de procesador - Linux - Requiere Ip pública - 720 horas encendida al mes
Correo	<ul style="list-style-type: none"> - 3.5 GB de memoria RAM - 500 GB de disco duro - 2 núcleos de procesador - Linux - Requiere Ip pública - 720 horas encendida al mes

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 3.2 Requerimientos para la migración hacia una nube pública

Durante la organización de los concursos de Arquitectura es necesario cambiar la configuración máquina virtual Bienal para aumentar la capacidad de cómputo con las siguientes características 2 TB de almacenamiento y 8 núcleos de procesamiento al igual que aumentar la tasa de transmisión como se dimensiono en el primer escenario.

Para cumplir con los requerimientos mencionados anteriormente se detallan las principales características de cada una de las nubes que aplican para esta necesidad.

Acuerdo del Nivel de Servicio (SLA).- Se refiere al contrato que se compromete el proveedor a cumplir anualmente considerando fallas, mantenimiento y otros problemas que pudieran afectar el funcionamiento de los servicios, el cual se lo mide en porcentaje siendo el 100% lo mejor.

Certificaciones de Seguridad.- Determina si el proveedor permite que los usuarios se desenvuelvan en ambientes seguros amparado en el cumplimiento de estándares y normas como lo son: PCI³⁴, SAS 70³⁵, y la ISO27018³⁶.

Facilidades de Escalabilidad.- Trata sobre las posibilidades que tienen los usuarios para aumentar o disminuir la capacidad de sus recursos de cómputo.

Soporte.- Indica el nivel de soporte, en algunos casos esto puede significar costos adicionales por parte del proveedor, para satisfacer las inquietudes y problemas de los usuarios estableciéndose tres categorías: limitado (foros), medio (soporte 24/7), dedicado (soporte local personalizado).

Categorización de Acuerdo a la compañía *Gartner*.- Se refiere a la clasificación que hace la compañía Internacional de Investigación *Gartner* considerando la

³⁴ PCI Estándar de Seguridad de Datos para la Industria de Tarjeta de Pago, las compañías que procesan, guardan o transmiten datos de tarjetas deben cumplir con el estándar o arriesgan la pérdida de sus permisos para procesar las tarjetas de crédito y débito, enfrentar auditorías rigurosas o pagos de multas.

³⁵ SAS 70 es una norma de auditoría que confirma, después de una auditoría efectuada por una firma externa independiente, que la empresa cuenta con procedimientos de control y los aplica correctamente.

³⁶ ISO 27018 la Norma establece requisitos destinados a garantizar que los proveedores de servicios en la nube puedan ofrecer controles adecuados de seguridad de información.

visión habilidad para ejecutar los servicios y los clasifica en cuatro categorías: líderes, visionarios, jugadores de nicho y competitivos.

Ofrecen laas (Infrastructure as a Service).- Corresponde a la posibilidad de las compañías de ofrecer el modelo de Infraestructura como Servicio, dentro de su gama de soluciones.

Número de data centers.- Se refiere a las infraestructuras con que cuentan los proveedores de servicio alrededor del mundo.

Soporta Sistemas operativos Windows y Ubuntu.- Son las opciones de sistemas operativos que tienen los usuarios de los servicios de nube para trabajar, en el caso específico del CAE-P se requiere Windows Server y Ubuntu Server.

Conversión y Portabilidad de las máquinas para cargarlas en la nube.- Es la compatibilidad que tienen las nubes con los principales formatos de conversión de servidores físicos a máquinas virtuales, para permitir la migración hacia una infraestructura en la nube.

SOLUCIONES PARÁMETROS	AWS (EC2)	MIICROSOFT (AZURE VM)	RACKSPACE (CLOUD SERVERS)
Acuerdo del nivel de servicio (SLA)	99.95 % ³⁷	99.95 % ³⁸	99.99 % ³⁹
Certificaciones de seguridad	PCI Si cumple ⁴⁰ SAS 70 Si cumple ⁴¹ ISO27018 No Cumple	PCI Si cumple ⁴² SAS 70 Si cumple ⁴³ ISO27018 Si Cumple	PCI Si cumple ⁴⁴ SAS 70 Si cumple ⁴⁵ ISO27018 No Cumple

³⁷ <http://aws.amazon.com/es/ec2/sla/>

³⁸ <http://azure.microsoft.com/es-es/support/legal/sla/>

³⁹ <http://www.rackspace.com/information/legal/cloud/sla>

⁴⁰ <http://aws.amazon.com/es/security/>

⁴¹ <https://aws.amazon.com/es/about-aws/whats-new/2009/11/11/aws-completes-sas70-type-ii-audit/>

⁴² <http://azure.microsoft.com/es-es/support/trust-center/compliance/>

⁴³ <http://azure.microsoft.com/en-us/support/trust-center/compliance/soc-1/>

⁴⁴ <http://www.rackspace.com/es/about>

⁴⁵ <http://www.rackspace.com/blog/sas-70-type-ii-report-now-available-for-cloud-servers-cloud-files/>

Número de data centers	6 ⁴⁶	16 ⁴⁷	6 ⁴⁸
Facilidades de escalabilidad	A gran escala ⁴⁹	A mediana escala ⁵⁰	A mediana escala ⁵¹
Soporte	Medio sin tiempo de respuesta establecido ⁵² (soporte 24/7 – remoto)	Dedicado tiempo de respuesta < a 8 horas ⁵³ (soporte local personalizado) ⁵⁴	Medio sin tiempo de respuesta establecido ⁵⁵ (soporte 24/7 – remoto)
Categorización de acuerdo a la compañía Gartner	Líderes	Líderes	Jugadores de nicho
Ofrece laas (Infrastructure as a Service)	Si permite	Si permite	Si permite
Soporta Sistemas operativos Windows y Ubuntu	Si soporta ⁵⁶	Si soporta ⁵⁷	Si soporta ⁵⁸
Conversión y portabilidad de las máquinas para cargarlas en la nube	No soporta formato HyperV ni VMware, requiere convertir a un formato propio de Amazon ⁵⁹	Soporta formato HyperV ⁶⁰	Soporta los formatos: HyperV y VMware ⁶¹

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 3.3 Análisis comparativo de las propuestas

En la Tabla 3.3 se presenta la comparación entre las tres soluciones para escoger la que mejor se ajuste a las necesidades del CAE-P.

⁴⁶ <http://www.datacentermap.com/cloud/amazon-ec2.html>

⁴⁷ <https://joranmarkx.wordpress.com/2014/09/15/update-on-microsoft-azure-data-center-locations/>

⁴⁸ www.rackspace.com/about/datacenters/

⁴⁹ <http://aws.amazon.com/es/ec2/instance-types/>

⁵⁰ <https://azure.microsoft.com/es-es/pricing/calculator/>

⁵¹ <http://es.slideshare.net/lupazos/rackspace-vs-azure>

⁵² https://aws.amazon.com/es/products/?nc2=h_q1

⁵³ <http://azure.microsoft.com/es-es/support/plans/>

⁵⁴ <https://pinpoint.microsoft.com/es-ec/Companies/4297640654/Services>

⁵⁵ <https://www.rackspace.com/es/cloud/compare-service-levels>

⁵⁶ <http://aws.amazon.com/es/ec2/>

⁵⁷ <http://azure.microsoft.com/es-es/services/virtual-machines/>

⁵⁸ <http://www.rackspace.com/es/cloud/servers/features>

⁵⁹ <http://aws.amazon.com/es/ec2/>

⁶⁰ <https://azure.microsoft.com/es-es/documentation/articles/virtual-machines-create-upload-vhd-windows-server/>

⁶¹ <https://www.rackspace.com/es/cloud/private/openstack/software>

Una vez realizada la comparación de las soluciones se determina que las tres plataformas presentan similares características en cuanto a los siguientes criterios: ofrecen *laas (Infrastructure as a Service)*, soporte de sistemas operativos Windows y Ubuntu, si cumplen las certificaciones de seguridad *PCI* y *SAS70*

Se ha escogido la plataforma de Microsoft Azure como la mejor opción en el aspecto técnico, porque presenta valores competitivos de disponibilidad frente Amazon y Rackspace, con Rackspace tiene una diferencia del 0.05% mientras que con *AWS* son iguales, adicionalmente es la única nube que cumple con la norma *ISO27018* concerniente a temas de seguridad de la información.

La plataforma Azure cuenta con el respaldo de varios data centers distribuidos estratégicamente alrededor del mundo permitiéndole desplegar de una manera eficiente los servicios, dicha infraestructura ofrece facilidades de crecimiento a mediana escala con respecto a los recursos computacionales siendo adecuados para los requerimientos del CAE-P.

Otro factor determinante se tiene en el soporte ya que Azure cuenta con *partners* en el país de larga trayectoria ofreciendo soluciones de *IT* e incluso con representantes directos de la compañía, lo que no sucede con las otras dos propuestas.

De acuerdo a la categorización de la compañía Gartner en la actualidad en *IaaS* tanto Azure como Amazon son líderes, mientras Rackspace ha quedado relegada al grupo jugadores de nicho.

Finalmente para la migración de la información de los servidores físicos y cargarlos en las máquinas virtuales, Azure soporta el formato HyperV, Rackspace el formato HyperV al igual que VMware, mientras que Amazon trabaja con su propio formato lo que implica una doble conversión y podría aumentar considerablemente los tiempos previstos para la migración.

Por estas razones ratificamos la elección de la infraestructura Microsoft Azure como servicio siendo factores determinantes el soporte, el número de data centers, y el cumplimiento de la norma *ISO27018*.

3.2.3 ANÁLISIS TÉCNICO DE LOS DOS ESCENARIOS (CON PROYECTO Y SIN PROYECTO)

Después de haber sido seleccionada la mejor opción entre las tres propuestas de nube se procede a realizar la comparación entre los escenarios propuestos, el primero considerando el modelo actual de servicios que ofrece el centro de datos, y el segundo para el caso que se realice la migración hacia una Infraestructura como Servicio considerando las ventajas y desventajas de la misma.

Infraestructuras Parámetros	Data center actual CAE-P	IaaS Microsoft Azure
Disipación de calor de los equipos	Alta por tratarse de recursos físicos	Bajo por uso de recursos virtualizados
Consumo de energía	Alto	Bajo
Nivel de disponibilidad	Disponibilidad media	Disponibilidad alta
Escalabilidad y flexibilidad	Poco escalable y flexible	Altamente flexible y escalable
Soporte	Outsourcing poco eficiente	Especializado por proveedor o <i>partner</i> local
Mantenimiento preventivo	Necesario	No se necesita
Tiempo de puesta en marcha de los servicios	Elevado	Muy bajo
Acceso ubicuo	Solo servidores con una IP pública	Si permite
Monitoreo	Básico	Completo
Redundancia y backup	Básico	Completo
Uso del ancho de banda del ISP	Menor	Mayor
Normativa en el Ecuador	Si existe	No existe
Soporta versiones antiguas de sistemas operativos	Si	No
Confidencialidad de la información	Menor	Mayor

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 3.4 Comparación de los principales parámetros técnicos de la propuesta de nube frente a la situación actual del CAE-P

La Tabla 3.4 indica los beneficios que tiene la propuesta de *IaaS* MICROSOFT AZURE con respecto al data center actual, y se concluye que el CAE-P se encuentra en la disponibilidad de aplicar este modelo computacional que permite acceder a servicios de *TI* a través de internet.

3.3 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA

Luego de realizar el análisis de factibilidad técnica se continúa con la evaluación económica, siguiendo un procedimiento similar al anterior tomando como criterios el análisis de costos sin proyecto y con proyecto, como se detalla a continuación.

3.3.1 ANÁLISIS DE COSTOS DEL DATA CENTER DEL CAE-P

3.3.1.1 Costos de inversión requerida en el data center del CAE-P

Como se pudo determinar en el capítulo anterior la inversión requerida para realizar la modernización del data center es de \$ 21.532, adicionalmente al tratarse de una evaluación a largo plazo, es decir un periodo de cinco años, se debe tomar en cuenta el valor de \$ 2.800⁶² para cada servidor siendo en total ocho servidores, a partir del segundo año que cumplen la vida útil los equipos actuales.

Para la organización de los concursos de Arquitectura el CAE-P requiere mayor velocidad temporal en el servicio de internet para lo cual se toma en cuenta el *ISP* que ofrece los precios más económicos con un plan de 15 MB / 7 MB de bajada y subida respectivamente por un costo de \$ 580⁶³ y el Alquiler de dos servidores de mayor capacidad de cómputo por un valor de \$ 500. En la Tabla 3.5 se listan los diferentes gastos de inversión.

⁶² <http://www.compuzone.com.ec/producto.php?prodcod=2529>

⁶³ <https://www.cnt.gob.ec/internet/plan-corporativo/internet-pymes/>

Detalle	Cantidad	Frecuencia	Valor Unitario USD	Valor Total USD
<i>Inversión inmediata</i>				
Modernización del data center	1	1 sola vez	21.532	21.532
Total				21.532
<i>Inversión en el segundo año</i>				
Compra de servidores nuevos	8	1 sola vez	2.800	22.400
Licencias	3	1 sola vez	1.200	3.600
Configuración del servicio	8	1 sola vez	800	6.400
Total				32.400
<i>Cada dos años y por un mes</i>				
Alquiler de Servidores Temporal	2	Periódico	250	500
Plan de internet temporal	1	Periódico	580	580
Total				1080

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 3.5 Detalle de costos de inversión en el modelo actual de servicios

3.3.1.2 Costos de operación del centro de datos actual del CAE-P

Los costos relacionados con la operación del centro de datos son valores fijos que la institución destina mensualmente, dentro de los cuales tenemos: costos por consumo de energía eléctrica y salario del personal que administra la infraestructura, tarifa por plan de Internet y Mantenimiento. Para el análisis de consumo eléctrico se considera la potencia máxima determinado por los fabricantes de los principales equipos enunciados en la Tabla 2.1.

Carga Total Data Center = Carga UPS + Batería UPS + 2 Lámparas (25 W) + Aire Acondicionado + 2 APNs

Carga Total Data Center = 1.194 W + 238,8 W + 50 W + 960 W +12 W = 2.454,8 W = 2,4 kW

Las tarifas de energía están dadas en kilovatio/hora (kWh), según datos tomados de la Empresa Eléctrica Quito la tarifa en la actualidad para la categoría

comercial es de 0,084 ctvs. de dólar por cada kWh, por lo tanto el costo mensual estimado por consumo de energía es igual:

$$\text{Costo Mensual} = 2,4 \text{ kW} * 24 \text{ horas} * \$ 0,084 * 22 = \$ 145.15$$

Tabulando los datos proporcionados por el personal administrativo de la institución se presenta la Tabla 3.6.

Detalle	Valor mensual USD
Consumo de energía	145,15
Salario del personal de sistemas	1200
Servicio de internet	140
Mantenimiento	800
Total	2.285,15

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 3.6 Detalle de costos de operación en el modelo de servicios actual

3.3.2 ANÁLISIS DE COSTOS PARA LA MIGRACIÓN HACIA UNA INFRAESTRUCTURA COMO SERVICIO

3.3.2.1 Costos de inversión requerida para la migración

Como una ventaja importante de la nube es que no se requiere una inversión en equipos o dispositivos, es por ello que únicamente se considera el valor por un plan de internet de respaldo por de menor capacidad, para lo cual se selecciona un plan de la empresa pública CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones) con una tarifa mensual de \$ 65 más el valor de inscripción de \$ 80 que se ajusta los requerimientos y presupuestos [57].

También se debe considerar el valor por concepto de configuración y puesta en marcha de los servicios, para la propuesta de Azure, para la configuración de la plataforma de Azure existen varios *partners* en el país, la compañía escogida es Business IT por su amplia trayectoria brindando soluciones integrales de *IT*, y contar con personal especializado al igual que certificado, el valor proporcionado por los asesores comerciales de la empresa de acuerdo a las necesidades del

CAE-P es de \$ 2400, para las otras propuestas al no existir empresas en el país que brinden soporte sobre estas plataformas se tomara el mismo valor como referencia, adicionalmente al no existir soporte local el personal de sistemas debe ser altamente calificado y percibir un mayor salario.

Para estimar el presupuesto necesario para migrar la infraestructura tecnológica actual del CAE-P utilizamos como herramienta la calculadora de precios propia de los proveedores de servicios de nube para el caso específico Amazon, Microsoft y Rackspace, la cual permite proyectar el valor a cancelar mensualmente seleccionando el tipo de servicio y la capacidad de los recursos computacionales.

Es necesario aumentar la tasa de transmisión del servicio de internet, la misma que ya fue dimensionada y cuyo valor es de 8,21 Mbps para descarga y 7,45 Mbps de subida, por un costo de \$ 580, resumiendo todos estos valores se presenta la Tabla 3.7.

Detalle	Cantidad	Frecuencia	AWS valor unitario USD	AZURE valor total USD	RACKSPACE valor total USD
<i>Inversión inmediata</i>					
Canal de respaldo CNT	1	Mensual	65	65	65
Inscripción plan CNT	1	1 sola vez	80	80	80
Configuración de servicios	1	1 sola vez	2400	2400	2400
Plan de internet CNT	1	periódico	580	580	580
Total			3.125	3.125	3.125

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 3.7 Detalle de costos de inversión para la migración hacia las nubes públicas propuestas

3.3.2.2 Análisis de costos de operación de la IaaS

En los costos mensuales por concepto de energía, se tiene un ahorro porque ya no se tiene el consumo de siete servidores por lo tanto se la carga en el UPS es menor.

Carga UPS = 1 Servidor + 1 Switch 24TT-L + 2 Switch 48TT-L + 1 Router +
1 Cable modem + 1 Central Telefónica + 2 APNs

$$\begin{aligned} \text{Carga UPS} &= 120 \text{ W} + 28 \text{ W} + 90 \text{ W} + 50 \text{ W} + 9 \text{ W} + 45 \text{ W} + 2 * 6 \text{ W} \\ &= 354 \text{ W} \end{aligned}$$

Carga Total Data Center = Carga UPS + Batería UPS + 2 Lámparas (25 W) + Aire Acondicionado + 2 APNs

Carga Total Data Center = 354 W + 70,8 W + 50 W + 960 W + 12 W = 1.446,8 W = 1,45 kW

Costo Mensual = 1,45 kW * 24 horas * \$ 0,084 * 22 = \$ 64.31

Detalle	AWS valor mensual USD	AZURE valor mensual USD	RACKSPACE valor mensual USD
Consumo de energía	64,31	64,31	64,31
Salario del personal de sistemas	1500	600	1500
Servicio de internet	140	140	140
Mantenimiento	NA	NA	NA
Total	1.404,31	804,31	804,31

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 3.8 Detalle de costos de operación en las nubes públicas propuestas

El salario del personal para la propuesta de Azure es de \$ 600 mientras que para las otras dos propuestas es de \$ 1500 ya que se necesita personal especializado. El plan de internet se mantiene con el grupo TVcable por un valor mensual de \$ 140, como una característica propia de la nube no se necesita mantenimiento, en la Tabla 3.8 se tiene el resumen de los costos mencionados en este párrafo

Para estimar el presupuesto necesario para la operación de la infraestructura tecnológica del CAE-P migrada, se utiliza como herramienta la calculadora de precios propia de cada una de las plataformas, la cual permite proyectar el valor a cancelar mensualmente seleccionando el tipo de servicio y la capacidad de los recursos computacionales.

Para el cálculo se considera:

2 VM Windows / 240h encendida al mes

3 VM Linux / 720h encendida al mes

1 VM Linux / 240h encendida al mes

1 VM Windows / 360h encendida al mes

Una vez tabulado los datos para cada propuesta se presenta la Tabla 3.9, Tabla 3.10 Tabla 3.11 respectivamente bajo estos criterios.

AWS (EC2)

Equipo virtual	Cantidad	Tiempo (horas)	Costo x hora	Total
2 VM Windows	2	240	0,072	34,56
3 VM Linux	3	720	0,052	112,32
1 VM Linux	1	240	0,052	12,48
1 VM Windows	1	360	0,072	25,92
Total				185,28

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 3.9 Detalle de costos de alquiler de máquinas virtuales en AWS

MIICROSOFT (AZURE VM)

Equipo virtual	Cantidad	Tiempo (horas)	Costo x hora	Total USD
2 VM Windows	2	240	0,148	73,92
3 VM Linux	3	720	0,088	203,04
1 VM Linux	1	240	0,088	22,56
1 VM Windows	1	360	0,148	55,44
Total				354,96

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 3.10 Detalle de costos de alquiler de máquinas virtuales en Azure

RACKSPACE

Equipo virtual	Cantidad	Tiempo (horas)	Costo x hora	Total
2 VM Windows	2	240	0,168	80,64
3 VM Linux	3	720	0,128	276,48
1 VM Linux	1	240	0,128	30,72
1 VM Windows	1	360	0,168	60,48
Total				448,32

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 3.11 Detalle de costos de alquiler de máquinas virtuales en Rackspace

Con el fin de cumplir con las consideraciones de diseño es necesario adquirir capacidad de almacenamiento adicional, es decir 7850GB, adicionalmente se debe contemplar el soporte adecuado y el costo por horas de la puerta de enlace de enrutamiento estático o dinámico, es decir 720 horas mensuales. En la Tabla 3.12 se presenta el costo total para cada propuesta.

	AZURE costo por mes USD	AWS costo por mes USD	RACKSPACE costo por mes USD
Alquiler máquinas virtuales	354,96	185,28	448,32
Soporte Técnico Básico	29	30	50
Puerta de enlace VPN	25,9	36,6	-
Almacenamiento	185,7	391	360,1
Total :	569,66	642,88	858,42
Total en 5 años:	2.848,3	3.214,4	4.292,1

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 3.12 Detalle de costos totales por los servicios de nube de cada propuesta

Adicionalmente se tiene que considerar el incremento de la capacidad de cómputo en la máquina virtual “Bienal”, con la siguiente configuración:

- Procesador de 8 núcleos
- Memoria RAM de 16 GB
- Almacenamiento de 2 TB

Para satisfacer la demanda durante la organización de los concursos internacionales de arquitectura en la Tabla 3.13 se tiene el valor de estos rubros adicionales para cada propuesta.

	AWS costo por mes USD	AZURE costo por mes USD	RACKSPACE costo por mes USD
Máquina Virtual Linux	317,52	270,72	233,60
Almacenamiento	98,50	48,74	239,44
Total :	416,02	319,46	473,04

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 3.13 Detalle de costos adicionales de cada propuesta

3.3.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS DOS ESCENARIOS (CON PROYECTO Y SIN PROYECTO)

Una vez establecidos los costos tanto de inversión como de operación de ambos escenarios se procede a realizar comparación de las tres propuestas de nube y el modelo actual de servicios del centro de datos actual para determinar la mejor opción para el CAE-P. Para la evaluación económica se utiliza como referencia la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR)⁶⁴, Valor Presente Neto (VPN)⁶⁵ y el TIR (Tasa Interna de Retorno)⁶⁶ [67]

TMAR = Bonos del Estado + Riesgo País + Inflación

$$TMAR = 11,15 \%^{67} + 7,71 \%^{68} + 4,87 \%^{69} = 23,73 \%$$

Por lo tanto para que el proyecto sea viable se esperaría que $TIR \geq TMAR$, para lo cual se procede a determinar el TIR de cada una de las propuestas, al tratarse de un análisis de flujos incrementales no se consideran los valores o costos comunes para las propuestas en los dos escenarios, se debe tomar en cuenta que el análisis se lo realiza en un periodo de cinco años. También se puede tomar en cuenta el VPN para determinar la viabilidad de un proyecto para el caso que el $VPN > 0$, si $VPN < 0$ se descarta el proyecto.

Para realizar la evaluación económica es necesario conocer la tasa de interés promedio, ofrecida por las entidades financieras como fuentes de financiamiento para el presente proyecto, la cual según datos tomados del Banco Central del Ecuador es de 5,55 % [68],

⁶⁴ **TMAR** (Tasa Mínima Atractiva de Retorno) se refiere a la tasa mínima que el inversionista espera recuperar en un proyecto.

⁶⁵ **VPN** (Valor Presente Neto) es un monto de dinero equivalente a la suma de los flujos que generará el proyecto pero llevado a un periodo cero o presente.

⁶⁶ **TIR** (Tasa Interna de Retorno) es la tasa que define la recuperación de la inversión.

⁶⁷ www.bolsadequito.info/uploads/inicio/boletines-mensuales/deuda-publica/150713174927-1cc1865ce2141e3104ab654717a65f4b_deudaPublicaJun15.pdf

⁶⁸ http://contenido.bce.fin.ec/resumen_ticker.php?ticker_value=riesgo_pais

⁶⁹ <http://www.bce.fin.ec/index.php/indicadores-economicos>

Valor presente neto (VPN) se lo obtiene realizando la diferencia entre el valor presente de los ingresos y el valor presente de los egresos. [69]⁷⁰

El VPN se obtiene de la siguiente manera: [69]

$$VPN = \frac{(B_0 - C_0)}{(1+i)^0} + \frac{(B_1 - C_1)}{(1+i)^1} + \dots + \frac{(B_n - C_n)}{(1+i)^n}$$

$$VPN = (B_0 - C_0) + \frac{(B_1 - C_1)}{(1+i)^1} + \dots + \frac{(B_n - C_n)}{(1+i)^n}$$

Donde:

B_n = beneficio en el año n

C_n = costo en el año n

i = tasa de interés efectiva del prestamista

En la Tabla 3.14 se tiene el detalle de la inversión requerida anualmente en un periodo de cinco años para cada una de las propuestas de nube, en la Tabla 3.15 se tiene la inversión total requerida.

	VPN
AWS	28.560,94
AZURE	37.911,07
RACKSPACE	54.826,42

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 3.14 Inversión total requerida para cada una de las propuestas de nube

A continuación se presenta la evaluación económica de cada una de las propuestas considerando los flujos de fondos netos en un periodo de cinco años en la Tabla 3.15, Tabla 3.16, Tabla 3.17 y Tabla 3.18 respectivamente.

⁷⁰ http://www.researchgate.net/profile/Tarquino_Sanchez2

Periodos	0	1	2	3	4	5
Costos de inversión						
Modernización centro de datos	- \$ 21.532	-	-	-	-	-
Alquiler de máquinas virtuales	-	-	-	-	-	-
Compra de nuevos servidores + licencias + configuración	-	-	- \$ 32.400	-	-	-
Alquiler de servidores	-	-	- \$ 500	-	- \$ 500	-
Aumento de capacidad de cómputo	-	-	\$ 307,60	-	\$ 307,60	-
Servicio de internet de respaldo	-	\$ 780	\$ 780	\$ 780	\$ 780	\$ 780
Inscripción del servicio de internet de respaldo	-	\$ 80	-	-	-	-
Puesta en marcha de servicios de nube	-	\$ 2.400	-	-	-	-
Costos de operación						
Salario del personal	-	- \$ 3.600	- \$ 3.600	- \$ 3.600	- \$ 3.600	- \$ 3.600
Mantenimiento	-	-	-	-	-	-
Consumo de energía	-	-	-	-	-	-
Total	- \$ 21.532	- \$ 340	- \$ 35.412,40	- \$ 2.820	- \$ 3.012,40	- \$ 2.820

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 3.15 Flujos de fondos netos del centro de datos actual

Periodos	0	1	2	3	4	5
Costos de inversión						
Modernización centro de datos	-	\$ 21.532	-	-	-	-
Alquiler de máquinas virtuales	- \$ 37.911,07	-	-	-	-	-
Compra de nuevos servidores + licencias + configuración	-	-	\$ 32.400	-	-	-
Alquiler de servidores			\$ 500	-	\$ 500	-
Aumento de capacidad de cómputo	-	-	- \$ 255,37	-	- \$ 255,37	-
Servicio de internet de respaldo	-	-	-	-	-	-
Inscripción del servicio de internet de respaldo	-	-	-	-	-	-
Puesta en marcha de servicios de nube	-	-	-	-	-	-
Costos de operación						
Salario del personal	-	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200
Mantenimiento	-	\$ 9.600	\$ 9.600	\$ 9.600	\$ 9.600	\$ 9.600
Consumo de energía	-	\$ 755,28	\$ 755,28	\$ 755,28	\$ 755,28	\$ 755,28
Total	- \$ 37.911,07	\$ 39.087,28	\$ 50.199,91	\$ 17.555,28	\$ 17.799,91	\$ 17.555,28

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 3.16 Flujos de fondos netos de la propuesta de Azure

Periodos	0	1	2	3	4	5
Costos de inversión						
Modernización centro de datos	-	\$ 21.532	-	-	-	-
Alquiler de máquinas virtuales	-\$ 28.560,94	-	-	-	-	-
Compra de nuevos servidores + licencias + configuración	-	-	\$ 32.400	-	-	-
Alquiler de servidores			\$ 500	-	\$ 500	-
Aumento de capacidad de cómputo	-	-	-\$ 369	-	-\$ 369	-
Servicio de internet de respaldo	-	-	-	-	-	-
Inscripción del servicio de internet de respaldo	-	-	-	-	-	-
Puesta en marcha de servicios de nube	-	-	-	-	-	-
Costos de operación						
Salario del personal	-	-\$ 3.600	-\$ 3.600	-\$ 3.600	-\$ 3.600	-\$ 3.600
Mantenimiento	-	\$ 9.600	\$ 9.600	\$ 9.600	\$ 9.600	\$ 9.600
Consumo de energía	-	\$ 755,28	\$ 755,28	\$ 755,28	\$ 755,28	\$ 755,28
Total	-\$ 28.560,94	\$ 28.287,28	\$ 39.286,28	\$ 6.755,28	\$ 6.826,28	\$ 6.755,28

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 3.17 Flujos de fondos netos de la propuesta de AWS

Periodos	0	1	2	3	4	5
Costos de inversión						
Modernización centro de datos	-	\$ 21.532	-	-	-	-
Alquiler de máquinas virtuales	- \$ 54.826,42	-	-	-	-	-
Compra de nuevos servidores + licencias + configuración	-	-	\$ 32.400	-	-	-
Alquiler de servidores			\$ 500	-	\$ 500	-
Aumento de capacidad de cómputo	-	-	- \$ 298,44	-	- \$ 298,44	-
Servicio de internet de respaldo	-	-	-	-	-	-
Inscripción del servicio de internet de respaldo	-	-	-	-	-	-
Puesta en marcha de servicios de nube	-	-	.	-	-	-
Costos de operación						
Salario del personal	-	- \$ 3.600	- \$ 3.600	- \$ 3.600	- \$ 3.600	- \$ 3.600
Mantenimiento	-	\$ 9.600	\$ 9.600	\$ 9.600	\$ 9.600	\$ 9.600
Consumo de energía	-	\$ 755,28	\$ 755,28	\$ 755,28	\$ 755,28	\$ 755,28
Total	- \$ 54.826,42	\$ 28.287,28	\$ 39.356,84	\$ 6.755,28	\$ 6.956,84	\$ 6.755,28

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 3.18 Flujos de fondos netos de la propuesta de Rackspace

Después de establecer los flujos de fondos netos para cada una de las propuestas se determina el Valor Presente Neto y la Tasa Interna de Retorno y se lo presenta en la Tabla 3.19.

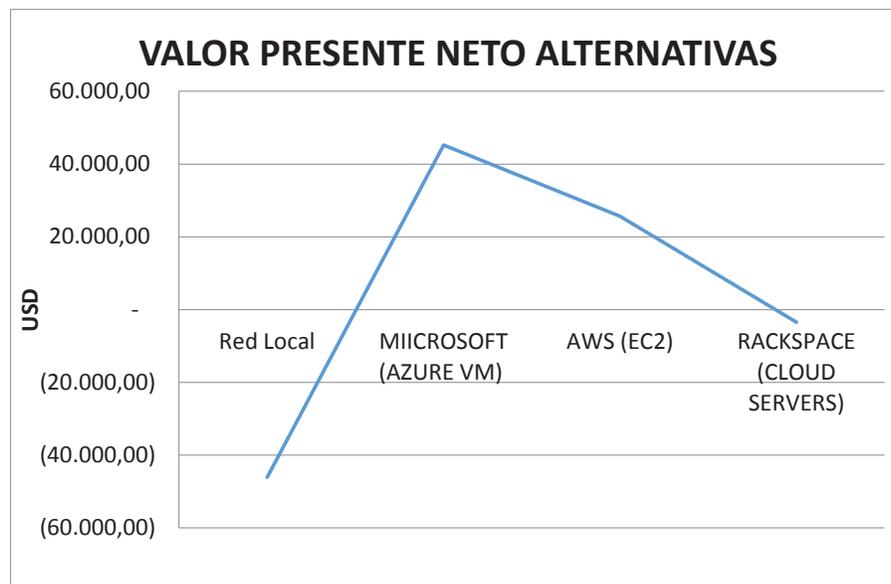
	Data Center Actual	MIICROSOFT (AZURE VM)	AWS (EC2)	RACKSPACE (CLOUD SERVERS)
Inversión	- \$ 21.532	- \$ 37.911,07	- \$ 28.560,94	- \$ 54.826,42
VPN	- \$ 46.114,27	49.387,21	\$ 28.797,25	\$ 2.607,96
TIR	- 90 %	94%	86%	27 %

Fuente [Elaboración propia]

Tabla 3.19 Evaluación económica de las propuestas de nube y el data center actual del CAE-P

Como resultado de la evaluación se en la Tabla 3.21 se observa que mantener el modelo de servicios actual resulta perjudicial para la institución ya que se obtiene un valor de TIR del – 90 %, lo que representa un déficit con respecto a las otras propuestas, por lo tanto que se determina que la migración hacia la nube es viable y de gran beneficio para el CAE-P. En cuanto a la mejor opción de servicios de nube es Azure con una 8% mayor de rentabilidad que AWS y un 67 % con respecto a Rackspace.

De igual manera sucede con el VPN obtenido para el caso del modelo actual de servicios el valor es - \$ 46.114,27, es decir es negativo lo que representa una pérdida frente a las otras propuestas, se tiene el mayor valor para la plataforma de Azure con \$ 49.387,21, por lo tanto se ratifica a la plataforma de Microsoft Azure como la mejor opción tanto en el aspecto técnico como económico por sus ventajas frente a sus competidores. En la Figura 3.6 se representan los valores referentes al VPN de cada una de las propuestas, obtenidos después de la comparación de las mismas, donde se aprecia el valor negativo de la inversión en modelo actual de servicios del CAE-P, y el mayor valor alcanzado con la propuesta de Azure.



Fuente [Elaboración propia]

Figura 3.6 Resultado de la evaluación económica del proyecto

3.4 DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA COMO SERVICIO EN LA NUBE PÚBLICA DE MICROSOFT AZURE

Una vez escogida la mejor solución se procede a determinar los requerimientos para el diseño de *IaaS* para el caso específico del CAE-P enfocados a satisfacer las necesidades actuales y futuras de la institución.

3.4.1 SUSCRIPCIÓN A LA PLATAFORMA

Para poder gozar de los servicios que la plataforma de *Azure* brinda entre ellos la Infraestructura como Servicio, es necesario contar con una cuenta de suscripción, la cual se la obtiene llenando un formulario con los respectivos datos personales y de la empresa, una vez completada la información se necesita una tarjeta de crédito para la debida facturación, posteriormente la plataforma procede a verificar los datos y una vez que se han verificado correctamente se recibe un correo de bienvenida por parte del equipo de Microsoft.

3.4.2 CONFIGURACIÓN DE LA VPN ENTRE MICROSOFT AZURE Y LA SUBRED DEL CAE-P [70]

Ya dentro de la consola de Azure, lo primero que se necesita crear es grupos de afinidad por medio del cual la plataforma permite seleccionar en que *data center* de los varios alrededor del mundo que tiene Microsoft se desplegará los servicios y adicionalmente ubicarlos dentro de un mismo clúster, ésta opción es necesaria para permitir la comunicación entre las máquinas virtuales que se hayan creado a través de una red virtual, el procedimiento es sencillo, el mismo que se detalla en el **Anexo B**, en el menú principal de la consola se selecciona configuraciones luego se da click en “Grupos de Afinidad”, se crea un nuevo grupo de afinidad se asigna un nombre y se completa la información que solicita como se observa en la Figura 3.7

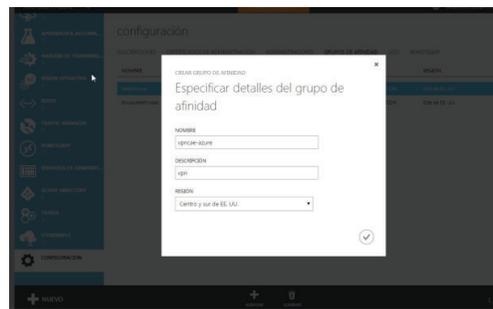


Figura 3.7 Configuración de grupos de afinidad

Para realizar la configuración de la *vpn* se debe ingresar al portal de administración de Azure, se busca en la lista del menú izquierdo la pestaña “Redes”, y se da click, el contenido de dicha pestaña y el menú de *Azure* se presenta en la Figura 3.8.

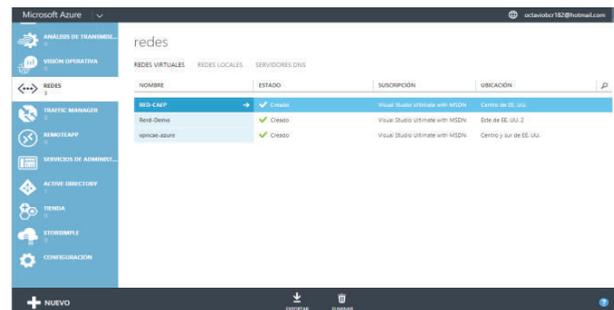


Figura 3.8 Menú de la consola de Azure

En el Panel lateral de *Azure* aparecen todos los servicios referentes a las redes creadas en *Windows Azure*, por defecto se visualizan las que se encuentran creadas, para crear una nueva red se debe pulsar sobre el botón “Nuevo” > “Servicios de Red” > “Red Virtual” > “Creación Personalizada”. Como se aprecia en la Figura 3.9

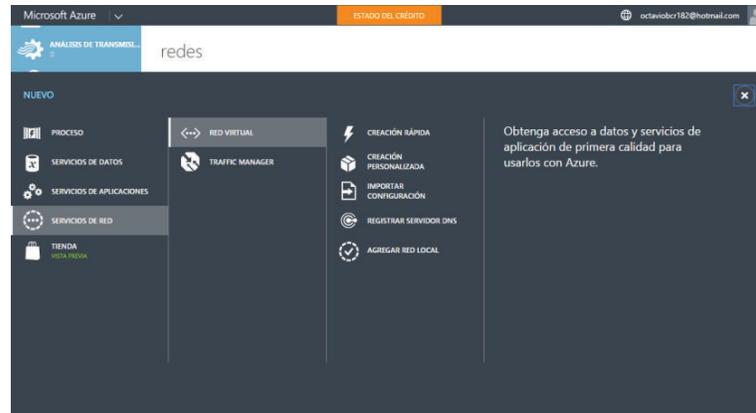


Figura 3.9 Configuración de una nueva red virtual

A continuación aparecerá el menú para configurar la nueva red, se ingresa un nombre para identificarla y se selecciona la ubicación del *data center* que alojará la infraestructura, el siguiente paso es añadir algún servidor DNS para el caso del CAE-P se ingresan las siguientes direcciones 200.63.206.1 /24 y 206.63.212.110 /24 correspondientes a dichos servidores, adicionalmente se solicita seleccionar entre: crear una conexión Point-To-Site (conexión desde un punto a un sitio), Site-To-Site (conexión de sitio a sitio), las dos conexiones o ninguna. Para el caso específico del CAE-P se necesita la Point-To-Site, ahora se configura la subred, se puede tomar los valores por defecto o escoger un segmento de red propio con la siguiente dirección *IP* 192.168.2.0 /24. El resultado de las configuraciones se aprecia en la Figura 3.10.

Se tiene que crear una “Subred de puerta de Enlace”, una vez creadas las subredes, se accede a Redes> se selecciona la red y se dirige a la pestaña “Panel”, se pulsa sobre “Crear Puerta de Enlace” botón que se encuentra en la parte inferior-central de la página, este paso se muestra en la Figura 3.11.

Conectividad de punto a sitio 

ESPACIO DE DIRECCIONES	DIRECCIÓN IP DE INICIO	CIDR (RECuento DE DIRECCIONES)	INTERVALO DE DIRECCIONES UTILIZABLE
192.168.2.0/24	192.168.2.0	/24 (254)	192.168.2.1 - 192.168.2.254

agregar espacio de direcciones



Figura 3.10 Configuración de conectividad punto a sitio

vpncae-azure

 PANEL CONFIGURAR CERTIFICADOS

red virtual



Figura 3.11 Creación de puerta de enlace para la red vpncae-azure

Tardará un rato hasta que se genere la IP de la Gateway (puerta de enlace), para completar la configuración de la puerta de enlace se necesita crear los certificados, para lo cual se usa la herramienta makecert, si se trata de un usuario de visual studio, se puede acceder a esa herramienta desde el VS2012 CommandPrompt, caso contrario, se debe descargar el SDK de Azure.

Se necesita dos certificados, el certificado root, que se subirá al panel de Azure y el del cliente, para crear el certificado root, se abre el CommandPrompt como

administrador, se ubica el directorio en el que se vaya a guardar los certificados y se digita lo siguiente:

```
makecert -sky exchange -r -n "CN=<Nombre_Certificado_Root>" -pe -a sha1 -len 2048 -ss My
```

Y se obtiene el certificado root, para obtener el certificado del cliente, se escribe lo siguiente:

```
makecert.exe -n "CN=<CertificadoCliente>" -pe -sky exchange -m 96 -ssMy -in "<Nombre_Certificado_Root>" -is my -a sha1
```

Si se desea se puede comprobar que los certificados se han creado correctamente con la herramienta certmgr. Es preferible usar un solo certificado cliente por cada máquina que vaya a conectarse.

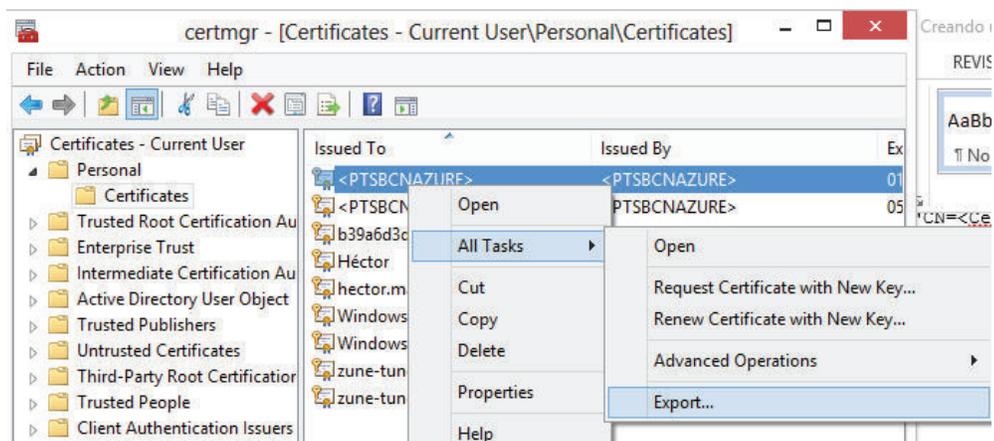


Figura 3.12 Exportación del certificado root

Una vez creados los certificados, se los extrae, para ello, se usa la herramienta certmgr.msc; los certificados están en la carpeta personal, localizados los certificados, se empieza con el "root", que será el primero en subir a Azure, se da click en el botón derecho sobre el certificado root>Alltasks>Export. La exportación se observa en la Figura 3.12.

Cuando se exporta el certificado Root, es importante que no se exporte la “privatekey”. Se debe guardar el nombre del certificado como *.cer.

Después de este paso, se pedirá seleccionar entre las distintas opciones de formato disponibles, acorde con su encriptación, en cualquier caso se debe seleccionar la extensión .cer

Por último, después de elegir la localización de la carpeta donde se va a guardar el certificado, la exportación ha finalizado.

El procedimiento para exportar el certificado del cliente es exactamente lo mismo, pero hay que tener en cuenta que aquí sí debe exportar la “privatekey” y que el formato deberá ser *.pfx, después de seleccionar el formato de salida del certificado, aparecerá la opción añadir contraseña, para que el usuario poseedor del certificado cuando intente instalar el certificado se le solicite una contraseña como una medida de seguridad, ahora ya se tienen los certificados listos para subirlos e instalarlos.

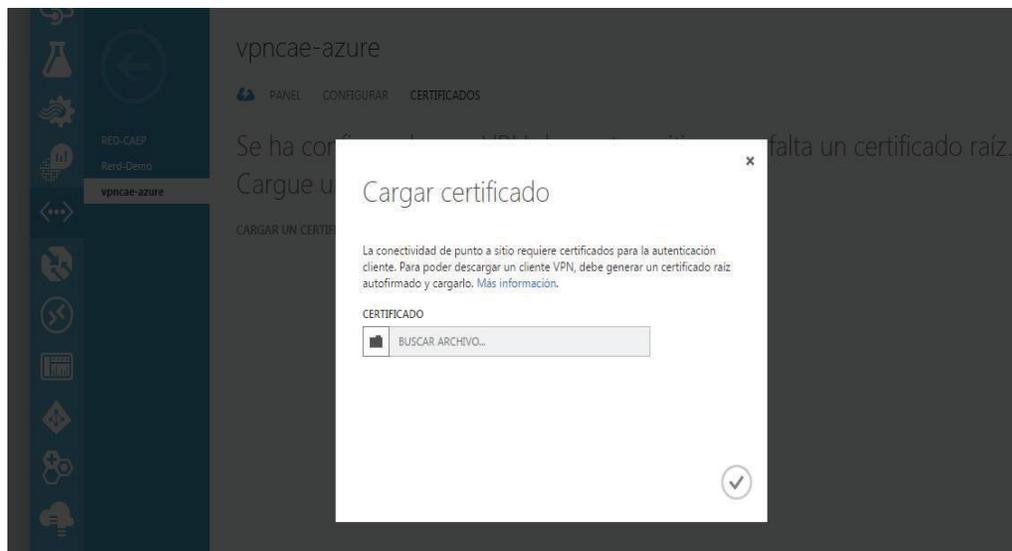


Figura 3.13 Carga del certificado cliente root

Para subir el certificado root es necesario ir nuevamente al “panel de Azure >Redes> se selecciona la red y la pestaña > “Certificados” y se pide subir un certificado, se da click en “Subir un certificado de cliente root” a continuación, se

busca la ruta y se acepta, una vez subido aparecerá certificado subido. Luego para instalar el certificado del cliente sobre la máquina, se busca el certificado, pulsando dos veces sobre el mismo y se escribe la contraseña previamente configurada, este paso se registra en la Figura 3.13

Como paso final hay que descargar el paquete de configuración que genera Azure desde su portal de management, en la pestaña Panel. Cuando se haya descargado, se lo ejecuta pese a las advertencias de seguridad, terminada la descarga la *vpn* se ha creado.

3.4.3 CREACIÓN DE LAS MÁQUINAS VIRTUALES [70]

Después de haber creado el grupo de afinidad y la *vpn* se selecciona máquinas virtuales, y se escoge en la parte de abajo nuevo, se presiona en “de la galería”, a continuación se selecciona la imagen del sistema operativo pudiendo ser Windows o Linux, luego de esto se configura la capacidad de cómputo, y se acepta, finalmente se escoge la red a la que pertenecerá la máquina virtual y automáticamente se empieza a provisionar la máquina, dicha configuración se muestra en la Figura 3.14 y Figura 3.15 respectivamente

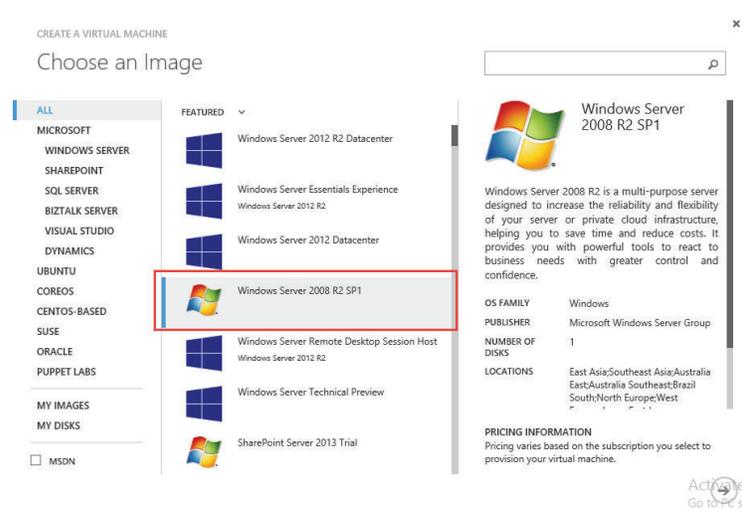


Figura 3.14 Selección del sistema operativo Windows Server 2008 para la máquina virtual

CREATE A VIRTUAL MACHINE

Virtual machine configuration

VERSION RELEASE DATE
4/17/2015

VIRTUAL MACHINE NAME
VM-Au01

TIER
BASIC STANDARD

SIZE
A1 (1 core, 1.75 GB memory)

NEW USER NAME
aduradmin

NEW PASSWORD
CONFIRM

Windows Server 2008 R2 SP1

Windows Server 2008 R2 is a multi-purpose server designed to increase the reliability and flexibility of your server or private cloud infrastructure, helping you to save time and reduce costs. It provides you with powerful tools to react to business needs with greater control and confidence.

OS FAMILY
Windows

PUBLISHER
Microsoft Windows Server Group

NUMBER OF DISKS
1

LOCATIONS
East Asia Southeast Asia Australia

PRICING INFORMATION
Pricing varies based on the subscription you select to provision your virtual machine.

Figura 3.15 Configuración de los recursos de cómputo en la creación de la máquina virtual Windows

Luego de unos minutos la máquina está lista para usarse y conectarse mediante escritorio remoto, y se puede empezar a trabajar. Es necesario repetir todo el proceso hasta crear las siete máquinas requeridas, finalmente con la infraestructura lista funcionando se establecen perfiles de coadministradores de la red.

Con el objetivo de demostrar el funcionamiento de la plataforma se consideró dos servicios un documental y otro de autenticación en una máquina virtual Linux y una en Windows respectivamente, el detalle de la configuración de éste prototipo se adjunta el ANEXO B.

Una vez creadas las máquinas virtuales se realiza la migración desde los servidores físicos, para lo cual es necesario almacenar la información que contienen en una máquina virtual en formato HyperV con la ayuda de la herramienta Virtual Machine Manager de Microsoft, para posteriormente proceder a cargarlas en la nube.

CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- La nube ofrece un servicio rápido y eficiente, altamente escalable y flexible. Los clientes pueden acceder a los servicios desde cualquier lugar del mundo a través de internet.
- El cómputo en la nube permite optimizar las infraestructuras en base a que algunos usuarios puedan compartir varios recursos computacionales, el uso de los mismos es monitoreado por un sistema interno que permite realizar una facturación precisa asegurando que los usuarios paguen solo por lo que consumen.
- El *cloud computing* permite procesar y almacenar información en infraestructuras virtualizadas.
- La evolución del *cloud computing* está directamente relacionada con la evolución de la informática, se inició como un sistema centralizado, luego con la aparición de los computadores se independizó, hasta volverse a conectar con el surgimiento de las redes, las cuales fueron creciendo hasta llegar a conformar verdaderos centros de datos.
- Las ventajas de la nube desde el punto de vista económico reducen la inversión inicial para contar con una infraestructura de *IT*, el tiempo que toma la puesta en marcha de los diferentes servicios es menor en relación a las alternativas tradicionales, también es un servicio baja demanda.
- La alta disponibilidad de los servicios desplegados en la nube está garantizada por el proveedor mediante un acuerdo o un contrato de *SLA* (*Services Level Agreement*).

- Como desventaja el ancho de banda que ofrecen los *ISPs* sigue siendo un limitante para que el *cloud computing* pueda ser aprovechado en todo su potencial.
- En el Ecuador no existe una normativa legal que regule esta tecnología.
- El data center del Colegio de Arquitectos de Pichincha actualmente tiene 8 servidores, cuenta con una topología física en estrella, y una topología lógica de broadcast, para evitar tormentas de broadcast se encuentra segmentada la red mediante tres *vlangs*.
- Durante las inspecciones realizadas se encontró algunas deficiencias y problemas de los componentes que conforman el data center.
- La infraestructura actual tiene costos mensuales de operación de \$ 2.285,15, los cuales pueden ser optimizados en un escenario nube.
- En base a las deficiencias y problemas encontrados se realizó el análisis de la inversión para mejorar la disponibilidad de los servicios manteniendo la infraestructura física la cual asciende a \$ 21.532.
- De acuerdo a la comparación en el aspecto técnico de las propuestas de nube se seleccionó a la plataforma de Azure porque presenta valores competitivos de disponibilidad, es la única nube que cumple con la norma *ISO27018*, cuenta con el mayor número de centro de datos alrededor del mundo y adicionalmente ofrece soporte técnico local y personalizado.
- Con la plataforma de Azure se alcanzó el mayor Valor Presente Neto así como la Tasa Interna de Retorno cuyos valores fueron: \$ 49.387,21 y 94% respectivamente por lo que se escogió como la mejor propuesta económica.

- Es factible y altamente beneficiosa tanto técnica y económicamente la propuesta de *IaaS* MICROSOFT AZURE con respecto al data center actual, y se concluye que el CAE-P se encuentra en la disponibilidad de aplicar este modelo computacional que permite acceder a servicios de *IT* a través de internet.

4.2 RECOMENDACIONES

- Considerando la característica de la infraestructura como servicio que trata sobre el aprovisionamiento de servidores mediante máquinas virtuales la disipación de energía en forma de calor es menor por lo que se requiere un aire acondicionado adecuado a estas nuevas condiciones.
- Se debe considerar un uso eficiente programado de la escalabilidad y flexibilidad al igual que las horas que se encienden y se apagan las máquinas virtuales para sacar el mayor provecho a esta característica.
- Se recomienda adquirir un servicio de internet dedicado ya que el contrato actual es con compartición 4 a 1 y en caso de que se incremente considerablemente el volumen de información transmitida pudiera existir latencias y problemas de funcionamiento de la infraestructura.
- Se recomienda adquirir un generador eléctrico de emergencia en caso de que exista un corte del suministro de energía eléctrica y junto con ello debe instalarse un tablero de transferencia automática que se encargue de gobernar el arranque del motor del generador y que la transferencia de carga sea transparente.
- Se debería adquirir un *switch* de mejores prestaciones para conformar la capa de *core*.

- La mejor opción sería migrar la infraestructura hacia la nube ya que la inversión necesaria para realizar la modernización del data center actual es elevada.

- En el caso de realizarse la migración se debe alquilar un plan de internet de emergencia en caso de que el principal proveedor presentará problemas.

- En base al análisis técnico y económico el CAE-P debería optar por este modelo computacional que le brindaría mejor calidad en sus servicios a un menor costo.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Lamarca. (2013) Hipertexto, el nuevo concepto de documento en la cultura de la imagen. Último acceso jul 2014. [En línea]. Disponible en: <http://www.hipertexto.info>
- [2] (2012) Alojamiento Compartido frente a Servidor Virtual Dedicado (VPS). Último acceso jul 2014. [En línea]. Disponible en: <http://blog.ozongo.com/alojamiento-compartido-frente-a-servidor-virtual-dedicado-vps/>
- [3] (2014) Historia del Cloud Computing. [En línea]. Último acceso oct 2014. [En línea]. Disponible en: <http://doscontrol.com/historia-del-cloud-computing/cloud-computing>
- [4] (2013) ¿Por qué le llaman “cloud computing” cuando quieren decir servicios en internet?”. Último acceso oct 2014. [En línea]. Disponible en: <http://www.andalucialab.org/blog/cloud-computing-servicios-en-internet/>
- [5] J. Monge. Estándares sobre Diseño y Funcionamiento de Data Center. [En línea]. Último acceso oct 2014. Disponible en: http://www.academia.edu/7857274/Est%C3%A1ndares_sobre_Dise%C3%B1o_y_Funcionamiento_de_Data_Center
- [6] P. Perea. (2012) Redundancia, Seguridad y Disponibilidad: claves del éxito de un Datacenter. Último acceso oct 2014. [En línea]. Disponible en: <http://www.aunclidelastic.com/redundancia-seguridad-y-disponibilidad-claves-del-éxito-de-un-datacenter-i/>
- [7] I. Stewart, “Las mejores prácticas de eficiencia operativa en el Data Center,” IBM Global Technology Services, México DF, MÉXICO, Resultados del Estudio Global de Data Center de IBM, 2012.

- [8] H. Martínez. (2014) 3 innovaciones para la escalabilidad del Data Center. Último acceso oct 2014. [En línea]. Disponible en: <http://mundocontact.com/3-innovaciones-para-la-escalabilidad-del-data-center/>
- [9] P. Cerda. (2012) Software Defined Datacenter – La evolución del Cloud Computing. Último acceso oct 2014. [En línea]. Disponible en: <http://patriciocerda.com/2013/05/software-defined-datacenter-la-evolucion-del-cloud-computing.html>
- [10] J. Tsung-Cheng. (2012) Introduction to Cloud Data Center and Network Issues. Último acceso oct 2014. [En línea]. Disponible en: <http://es.slideshare.net/jasonhoutw/into-to-cloud-data-center-and-network-issues>
- [11] P. Mell y T. Grance, “The NIST Definition of Cloud Computing,” National Institute of Standards and Technology (NIST), U.S. Dept. of Commerce, Special Publication 800-145, Sept. 2011.
- [12] (2013) VMware vCloud Air Network Service Providers. Último acceso oct 2014. [En línea]. Disponible en: <http://www.vmware.com/cloud-computing/public-cloud/faqs>
- [13] D. Cearley. (2010) Cloud Computing. Último acceso oct 2014. [En línea] Disponible en: http://www.gartner.com/it/initiatives/pdf/KeyInitiativeOverview_CloudComputing.pdf
- [14] J. Flaquer. (2012) La nube, el Software como Servicio y sus beneficios para las empresas. Último acceso oct 2014. [En línea]. Disponible en: <http://blog.inspiringbenefits.com/beneficios-sociales/la-nube-el-software-como-servicio-y-sus-beneficios-para-las-empresas/>

- [15] (2013) Historia detrás de Cloud Computing en el Sector Salud. Último acceso oct 2014. [En línea]. Disponible en: http://artilugio.com/historia-detr%C3%A1s-de-cloud-computing-en-el-sector-salud_97470.html
- [16] L. Iñaki. (2010) Evolución del software. Último acceso oct 2014. [En línea]. Disponible en: <http://softwareonline.blogspot.com/search/label/evoluci%C3%B3n>
- [17] E. Velázquez. (2009) ¿Qué es la virtualización?. Último acceso oct 2014. [En línea]. Disponible en: <http://www.tecnologiapyme.com/software/que-es-la-virtualizacion>
- [18] (2013) La Virtualización. Último acceso oct 2014. [En línea]. Disponible en: [Disponible en:http://blogs.itpro.es/problemas/que-es-un-hipervisor/](http://blogs.itpro.es/problemas/que-es-un-hipervisor/)
- [19] T. Erl, Z. Mahmood, R. Puttini, *Cloud Computing Concepts, Technology & Architecture*. Massachusetts, Estados Unidos: Prentice Hall, 2014.
- [20] (2010) Introduction to Cloud Computing. Último acceso oct 2014. [En línea]. Disponible en: <http://www.dialogic.com/~media/products/docs/whitepapers/12023-cloud-computing-wp.pdf>
- [21] (2014) NIST Reference Architecture Mapping. Último acceso oct 2014. [En línea]. Disponible en: http://cloudpatterns.org/design_patterns/storage_workload_management
- [22] F. Liu, J. Tong, J. Mao, R. Bohn, J. Messina, L. Badger, D. Leaf, “The NIST Cloud Computing Reference Architecture,” National Institute of Standards and Technology (NIST), U.S. Dept. of Commerce, Special Publication 500-292, Sept. 2011.

- [23] M. Villamizar. (2011) Taxonomía de los modelos de entrega de servicios, despliegue y facturación en infraestructuras cloud computing. Último acceso oct 2014. [En línea]. Disponible en:
<http://es.slideshare.net/mariojosevillamizarcano/taxonoma-de-los-modelos-de-entrega-de-servicios-despliegue-y-facturacin-en-infraestructuras-cloud-computing>
- [24] V. Josyula, M. Orr, G. Page, *Cloud Computing Automating the Virtualized Data Center*. Indianapolis, Estados Unidos: Cisco Press, 2012
- [25] (2013) ¿Qué es IaaS?. Último acceso oct 2014. [En línea]. Disponible en:
<http://www.interoute.es/what-iaas>
- [26] (2012) Working Group report on Cloud computing option for Urban Cooperative Banks. Último acceso oct 2014. [En línea]. Disponible en:
<http://www.rbi.org.in/scripts/PublicationReportDetails.aspx?ID=679>
- [27] L. MacVittie. (2008) As a Service: The many faces of the cloud. Último acceso oct 2014. [En línea]. Disponible en:
<https://devcentral.f5.com/articles/as-a-service-the-many-faces-of-the-cloud>
- [28] (2014) Gartner Names Microsoft As A Leader In Its 2014 Cloud IaaS Magic Quadrant report. Último acceso oct 2014. [En línea]. Disponible en:
<http://microsoft-news.com/gartner-names-microsoft-as-a-leader-in-its-2014-cloud-iaas-magic-quadrant-report/>
- [29] M. Hogan y A. Sokol, "NIST Cloud Computing Standards Roadmap," National Institute of Standards and Technology (NIST), U.S. Dept. of Commerce, Special Publication 500-291, Versión 2, Jul. 2013
- [30] (2013) ¿Qué es PaaS?. Último acceso oct 2014. [En línea]. Disponible en:
<http://www.interoute.es/what-paas>

- [31] M. Hoffmann. (2014) Cloud & Service Computing. Último acceso oct 2014. [En línea]. Disponible en: <http://www.aisec.fraunhofer.de/en/fields-of-expertise/cloud-and-service-computing.html>
- [32] I. Sreekanth. (2010) Cloud Deployment and Delivery Models. Último acceso oct 2014. [En línea]. Disponible en: https://www.ibm.com/developerworks/community/blogs/sreek/entry/cloud_4?lang=en
- [33] (2013) What is a Private Cloud?. Último acceso oct 2014. [En línea]. Disponible en: <http://www.interoute.com/cloud-article/what-private-cloud>
- [34] (2012) THE 4 PRIMARY CLOUD DEPLOYMENT MODELS. Último acceso oct 2014. [En línea]. Disponible en: <http://cloudtweaks.com/2012/07/the-4-primary-cloud-deployment-models/>
- [35] (2013) ¿Qué es una cloud híbrida?. Último acceso oct 2014. [En línea]. Disponible en: <http://www.interoute.es/cloud-article/what-hybrid-cloud>
- [36] (2014) Gain the benefits of advanced technology without the hardware. Último acceso oct 2014. [En línea]. Disponible en: <http://intelice.com/solutions/cloud-solutions/>
- [37] A. Sequeira. (2010) Great dialogue with CIOs at InfoWeek 500, 2010. Último acceso oct 2014. [En línea]. Disponible en: <https://communities.vmware.com/community/vmtn/archive/cto/security-and-networking/blog/2010/9>
- [38] (2014) Community Cloud Model. Último acceso oct 2014. [En línea] Disponible en: http://www.tutorialspoint.com/cloud_computing/cloud_computing_community_cloud_model.htm
- [39] (2014) RegistroOficialNo165-Lunes20deEnero2014. Último acceso nov 2014. [En línea] Disponible en: <http://www.derechoecuador.com/productos/producto/catalogo/registros-oficiales/2014/enero-code/RegistroOficialNo165->

Lunes20deEnero2014/registro-oficial-no-165---lunes-20-de-enero-de-2014

- [40] (2014) Entidades Financieras deberán mejorar seguridades para evitar fraudes electrónicos. Último acceso nov 2014. [En línea]. Disponible en: http://www.sbs.gob.ec/practg/sbs_index?vp_art_id=818&vp_tip=1
- [41] (2014) Quienes somos CAE-P. Último acceso nov 2014. [En línea]. Disponible en: <http://www.cae.org.ec/quienes-somos.html>
- [42] *Datasheet UPS APC 3000 VA 3 KVA SMART / SURTA3000XL*, APC 2014
- [43] *Datasheet Aire Acondicionado ComfortStar CARAT12CD*, ComfortStar, 2014
- [44] *Datasheet switch CISCO CATALYST 2960_24TT-L*, Cisco, 2014
- [45] *Datasheet switch CISCO CATALYST 2960_48TT-L*, Cisco, 2014
- [46] *Datasheet router CISCO 1841*, Cisco, 2014
- [47] *Datasheet APNsTrend-Net TEW-638APB*, Trend-Net, 2014
- [48] *Datasheet Cable Modem Motorola SB510*, Motorola, 2014
- [49] *Datasheet Central Telefónica Panasonic KX-TES824*, Panasonic, 2014
- [50] R. Sawyer, "Cálculo del requisito total de potencia para los centros de datos," American Power Conversion, Informe interno N°3, 2004.
- [51] *Datasheet Generador a diésel Perkins GBW15*, Perkins, 2014
- [52] N. Rasmuseen, "Cálculo de los requisitos totales de refrigeración para centros de datos," American Power Conversion, Informe interno N°25, Revisión 1, 2003.
- [53] *Datasheet Aire Acondicionado InRow SC*, APC, 2014
- [54] *Datasheet switch CISCO SGE2010*, Cisco, 2014

- [55] (2015) CÓDIGO DE TRABAJO. Último acceso feb 2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.ecuadorlegalonline.com/biblioteca/codigo-de-trabajo-actualizado/>
- [56] (2015) PIB porcentual de la Construcción en el Ecuador Último acceso feb 2015. [En línea]. Disponible en: <http://contenido.bce.fin.ec/home1/129estadísticas/bolmensual/IEMensual.jsp>
- [57] (2015) Planes Corporativos de Internet CNT. Último acceso mar 2015. [En línea]. Disponible en: Disponible en: <https://www.cnt.gob.ec/internet/plan-corporativo/internet-pymes/>
- [58] (2014) Gartner's 2014 Magic Quadrant on IaaS. Último acceso mar 2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.zdnet.com/article/amazon-and-microsoft-top-gartners-iaas-magic-quadrant/>
- [59] (2015) Logo de Microsoft Azure. Último acceso mar 2015. [En línea]. Disponible en: <http://cloudtimes.org/2015/01/19/microsoft-azure-update-brings-docker-image-on-ubuntu-server/>
- [60] (2015) Microsoft Azure. Último acceso mar 2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.estoyenlanube.com/recursos/windows-azure/que-es-windows-azure/>
- [61] R. Brunetti, *Windows Azure Step by Step*. California, Estados Unidos: O'Reilly Media, 2011.
- [62] (2015) Logo de Amazon Web Services. Último acceso mar 2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.ityug.com/cloud-services>
- [63] (2015) Amazon Web Services. Último acceso mar 2015. [En línea]. Disponible en: http://docsetools.com/articulos-de-todos-los-temas/article_21706.html

- [64] (2013) ¿Qué es Amazon Web Services?. Último acceso mar 2015. [En línea]. Disponible en: <http://tecnimedios.com/blog/cloud/que-es-amazon-web-services-amazon-aws/>
- [65] (2015) Logo de Rackspace. Último acceso mar 2015. [En línea]. Disponible en: <http://diginomica.com/2015/02/18/digibyte-rackspace-dips-despite-decent-numbers/>
- [66] (2015) Cloud Servers. Último acceso mar 2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.rackspace.com/es/cloud/servers/features#general>
- [67] G. Baca, *Fundamentos de Ingeniería Económica*. México D.F, México: McGraw-Hill, 2007
- [68] (2015) Tasas de Interés. Último acceso mar 2015. [En línea]. Disponible en: <http://contenido.bce.fin.ec/docs.php?path=/documentos/Estadisticas/SectorMonFin/TasasInteres/Indice.htm>
- [69] C. Rivadeneira, R. Rosalía y T. Sánchez “Consideraciones de diseño de un sistema de ventilación y estimación de la tarifa de transporte para el Metro de Quito,” Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, 2013.
- [70] (2015) Configure a Point-to-Site VPN connection to an Azure Virtual Network. Último acceso abr 2015. [En línea]. Disponible en: <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/azure/dn133792.aspx>
- [71] J. Villarejo. (2012) Instalación y configuración de cacti en Ubuntu 12.10. Último acceso oct 2014. [En línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=Pzmw6—jzWI>
- [72] C. Cervantes. (2012) Instalar y Configurar SNMP en Ubuntu. Último acceso oct 2014. [En línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=0A6QuTsfC7w>

- [73] J. Dong. (2015) How to install a new Active Directory forest on an Azure virtual network. Último acceso may 2015. [En línea]. Disponible en: <http://channel9.msdn.com/Series/Microsoft-Azure-Tutorials/How-to-install-a-new-Active-Directory-forest-on-an-Azure-virtual-network>
- [74] J. Cleary. (2013) Guide to install vsftp on Ubuntu Server on Windows Azure. Último acceso may 2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.johncleary.net/2013/06/guide-to-install-vsftp-on-ubuntu-server-on-windows-azure/>

ANEXO A

A.1 CONFIGURACIÓN DE LA HERRAMIENTA CACTI [71]

En esta sección se tiene los pasos para la configuración de la herramienta ayudado con las capturas de pantalla del proceso. En la figura A.1 se indican los comandos utilizados para instalar las herramientas que son necesarias para el funcionamiento de cacti, las cuales son: apache2, php5, mysql-server y phpmyadmin.

```

octavio@octavio-CAE: ~
octavio@octavio-CAE:~$ sudo apt-get install apache2 mysql-server phpmyadmin
Leyendo lista de paquetes... Hecho
Creando árbol de dependencias
Leyendo la información de estado... Hecho
Se instalarán los siguientes paquetes extras:
 apache2-mpm-prefork apache2-utils apache2.2-bin apache2.2-common
 dbconfig-common libapache2-mod-php5 libapr1 libaprutil1
 libaprutil1-dbd-sqlite3 libaprutil1-ldap libdbd-mysql-perl libdbi-perl
 libhtml-template-perl libmcrypt4 libmysqlclient18 libnet-daemon-perl
 liblprc-perl libterm-readkey-perl mysql-client-5.5 mysql-client-core-5.5
 mysql-common mysql-server-5.5 mysql-server-core-5.5 php5-cli php5-common
 php5-gd php5-mcrypt php5-mysql
Paquetes sugeridos:
 apache2-doc apache2-suexec apache2-suexec-custom virtual-mysql-client
 mysql-client postgresql-client php-pear libipc-sharedcache-perl
 libmcrypt-dev mcrypt tinyca mailx php5-suhosin
Se instalarán los siguientes paquetes NUEVOS:
 apache2 apache2-mpm-prefork apache2-utils apache2.2-bin apache2.2-common
 dbconfig-common libapache2-mod-php5 libapr1 libaprutil1
 libaprutil1-dbd-sqlite3 libaprutil1-ldap libdbd-mysql-perl libdbi-perl
 libhtml-template-perl libmcrypt4 libmysqlclient18 libnet-daemon-perl
 liblprc-perl libterm-readkey-perl mysql-client-5.5 mysql-client-core-5.5
 mysql-common mysql-server mysql-server-5.5 mysql-server-core-5.5 php5-cli

```

Figura A.1 Instalación de las herramientas que trabajan junto con cacti

Se pide configurar una contraseña para mysql-server se da click en aceptar

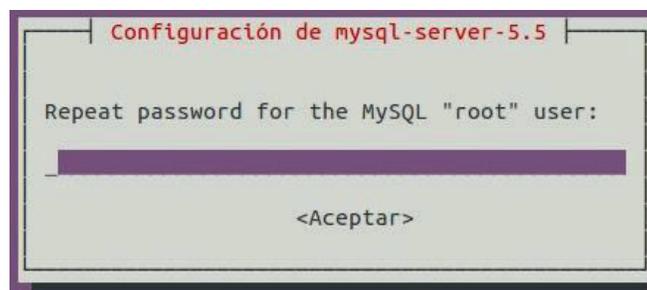


Figura A.2 Configuración de una contraseña para mysql-server

A continuación hay que seleccionar el servidor web apache2

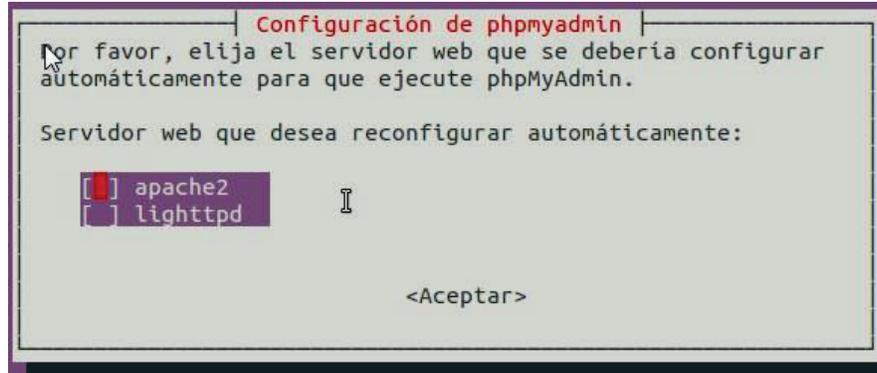


Figura A.3 Selección del servidor con el que se va a trabajar

Luego se configura una contraseña para la base de datos que utilizará phpmyadmin

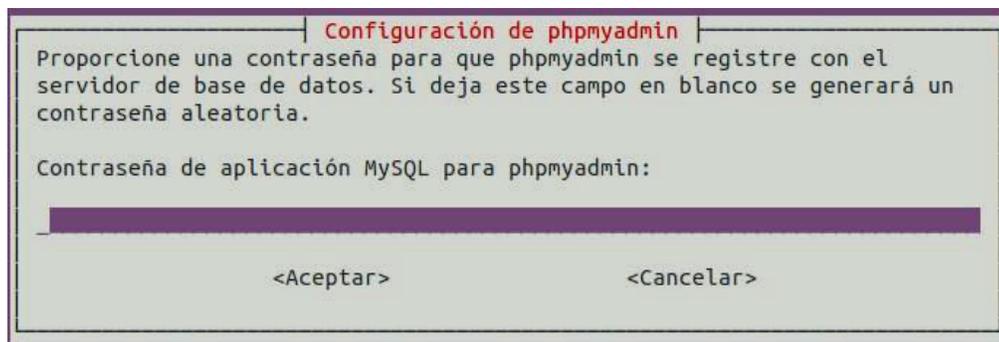


Figura A.4 Configuración de una contraseña para phpmyadmin

Una vez realizado este proceso se instalará cacti con el siguiente comando

```
octavio@octavio-CAE: ~
octavio@octavio-CAE:~$ sudo apt-get install cacti cacti-spine
[sudo] password for octavio: █
```

Figura A.5 Instalación del paquete cacti- spine

Ahora se configura la base de datos que usará cacti

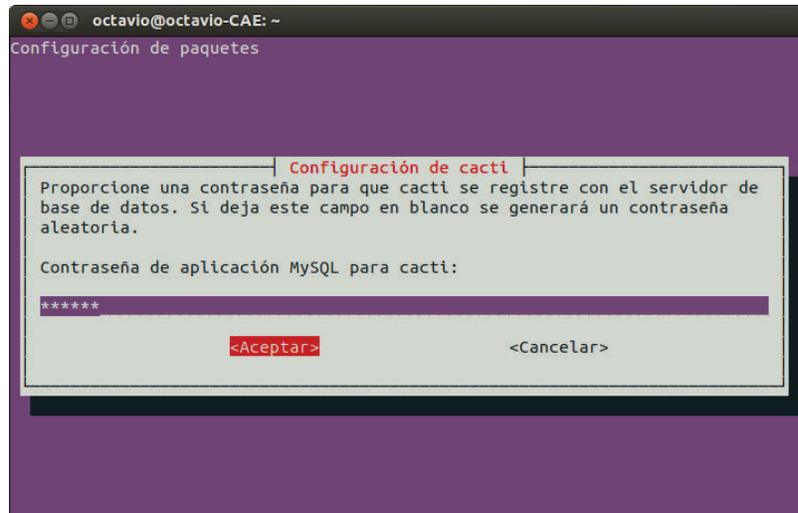


Figura A.6 Configuración de la contraseña para cacti

Se continua con la selección del servidor web apache2 para que funcione con cacti

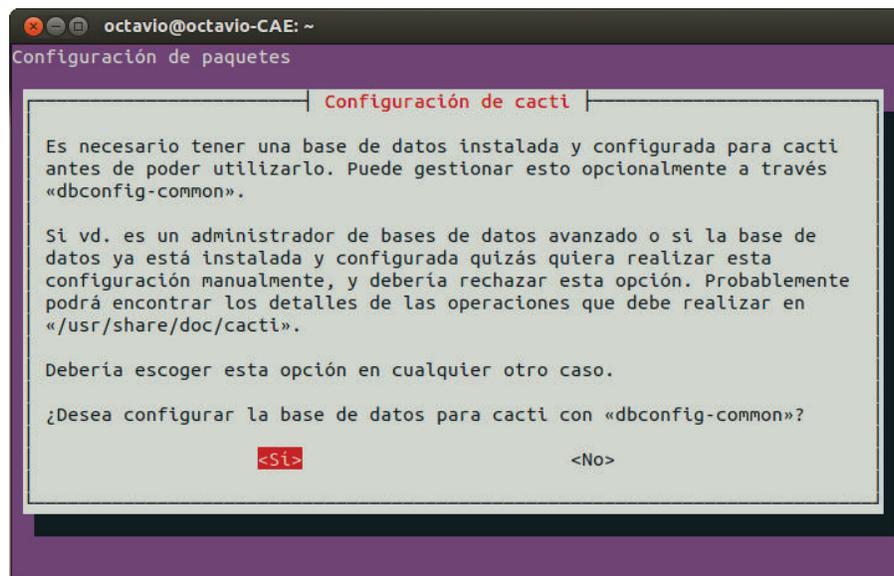


Figura A.7 Configuración de la base de datos para cacti

Luego se selecciona el servidor web con que va a trabajar cacti, decir se escoge apache2

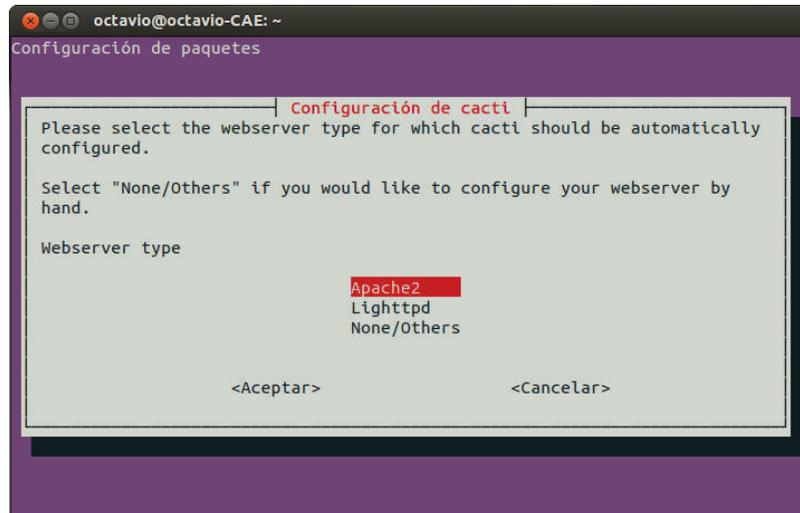


Figura A.8 Selección del tipo de servidor web

Una vez finalizada la instalación se abre en navegador Firefox y se escribe localhost/cacti

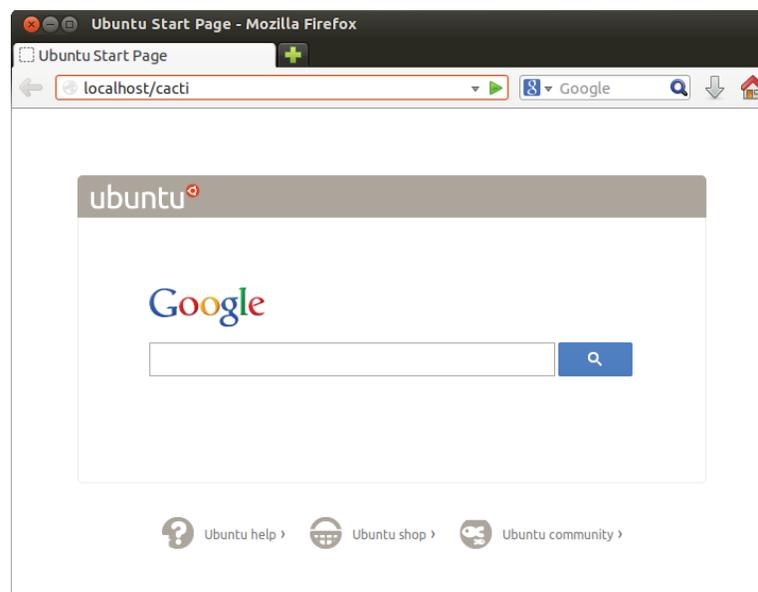


Figura A.9 Instalación de cacti en el servidor web

En la interfaz de instalación se selecciona “New Install” y se da click en siguiente

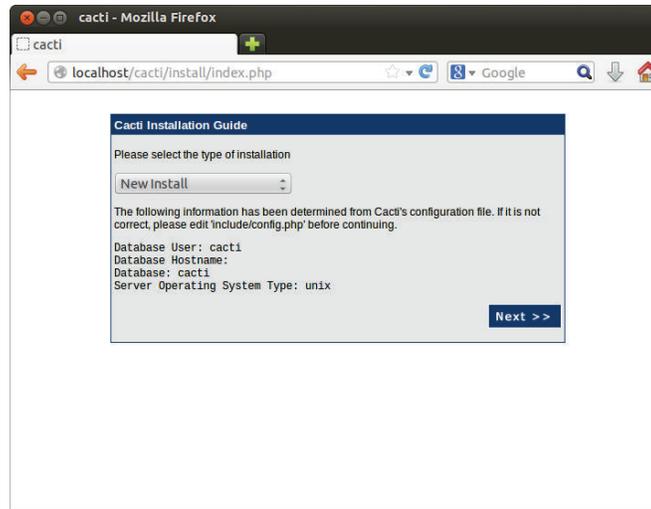


Figura A.10 Nueva instalación de cacti en el servidor web

En la siguiente pantalla es importante verificar que todos los campos contengan found en color verde y se da click en siguiente

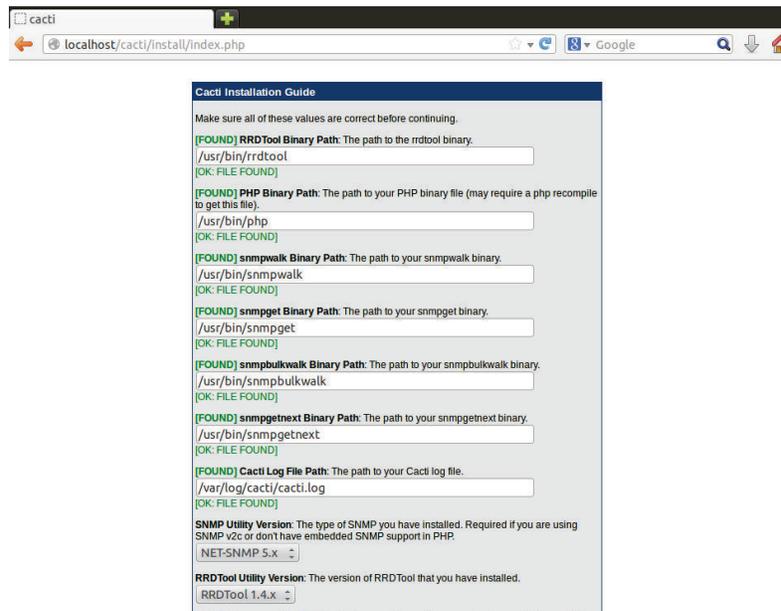


Figura A.11 Proceso de instalación de cacti en el servidor web

Terminado este proceso es necesario loguearse con las credenciales nombre de usuario y contraseña admin

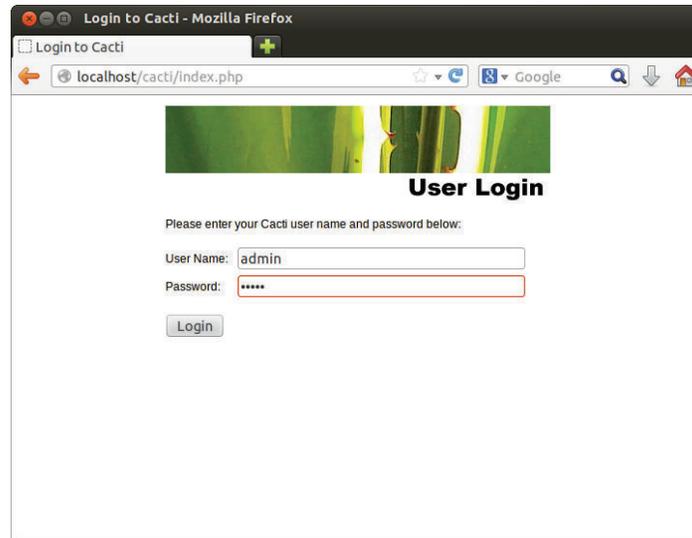


Figura A.12 Ingreso de credenciales

Ya en la consola de cacti se da click en el menú izquierdo “devices” para agregar los dispositivos a monitorear por default se encuentra el localhost.

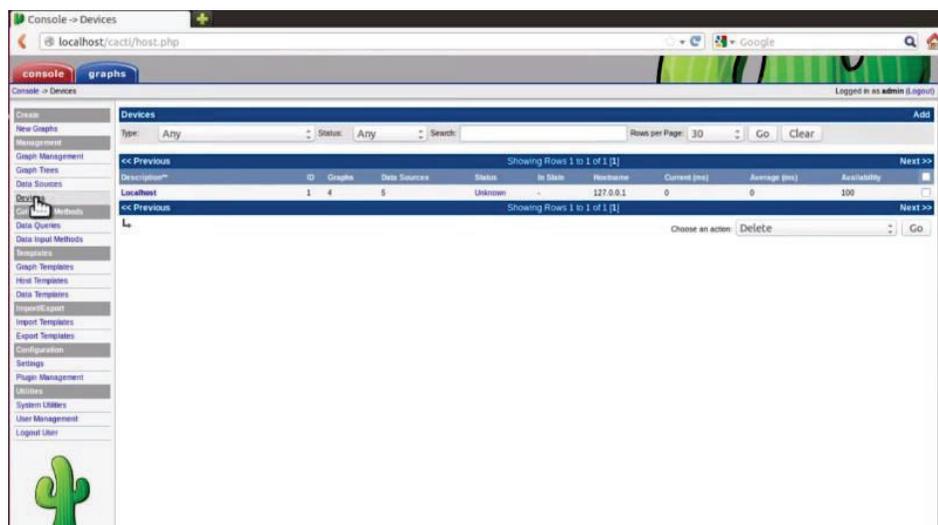


Figura A.13 Consola de cacti para agregar los dispositivos a monitorear

Se presiona en la pestaña “Add” en la parte superior derecha y se configura los parámetros del dispositivo como el nombre del dispositivo, la dirección IP, la versión del protocolo snmp a utilizar para el ejemplo se tiene la configuración del servidor proxy.

Console -> Devices -> (Edit)

localhost/cacti/host.php?action=edit&host_template_id=0&host_status=1

Management

- Graph Management
- Graph Trees
- Data Sources
- Devices
- Collection Methods
- Data Queries
- Data Input Methods
- Templates
- Graph Templates
- Host Templates
- Data Templates
- Import/Export
- Import Templates
- Export Templates
- Configuration
- Settings
- Utilities
- System Utilities
- User Management
- Logout User

Description
Give this host a meaningful description. Server Proxy, DHCP

Hostname
Fully qualified hostname or IP address for this device. 192.168.3.6

Host Template
Choose the Host Template to use to define the default Graph Templates and Data Queries associated with this Host. Generic SNMP-enabled Host

Number of Collection Threads
The number of concurrent threads to use for polling this device. This applies to the Spine poller only. 1 Thread (default)

Disable Host
Check this box to disable all checks for this host. Disable Host

Availability/Reachability Options

Downed Device Detection
The method Cacti will use to determine if a host is available for polling. NOTE: It is recommended that, at a minimum, SNMP always be selected. Ping and SNMP Uptime

Ping Method
The type of ping packet to send. NOTE: ICMP on Linux/UNIX requires root privileges. ICMP Ping

Ping Timeout Value
The timeout value to use for host ICMP and UDP pinging. This host SNMP timeout value applies for SNMP pings. 400

Ping Retry Count
After an initial failure, the number of ping retries Cacti will attempt before failing. 1

SNMP Options

SNMP Version
Choose the SNMP version for this device. Version 2

SNMP Community
SNMP read community for this device. public

SNMP Port
Enter the UDP port number to use for SNMP (default is 161). 161

SNMP Timeout
The maximum number of milliseconds Cacti will wait for an SNMP response (does not work with php-snmp support). 500

Maximum OID's Per Get Request
Specified the number of OID's that can be obtained in a single SNMP Get request. 10

Additional Options

Notes
Enter notes to this host.

Figura A.14 Configuración del servidor proxy

Se da click en crear y se procede a elegir los recursos a monitorear para el presente análisis se requiere monitorear el uso de: memoria, disco cpu y el tráfico entrante y saliente de las interfaces, se acepta la selección dando click en salvar

Console -> Devices -> (Edit)

localhost/cacti/host.php?action=edit&id=5

Choose the 'snmp' version for this device.

SNMP Community
SNMP read community for this device. public

SNMP Port
Enter the UDP port number to use for SNMP (default is 161). 161

SNMP Timeout
The maximum number of milliseconds Cacti will wait for an SNMP response (does not work with php-snmp support). 500

Maximum OID's Per Get Request
Specified the number of OID's that can be obtained in a single SNMP Get request. 10

Additional Options

Notes
Enter notes to this host.

Associated Graph Templates

Graph Template Name	Status	
1) Linux - Memory Usage	Not Being Graphed	<input type="checkbox"/>
2) iocoinet - CPU Usage	Not Being Graphed	<input type="checkbox"/>
3) Unix - Load Average	Not Being Graphed	<input type="checkbox"/>
4) Unix - Logged in Users	Not Being Graphed	<input type="checkbox"/>
5) Unix - Processes	Not Being Graphed	<input type="checkbox"/>

Add Graph Template: Cisco - CPU Usage

Associated Data Queries

Data Query Name	Debugging	Re-index Method	Status
1) SNMP - Get Processor Information	(Verbose Query)	Uptime Goes Backwards	Success (0 Items, 0 Rows)
2) SNMP - Interface Statistics	(Verbose Query)	Uptime Goes Backwards	Success (24 Items, 4 Rows)
3) Unix - Get Mounted Partitions	(Verbose Query)	Uptime Goes Backwards	Success (2 Items, 1 Row)

Add Data Query: Karlnet - Wireless Bridge Statistics

Figura A.15 Selección de los recursos a monitorear en el dispositivo

Una vez terminadas las configuraciones se da click en la pestaña en la parte superior “Create Graphs for this Host”, se selecciona lo que se quiere visualizar y se da click en “Create”

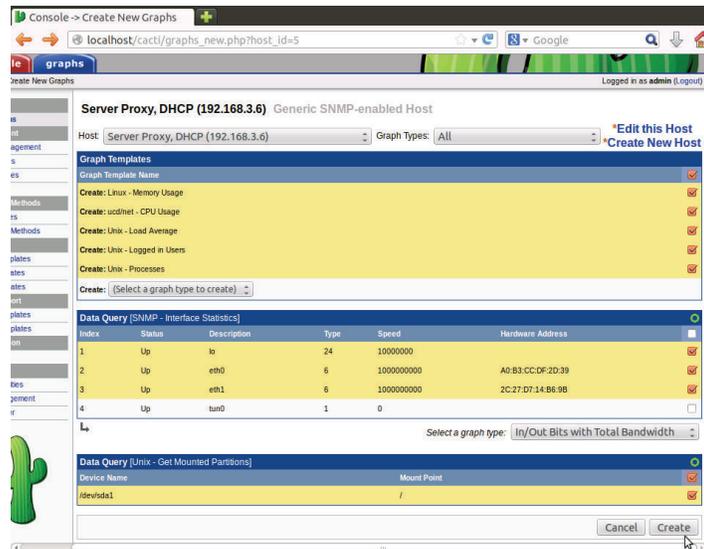


Figura A.16 Selección de los recursos a graficar

Para visualizar las gráficas se ingresa al menú de la izquierda en “GraphTree” >> “DefaultTree” >> “Add”

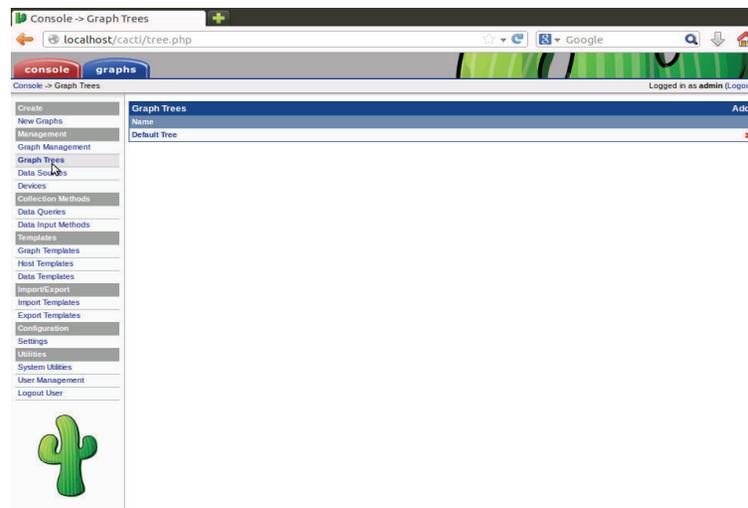


Figura A.17 Creación de las gráficas

Una vez finalizado el proceso se da click en la pestaña “graphs” en la parte superior izquierda y se observa las gráficas en blanco todavía ya que no se registra información esto toma un tiempo.

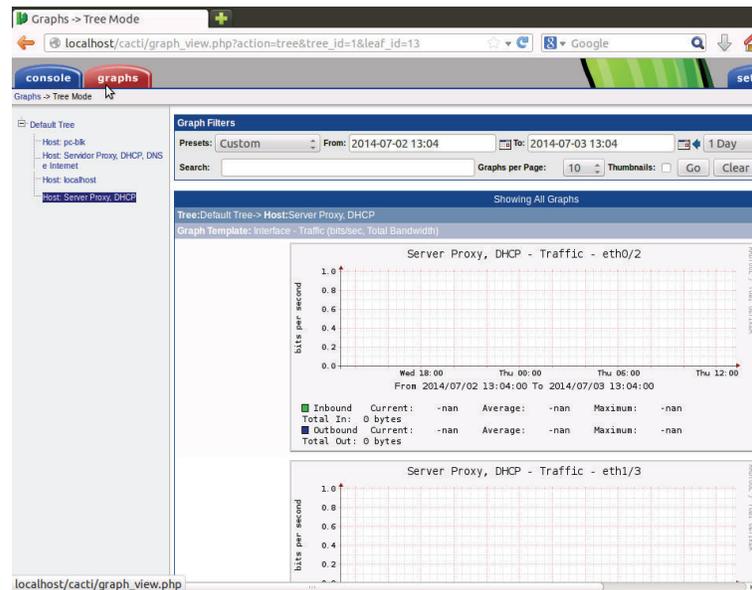


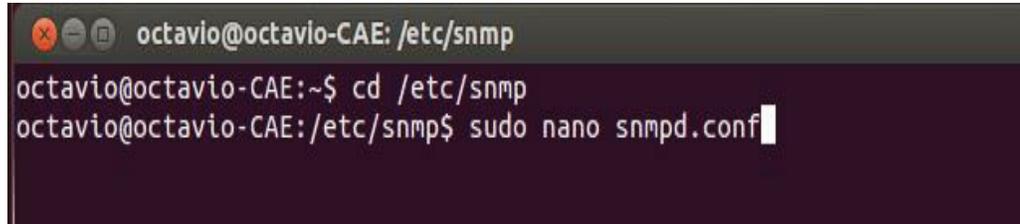
Figura A.18 Monitoreo de los recursos seleccionados

Los servidores Linux por seguridad no traen configurado el protocolo snmp, por lo cual es necesario habilitarlo y configurarlo, en el equipo se configura con el siguiente comando [72]

```
octavio@octavio-CAE: ~
octavio@octavio-CAE:~$ sudo apt-get install snmp snmpd
[sudo] password for octavio:
```

Figura A.19 Instalación del paquete snmp

Luego se accede al directorio /etc/snmp y se edita el archivo de configuración con la ayuda de un editor de texto para el caso se trata de nano



```

octavio@octavio-CAE: /etc/snmp
octavio@octavio-CAE:~$ cd /etc/snmp
octavio@octavio-CAE:/etc/snmp$ sudo nano snmpd.conf

```

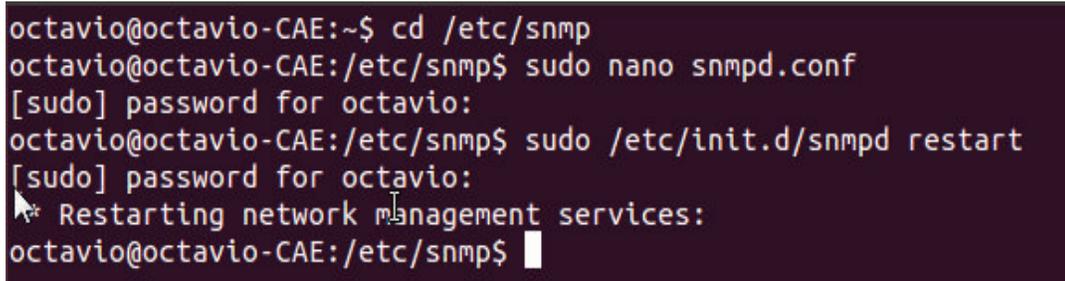
Figura A.20 Acceso al archivo de configuración snmpd.conf

Ya en el archivo de configuración en la sección de Agent Behaviour es necesario descomentar la siguiente línea:

```
agentAdress udp:161,udp6:[::1]:161
```

En la sección control de acceso se habilita la transferencia la información de snmp por todos los equipos que tengan habilitado el protocolo

Terminada la edición del archivo se guarda y se reinicia el archivo digitando lo siguiente



```

octavio@octavio-CAE:~$ cd /etc/snmp
octavio@octavio-CAE:/etc/snmp$ sudo nano snmpd.conf
[sudo] password for octavio:
octavio@octavio-CAE:/etc/snmp$ sudo /etc/init.d/snmpd restart
[sudo] password for octavio:
* Restarting network management services:
octavio@octavio-CAE:/etc/snmp$

```

Figura A.21 Reinicio del servicio snmpd

Con lo cual se termina y el equipo está listo para ser monitoreado , para lo servidores Windows Server 2003 el proceso es mucho más sencillo.

Para instalar el servicio snmp se necesita ir al panel de control se selecciona “Add or Remove Programs” >> “Add/Remove Windows Components”



Figura A.22 Instalación del servicio snmp en Windows Server

Aparece una nueva ventana donde se tiene que buscar “Management and Tools”
>> “Details”>> “Simple Network Management Protocol” se da un visto y se da “Ok”

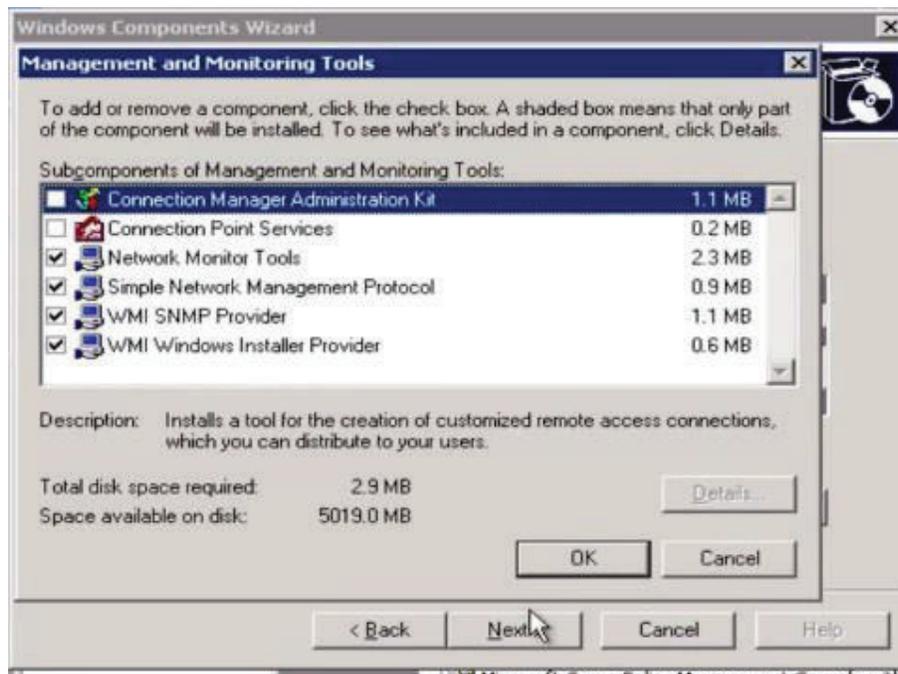


Figura A.23 Selección del servicio Simple Management Protocol

Una vez instalado hay que dirigirse a los servicios digitando en el menú de inicio “servicies.msc” y se busca en la lista “Snmp Service”>> ” Security” y se escribe el nombre de la comunidad

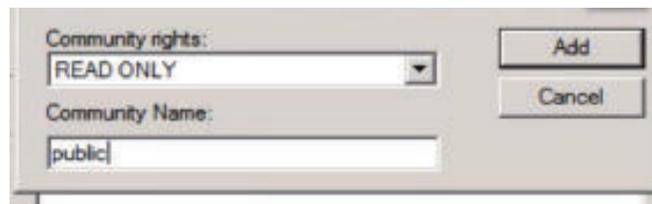


Figura A.24 Configuración del nombre de la comunidad o perfil

Finalmente se agrega la dirección Ip del servidor que está realizando la tarea de monitoreo que para el caso en un servidor dentro de la VLAN 2 con la dirección IP 192.168.2.110/24 con ésta configuración el equipo está listo para monitorearse [93]. Hay que repetir el proceso para los servidores Linux y Windows según corresponda.

A continuación se presentan como ejemplo las gráficas obtenidas en el servidor proxy

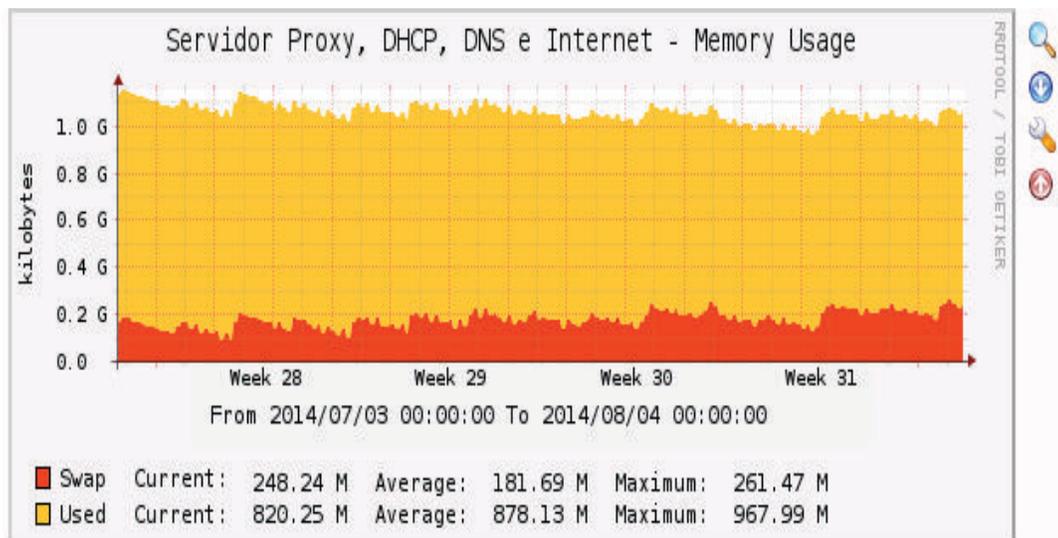


Figura A. 25 Monitoreo del uso de memoria del servidor Proxy

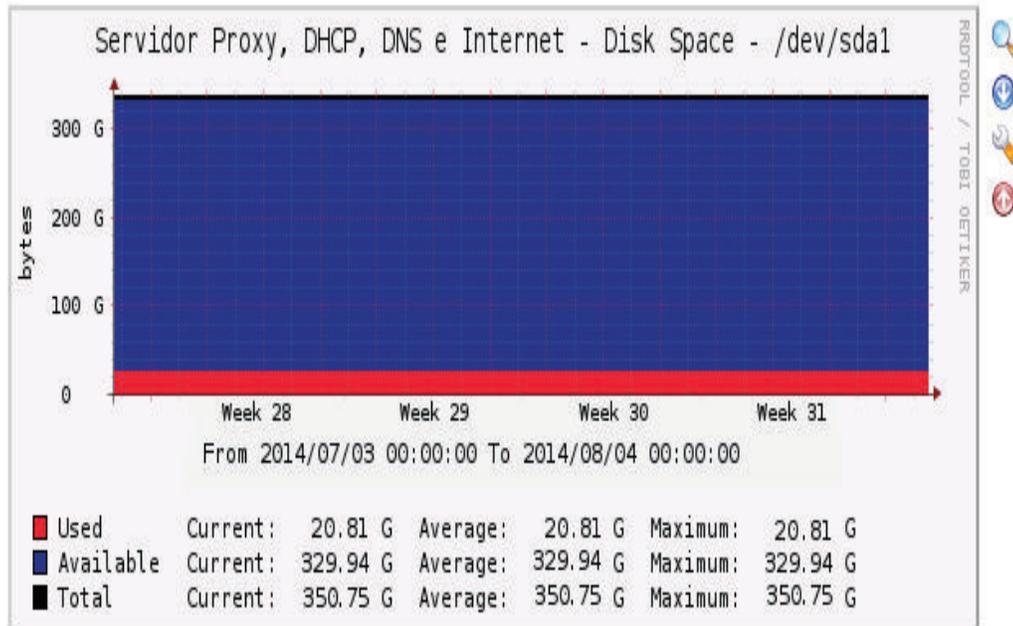


Figura A.26 Monitoreo del uso de disco del servidor Proxy

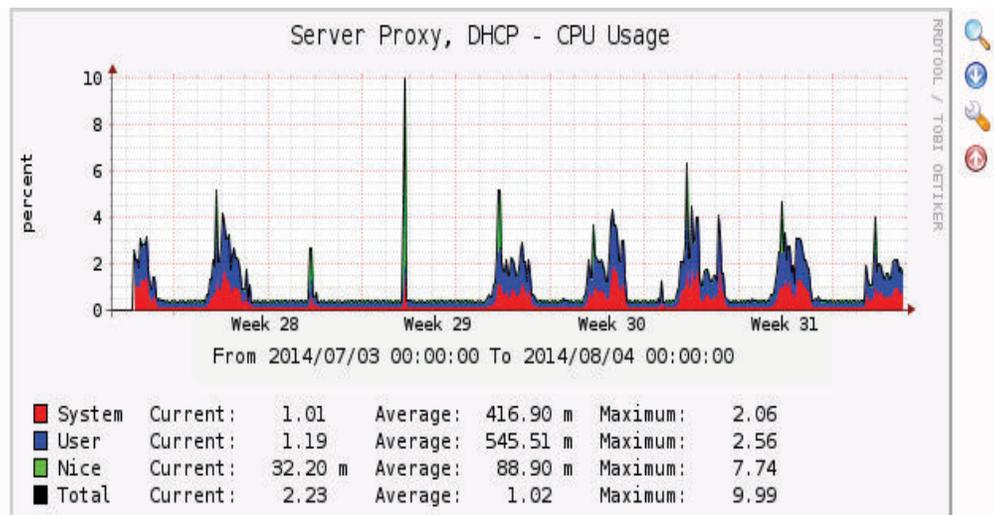


Figura A.27 Monitoreo del uso de cpu del servidor Proxy

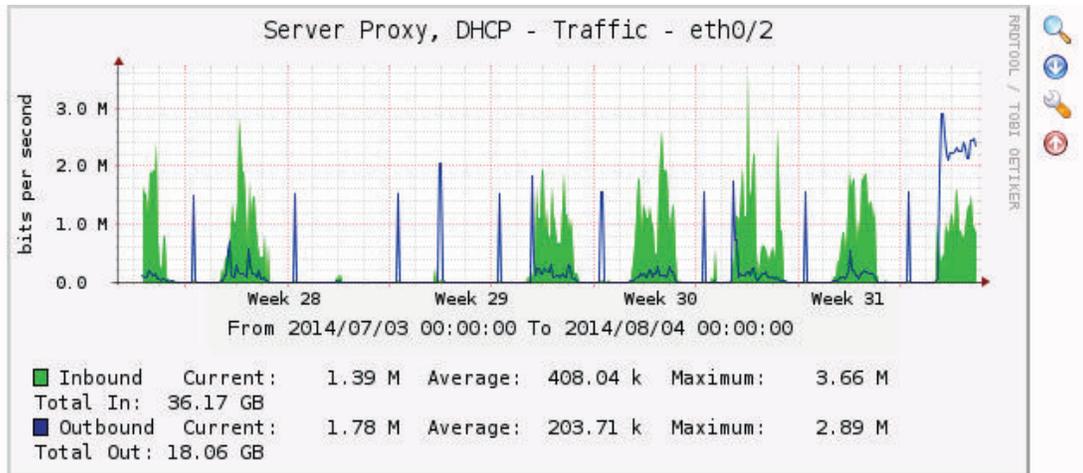


Figura A.28 Monitoreo del tráfico entrante y saliente en Eth0 del servidor Proxy

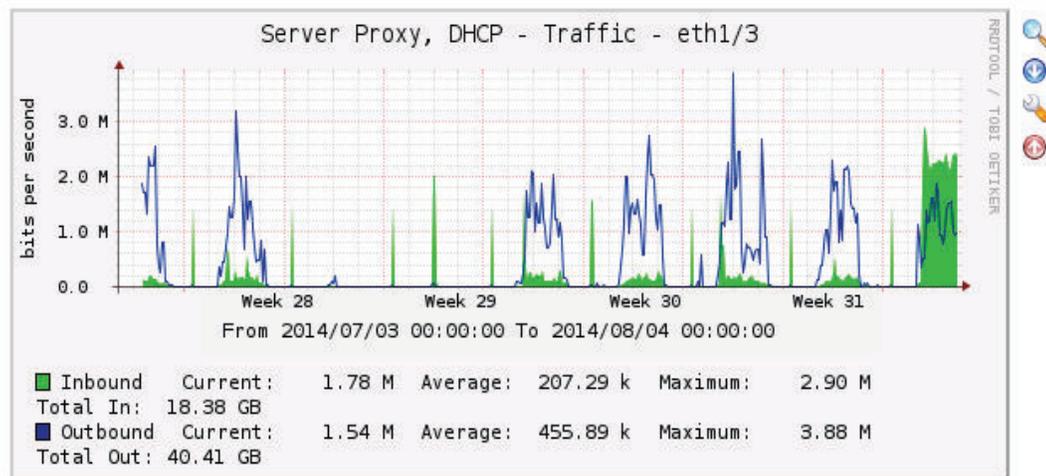


Figura A. 29 Monitoreo del tráfico entrante y saliente en Eth1 del servidor Proxy

ANEXO B

El prototipo se lo realizará así:

- Creación de la suscripción a la Nube Pública
- Validación de la suscripción a la Nube Pública
- Creación de la VPN entre la Nube Pública y la subred del “CAE-P”.
- Creación de una Máquina Virtual Windows Server y levantamiento del servicio de Autenticación.
- Creación de una Máquina Virtual Linux con sistema operativo Ubuntu en la que se implementará el servicio documental.

Las pruebas a realizar son las siguientes:

- Verificación de la conectividad de la VPN entre la Nube Pública y la subred del “CAE-P”.
- Validación del funcionamiento de una Máquina Virtual Windows Server con el servicio de Autenticación.
- Validación del funcionamiento de una Máquina Virtual Linux en la Nube Pública con el servicio documental.

B.1 CREACIÓN DE LA SUSCRIPCIÓN

Para crear una suscripción, es necesario contar con una cuenta de correo de Hotmail, si se tiene, lo que sigue es dirigirse al portal de Microsoft Azure <http://azure.microsoft.com/es-es/> y seleccionar la pestaña “Pruébalo Gratis” >>

“Probar Ahora”, se pide iniciar una cesión con una cuenta de Microsoft, se ingresan la credenciales y se inicia sesión

Figura B.1 Inicio de sesión en el portal de Microsoft Azure

A continuación se llena el formulario con la información requerida, por concepto de facturación se necesita una tarjeta de crédito para verificación, la plataforma ofrece un valor de \$200 mensuales si se supera éste valor antes de cumplir el mes se suspenden los servicios hasta que se acredite automáticamente el nuevo mes.

Figura B.2 Configuración de la cuenta de Microsoft Azure

B.2 VALIDACIÓN DE LA SUSCRIPCIÓN

Una vez verificada la información se recibirá un correo de bienvenida indicando que ya se puede disfrutar de los servicios que ofrece la plataforma

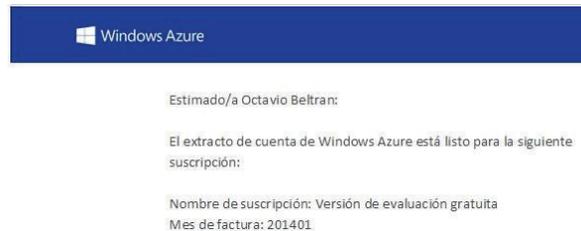


Figura B.3 Validación de la suscripción a la plataforma de Microsoft Azure

B.3 CREACIÓN DE LA VPN ENTRE LA NUBE PÚBLICA Y LA SUBRED DEL CAE-P

Ya dentro de la consola de Azure, lo primero que se necesita crear es grupos de afinidad con ésta opción la plataforma permite seleccionar en que data center de los varios alrededor del mundo que tiene Microsoft se desplegarán los servicios y adicionalmente se colocan dentro de un mismo clúster, ésta opción es necesaria para permitir la comunicación entre las máquinas virtuales que se hayan creado a través de una red virtual, el procedimiento es sencillo, en el menú principal de la consola se selecciona “configuraciones” luego se da click en “Grupos de Afinidad”, y se crea un nuevo grupo de afinidad, se asigna un nombre y se completa la información que solicita.

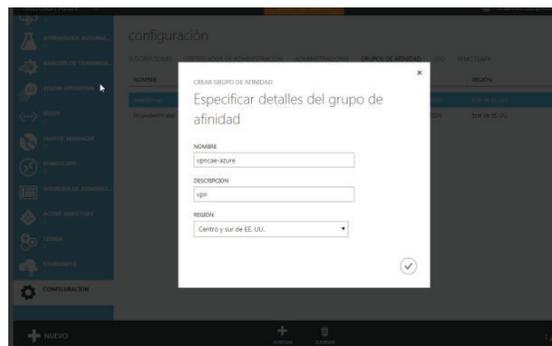


Figura B.4 Configuración de grupos de afinidad

Para realizar la configuración de la VPN se debe ingresar al portal de administración de Azure y una vez ahí, se busca en la lista que aparece en el menú de la izquierda la pestaña “Redes”, y se da click.

En el Panel lateral de Azure aparecen todos los servicios referentes a las redes creadas en Windows Azure, por defecto se visualizan las redes que se encuentran creadas, y si no se debe pulsar sobre el botón “Nuevo” > “Servicios de Red” > “Red Virtual” > “Creación Personalizada”.

En el siguiente paso se pide añadir algún servidor DNS, por lo tanto se agregan las siguientes direcciones 200.63.206.1/24 y 206.63.212.110/24, además, en esta pantalla es donde se decide entre crear una conexión Point-To-Site (conexión desde un punto a un sitio), Site-To-Site (conexión de sitio a sitio), las dos conexiones o ninguna, en nuestro caso se necesita la Point-To-Site

The screenshot shows the 'CREAR UNA RED VIRTUAL' page in the Azure portal, specifically the 'Servidores DNS y conectividad VPN' section. On the left, under 'SERVIDORES DNS', there is a table with two entries:

Nombre	Dirección IP
DNS CAE	200.63.206.1
DNS CAE 2	206.63.212.110

Below the table are two input fields: 'SELECCIONE O ESPECI' (with a dropdown arrow) and 'DIRECCIÓN IP'. On the right side, under 'CONECTIVIDAD DE PUNTO A SITIO', there is a checked checkbox for 'Configurar una VPN de punto a sitio'. Below that, under 'CONECTIVIDAD DE SITIO A SITIO', there is an unchecked checkbox for 'Configurar una VPN de sitio a sitio'.

Figura B.5 Configuración de servidor DNS y conectividad VPN

Ahora se configura la subred, se puede tomar los valores por defecto o escoger una configuración propia, aparecerá el menú para configurar y dar valores a la red se escoge el segmento de red para el caso del CAE-P 192.168.2.0/24, se incluye un nombre.

Conectividad de punto a sitio ?

ESPACIO DE DIRECCIONES	DIRECCIÓN IP DE INICIO	CIDR (RECuento DE DIRECCIONES)	INTERVALO DE DIRECCIONES UTILIZABLE
192.168.2.0/24	192.168.2.0	/24 (254)	192.168.2.1 - 192.168.2.254

agregar espacio de direcciones

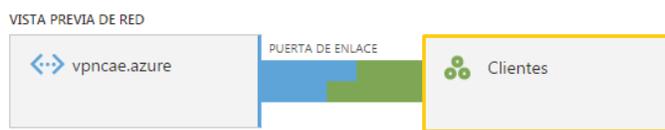


Figura B.6 Configuración de conectividad punto a sitio

Una vez seleccionado el segmento de red, se tiene que crear una “Subred de puerta de Enlace”, para ello se accede a Redes > se selecciona la red creada recientemente y se dirige a la pestaña “Panel”, se pulsa sobre “Crear Puerta de Enlace” botón que se encuentra en la parte inferior-central de la página.

vpncae-azure

PANEL CONFIGURAR CERTIFICADOS

red virtual



Figura B.7 Creación de puerta de enlace para la red vpncae-azure

Tardará un rato hasta que se genere la IP de la Gateway (puerta de enlace), se necesita crear los certificados, para crearlos se usa la herramienta makecert, si se

trata de un usuario de visual studio, se puede acceder a esa herramienta desde el VS2012 Command Prompt, sino, se debe descargar el SDK de Azure.

Se necesita dos certificados, el certificado root, que se subirá al panel de Azure y el del cliente, para crear el certificado root, se abre el Command Prompt como administrador, se ubica el directorio en el que se vaya a guardar los certificados y se digita lo siguiente:

```
makecert -sky exchange -r -n "CN=<Nombre_Certificado_Root>" -pe -a sha1 -len 2048 -ss My
```

Y se obtiene el certificado root, para obtener el certificado del cliente, se escribe lo siguiente:

```
makecert.exe -n "CN=<CertificadoCliente>" -pe -sky exchange -m 96 -ss My -in "<Nombre_Certificado_Root>" -is my -a sha1
```

Si se desea se puede comprobar que los certificados se han creado correctamente con la herramienta certmgr. Es preferible usar un solo certificado cliente por cada máquina que vaya a conectarse.

Una vez creados los certificados, se extrae para poder subirlos e instalarlos en sus sitios respectivamente, para ello, se usa la herramienta certmgr.msc; los certificados están en la carpeta personal, localizados los certificados,

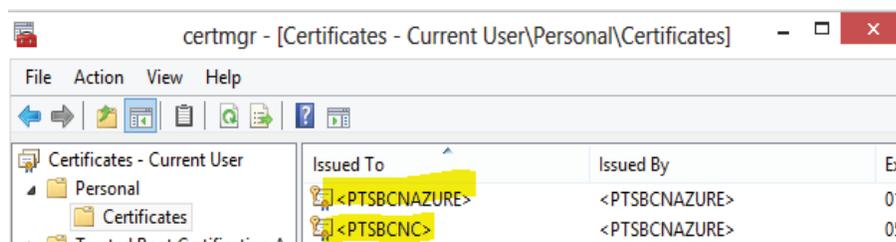


Figura B.8 Ubicación de los certificados

Se empieza con el “root”, que será el primero en subir a Azure, se da click en el botón derecho sobre el certificado root > All tasks > Export.

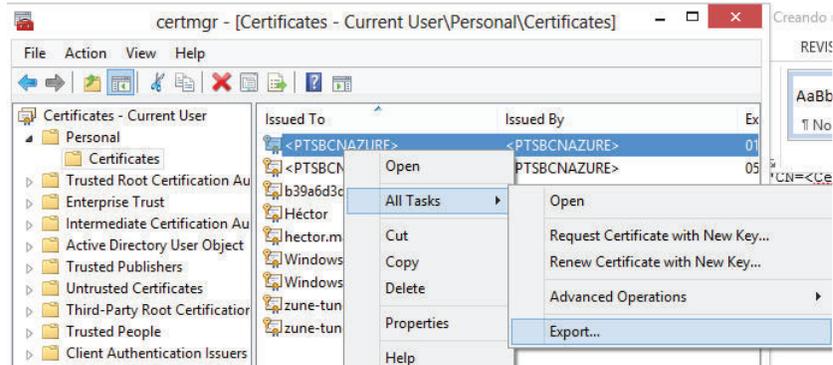


Figura B.9 Exportación del certificado root

Cuando se exporta el certificado Root, es importante que no se exporte la “private key”. Se debe guardar el nombre del certificado como *.cer.

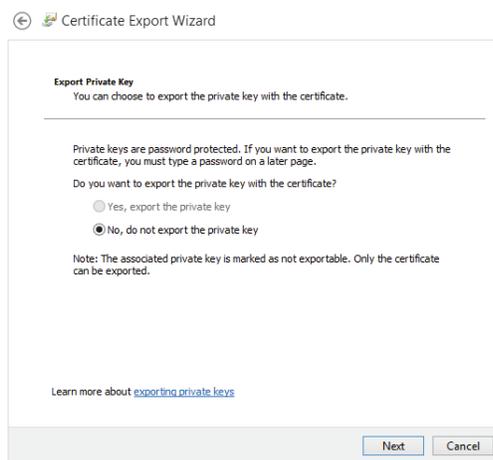


Figura B.10 Exportación del certificado root sin la private key

Después de este paso, se pedirá seleccionar entre las distintas opciones de formato que se tiene disponibles, acorde con su encriptación, en cualquier caso se debe seleccionar el .cer

Por último, después de elegir la localización de la carpeta donde se va a guardar el certificado, la exportación ha finalizado.

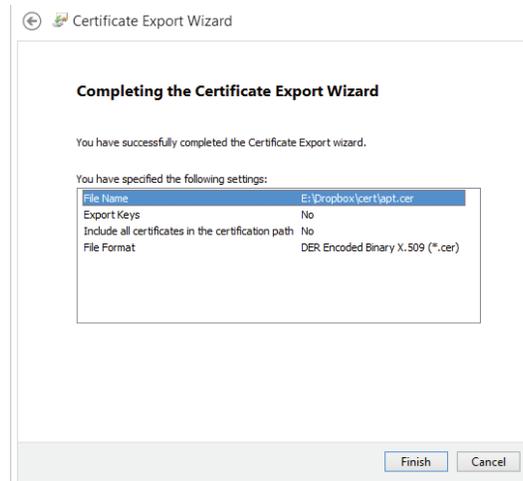


Figura B.11 Exportación del certificado finalizada

El procedimiento para exportar el certificado del cliente es exactamente lo mismo, pero hay que tener en cuenta que aquí sí debe exportar la “private key” y que el formato deberá ser *.pfx, después de seleccionar el formato de salida del certificado, aparecerá la opción de añadir una contraseña para que el usuario poseedor del certificado, al intentar instalar le pida una contraseña, por razones de seguridad,

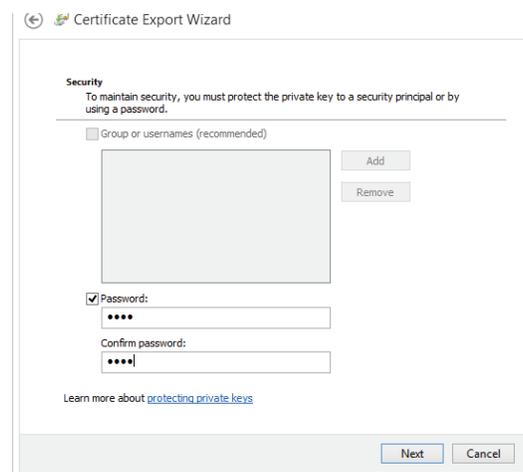


Figura B.12 Configuración de una contraseña para exportar el certificado del cliente

Ahora ya se tiene los certificados listos para subirlos e instalarlos, para subir el certificado root es necesario ir nuevamente al “panel de Azure > Redes > se

selecciona la red > “Certificados” y se pide subir un certificado, se da click en “Subir un certificado de cliente root” a continuación, se busca la ruta y se acepta,

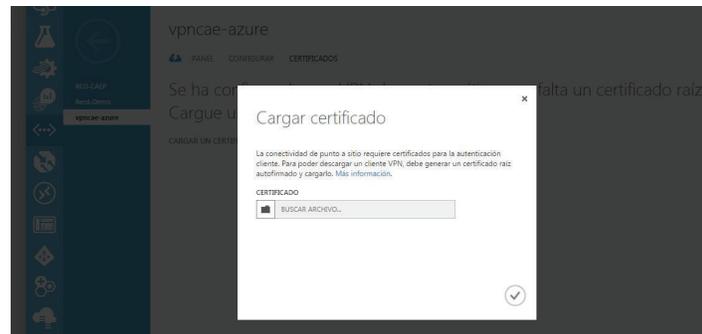


Figura B.13 Carga del certificado cliente root

Luego para instalar el certificado del cliente sobre la máquina, se busca el certificado, pulsando dos veces sobre el mismo, se ingresa la contraseña.

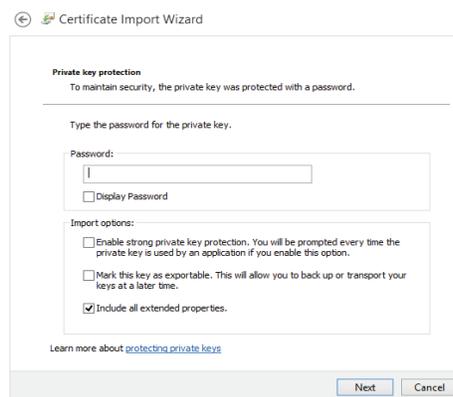


Figura B.14 Carga del certificado del cliente

Como paso final hay que descargar el paquete de configuración que genera Azure desde su portal de management, en la pestaña Panel que está dentro del menú de “Redes”, en la parte de la derecha hay la opción de descargar el paquete del cliente se selecciona en función de la arquitectura, ya sea de 64 o 32 bits.

Cuando se haya descargado, se lo ejecuta pese a las advertencias de seguridad, terminada la descarga en el menú de redes aparecerá la opción para conectarse a la VPN que se ha creado. [86]

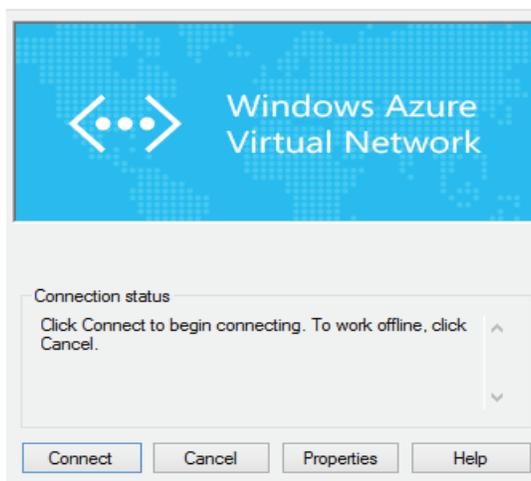


Figura B.15 Ventana para conectarse a la nueva red creada

B.4 VERIFICACIÓN DE CONECTIVIDAD DE LA VPN ENTRE LA NUBE PÚBLICA Y LA SUBRED DEL “CAE-P

Una vez que se conecta a la VPN la plataforma permite verificar la conexión y la tasa de transmisión que se tiene, para ello en el menú de la izquierda se selecciona “Redes” >> “Panel”.



Figura B.16 Verificación de conectividad de la vpn entre la nube pública y la subred del CAE-P

Una vez configurada y probada la conexión se procede a crear una máquina virtual Windows para probar el servicio de Autenticación

B.5 CREACIÓN DE LA MÁQUINA VIRTUAL WINDOWS Y LEVANTAMIENTO DEL SERVICIO DE AUTENTICACIÓN [73]

El primer paso a seguir es crear una máquina virtual Windows Server 2008 para probar un servicio de Autenticación, se escoge en la parte de abajo nuevo, finalmente presionamos en “de la galería”, a continuación nos pide escoger la imagen del sistema operativo pudiendo ser Windows o Linux

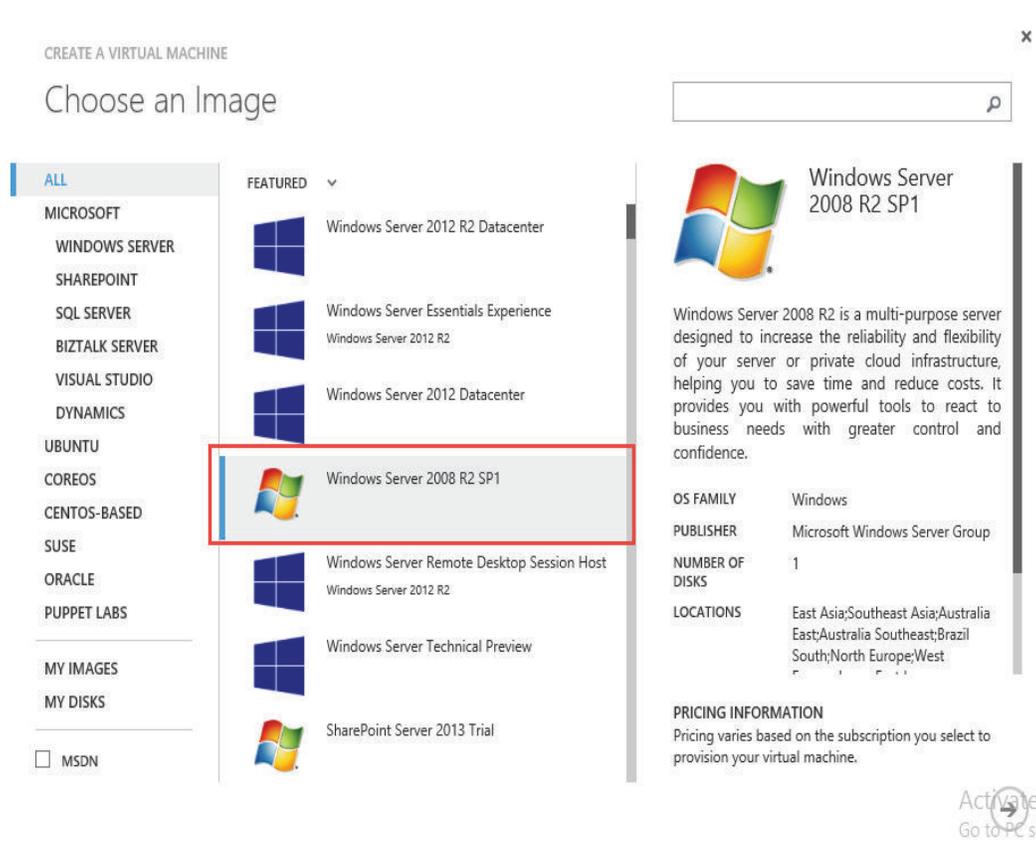


Figura B.17 Selección del sistema operativo Windows Server 2008 para la máquina virtual

Luego de esto se configura la capacidad de cómputo, se acepta,

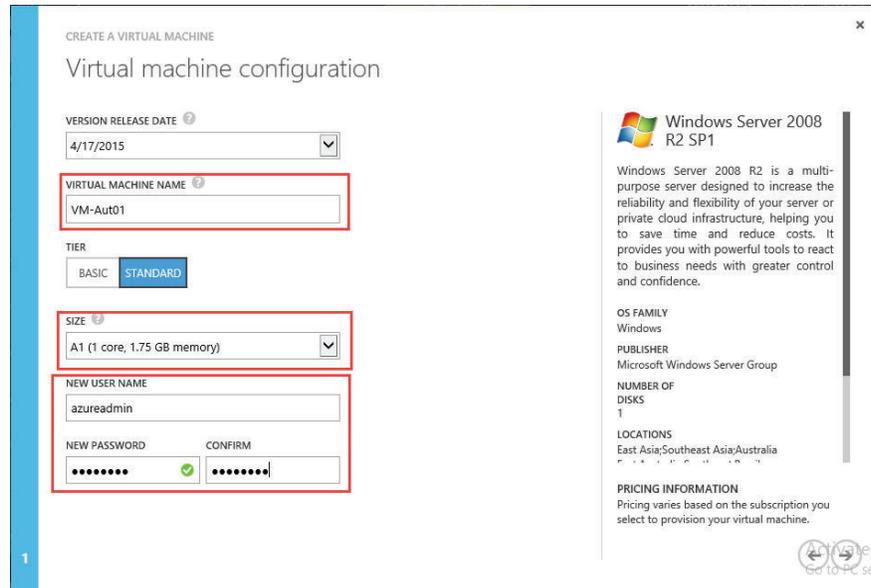


Figura B.18 Configuración de los recursos de cómputo al crear la máquina virtual Windows

Automáticamente se empieza a provisionar la máquina, luego de unos minutos la máquina está lista para usarse en el menú inferior presionamos en conectar, aparece una aviso indicando que se está descargando el archivo rdp, una vez descargado el archivo lo ejecutamos y se despliega la conexión mediante escritorio remoto y podemos empezar a trabajar.

Ya una vez dentro de la máquina es necesario agregar un rol



Figura B.19 Configuración de un nuevo rol

A continuación se añade el dominio de directorio activo y se instalan los componentes necesarios

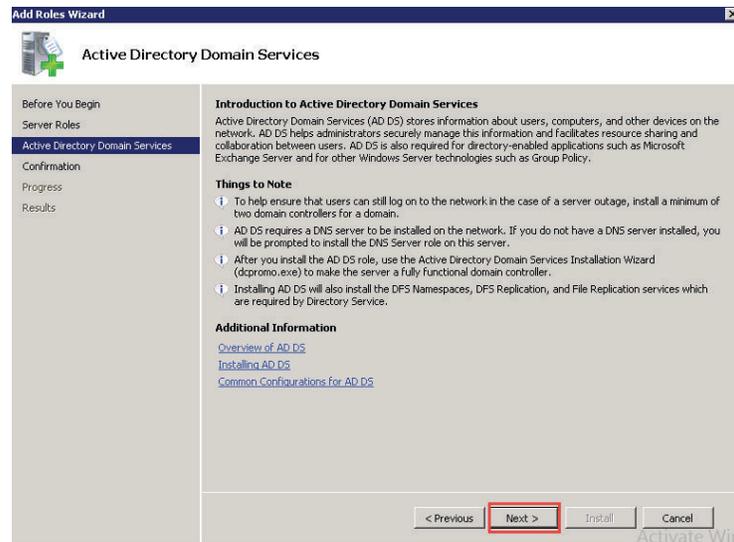


Figura B.20 Configuración de los componentes necesarios para instalar el directorio activo

Después de realizar la instalación es necesario crear un nuevo dominio y se da click en “Next”

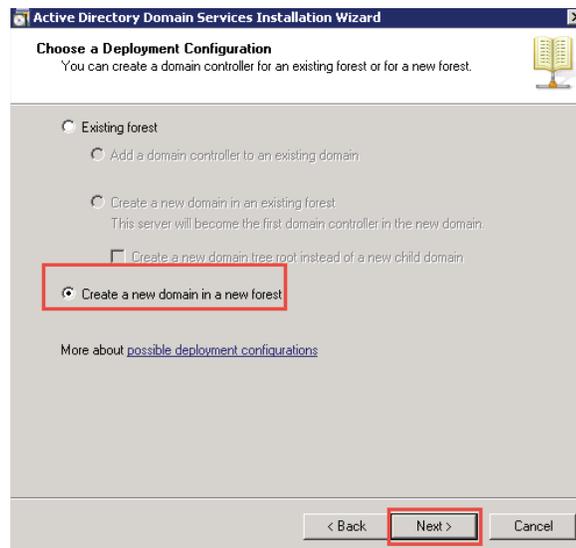


Figura B.21 Creación de un nuevo dominio

Para el caso específico se designó el dominio gdocumental.int

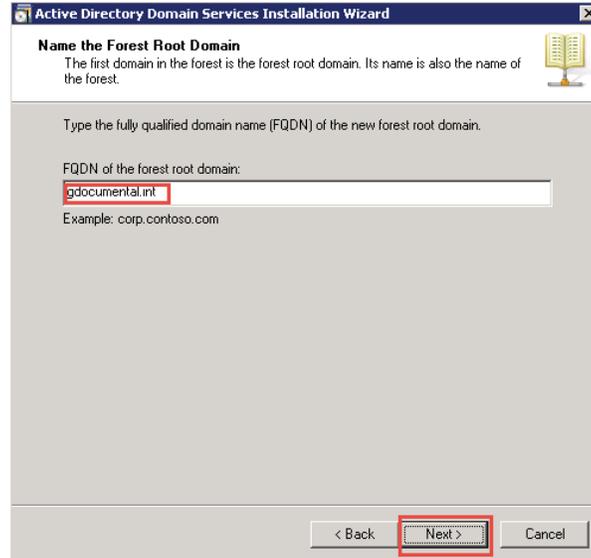


Figura B.22 Nombre para la creación de un nuevo dominio

Finalmente se selecciona la ubicación de la base de datos donde se van a ubicar los archivos de registros, se ingresa la contraseña Password y se da click en "Next"

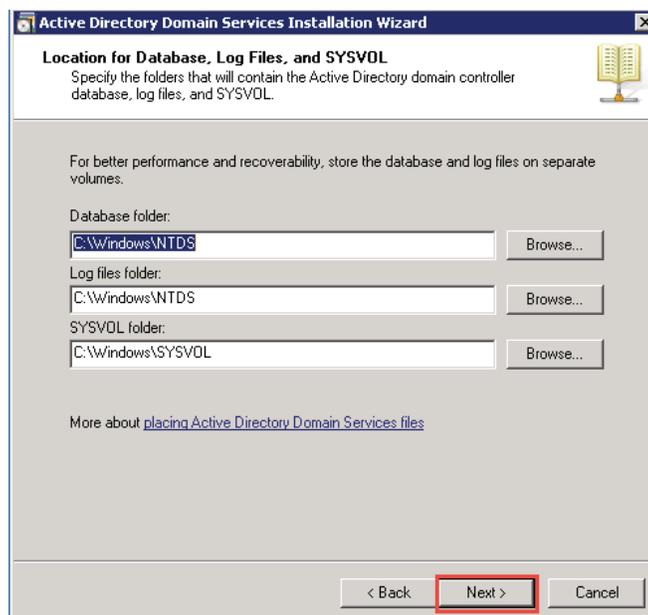


Figura B.23 Ubicación de la base de datos que contiene los archivos de registro

Terminado el proceso se pide reiniciar el sistema y configurar un servidor DNS para lo cual se utiliza los servidores 200.63.206.1/24 y 206.63.212.110/24 [94]



Figura B.24 Finalización de la configuración del directorio activo

B.6 VERIFICACIÓN DEL SERVICIO DE AUTENTICACIÓN [74]

Para verificar el funcionamiento del servicio intentamos acceder al servidor para lo cual pide ingresar las credenciales

Nombre de usuario: azureadmin

Contraseña: Passw0rd



Figura B.25 Acceso al servicio de autenticación con directorio activo

Una vez ingresadas las credenciales correctamente se accede al servidor a través del escritorio remoto.



Figura B.26 Conexión a través de escritorio remoto

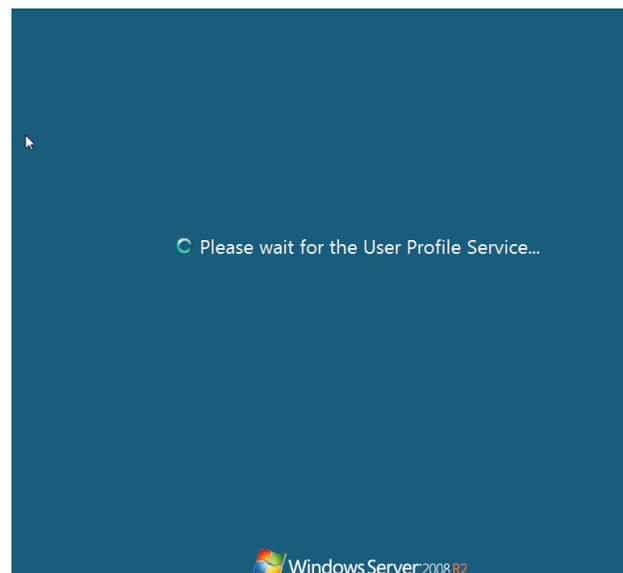


Figura B.27 Acceso correcto al servidor

Una vez que se accede al servidor queda comprobado el servicio.

B.7 CREACIÓN DE LA MÁQUINA VIRTUAL LINUX Y LEVANTAMIENTO DEL SERVICIO DOCUMENTAL

Para comprobar el segundo servicio se necesita crear una máquina virtual Linux con un proceso parecido al anterior

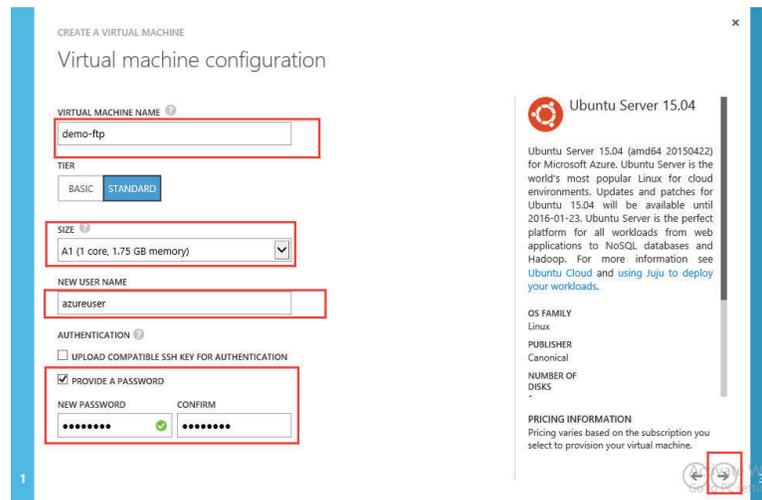


Figura B.28 Creación de la máquina virtual Linux

Para acceder al servidor se lo hace mediante ssh con la ayuda de Putty, se puede hacerlo con la IP interna o con la dirección pública

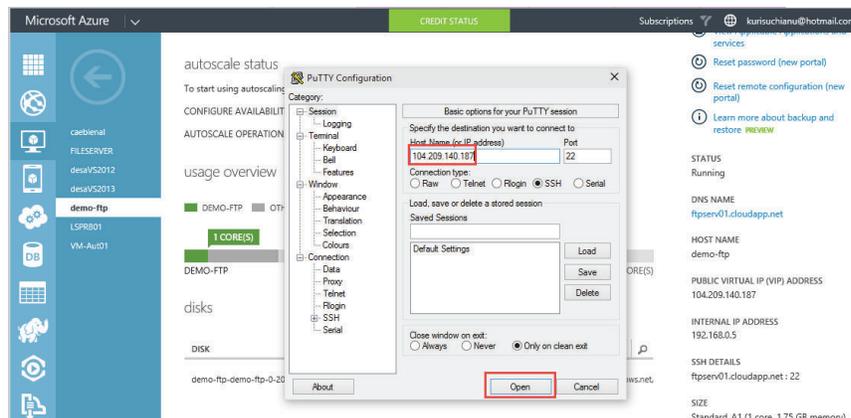
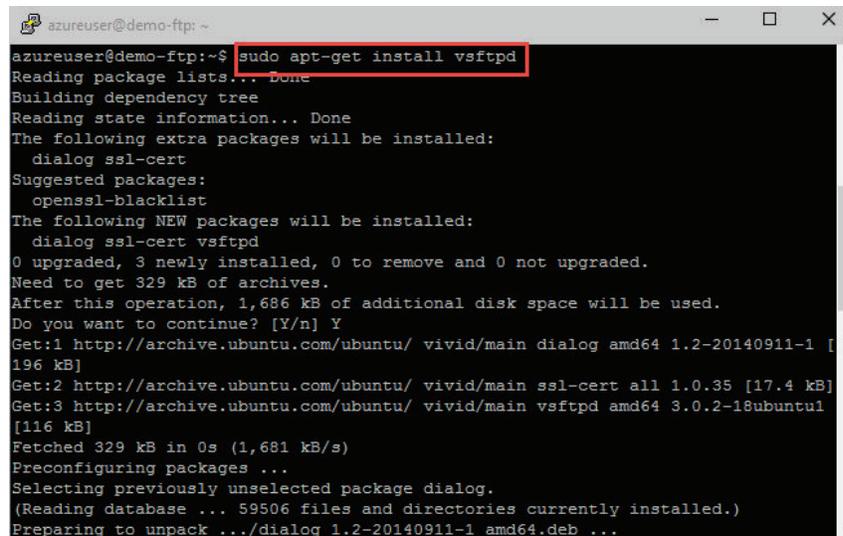


Figura B.29 Acceso a la máquina virtual con la ayuda del cliente Putty

Una vez ingresado al servidor se instala el paquete vsftpd para instalar un servidor ftp



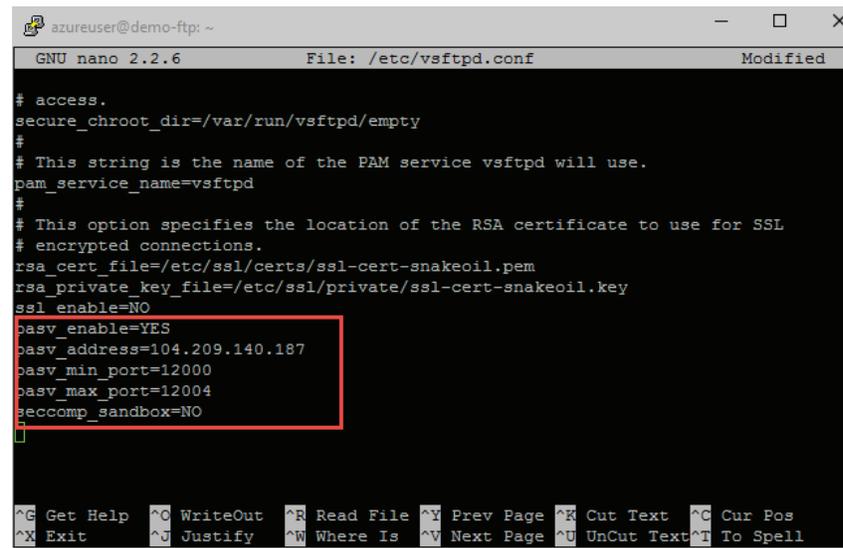
```

azureuser@demo-ftp:~$ sudo apt-get install vsftpd
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
The following extra packages will be installed:
  dialog ssl-cert
Suggested packages:
  openssl-blacklist
The following NEW packages will be installed:
  dialog ssl-cert vsftpd
0 upgraded, 3 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.
Need to get 329 kB of archives.
After this operation, 1,686 kB of additional disk space will be used.
Do you want to continue? [Y/n] Y
Get:1 http://archive.ubuntu.com/ubuntu/ vivid/main dialog amd64 1.2-20140911-1 [
196 kB]
Get:2 http://archive.ubuntu.com/ubuntu/ vivid/main ssl-cert all 1.0.35 [17.4 kB]
Get:3 http://archive.ubuntu.com/ubuntu/ vivid/main vsftpd amd64 3.0.2-18ubuntu1
[116 kB]
Fetched 329 kB in 0s (1,681 kB/s)
Preconfiguring packages ...
Selecting previously unselected package dialog.
(Reading database ... 59506 files and directories currently installed.)
Preparing to unpack ../dialog_1.2-20140911-1_amd64.deb ...

```

Figura B.30 Configuración del paquete vsftpd

Se edita el archivo de configuración y se agregan las líneas en el cuadro rojo



```

GNU nano 2.2.6 File: /etc/vsftpd.conf Modified

# access.
secure_chroot_dir=/var/run/vsftpd/empty
#
# This string is the name of the PAM service vsftpd will use.
pam_service_name=vsftpd
#
# This option specifies the location of the RSA certificate to use for SSL
# encrypted connections.
rsa_cert_file=/etc/ssl/certs/ssl-cert-snakeoil.pem
rsa_private_key_file=/etc/ssl/private/ssl-cert-snakeoil.key
ssl_enable=NO
pasv_enable=YES
pasv_address=104.209.140.187
pasv_min_port=12000
pasv_max_port=12004
beccomp_sandbox=NO

```

Figura B.31 Edición del archivo de configuración

Es necesario habilitar los puertos en la consola de azure [95]

Figura B.32 Habilitación del puerto 21 para el servidor ftp

B.8 VERIFICACIÓN DEL SERVICIO DE DOCUMENTAL

Para comprobar el servicio se utiliza el cliente Filezilla, es necesario seleccionar el servicio en modo activo en “Site Manager” >> “General”, ahora si accede al servidor ingresando la dirección el nombre de usuario y contraseña, con lo que se comprueba el servicio.

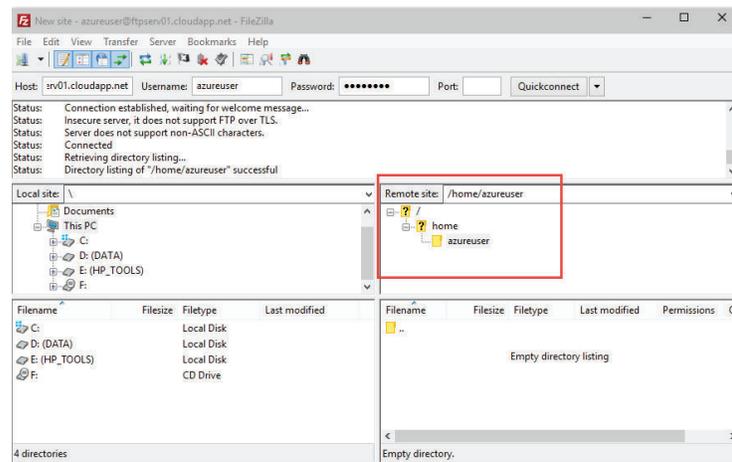


Figura B.33 Conexión al servidor ftp a través del cliente filezilla