

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



-+

FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN

INFORME FINAL CASO DE ESTUDIO PARA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

TEMA:

**“Estudio de la calidad de servicio en ambientes universitarios. Caso de estudio
Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur”**

Díaz Ortiz Daniel Giovanni

Quito – 2016

AUTORÍA

Yo, **Díaz Ortiz Daniel Giovanni**, portador de la cédula de ciudadanía No.1716975501, declaro bajo juramento que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y que se he respetado las diferentes fuentes de información realizando las citas correspondientes. Esta investigación no contiene plagio alguno y es resultado de un trabajo serio desarrollado en su totalidad por mi persona.

Díaz Ortiz Daniel Giovanni

Contenido

CAP I: INTRUDUCCIÓN	7
1.1 Introducción.....	7
1.2 Justificación.....	8
1.3 Antecedentes.....	10
1.4 Objetivos.....	11
<i>Objetivo General:</i>	11
<i>Objetivos Específicos:</i>	11
CAP. II: Desarrollo Caso de Estudio.....	12
2.1 ESTADO DEL ARTE	12
2.1.1 Tendencias de los ambientes universitarios.	12
2.1.2 Calidad de Servicio en ambientes universitarios.	13
2.1.3 Calidad de Servicio QoS.	17
2.1.3.1 Ancho de banda (BW).	17
2.1.3.2 Tasa de Pérdidas.	18
2.1.3.3 JITTER.	19
2.1.3.4 Latencia.	21
2.1.4 Modelos de Calidad de Servicio.	22
2.1.5 Resource Reseervation Protocol.	28
2.1.6 Mecanismos de encolamiento.	30
2.1.6.1 Comparación de mecanismos de encolamiento.	33
2.1.7 Monitoreo de recursos.	34
2.1.7.1 Herramientas de QoS.	35
2.1.8 Clasificación del tráfico.	36
2.1.8.1 Tipos de tráfico.	37
2.1.8.2 Manejo de la información.	38
CAP. III: AUDITORIA DEL NEGOCIO Y DE LA RED.....	38
3.1 Situación actual	38
3.1.2 Modelo de negocio.	41
3.1.2.1 Objetivos del negocio.	41
3.1.2.2 Identificación de recursos.	42
3.1.2.2.1 Diagrama de red	49

3.1.3	Análisis de la problemática actual	53
CAP IV:	CLASIFICACIÓN DE TRÁFICO Y POLÍTICAS DE QoS	53
4.1	Monitorización de los recursos	53
4.1.1	Análisis de datos monitoreados	53
4.1.2	Identificación del tráfico y sus requerimientos	61
4.2	CLASIFICACIÓN Y POLÍTICAS DE CALIDAD DE SERVICIO	62
4.2.1	Categorización del tráfico	62
4.2.2	Políticas de QoS	63
	Conclusiones y Recomendaciones.....	65
	CONCLUSIONES	65
	RECOMENDACIONES	65
	Bibliografía:.....	66

Índice de Figuras

Figura 1 Arquitectura definida para la Red de Voz sobre IP de ARIU	14
Figura 2 BW crítico de una red.....	18
Figura 3 Suma de retardos de la latencia.....	21
Figura 4 DiffServ etiqueta los paquetes IPv4 con TOS Type of Service.....	24
Figura 5 Campos de TOS	25
Figura 6 Campos de TOS con DSCP	25
Figura 7 Mecanismo de reserva de RSVP.....	29
Figura 8 Arquitectura CBWFQ.....	32
Figura 9 Flujo de funcionamiento de LLQ	33
Figura 10 Ubicación de antenas indoor	49
Figura 11 Modelo de diseño jerárquico	50
Figura 12 Topología actual de la Red	52
Figura 13 Utilización del Ancho de Banda por flujo de entrada en una hora.....	54
Figura 14 Top de las 10 clases identificadas por PacketShaper	55
Figura 15 Utilización del Ancho de Banda por flujo de salida, gráfica obtenida de PacketShaper	56
Figura 16 Top 10 de las clases en una hora en el flujo de salida	57
Figura 17 Utilización del Ancho de Banda por flujo de entrada en una semana.....	58
Figura 18 Top 10 de las clases en una semana en el flujo de entrada.....	59
Figura 19 Utilización del Ancho de Banda por flujo de entrada en un mes.....	61

Índice de Tablas

Tabla 1 Precedencia y TOS	26
Tabla 2 Definición de los 6 bits de DSCP	27
Tabla 3 Tabla comparativa de mecanismos de encolamiento	34
Tabla 4 Población de estudiantes del Campus Sur	40
Tabla 5 Personal administrativo del Campus Sur	41
Tabla 6 Identificación de recursos de la red del Campus Sur	43
Tabla 7 Distribución VLAN's en el Campus SUR	45
Tabla 8 Distribución de equipos al usuario final	45
Tabla 9 Distribución de los AP's	48
Tabla 10 Consumo del BW	56
Tabla 11 Consumo del BW del flujo de salida	58
Tabla 12 Porcentaje de consumo de tráfico	60
Tabla 13 Identificación de tráfico y sus requerimientos, obtenidos a través de wireshark ...	62
Tabla 14 Clasificación de tráfico de la red	63
Tabla 15 Niveles de servicio para políticas de seguridad	63

CAP I: INTRUDUCCIÓN

1.1 Introducción

Este trabajo presenta, el análisis y la definición de los niveles de servicio para evaluar continuamente la calidad de servicio en redes de ambientes universitarios. Su propósito es verificar como estos niveles de servicio pueden proveer una solución que mejore la calidad de la red de estudio, considerando que los usuarios son estudiantes, docentes y administrativos que necesitan manejar información delicada.

Existen varios estudios que están enfocados al análisis del rendimiento de una red, pero muchos de ellos no están dedicados a ambientes universitarios, por lo que muchas universidades no cuentan con un estudio dedicado a la calidad de servicio, dejando a un lado la disponibilidad de la red, el tiempo de respuesta, retardos en la red, calidad del enlace entre otras mediciones dinámicas de la utilización de la red. (ORALLO, 2001).

Este documento describe los trabajos realizados previamente relacionados con el tema de la investigación propuesto, citando el estado del arte sobre la Calidad de Servicio en ambientes universitarios; posteriormente se muestra la situación actual de red del Campus Sur de la Universidad Politécnica Salesiana, en donde se describen todos los elementos que intervienen en el consumo de recursos de la Infraestructura de la Red, así como los equipos de conmutación que se utilizan. Una vez identificado el Estado del arte y la situación actual del caso de estudio, se procede a describir el análisis de la monitorización realizada en la red para poder identificar el tipo de tráfico; y, finalmente se presenta la clasificación del tráfico conjuntamente con las políticas de Calidad de Servicio.

El propósito de esta propuesta es la de presentar la viabilidad del proyecto de investigación ya que cuenta con los componentes necesarios que implican la aplicación de los conocimientos provistos en las cátedras de la Maestría en Redes de Comunicaciones.

1.2 Justificación

En la actualidad las empresas, organizaciones, instituciones e incluso hasta las universidades, han experimentado cambios en el modo de trabajar con la información, ya que, al constituirse la información en un eje fundamental de sus objetivos, se vuelve de vital importancia mantener una red siempre disponible y accesible con altos niveles de QoS.

La universidad en la actualidad se ha convertido en un enorme generador y consumidor de información que circula por la Internet; dentro de sus campus los usuarios acceden a través de escritorios personales, portátiles, o equipos móviles (tablets, celulares, etc.) a información personal, pública o institucional, haciendo uso de la infraestructura de red con la cual cuenta la Universidad e incrementando enormemente el consumo de: ancho de banda, recursos de conexión y conmutación poniendo en una línea crítica la calidad de servicio vs la disponibilidad.

Para que una universidad pueda ofrecer un adecuado nivel de calidad de servicio sobre sus redes, es necesario identificar y establecer los niveles de servicio para cada clase de tráfico identificado, los mismos que determinan umbrales de servicio idóneos para una red, por eso, para poder identificar estos niveles se debe realizar una auditoría de red en las horas pico y una auditoría del negocio para identificar el modelo de negocio y sus objetivos que determinan los requerimientos del negocio y la importancia de ciertas aplicaciones. También en base a estas auditorías realizadas y los requerimientos identificados se debe clasificar el tráfico creando un número mínimo de clases posibles.

Por lo antes citado es importante plantear la siguiente interrogante: ¿Quién ya sea como estudiante, docente o administrativo, no se ha encontrado con la incómoda situación de que cuando se requiere acceder a información personal o institucional de manera urgente dentro de un campus universitario no se tenga acceso a Internet o a la Intranet del mismo?, ya sea por demanda del ancho de banda, equipos de conexión obsoletos, cuellos de botella, incorrecta distribución de los equipos de conmutación, etc. Por todo esto, es que a través del presente caso de estudio se busca brindar una propuesta que sirva: como sugerencia de reconfiguración de la red dentro de sus equipos, con el fin de optimizar el flujo del tráfico.

En función de proveer una propuesta acertada para la red de estudio “intranet del Campus Sur de la Universidad Politécnica Salesiana”, se va organizar este proyecto en cuatro fases: Primero se propone un breve inducción al estudio realizado; en la segunda fase se analizó el estado del arte de la calidad de servicio sobre las redes, para ello se investigó información relevante de trabajos previos en artículos científicos, proyectos de tesis, libros, etc., con el propósito de extraer e identificar que se debe tener en cuenta en el momento del análisis de campo, tal como tipo de tráfico, horas pico, saturación de canales, etc. Como tercera fase se procede a describir la situación actual de la red de estudio, durante este proceso se obtuvo información sobre número de usuarios y equipos de la infraestructura, también se procedió a realizar un análisis del modelo de negocio del caso de estudio y sus objetivos, con el propósito de conocer las aplicaciones más prioritarias; en la cuarta fase, fue necesario la identificación del tráfico de la red, por lo que, se procedió a recolectar y analizar los datos de la red utilizando herramientas de análisis tales como: Wireshark y PacketShaper sobre los recursos más críticos de la red; los resultados que se espera obtener son principalmente para identificar el tráfico de la red en horas pico; las principales dificultades de esta fase consiste en el extenuante proceso de monitoreo y captura de tráfico,

Una vez analizado el tipo de tráfico, se procede a clasificar el tráfico, tratando de generar un mínimo grupo de clases, todo esto en función de la información recolectada; por último hecha la clasificación del tráfico se procederá a definir las políticas de Calidad de Servicio a cada una de las clases, aquí se establecerá los niveles de servicio, garantizando un límite máximo y mínimo de ancho de banda para cada clase, además se podrá asignar un nivel de prioridad a cada clase.

Con los resultados obtenidos se tendrá los recursos necesarios para poder garantizar una propuesta sostenible que sirva como base de estudio para formular mejoras en la calidad de servicio de un ambiente universitario.

1.3 Antecedentes

“Los nuevos avances en técnicas y tecnologías en las redes de computadoras han crecido de manera exponencial en los últimos años. Actualmente se dispone de múltiples soluciones para proveer conectividad en redes de datos, voz, video ó la convergencia entre ellos.” (REYES).

“Una red convergente soporta diferentes tipos de aplicaciones de voz, video, datos, etc. simultáneamente sobre una misma infraestructura IP, debido al tráfico simultáneo que presenta las diferentes aplicaciones que circulan a través de una red de datos, hace que se genere congestión en algún determinado canal, lo que conlleva a no tener el mejor rendimiento a la hora de transmitir información, ocasionando que los datos ocupen un largo periodo en alcanzar su destino o estos se pierdan.” (TALAHUA, 2015)

“La calidad de servicio se traduce como la capacidad de una red para entregar un servicio específico a un tipo concreto de tráfico, el soporte de la QoS puede dar lugar a la reserva de un ancho de banda, a un tráfico con prioridades, a una prevención de la congestión.” (ORALLO, 2001), (GUTIÉRREZ, 2003).

“Se entiende por “Calidad de Servicio”, a la capacidad de una red para sostener un comportamiento adecuado del tráfico que transita por ella, cumpliendo a su vez con los requerimientos de ciertos parámetros relevantes para el usuario final.” (MORAGA).

“Con la aparición de nuevas aplicaciones de tiempo real como telefonía o voz sobre IP (VoIP), telecontrol, videoconferencias, entre otros; sobre la actual dorsal de la red de datos Universitaria necesita proveer los niveles de Servicio adecuados con sus equipos de red que tienen este potencial, pero que aún no se explotan al 100%.” (GUTIÉRREZ, 2003).

“En ciertos tipos de datos que circulan por las redes hoy en día, por ejemplo tráfico con requerimientos de tiempo real (datos, voz o video), es deseable que no ocurra pérdida de información, que exista un gran ancho de banda disponible, y que los retrasos en los envíos de estos paquetes de datos sean mínimos.” (MORAGA). “Es por ello que surge la necesidad de aplicar Calidad de Servicio (QoS) en el nivel del transporte de datos, métodos de diferenciación de tráfico particulares con el fin de otorgar preferencia a estos datos sensibles.” (MORAGA).

1.4 Objetivos

Objetivo General:

Analizar, definir y proponer un estudio de la calidad de servicio en ambientes universitarios para establecer los niveles de servicio que mejoren la Calidad de Servicio en la Red del Campus Sur de la Universidad Politécnica Salesiana.

Objetivos Específicos:

- 1. Analizar el estado del arte de la calidad de servicio en una red que mejor se ajusten en un campus universitario.*
- 2. Identificar el tráfico y sus requerimientos mediante una auditoría a la red y al modelo de negocio del caso de estudio.*

3. *Clasificar el tráfico en base a los requerimientos definidos en la red de estudio a través de las auditorías realizadas previamente.*
4. *Definir las políticas de QoS para establecer el nivel de Servicio para cada clase de tráfico identificada,*
5. *Realizar un artículo que sustente la investigación realizada, y donde se pueda plasmar el conocimiento adquirido.*

CAP. II: Desarrollo Caso de Estudio

2.1 ESTADO DEL ARTE

2.1.1 Tendencias de los ambientes universitarios.

Los ambientes universitarios son espacios donde convergen varios tipos de usuarios, tales como: docentes quienes producen información académica relevante al contexto de cada una de sus áreas de conocimiento; a los estudiantes quienes son consumidores de esta información y del conocimiento de cientos y miles de autores que los pueden encontrar a través de la WEB; y a los administrativos quienes se deben a sus aplicaciones, los cuales proveen toda la información relevante a la orientación del negocio.

El contexto social para los estudiantes universitarios que en la actualidad se están graduando de instituciones secundarias revela que crecieron alimentándose y jugando con mascotas virtuales, sus formas de comunicación están relacionadas con accesos mediante su Smart Phone, muy pocos o ninguno han tenido que enviar por correo tradicional información a otros lugares, a personas distantes a el lugar donde residen; nunca han conocido el mundo sin internet, celulares, laptops, etc. son totalmente wireless y siempre conectados a la red.

Por otro lado, la dimensión de los docentes que en la actualidad están dictando cátedras en ambientes universitarios revela que en su mayoría no crecieron con la tecnología en sus manos, y que son migrantes tecnológicos, por lo que deben acoplarse a las nuevas herramientas proporcionadas por las tecnologías de la información, que facilitan sus procesos de enseñanza.

Por su parte los administrativos son personas que deben someterse a la alimentación de información en aplicaciones administrativas, financieras y académicas, ya que son quienes establecen la organización dentro del negocio.

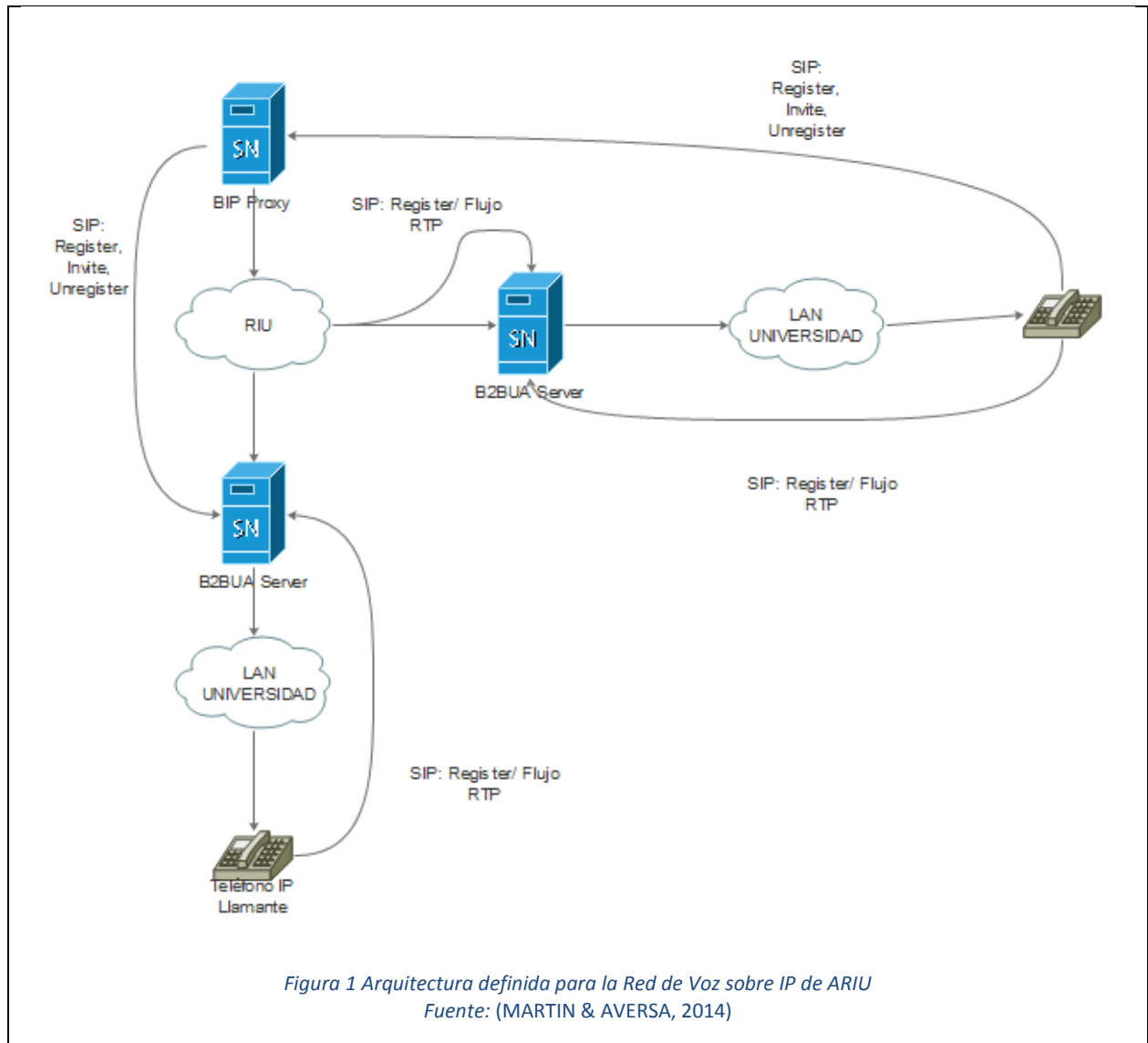
Por lo tanto, estos tres tipos de usuarios dentro de los ambientes universitarios establecen la tendencia de la información, y el flujo que debe soportar una red, la cual principalmente está relacionada con el acceso a la información a través de la Internet.

2.1.2 Calidad de Servicio en ambientes universitarios.

“Las plataformas existentes en las instituciones académicas emplean una amplia variedad de tecnologías, en la mayoría de casos estas tecnologías son no convergentes hacia las TIC’s.” (MARTIN & AVERSA, 2014) .

Dado el uso de tecnologías convencionales no es posible la integración de nuevas plataformas; por ejemplo, las universidades públicas de Argentina han decidido desde la Asociación de Redes de Interconexión Universitaria ARIU, trabajar en la creación de un Grupo de Trabajo en Voz sobre IP. (MARTIN & AVERSA, 2014). “La solución propuesta brinda la libertad para el crecimiento autónomo de cada institución sin afectar la QoS, en cuanto al grado de despliegue de su red de voz sobre IP como la cantidad de internos o extensiones integradas, ya que no hay restricciones de ruteo.” (ARMUELLES, y otros, 2011), (MARTIN & AVERSA, 2014).

En la siguiente Figura se presenta la arquitectura definida para la red de Voz sobre IP de ARIU:



“En esta Figura se puede observar la separación de la comunicación en tres estados, el primero (marcado con negro) es inherente a cada Universidad y está definido libremente de acuerdo a sus propias necesidades. El mismo consiste en establecer la comunicación entre un cliente UAC y su servidor B2BUA local. El servidor será el encargado de validarse en el proxy SIP de ARIU y encontrar la

ruta adecuada que le permita al servidor destino la comunicación en otra Universidad.

El objetivo de implementar QoS en los ambientes universitarios es simplificar y mejorar las comunicaciones entre los diferentes actores que integran la comunidad académica.” (ARMUELLES, y otros, 2011), (MARTIN & AVERSA, 2014).

En el año 2012 la Universidad de Oviedo realizó un trabajo sobre el uso de las TIC en el Plan de Calidad de los Servicios donde, la evaluación en los servicios universitarios se puede considerar como elemento de soporte a la garantía de la calidad de las enseñanzas, persiguiendo la mejora continua y satisfacción global de los grupos de interés. Con la implantación de la cultura de calidad en los servicios de las universidades, es impensable la aplicación de tecnologías de la información que permitan una organización clara, ágil y eficaz. (SUAREZ, y otros, 2012).

En esta universidad se describe el uso de las tecnologías de la información como elemento facilitador en la implantación de iniciativas de calidad en los servicios de una universidad; su propuesta radica esencialmente en utilizar herramientas de gestión de indicadores, las cuales aportan soluciones reales a las necesidades de un Sistema de Gestión de Calidad. (SUAREZ, y otros, 2012).

“La calidad de servicio hoy por hoy, es vista como un factor importante en los servicios de telecomunicaciones; tal es el impacto causado, que se ha convertido en un área fundamental de estudio en operadores de redes y organizaciones de telecomunicaciones.” (LAURA & LUIS, 2011)

“Se entiende por calidad de servicio QoS a la posibilidad de asegurar una tasa de datos en la red, un retardo y una variación de retardo acotados a valores establecidos por los clientes.” (CALIDAD DE SERVICIO EN REDES IP, 2010).

La calidad de servicio se puede establecer en diferentes ambientes de acceso por ejemplo, en redes de acceso múltiple sin broadcast (NBMA), la calidad de servicio se garantiza a través de CIR (Committed Information Rate) con el usuario; en redes soportados bajo protocolo IP se han diseñado distintas herramientas a medida como lo son los protocolos de tiempo real RTP y de reservación de recursos RSVP; en servicios tradicionales de la Internet tales como SMTP o FTP se disponen de calidad de servicio mediante “best effort”, es decir que la red ofrece el mejor esfuerzo para satisfacer lo retardos mínimos, lo cual es suficiente para servicios que no requieren tiempo real como la WEB. (CALIDAD DE SERVICIO EN REDES IP, 2010).

“Esto se da ya que los servicios de datos, voz y video tienen distintos requerimientos de calidad de servicio en términos de latencia y JITTER, donde para satisfacer los requerimientos de calidad se acude al manejo de colas de paquetes, de reservación de ancho de banda y de gestión del tráfico.” (CALIDAD DE SERVICIO EN REDES IP, 2010).

Los factores antes mencionados son de gran importancia para las instituciones de Educación Superior, ya que deben garantizar calidad de servicio aceptable para sus clientes, en donde, estos ambientes universitarios están constituidos por diferentes flujos de información que de acuerdo a cada tipo de cliente depende de su prioridad de acceso, Por ejemplo: para los administrativos es de vital importancia tener acceso en tiempo real a las aplicaciones y VoIP dentro de

su área; los docentes requieren disponibilidad 24/7 para poder acceder a sus ambientes virtuales y a internet, mientras que para los estudiantes es fundamental el acceso a Internet.

“Las universidades están involucradas en un proceso de cambio y están tratando de adoptar un enfoque empresarial para servir mejor a sus clientes, para ello en la actualidad se está evaluando el desempeño universitario probando la satisfacción de sus clientes, tratando de proveer a las universidades algunas soluciones para mejorar su rendimiento y su capacidad de ofrecer acceso a la información.” (LUCA, ANGELA, & SALVATORE, 2006).

2.1.3 Calidad de Servicio QoS.

La calidad de servicio está en función de algunas variables sobre todo para poder alcanzar su objetivo, estas variables son:

- Ancho de banda (BW)
- Tasa de pérdidas
- JITTER
- Latencia

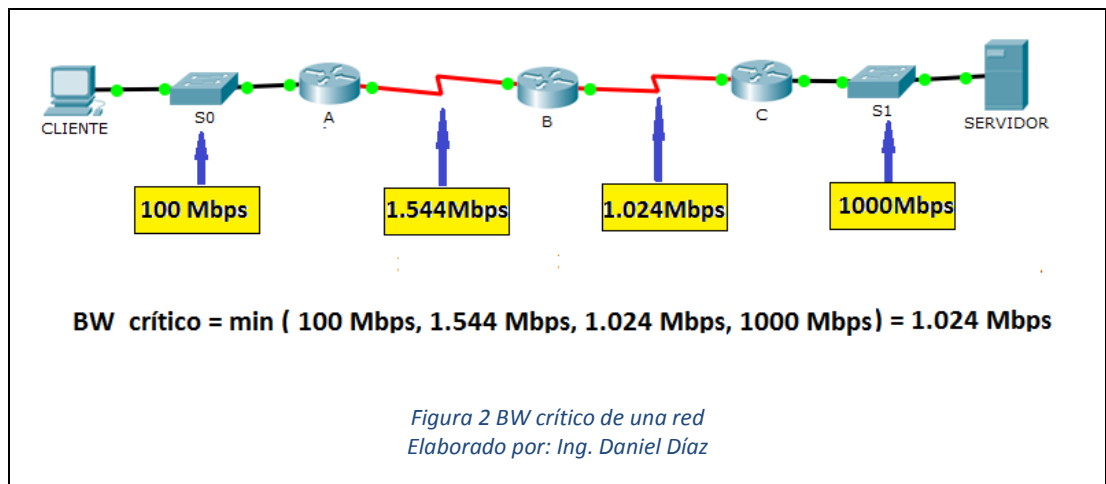
2.1.3.1 Ancho de banda (BW).

“Es la capacidad de cada enlace de una red ofrecida a cada flujo, donde los flujos de las aplicaciones con QoS requieren un mínimo de capacidad en cada uno de los enlaces.” (BRITT, 2006)

El ancho de banda se vuelve crítico cuando se identifica que el menor ancho de banda ofrecido en un enlace de la red no satisface el número de flujos que debe soportar la red, tal como se observa en la Figura 1.

Para identificar el Ancho de banda de un flujo se necesita conocer la capacidad del enlace y el número de flujos que lo van a travesar (JAVIER, 2011):

$$BW \text{ de un flujo} = \frac{\text{Capacidad}}{\text{Número de flujos}} \quad (1)$$



Cuando simultáneamente, muchas conexiones TCP son cortadas por congestión, directamente reducen el BW abruptamente, con lo cual desaparece la congestión, a continuación todas las conexiones aumentan su caudal de forma exponencial al comprobar que la congestión ha desaparecido, lo cual vuelve a congestionar el medio, y se vuelve reiterativo este proceso desgastando recursos. Una solución para este tipo de problemas es descartar paquetes solo de una conexión que viole los caudales preestablecidos y dejar intactos a los demás.

2.1.3.2 Tasa de Pérdidas.

“Es la proporción de paquetes perdidos respecto de los enviados en un determinado flujo y que no llegan al destino, esto se da generalmente por desborde del buffer de la cola de salida del router y, en menor medida, por errores físicos en las tramas CRC y cabeceras de los paquetes IP (checksum y TTL=0) y segmentos TCP (checksum).” (BRITT, 2006), (JAVIER, 2011).

La pérdida de paquetes sucede cuando un dispositivo de red no tiene más espacio en sus buffers para retener paquetes entrantes. Para disminuir la tasa de pérdida de paquetes se puede aplicar los siguientes criterios:

- Incrementar el ancho de banda: Anchos de banda más grandes permiten una salida más rápida de paquetes.
- Incrementar espacio en buffers: revisar si la configuración del tamaño del buffer de una interfaz es correcta.
- Garantizar BW: Mecanismos como CBWFQ y LLQ permiten reservar Ancho de Banda para ciertas clases de tráfico.
- Usar prevención de congestión: Mecanismos como WRED o RED, desechan paquetes para evitar o prevenir que las colas entren en saturación. (WANG, 2001).

La pérdida de paquetes está relacionada principalmente por el Problema Speed Mismatch, que es la causa más común de congestión en una red, la misma puede ser persistente de LAN a WAN y temporal de LAN a LAN

2.1.3.3 JITTER.

“Es la diferencia de tiempo extremo a extremo entre paquetes secuenciales de un mismo flujo. Por ejemplo, si un paquete requiere 200 ms en atravesar la red desde el extremo emisor al extremo receptor, y el siguiente paquete requiere, a su vez, 250 ms, para realizar el mismo viaje, entonces el JITTER será de 50 ms.” (JAVIER, 2011), (BRITT, 2006).

Esto es un factor muy importante en el caso de VoIP, ya que, los paquetes no llegan en el mismo orden ni en un tiempo constante, razón por la cual se debe esperar a que lleguen todos los paquetes para poder reproducirlos en su orden.

“El control del JITTER se lo lleva a cabo en el receptor mediante un BUFFER de reproducción, en donde se almacenan los paquetes, y durante un tiempo de espera (timestamp) antes de ser reproducidos.” (BRITT, 2006). Existen diversas formas de buffer garantizado mediante software:

- Cola prioritaria: El administrador de la red define varios niveles de prioridad de tráfico.
- Cola definida: El administrador reserva un ancho de banda para cada tipo de protocolo específico.
- Cola ponderada: Mediante un algoritmo se identifica cada tipo de tráfico priorizando el de bajo ancho de banda

Al JITTER se lo conoce como Retardo de Espera en Cola o fluctuación de retardo ya que está en función del tiempo de espera o estancia en la cola del interfaz de salida. (CALIDAD DE SERVICIO EN REDES IP, 2010)

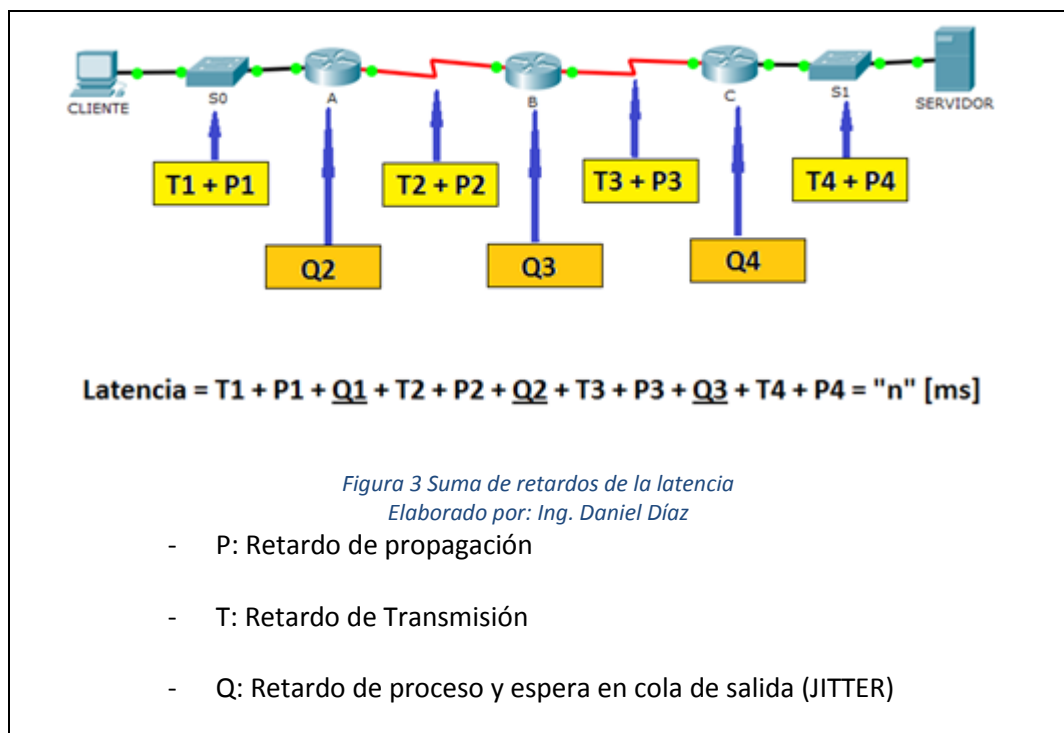
“El JITTER se ocasiona, por los tiempos de espera o estancia variables en cola o retardos variables o tiempos de estancia diferentes de los paquetes de un mismo flujo en las diferentes colas de salidas de los routers, provocando una pérdida de sincronismo en el receptor.” (BRITT, 2006), (JAVIER, 2011).

Cuando existe una variación alta entre cada tiempo de los paquetes la calidad es nula, ya que el sonido o la imagen no son iguales a las que se está emitiendo, por eso si se consigue un JITTER Mínimo, se obtiene un QoS significativo.

La solución para el JITTER es la utilización de un buffer denominado DE-JITTER, siempre y cuando la variación de los retardos no sea muy amplia. En el destino este DE-JITTER recibe los paquetes los reordena y los entrega a la aplicación de tiempo real con la frecuencia con la que fueron emitidos. (WANG, 2001).

2.1.3.4 Latencia.

La latencia es el tiempo que toma un paquete en llegar desde su emisor hasta su receptor; la latencia se constituye en la suma de los retardos de la red, tales retardos están constituidos por el retardo de propagación, retardo de transmisión, retardo por el procesamiento y el retardo de Espera en Cola; tal como se muestra en la siguiente figura:



En el contexto de transmisión de voz, la latencia se constituye en el tiempo requerido por una señal generada en la boca del llamante hasta alcanzar el oído del destinatario. (JAVIER, 2011).

“En VoIP no se debe superar un determinado retardo máximo para los paquetes de un flujo de voz, es así que:

- Retardos (entre paquetes) menores a 150 ms, son ideales al no ser percibidos por el ser humano

- Retardos (entre paquetes) entre 150 y 400 ms, son aceptable pero no ideales
- Retardo (entre paquetes) por encima de 400 ms, son inaceptable ya que impiden la interactividad en conversaciones de voz.” (JAVIER, 2011) .

2.1.4 Modelos de Calidad de Servicio.

Cada red puede tomar ventaja de distintos aspectos de implementación de QoS, para garantizar una mayor eficiencia, razón por la cual existen 3 modelos de QoS:

1. Best-Effort:

“Es un modelo simple de servicio, en el cual, una aplicación envía información cuando lo desea, en cualquier cantidad, sin ningún permiso requerido, y sin informar previamente a la red.” (ICELA1986, s.f.)

Este modelo no presenta ningún tipo de mecanismo de QoS aplicado, se usa por defecto en una red, ya que, no implementa ninguna política de QoS, por tal razón los paquetes de voz, datos, video, etc, son tratados con la misma importancia. (WANG, 2001).

Best-Effort no asegura throughput, retraso o fiabilidad durante el envío de la información, y está basado en el modelo de cola FIFO.

2. IntServ:

El modelo IntServ descrito en el RFC 1633, fue desarrollado para cubrir las necesidades de aplicaciones de tiempo real, tales como: VoIP, video remoto, conferencias multimedia, y realidad virtual; provee la posibilidad de garantizar QoS de extremo a extremo.

Está basado en mecanismos de señalización y manejo/reserva de recursos de red, razón por la cual utiliza el Protocolo de Reservación de Recursos RSVP. (MYSLIDE, s.f.), (CISCO, www.cisco.com, s.f.).

IntServ así mismo también es un modelo que puede proveer múltiples niveles de servicio; para que este modelo pueda ser implementado se deben activar las siguientes funciones en el dispositivo de red:

- Control de admisión
- Clasificación de tráfico perteneciente a una aplicación
- Vigilancia (Policing), monitoreo para que las aplicaciones no excedan la utilización de recursos.
- Mecanismos de encolamiento (Queuing)
- Planificador (Scheduling), por la existencia de varios queues en una misma interfaz se requiere de un planificador.

Los inconvenientes que presenta este modelo están enmarcados en la arquitectura RSVP, ya que es del tipo stateful, donde cada flujo requiere de una continua señalización. Además este modelo no es escalable para implementaciones a gran escala como en el Internet. (WANG, 2001)

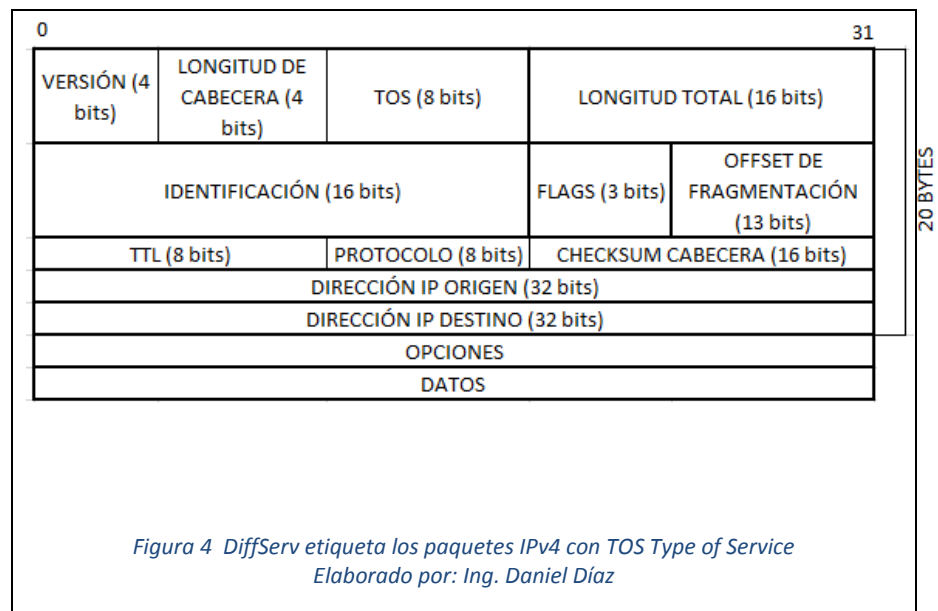
3. *DifServ*

Es el modelo de QoS diseñado para superar las limitaciones de los modelos Best-Effort e IntServ; descrito en el RFC 2475, está basado en el concepto de Clases de Tráfico es decir diferenciación del tráfico por clases y por PHB Per Hop Behavior.

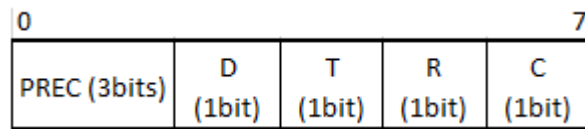
DifServ es un conjunto de tecnologías por las cuales los proveedores de servicio ofrecen distintos niveles de QoS para diferentes clientes y tráfico de información. (RAM, 2008). Este modelo como tal está basado en el marcaje de paquetes IP y los dispositivos los tratan en base a esa marca, de esta forma se da un tratamiento diferenciado de paquetes. "Utiliza la capacidad

de particionar el tráfico de la red con múltiples prioridades o ToS (Type of Service), donde se dispone de 3 bits en el encabezado del protocolo IPv4 de precedencia para diferenciar las aplicaciones sensibles a la congestión, por tal motivo DifServ es un Soft QoS.” (MYSLIDE, s.f.), (CALIDAD DE SERVICIO EN REDES IP, 2010).

“DiffServ se basa únicamente en el marcado de paquetes, no hay reserva de recurso por flujo, no existe protocolos de señalización, no hay información de estado en los routers.” (ARDAO LÓPEZ, 2006).



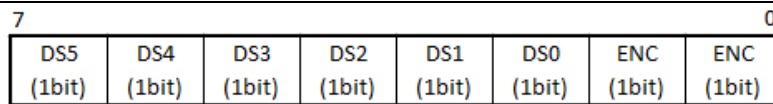
TOS Type of Service es un método de definición de precedencia, para un tipo particular de tráfico, consta de un cap de 8 bits que identifica la prioridad relativa de un paquete con respecto a otro. Está compuesto por un conjunto de 4 indicadores de un bit, tal como se puede observar en la Figura 4.



*Figura 5 Campos de TOS
Elaborado por: Ing. Daniel Díaz*

Fuente: (MARTINEZ)

Con los 3 bits de IP Precedence se puede realizar el marcaje de IP; en la actualidad ha surgido un nuevo método de marcaje estándar, el cual aumenta la flexibilidad y la capacidad de clases de tráfico de hasta 64 niveles de servicio, el cual está basado en DSCP (Differentiated Service Code Point) de 6 bits presente en el campo TOS, donde cada valor de DSCP espera un tratamiento diferente en los nodos de la red o PHB Per Hop Behavior. (WANG, 2001)



*Figura 6 Campos de TOS con DSCP
Elaborado por: Daniel Díaz*

Bits de DSCP: DS5 – DS0

Bits de ENC-two, usado para notificar congestión

PREC: Precedencia

D: Minimizar Retardo, se utiliza cuando se le da máxima importancia al retardo de un datagrama.

T: Maximizar Throughput, se utiliza para cuando el volumen de datos transmitidos en cualquier periodo es importante.

R: Maximizar Fiabilidad, se utiliza cuando es importante tener alguna certeza de que los datos llegaran a su destino sin la necesidad de retransmisión

C: Minimizar coste, para minimizar el coste de los datos transmitidos.

Precedencia	TOS
111 Control de Red	1000 Minimizar retardo
110 Control de encaminamiento	0100 Maximizar throughput
101 Critico	0010 Maximizar Fiabilidad
100 Clase 4: Muy urgente	0001 Minimizar coste
011 Clase 3: Urgente	0000 Servicio normal
010 Clase 2: Inmediato	
001 Clase 1: Prioridad	
000 Rutina (Best Effort)	

Tabla 1 Precedencia y TOS

Fuente: (CISCO, CISCO, s.f.)

DSCP sigue utilizando los mismos bits de precedencia de DS5 a DS3 los bits más significativos y utiliza los otros 3 bits para incluir una granularidad más fina, tal como se muestra en la tabla 1.

GOTA	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4
Bajo	001010 AF11 DSCP 10	010010 AF21 DSCP 18	011010 AF31 DSCP 26	100010 AF41 DSCP 34
Medio	001100 AF12 DSCP 12	010100 AF22 DSCP 20	011100 AF32 DSCP 28	100100 AF42 DSCP 36

	001110	010110	011110	100110
	AF13	AF23	AF33	AF43
Alto	DSCP	DSCP	DSCP	DSCP
	14	22	30	38

Tabla 2 Definición de los 6 bits de DSCP

Fuente: (CISCO, CISCO, s.f.)

El grupo de paquetes que comparten un mismo DSCP se denominan BA Behavior Aggregate, en donde los paquetes que pertenecen a este BA pueden pertenecer a múltiples flujos diferentes. Una desventaja de DSCP es que algunos dispositivos no soportan DSCP solo IP precedence, razón por la cual DSCP guarda compatibilidad con IP precedence. (WANG, 2001)

Los nodos de una red que implementan las mejoras DiffServ utilizan un punto de código en la cabecera IP para seleccionar el comportamiento por salto como el tratamiento de reenvío específico de un paquete definido como Per Hop Behavior PHB; DSCP define los siguientes PHB:

- Default PHB (FIFO, tail drop) aquí no existe QoS
- EF Expedited Forwarding – Reenvío acelerado

La intención de EF PHB es proporcionar un bloque de construcción para una baja pérdida, bajo retardo y servicios de bajo JITTER. EL valor de DSCP 101110 (46d) es tomado como el valor IP precedence 101 para los nodos que no soportan DSCP

- AF Assure Forwarding – Reenvío asegurado

AF PHB garantiza ancho de banda y permite el acceso a ancho de banda extra si hay disponible; mantiene cuatro clases de estándares: AF1, AF2, AF3 y AF4 que garantiza ancho de banda,

- Class-selector : IP precedence

2.1.5 Resource Reseervation Protocol.

RSVP Resource Reseervation Protocol descrito en el RFC 2205, “es un protocolo de señalización usado por IntServ para permitir a las aplicaciones establecer y liberar reservas de recursos, y puede ser utilizado por las aplicaciones para enviar los requerimientos de QoS al router.” (ORALLO, 2001).

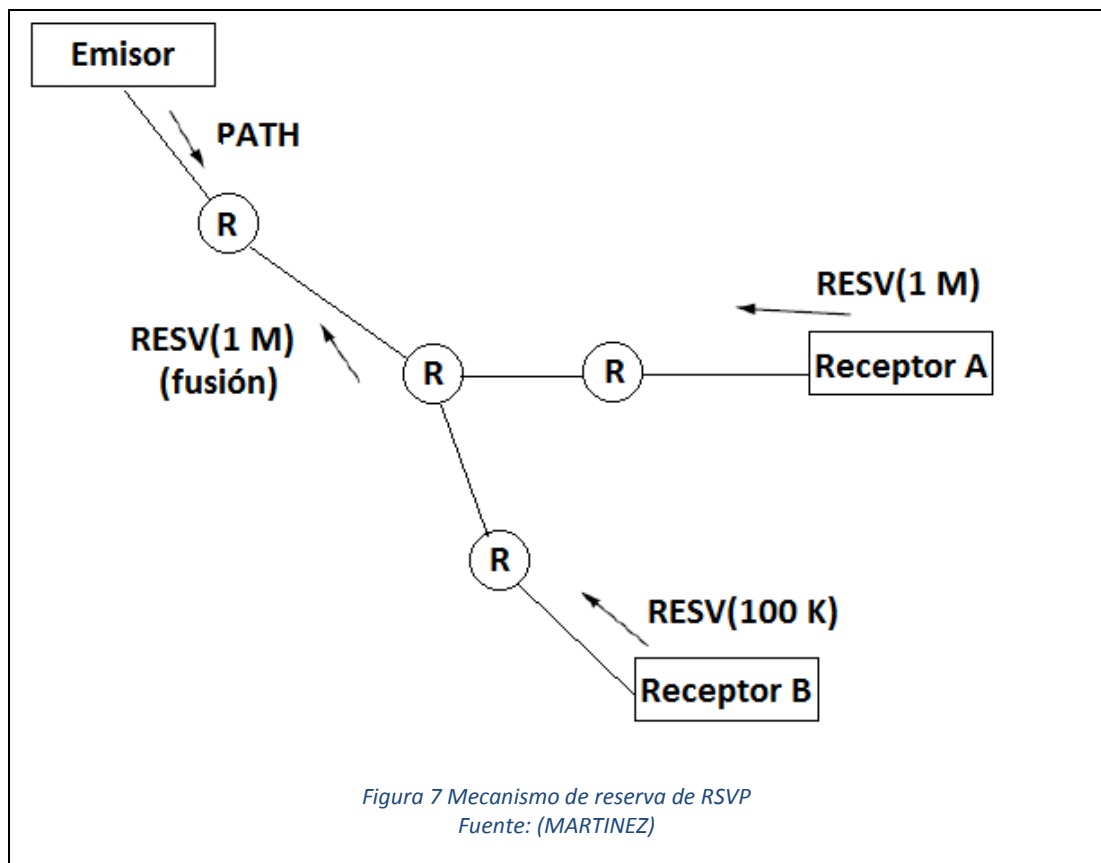
“Se diseñó para permitir a los nodos finales y routers comunicarse con el resto para establecer una ruta que pueda soportar la QoS requerida. RSVP identifica una sección por medio de una dirección, un tipo de protocolo de transporte y un número de puerto destino.” (ORALLO, 2001), (GUTIÉRREZ, 2003).

“RSVP se basa en 6 principios básicos:

1. Reserva iniciada por el receptor, los receptores escogen el nivel de servicio requerido y son responsables de iniciar y mantener la reserva activa. (ORALLO, 2001).
2. Filtro de paquetes: es una función que selecciona los paquetes que pueden usar los recursos.
3. Proporcionar varios estilos de reserva, por medio del filtro se puede establecer diferentes estilos de reserva.
4. Mantener un “Soft Sate” de la red, ya que RSVP debe ser capaz de mantener el estado de la red, después de que haya transcurrido una larga comunicación.

5. Control de sobrecarga del protocolo, está determinada por 3 factores: el número de mensajes RSVP enviados, el tamaño de estos mensajes, y la frecuencia de refresco de los mensajes de ruta y reserva.
6. Modularidad, RSVP tiene interfaz con otros 3 componentes en la arquitectura: el flowspec; el protocolo de enrutamiento de la red; y el control de admisión en red.” (ORALLO, 2001),(GUTIÉRREZ, 2003)

RSVP mantiene el siguiente mecanismo de reserva:



- “El emisor envía un mensaje PATH que contiene su TSpec a un destino unicast o a un grupo multicast
- Los routers añaden su dirección IP al mensaje PATH antes de reenviarlo y aprenden cuál es su router upstream.

- El receptor responderá al mensaje PATH con un mensaje RESV que contiene la TSpec del emisor y la RSpec deseada.

Cada router, si acepta la reserva, le asigna los recursos necesarios y reenvía upstream una nueva reserva.” (MARTINEZ), (ARDAO LÓPEZ, 2006)

2.1.6 Mecanismos de encolamiento.

- *FIFO: First In First Out*

Este mecanismo está configurado por defecto en la mayoría de interfaces, excepto en aquellas menores a 2,048 Mbps, aquí se mantiene una sola cola tipo FIFO, es decir que el primer paquetes en entrar es el primero en salir.

- *PQ: Priority Queue*

Requiere clasificar el tráfico en 4 queues (Q1: Alta-Prioridad, Q2: Media-Prioridad, Q3: Normal-Prioridad, Q4: Baja –Prioridad), donde el planificador prioriza el tráfico de acuerdo a su clase.

- *RR: Round Robin*

Este mecanismo define varios queues, aquí no se contempla ninguna priorización de tráfico, donde en cada vuelta el Planificador despacha un paquete de cada queue, razón por la cual RR atiende a las colas por igual.

- *WRR: Weighted Round Robin*

Está basado en RR, con la diferencia de que se puede asignar prioridad a cada cola, en base al valor de weight, por lo que a mayor valor del weight mayor prioridad tendrá la queue.

- *WFQ: Weighted Fair Queuing*

Es un mecanismo de encolamiento importante para los routers CISCO, ya que funciona por defecto en las interfaces seriales menores o iguales a 2,048 Mbps,

y es la base para CBWFQ y LLQ. Este mecanismo divide el tráfico en flujos, proveyendo una división justa del BW de la interfaz entre todos los flujos activos.

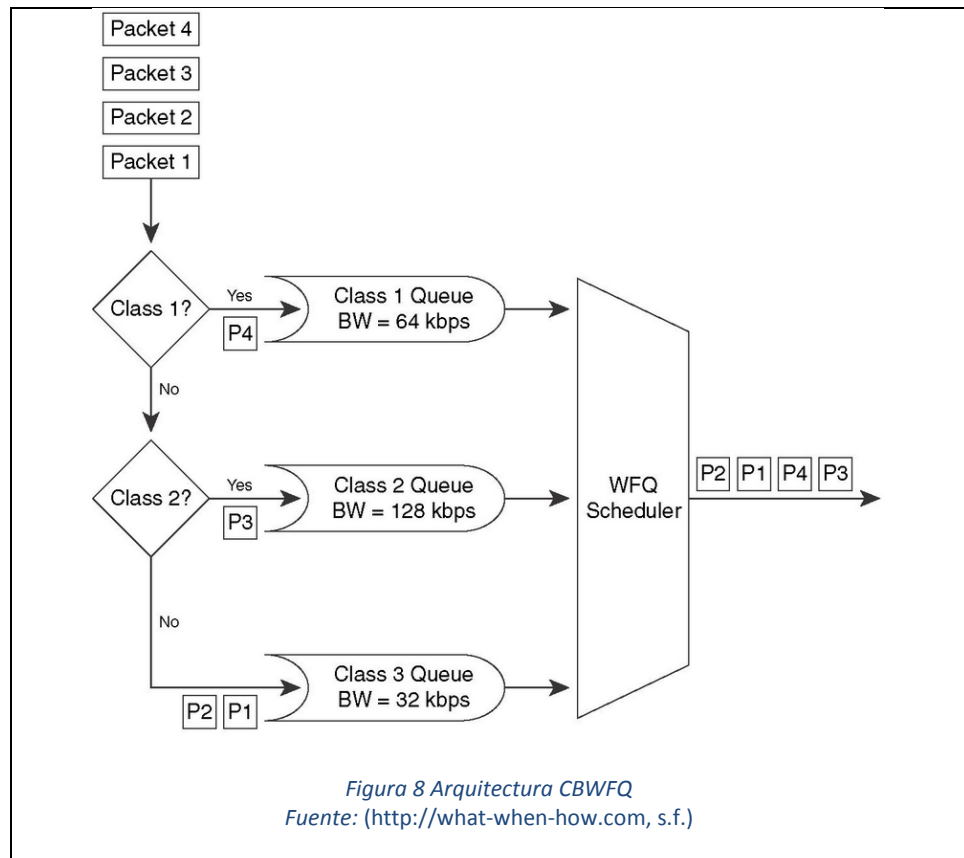
WQF clasifica el tráfico de acuerdo a los siguientes parámetros:

- Dirección IP fuente
- Dirección IP destino
- Número de Protocolo
- Tipo de servicio ToS
- Puerto TCP/UDP fuente
- Puerto TCP/UDP destino

WQF puede tener presente hasta 4096 Queues, por defecto en una interfaz con WFQ está configurado con 256 Queues, razón por la cual WFQ no es recomendable en ambientes donde existan miles de flujos cursando la red, por ejemplo en la Internet.

- *CBWFQ: Class Based Weighted Fair Queuing*

Este es un mecanismo de encolamiento avanzado, se encarga de resolver algunas limitaciones de PQ, WRR y WFQ; permite la creación de colas para cada clase de tráfico definida por el usuario, donde a cada cola se le asigna un determinado BW de igual forma definido por el usuario.



Donde:

El tráfico es agrupado en clases definidas por el usuario, cada cola es del tipo FIFO y provee un BW garantizado a un límite máximo de paquetes dentro de la cola, por ejemplo en la Queue 1 el Bw es de 64 Kbps.

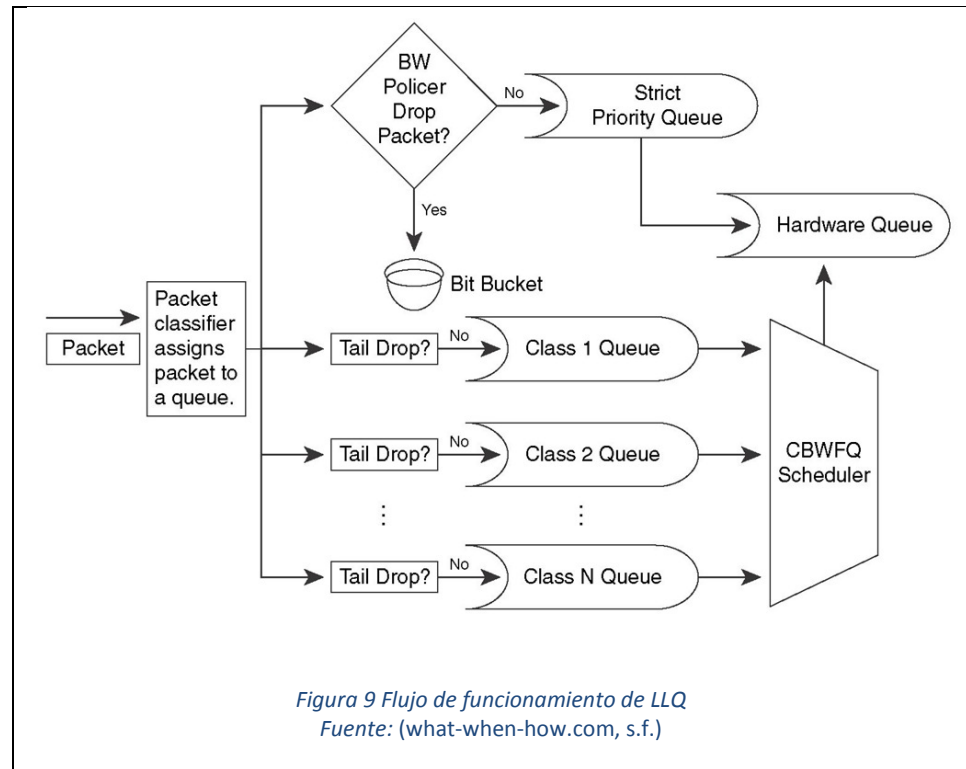
El BW definido por el usuario puede ser asignado de varias maneras:

- BW en Kbps
- BW en porcentaje
- BW en porcentaje remanente o sobrante

- *LLQ: Low-Latency Queuing*

Es un mecanismo CBWFQ que incluye colas prioritarias para tráfico de tiempo real, estas colas también denominadas strict-priority queue, son destinadas a

tráfico de alta prioridad y ofrecen garantías de baja latencia y reserva de BW mínimo, el tráfico de baja prioridad es asignado a colas de tipo CBWFQ



Donde:

Mientras el tráfico que va al Strict Priority no exceda el límite BW, el flujo en esta cola presenta el menor retraso posible. Por esta razón LLQ es el mecanismo ideal para tráfico crítico: VoIP y video conferencia.

2.1.6.1 Comparación de mecanismos de encolamiento.

La aplicación de cada mecanismo de encolamiento depende de flujo de tráfico que posea el negocio en cada una de las interfaces de un router; en la siguiente tabla se puede observar los mecanismos de encolamiento con características muy relevantes:

CARACTERÍSTICAS	FIFO	PQ	WRR (CQ)	WFQ	CBWFQ	LLQ
Configurado por defecto en las interfaces del Router	SI	NO	NO	SI	NO	NO
Número de Queues	1	4	Definido por el usuario	En función del número activo de flujos	Definido por el usuario	Definido por el usuario
Permite usar clases definidas	NO	SI	SI	NO	SI	SI
Permite asignar el ancho de banda	NO	NO	SI	NO	SI	SI
Provee una queue de alta prioridad para retraso y sensitiva al trafico	NO	SI	NO	NO	NO	SI
Adecuado para retardo sensible y tráfico de misión crítica	NO	NO	NO	NO	NO	SI
Se configura usando MQC	NO	NO	NO	NO	SI	SI

Tabla 3 Tabla comparativa de mecanismos de encolamiento

Elaborado por: Ing. Daniel Díaz

La tabla 2 presenta que el mecanismo idóneo para tráfico de misión crítica, idóneo para retardo sensible, y que provee colas de alta prioridad es LLQ.

2.1.7 Monitoreo de recursos.

El monitoreo de recursos es una actividad que permite identificar el tráfico y los requerimientos del mismo; para esto se debe realizar una auditoría a la red, es decir definir horas pico y horas lentas; luego se procede a realizar una auditoría del negocio donde se pueda identificar los requerimientos del negocio y la

importancia de las distintas aplicaciones que en su red transitan. En función de los resultados de las auditorías realizadas se puede definir los niveles de servicio (SL) apropiados, para cada tipo de tráfico. (WANG, 2001)

Para el estudio actual, es importante delimitar el espectro sobre el cual se va a trabajar, ya que se debe analizar el segmento más crucial de la red, donde se pueda analizar el tráfico de entrada y salida, consumo de recursos, estado de interfaces, conexiones lógicas, etc.; así mismo se debe definir el alcance de los dispositivos que van a ser monitoreados, pudiendo clasificarlos de la siguiente forma:

- Dispositivos de Interconexión
- Servidores
- Red de administración

2.1.7.1 Herramientas de QoS.

Existen un gran número de herramientas desde software privativo así como de software libre, para el monitoreo de una red. Lo que se debe considerar para su elección es que debe ser capaz de identificar el tráfico en redes NGN (Next Generation Networks), ya que se va a analizar una red que transporta servicios como VoIP, videoconferencia, navegación, datos críticos (notas, evaluaciones, exámenes), etc.

Las aplicaciones de misión crítica y todo el flujo de una red puede ser identificado y clasificada inteligentemente usando la herramienta de Reconocimiento de Aplicaciones Basado en la Red NBAR (Network Based Application Recognition), es una herramienta de CISCO que permite:

- Descubrir protocolos, identifica tipos de tráfico de la capa transporte y la capa aplicación.
- Colección de estadísticas de tráfico
- Clasificación de tráfico

Esta herramienta es muy simple y poderosa que provee la posibilidad de identificar y clasificar el tráfico que cursa una red; el overhead añadido e mínimo, y la utilización del CPU depende de la carga de tráfico de la red, ya que, mientras más flujos existan más recursos demandará. (CISCO, www.cisco.com, s.f.). NBAR puede clasificar aplicaciones que usan:

- Número de puertos estáticos UDP y TCP
- Números de puertos dinámicos UDP y TCP negociados durante el establecimiento de la conexión.
- Clasificación basada en subport y análisis profundo de paquetes

2.1.8 Clasificación del tráfico.

La clasificación del tráfico es pilar fundamental de QoS, esta clasificación debe estar basada en descriptores de tráfico, por ejemplo: Interfaz de ingreso, dirección IP de origen y destino, listas control de acceso ACL, valor de CoS en la trama 802.1p, Campo IP precedencia en la cabecera IP, valor del DSCP, valor MPLS EXP de la cabecera MPLS.

Tradicionalmente la clasificación del tráfico se lo realizaba mediante ACL's; ahora el método más común es class-maps (MQC) y su condición match, este método es capaz de clasificar el tráfico usando además de ACL's, descriptores de tráfico, herramientas de QoS, etc. (WANG, 2001).

La clasificación de tráfico es importante para brindar la calidad de servicio a cada aplicación, se lo puede hacer clasificando las aplicaciones en los siguientes niveles:

1. Clase Misión Crítica: En este nivel se consideran todas las aplicaciones que trabajan en tiempo real, y requieren un ancho de banda aceptable, además de que no exista pérdida de paquetes y jitter; aquí se debe considerar la transmisión de Voz sobre IP y videoconferencia.
2. Clase Tráfico de Señalización: Esta clase está dedicada para tráfico del protocolo SIP para establecimiento de llamadas de VoIP.
3. Clase de Aplicaciones Transaccionales: Aquí se encuentran las aplicaciones que no demandan de un gran ancho de banda pero son usadas a diario, y son de vital importancia para el giro del negocio; aquí se debe considerar aplicaciones WEB seguras y acceso a bases de datos.
4. Clase Prioridad Media: En este nivel se encuentran las aplicaciones que pueden trabajar sin problemas, a pesar de los retardos que puedan aparecer; aquí se consideran las aplicaciones de acceso tales como WEB, DNS, DHCP, etc.
5. Clase Best-Effort: Permite considerar a todas las aplicaciones que son útiles pero no demandan gran importancia, y son tolerantes al retardo; las aplicaciones que se ubican en este nivel son: correo electrónico, descargas, redes sociales, etc.

2.1.8.1 Tipos de tráfico.

El tráfico en redes convergentes está compuestas por varios flujos que están relacionados con Voz, Datos y Video, lo importante es clasificarlos por su

importancia y prioridad en la red, y se los puede ir ubicado en las siguientes clases:

- Tráfico VoIP
- Tráfico de misión crítica
- Tráfico de aplicaciones transaccionales
- Tráfico restante
- Tráfico basura

2.1.8.2 Manejo de la información.

Inicialmente se realizaba la clasificación sin marcaje, ahora este proceso es fundamental para brindar QoS. Luego de la primera clasificación el paquete es marcado con un “color” que lo identifica dentro de una clase, donde los nodos internos identifican al paquete por su marca o color y le darán un apropiado nivel de servicio; las marcar más comunes son:

- CoS (Class of Service) cabecera 802.1Q/p
- MPLS EXP
- Frame Relay bit DE (Discharge Eligibility)
- DSCP Differentiated Service Code Point
- IP precedence

CAP. III: AUDITORIA DEL NEGOCIO Y DE LA RED

3.1 Situación actual

La Universidad Politécnica Salesiana creada mediante Ley N° 63 expedida por el Congreso Nacional y publicada en el registro oficial N° 499 del 5 de agosto de 1994, es una institución de derecho privado sin fines de lucro, con personería jurídica propia y autonomía responsable, académica, administrativa, financiera, y orgánica. Su domicilio

se hallar en la ciudad de Cuenca, con sedes en las ciudades de Quito y Guayaquil. (UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA, 2012).

La sede Quito cuenta con 3 extensiones: Campus Kennedy, Campus El Girón, y Campus Sur. Dentro de los cuales el flujo de tráfico que circular a través de la su infraestructura es:

- VoIP
- Ambientes virtuales de aprendizaje AVAC
- Portal Institucional.
- Video de Cámaras IP
- Sistema Nacional Académico SNA

El campus Sur se encuentra ubicado en la Av. Rumichaca S/N y AV. Morán Valverde al Sur de la Ciudad de Quito, está conformado por 8 bloques identificados como: Bloque A, Bloque B, Bloque C, Bloque D, Bloque E, Bloque F, Bloque G y Bloque H. (ALEJANDRO & LUIS, 2015). En este campus se desarrollan las carreras técnicas tales como:

- Ingeniería de Sistemas
- Ingeniería Civil
- Ingeniería Electrónica
- Ingeniería Ambiental
- Ingeniería Mecánica
- Ingeniería Eléctrica
- Ingeniería en Gerencia y Liderazgo

Dichas carreras al periodo de evaluación 2015 -2016 cuentan con la siguiente población de estudiantes y cuerpo de docentes:

CARRERAS	Número de Estudiantes	Número de docentes
Ingeniería de Sistemas	551	40
Ingeniería Civil	520	36
Ingeniería Electrónica	772	53
Ingeniería Ambiental	432	36
Ingeniería Mecánica	138	17
Ingeniería Eléctrica	168	14
Ingeniería en Gerencia y Liderazgo	357	31

Tabla 4 Población de estudiantes del Campus Sur

Fuente: datos extraídos del SNA

Teniendo una población total de 2938 estudiantes de los cuales aproximadamente el 70.45% es decir 2070 estudiantes, se encuentran en el horario de lunes a viernes de 07:00 a 17:30. El restante correspondiente al 29.55% corresponden a estudiantes que toman el horario de lunes a viernes de 17:30 a 21:30 y los sábados de 07:00 a 13:00.

La planta docente que labora en el Campus Sur es de 227 docentes, de los cuales aproximadamente el 80%, es decir 182 docentes laboran en el horario de lunes a viernes de 07:00 a 17:30, mientras que aproximadamente el 20%, es decir 45 docentes laboran en el horario nocturno de lunes a viernes de 17:30 a 21:30, y los sábados de 07:00 a 15:00.

Por otro lado el personal administrativo está constituido por los departamentos de Secretaria, Tesorería, Biblioteca, Laboratorios, Informática, Bienestar Estudiantil y Administrativo, su población está conformada de la siguiente forma:

Departamentos	Número de personal
Secretaría	12
Tesorería	2
Biblioteca	5
Laboratorios	10
Informática	3
Bienestar estudiantil	4
Administrativo	6

Tabla 5 Personal administrativo del Campus Sur

Fuente: Datos obtenidos de GTH

La población del personal administrativo es de 38 personas aproximadamente, de las cuales el 97.48% laboran en el horario de 08:30 a 17:30 y el 2.52% restante en el horario de 13:30 a 21:30.

3.1.2 Modelo de negocio.

3.1.2.1 Objetivos del negocio.

- Generar espacios de atención preferencial a jóvenes y adultos de sectores populares, colectivos con capacidades diferentes, pueblos indígenas y afro ecuatorianos
- Propiciar el dialogo entre las diferentes culturas nacionales y desarrollar proyectos que favorezcan la interculturalidad del país.
- Aplicar procesos que aseguren el cogobierno y la paridad de género en el sistema de gestión universitaria.
- Impulsar una propuesta educativa pastoral como espacio propicio del dialogo Razón, Fe y Cultura.

- Promover modelos de aprendizaje centrados en el estudiante, animados por los principios de la educación salesiana.
 - Ofertar programas académicos de tercer y cuarto nivel, de formación continua, vinculación con la sociedad y procesos de investigación, difusión cultural y respeto al medioambiente, con altos estándares de calidad para dar respuesta a las necesidades y problemas de la sociedad ecuatoriana
- Estos objetivos fueron tomados de los estatutos de la Universidad Politécnica Salesiana. (UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA, 2012)

3.1.2.2 Identificación de recursos.

EL Campus Sur al estar conformado por varios bloques, requiere de una infraestructura capaz de brindar el servicio de acceso a la red, razón por la cual mantiene los siguientes equipos de conmutación de paquetes, tal como se describe en la Tabla 6.

RECURSO	UBICACIÓN	NOMBRE	FUNCIÓN
Router CISCO 7200 2800	Bloque A	TELCONET CNT	Internet Datos
Switch CISCO WS-C6506-E	MDF - Bloque A	MSF-SUR	Switch de Core,
Switch CISCO WS-C2960S	IDF - Bloque D IDF - Bloque A Piso 4 IDF - Bloque A Piso 5	IDF-PB-CISCO IDF-A-P4 IDF-A-P5	Switch de Distribución

Switch CISCO WS-C3750 POE	SDF - Bloque A Piso 4 SDF – Bloque A Planta Baja SDF – Bloque A Planta Baja SDF – Bloque A Biblioteca SDF - Bloque B Piso 1 SDF - Bloque B Planta Baja SDF - Bloque F Piso 1 SDF - Bloque C	SDF-A-P4-1 SDF-A-PB SDF-A-PB-24p SDF-A-SB SDF-BB-P1-2 SDF-BB-PB SDF-BF-P1-1 SDF-BLOQUE-C	Switch de acceso
Switch CISCO WS-C3750	SDF - Bloque H	SDF-BLOQUE-H	Switch de acceso
Switch CISCO WS-C2960	SDF - Bloque A Piso 4 SDF - Bloque B	SDF-A-P4-1 SDF-BB-P1	Switch de acceso
Switch 3com SS3-3226	SDF - Bloque E	SDF-LAB-SUELOS	Switch de acceso

Tabla 6 Identificación de recursos de la red del Campus Sur

Fuente: (ALEJANDRO & LUIS, 2015)

Al mantener un gran número de usuarios y de diversas actividades, la red del Campus Sur se encuentra segmentada en 33 redes virtuales locales (VLAN's), que están enrutadas en el Core permitiendo el acceso a Internet en cualquier punto.

NOMBRE VLAN	VLAN
Default	VLAN1
DMZ	VLAN2

ADMISTRATIVA	VLAN3
ESTUDIANTES	VLAN4
CISCO	VLAN5
SUN	VLAN6
SALAPROF	VLAN7
SALA-INTERNET	VLAN8
MICROSOFT	VLAN9
WIRELESS	VLAN10
IPT	VLAN11
SALA-CECACIS	VLAN12
VLAN-VIDEO	VLAN13
VLAN-HP	VLAN14
ELECTRONICA	VLAN15
VLAN-TELCONET	VLAN16
WLAN-IPCAM-CECAIS	VLAN17
VLAN-IPCAM-ELECTRONICA	VLAN18
INVESTIGACION	VLAN19
INTERNET-LOCAL	VLAN20
CIMA-SRV	VLAN21
RUI	VLAN22
LAB-IDIOMAS	VLAN23
VLAN-SUR	VLAN24
CAMARAS-IP-UIOS	VLAN25
EVENTOS	VLAN26

###LAB-FISICA-UIO###	VLAN27
INTERNET-CECACIS	VLAN28
GIETEC	VLAN29
DOCENTES-TIEMP-COMP	VLAN30
EDUROAM	VLAN31
CAMARAS-APS	VLAN138

Tabla 7 Distribución VLAN's en el Campus SUR

Fuente: (ALEJANDRO & LUIS, 2015)

Para poder sostener la comunicación con el usuario final se tiene establecida la siguiente distribución de equipos:

DETALLE EQUIPOS	CANTIDAD
Teléfonos IP	49
Estaciones de Trabajo	115
Computadores de laboratorios	516

Tabla 8 Distribución de equipos al usuario final

Elaborado Por: Ing. Daniel Díaz.

El Backbone principal del Sistema de cableado vertical del Campus Sur, está conformado por: fibra óptica multimodo 62.5/125 micrones, trabajando a 1300 nm, con un ancho de banda de 500 MHz/Km y atenuación máxima de 1.5 dB/Km

La red del Campus Sur también está integrada por puntos de acceso inalámbricos, ya que tanto docentes como estudiantes, acceden cada vez más, a la red a través de sus equipos móviles tales como: laptops, tablets, celulares, etc. mediante la red WIFI. En la actualidad se cuenta con 34 Access Point distribuidos en los bloques de la siguiente forma:

No	PISO	MARCA	MODELO	BLOQUE
1	PB (BIBLIOTECA)	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	A
2	PB (BIBLIOTECA)	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	A
3	PB (SALA PROFESORES)	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	A
4	P1 (LADO IZQUIERDO)	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	A
5	P1 (LADO DERECHO)	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	A
6	P2 (LADO IZQUIERDO)	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	A
7	P2 (LADO DERECHO)	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	A
8	P3 (LADO IZQUIERDO)	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	A
9	P3 (LADO DERECHO)	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	A
10	P4 (LADO IZQUIERDO)	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	A
11	P4 (LADO DERECHO)	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	A

12	P5 (LADO IZQUIERDO)	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	A
13	P5 (LADO DERECHO)	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	A
14	P6 (DEP. TECNICO)	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	A
15	PB (BIENESTAR)	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	B
16	P1 (HOLD)	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	B
17	PB-P1	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	C
18	PB	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	D
19	P1	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	D
20	PB	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	F
21	P1	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	F
22	S1 (SALA PROFESORES)	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	G
23	S1 (LADO DERECHO)	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	G

24	PB (LADO IZQUIERDO)	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	G
25	PB (LADO DERECHO)	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	G
26	P1 (LADO IZQUIERDO)	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	G
27	P1 (LADO DERECHO)	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	G
28	P2 (LADO IZQUIERDO)	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	G
29	P2 (LADO DERECHO)	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	G
30	P3 (LADO IZQUIERDO)	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	G
31	P3 (LADO DERECHO)	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	G
32	PB	CISCO	UAPP-1310G-AK9	H
33	CAFETERIA	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	A
34	CAFETERIA	CISCO	AIR-SAP16021-A- k9	A

Tabla 9 Distribución de los AP's

Realizado por: Daniel Díaz

Para que pueda existir comunicación inalámbrica en todo el campus, la red del campus Sur cuenta con 9 antenas indoor que se encargan de propagar la señal por los espacios abiertos, tal como se muestra en la figura 10.

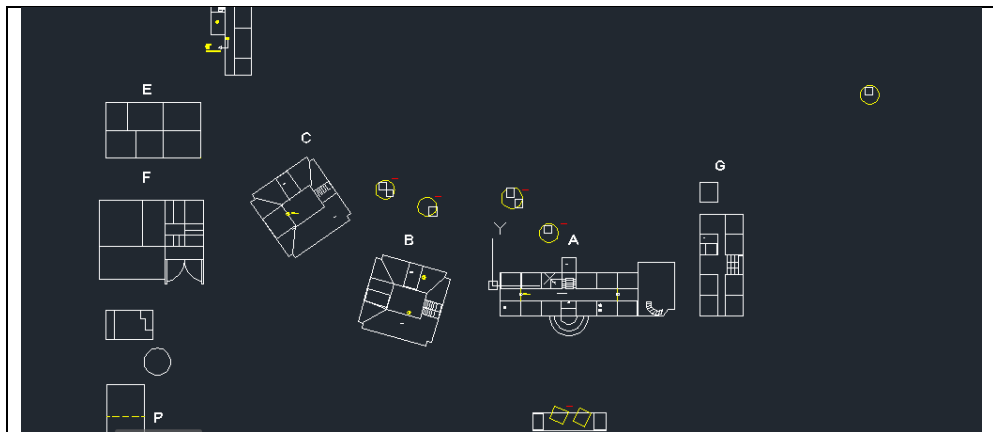


Figura 10 Ubicación de antenas indoor

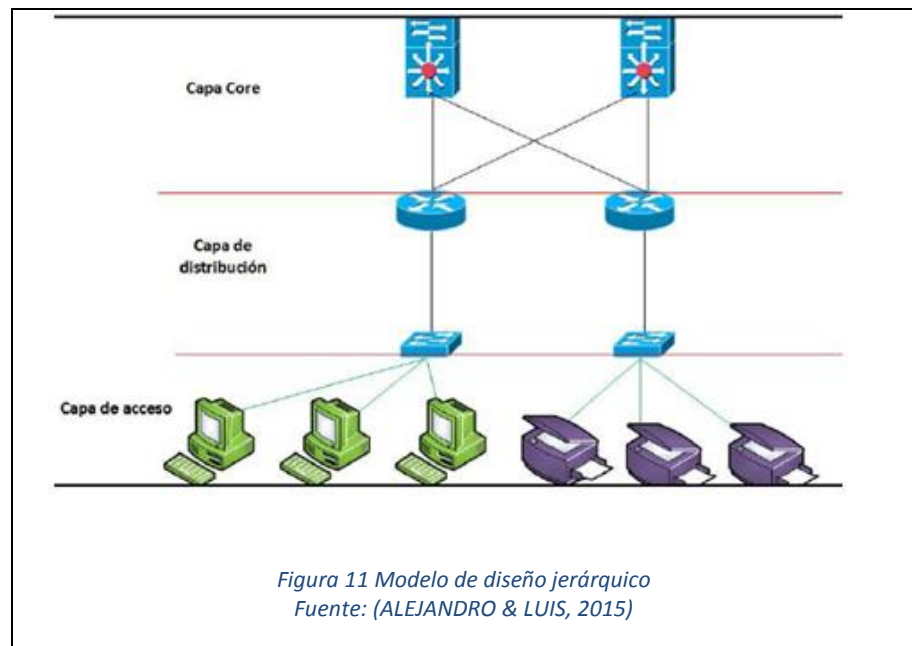
Realizado por: Daniel Díaz

En la Figura 10 se puede observar en los círculos y cuadrados delineados de color amarillos la ubicación de las antenas

3.1.2.2.1 Diagrama de red.

La red actualmente posee su salida a los otros Campus y hacia la Internet, a través de dos routers de TELCONET Y CNT; donde la acometida de TELCONET proporciona la conexión hacia la Internet manejando un plan de 130 Mb de subida y de bajada, mientras que el flujo de datos de negocio, son enrutados a través de CNT, manteniendo un canal dedicado de 6 Mb, además cuenta con un enlace de CEDIA para internet2 con un ancho de banda de 30Mb.

El diseño actual de la red en el campus Sur está establecida de acuerdo a la función que desempeña cada equipo dentro de las capas: Core, distribución y acceso, tal como se puede observar en la siguiente Figura:



La Capa Core proporciona el transporte y desvío del tráfico hacia la granja de servidores dentro del Campus Sur, en esta capa se ubica en el MDF (Main Distribution Facility) con un switch de capa 3 marca CISCO, modelo: WS-C6506-E; en este equipo se encuentran creadas las VLAN's y brinda servicios de Backbone conectándose a los IDF's y SDF's del Campus Sur y a los routers de frontera para salida de datos a los otros campus y a la Internet.

La Capa de distribución filtra los paquetes que pueden acceder a los servicios principales de la red, dentro del Campus se ubica en los IDF's (Intermediate Distribution Facility) usando los switch's marca CISCO, modelo: WS-C2960.

Por otro lado la capa de acceso permite al usuario final conectarse a la red, y se ubican dentro de los SDF's (Sub- Distribution Facility).

En la siguiente Figura se muestra el diagrama de red actual, donde se presenta principalmente, como están interconectados cada uno de los bloques

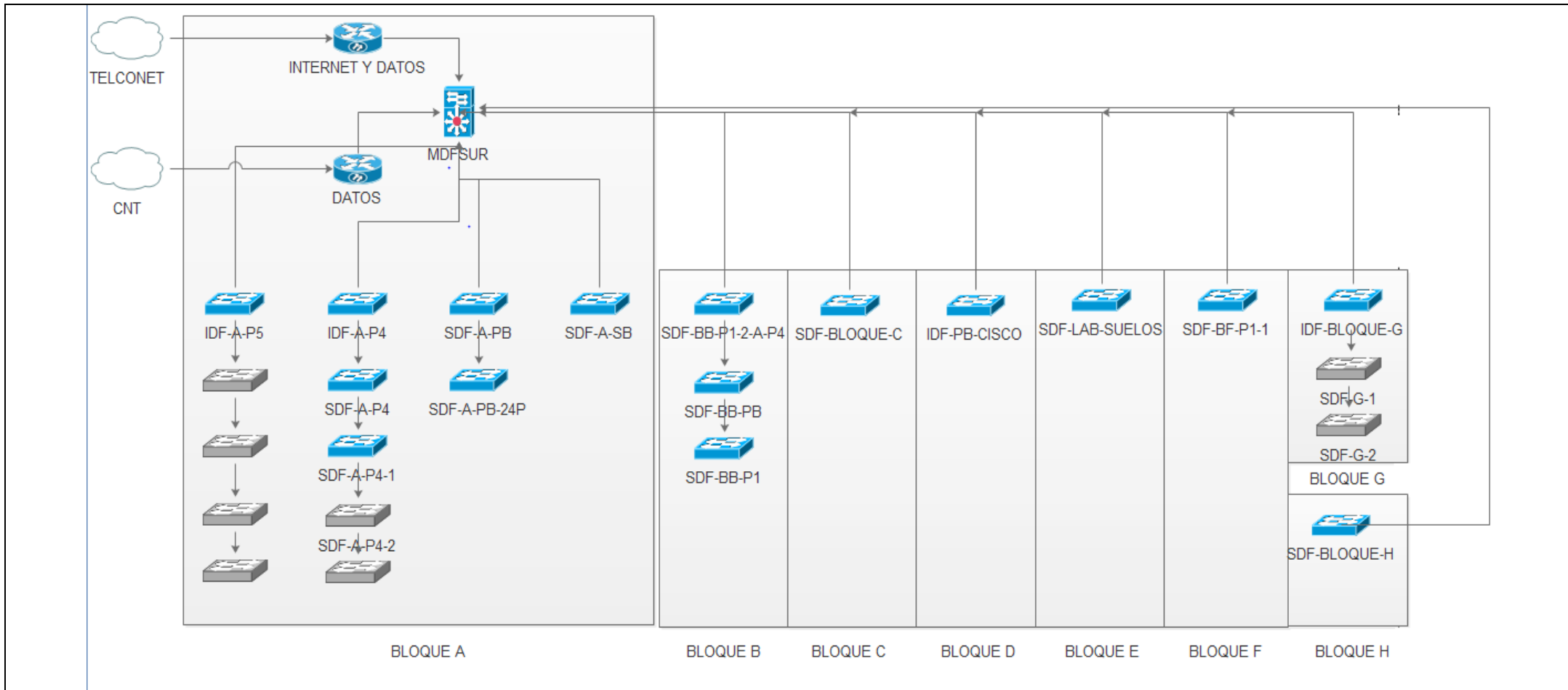


Figura 12 Topología actual de la Red

Elaborado por: Ing. Daniel Díaz

3.1.3 *Análisis de la problemática actual.*

La red del Campus Sur debe soportar el acceso de alrededor de 3203 usuarios tales como: estudiantes, docentes y administrativos; este volumen de usuarios involucra que se incremente considerablemente el tiempo de acceso a la información, es decir, mayor retardo de acceso al internet, y esta es una de las principales problemáticas dentro de la red, ya que en las horas pico se vuelve insostenible e inmanejable, generando un retardo en el acceso a datos considerable.

Otro aspecto crítico es la saturación de usuarios en las aulas virtuales; al momento en el que los estudiantes comienzan a subir deberes o a rendir pruebas en línea, se ven con problemas de conexión, o caída del servicio; convirtiéndose este recurso en un cuello de botella donde los primeros que accedieron al aula virtual dejaron por fuera a los otros usuarios.

Además otro elemento crítico es el flujo generado por el SNA (Sistema Nacional Académico) durante el tiempo de matrículas, ya que al poseer un volumen alto de procesamiento en la consultas a la base de datos, esta aplicación se vuelve lenta y genera un amplio tiempo de espera, que ocasiona demora en los procesos administrativos de secretaria, direcciones de carreras y otras áreas que dependen del SNA.

CAP IV: CLASIFICACIÓN DE TRÁFICO Y POLÍTICAS DE QoS

4.1 *Monitorización de los recursos.*

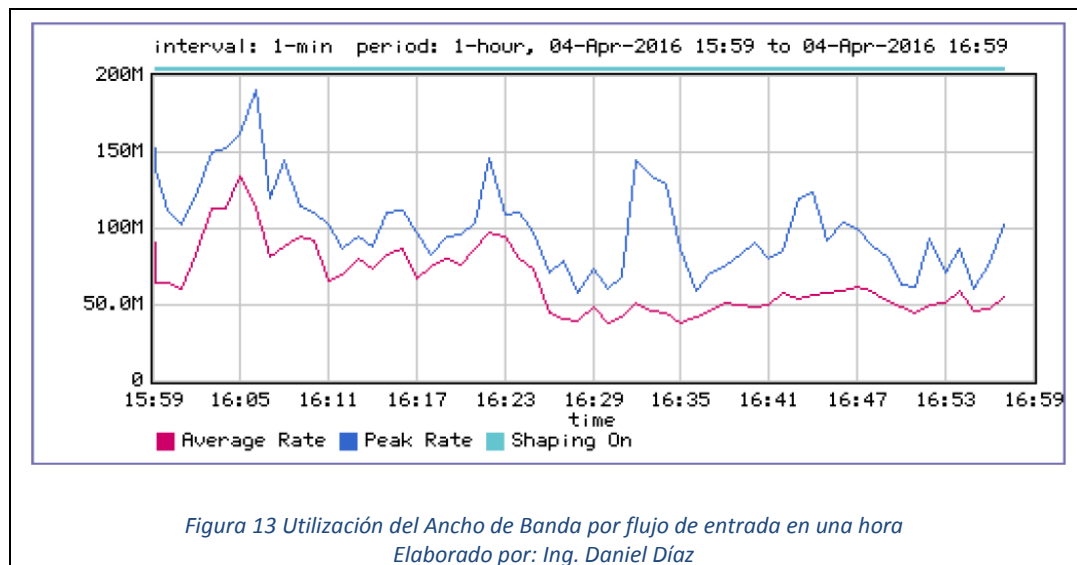
Para la monitorización de los recursos se hizo uso de algunas herramientas que permitieron filtrar e identificar de forma adecuada el tráfico que circula a través de la red del campus.

Las herramientas fueron: PacketShaper, Firegen, NBAR y Wireshark.

Los períodos de motorización se los realizó en lapsos de 1 hora y de 1 semana, contemplándose como una muestra significativa, y que permitirá valorar el comportamiento mensual de la red.

4.1.1 *Análisis de datos monitoreados.*

Reportes del Bluecoat de PacketShaper en un lapso de 1 hora:



Este reporte refleja la utilización del ancho de banda por flujos de entrada, en el lapso de 1 hora de 15:59 a 16:59, el ancho de banda está compuesta de la siguiente forma:

$$BW_{Total} = BW_{Internet} + BW_{Internet2} + BW_{Datos}$$

Donde:

$$BW_{Internet} \approx 130 \text{ Mb}$$

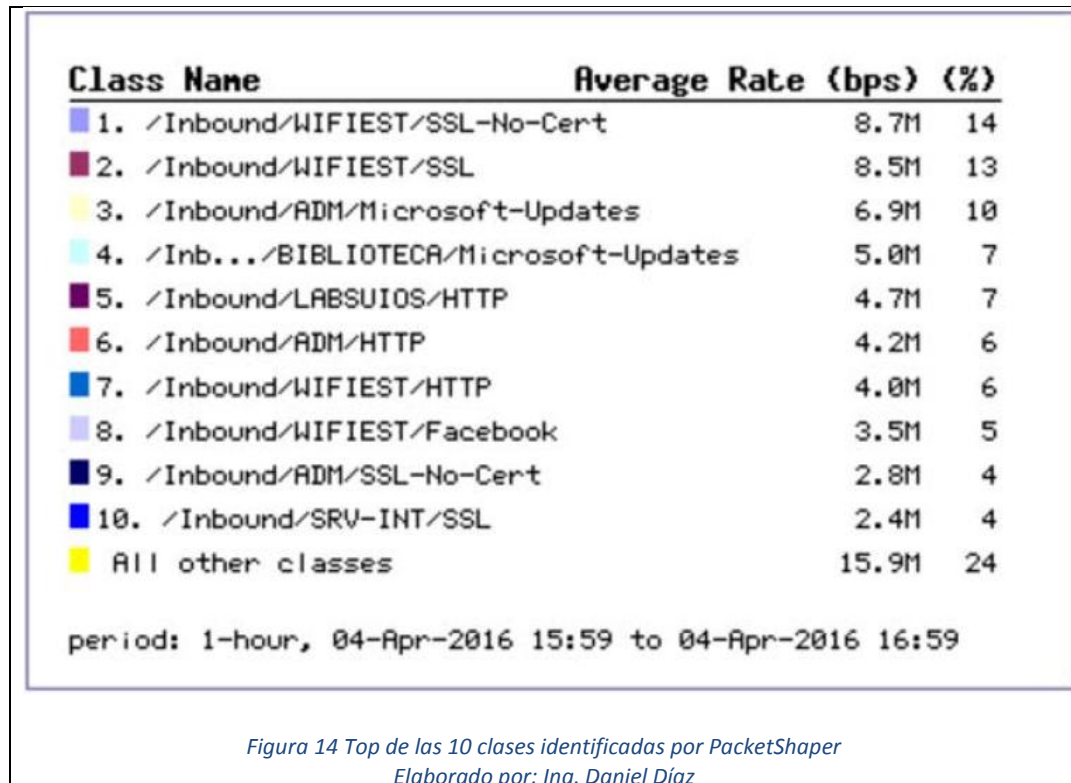
$$BW_{Internet2} \approx 29 \text{ Mb}$$

$$BW_{Datos} \approx 6 \text{ Mb}$$

Por lo tanto el $BW_{Total} \approx 165 \text{ Mb}$, en la figura 13 se observa que existe un umbral descrito en el Shaping On de hasta 200 Mb, un rango promedio aceptable de entre 140 MB aproximadamente en el pico más alto y 40 Mb aproximadamente en los picos más bajos.

La figura refleja en el Peak Rate que el pico más alto de consumo es de 190 Mb y en el más bajo es de 60 Mb. Los resultados obtenidos en una hora del filtro de tráfico de entrada indican que se encuentran dentro de un rango aceptable, considerando que la hora analizada no es una hora pico.

De los reportes obtenidos durante el análisis del flujo de entrada se pudo detectar el Top de las 10 clases que agrupa PacketShaper.



En la figura 14 se puede observar como el software PacketShaper presenta el top de las clases, generadas según la disponibilidad de la red, todas estas clases reflejan el consumo de entrada a la red es decir el Down Link de la conexión.

Donde:

- Las clases de tráfico SSL-No-Cert y SSL reflejan los accesos a páginas seguras SSL con y sin certificado de las siguientes redes: Wifi de estudiantes, Administrativos y servicio interno, consumiendo el 35%.
- Las clases de tráfico Microsoft-Updates están enfocadas a actualizaciones Microsoft en la red de administrativos y de biblioteca, consumiendo un total del 17%.
- Las clases de tráfico HTTP presentan los accesos por HTTP de las siguientes redes: Laboratorios, Administrativos y wifi de estudiantes, generando un consumo del 19%

- La clase de tráfico generado por contenidos Facebook permite controlar el acceso a Facebook a través de la red de estudiantes, consumiendo un total del 5%.
- El resto de tráfico se encuentran consumiendo el 24%

Es decir que de los 165 Mb de bajada se consume 66.6 Mb en una hora de la siguiente forma:

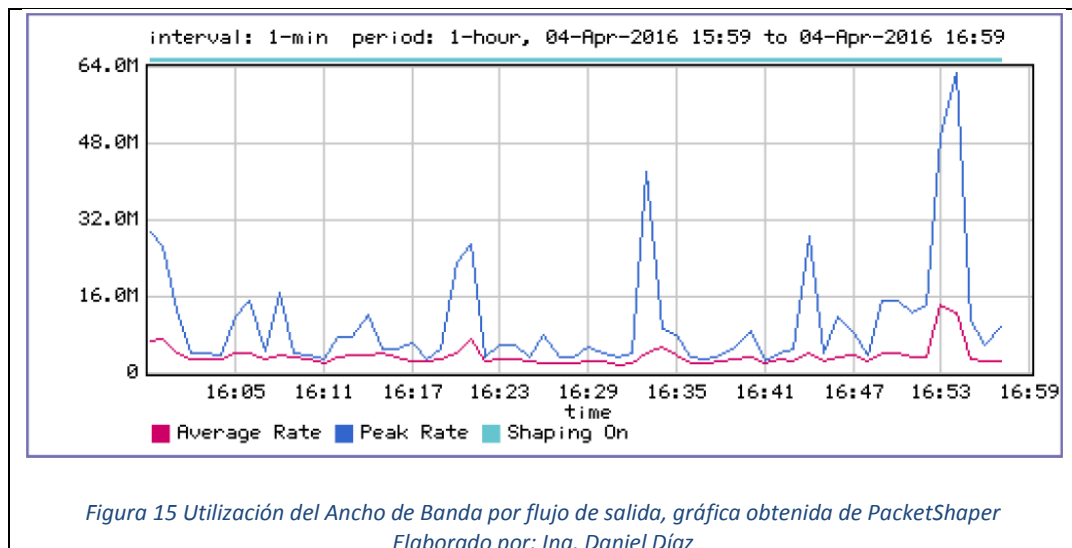
TIPO	CONSUMO
SSL y SSL-No-Cert	22.4 Mb
HTTP	12.9 Mb
Microsoft-Updates	11.9 Mb
Facebook	3.5 Mb
All other class	15.9 Mb

Tabla 10 Consumo del BW

Elaborado por: Ing. Daniel Díaz

Las conexiones SSL y SSL-No-Cert son consumidas principalmente por las aplicaciones del negocio: SNA, y SQUAT. HTTP por el acceso a Internet.

El flujo de salida también es importante tenerlo en cuenta ya que refleja la salida de paquetes de la red interna a la externa, las figuras 15 y 16 reflejan el tráfico en la misma hora de análisis.

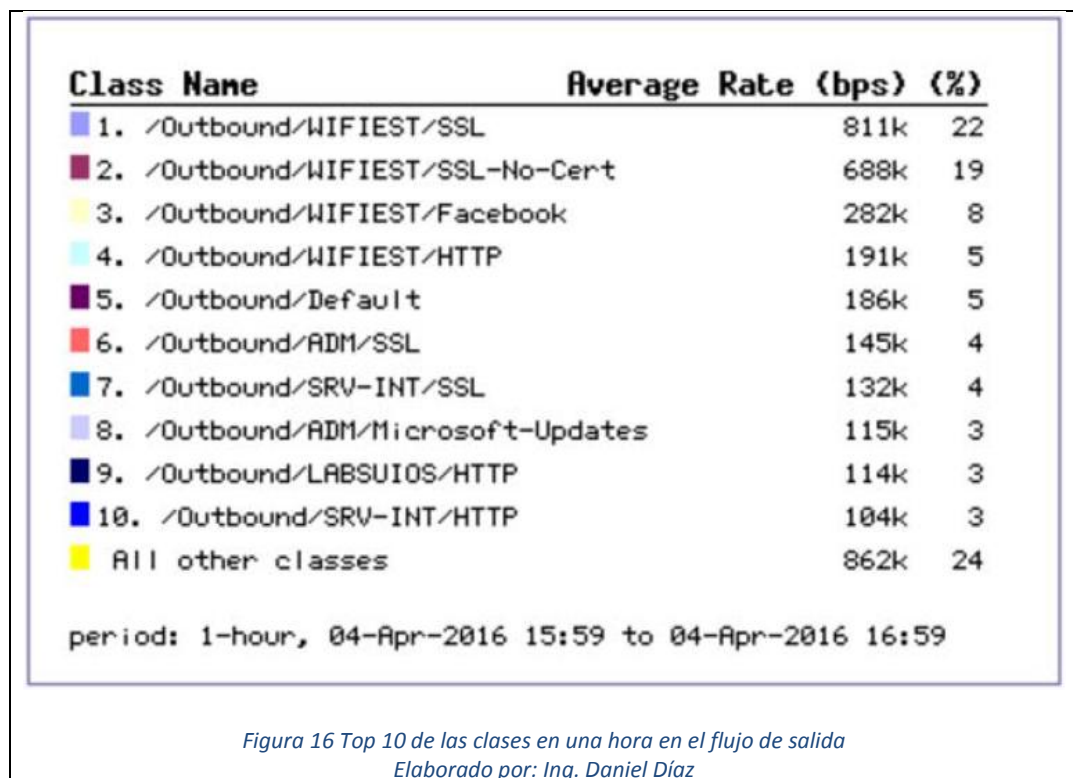


Este reporte refleja la utilización del ancho de banda por flujos de salida, en el lapso de 1 hora de 15:59 a 16:59, en la figura 15 se observa que existe un umbral descrito en el

Shaping On de hasta 64 Mb, un rango promedio aceptable de entre 15 Mb aproximadamente en el pico más alto y 10 Mb aproximadamente en los picos más bajos.

La figura refleja en el Peak Rate que el pico más alto de consumo es de 63 Mb y en el más bajo es de 11 Mb. Los resultados obtenidos en una hora del filtro de tráfico de salida indican que se encuentran dentro de un rango aceptable, considerando que la hora analizada no es una hora pico. El flujo de salida es apenas el 39 % del flujo de entrada, ya que en este flujo se presenta todas las peticiones y solicitudes de acceso o de descarga.

Así mismo el consumo del BW en el flujo de salida se presenta de la siguiente forma



En la figura 15 se puede observar como el software PacketShaper presenta el top de las clases, generadas según la disponibilidad de la red, todas estas clases reflejan el consumo de entrada a la red es decir el Up Link de la conexión.

Donde:

- Las clases de tráfico SSL y SSL-No-Cert, consumen el 49%.
- La clase de tráfico Microsoft-Updates, consumen un total del 3%.

- Las clases de tráfico HTTP generan un consumo del 11%
- La clase de tráfico Facebook consume un total del 8%.
- La clase de tráfico por Default consume el 5%
- El resto de tráfico se encuentran consumiendo el 24%

Es decir que de los 165 MB de subida se consume 3.63 Mbps en una hora de la siguiente forma:

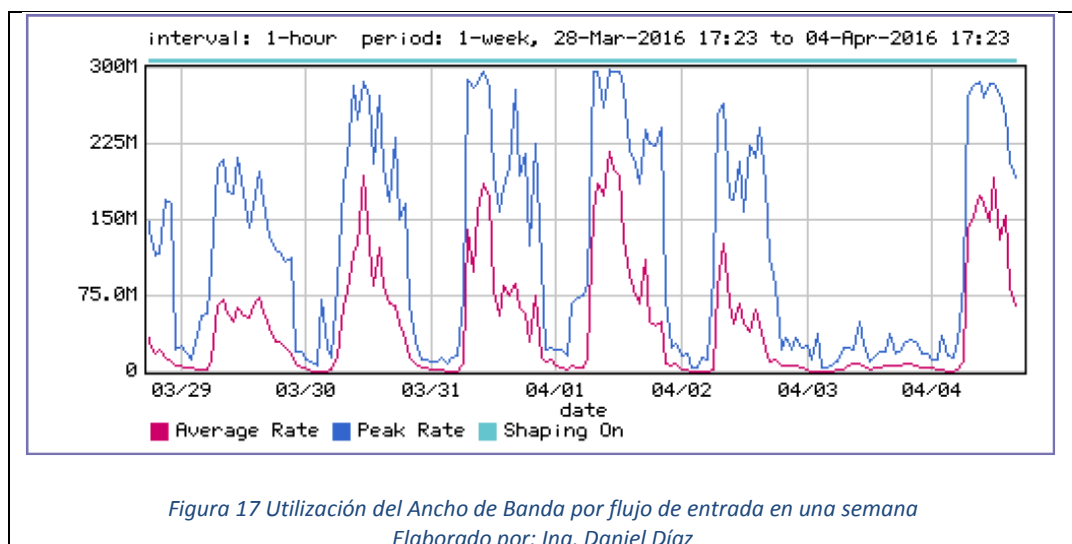
TIPO	CONSUMO
SSL y SSL-No-Cert	1.78 Mb
HTTP	0.41 Mb
Microsoft-Updates	0.12 Mb
Facebook	0.28 Mb
Default	0.18 Mb
All other class	0.86 Mb

Tabla 11 Consumo del BW del flujo de salida

Elaborado por: Ing. Daniel Díaz

Las conexiones SSL y SSL-No-Cert son consumidas principalmente por las aplicaciones del negocio: SNA, y SQUAT. HTTP por el acceso a Internet.

Reporte del Bluecoad de PacketShaper en un lapso de 1 semana:



Este reporte refleja la utilización del ancho de banda total por flujos de entrada, en el lapso de 1 semana del 28 de Marzo al 4 de Abril; en la figura 17 se observa que existe un umbral descrito en el Shaping On de hasta 300 Mb, un rango promedio aceptable de entre 290 Mb

aproximadamente en el pico más alto y 10 Mb aproximadamente en los picos más bajos. La figura refleja en el Peak Rate que el pico más alto de consumo es de 220 Mb y en el más bajo es de 0 Mb.

En la semana que se realizó el análisis del tráfico se puede evidencia que los días 28 y 29 presentan un consumo bajo, esto se debe a que fueron los días de inicio del semestre, donde todavía los alumnos no generan mayor tráfico, mientras que a partir del 31 de marzo al 4 de abril, los pico comienza a ser altos, ya que se exige una gran demanda de recursos. También se puede observar caídas de los picos esto corresponde a que son las horas comprendidas de 21:30 a 07:00, mientras que la caída en el día 3 de abril es porque corresponde al día domingo, donde no hay consumo de recursos.

De los reportes obtenidos durante la semana de análisis del flujo de entrada se pudo detectar el Top de las 10 clases que agrupa PacketShaper.

Class Name	Average Rate (bps)	(%)
1. /Inbound/LABSUIOS/HTTP	11.7M	26
2. /Inbound/SRV-INT/HTTP	4.8M	11
3. /Inbound/WIFIEST/SSL	3.9M	9
4. /Inbound/WIFIEST/HTTP	2.9M	6
5. /Inbound/SRV-INT/SSL	2.0M	4
6. /Inbound/WIFIEST/Facebook	1.9M	4
7. /Inbound/WIFIEST/SSL-No-Cert	1.7M	4
8. /Inbound/LABSUIOS/Microsoft-Updates	1.3M	3
9. /Inbound/RUI/SSL-No-Cert	1.2M	3
10. /Inbound/SRV-INT/SSL-No-Cert	1.1M	2
All other classes	12.8M	28

period: 1-week, 28-Mar-2016 17:23 to 04-Apr-2016 17:23

*Figura 18 Top 10 de las clases en una semana en el flujo de entrada
Elaborado por: Ing. Daniel Díaz*

En la figura 18 se puede observar las clases que reflejan el consumo de entrada a la red.

Donde:

- Las clases de tráfico SSL y SSL-No-Cert reflejan los accesos de las redes: Wifi de estudiantes, Administrativos y servicio interno, consumiendo el 22%.
- Las clases de tráfico están enfocadas a actualizaciones Microsoft, consumen un total del 3%.
- Las clases de tráfico HTTP generan un consumo del 43%
- La clase de tráfico de Facebook a través de la red de estudiantes, consume un total del 4%.
- El resto de tráfico se encuentran consumiendo el 28%

Las conexiones SSL y SSL-No-Cert son consumidas principalmente por las aplicaciones del negocio: SNA, y SQUAD. HTTP por el acceso a Internet, de tal forma que en una semana el consumo de recursos está dado por:

TRÁFICO	% DE CONSUMO
HTTP	47%
Resto del tráfico	28%
SSL y SSL-No-Cert	22%
Microsoft-Updates	3%

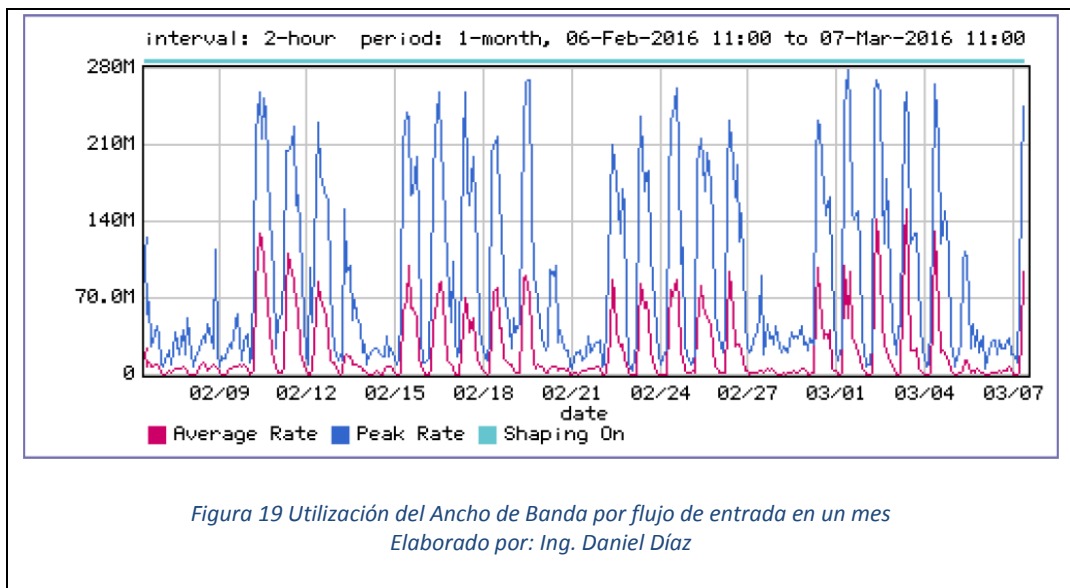
Tabla 12 Porcentaje de consumo de tráfico

Elaborado por: Ing. Daniel Díaz

Considerando que en el tráfico HTTP está incluido el tráfico generado por los contenidos de Facebook, se puede evidenciar que el mayor consumo de recursos de la red está dado por tráfico HTTP, el cual es generado por las distintas redes VLAN's que forman parte de toda la red del Campus. El resto del tráfico compete a flujos comprendidos por VoIP, Video Conferencia, correo electrónico, etc.

El software revela que durante el análisis de una semana, el total de Bytes recibidos es de 3417.5 GB, y el total de Bytes enviados es de 159.2 GB; datos que revelan el gran flujo de información que se genera en una semana por la Universidad, si se toma las mismas consideraciones el consumo de un mes está dado por un total de bytes recibidos de aproximadamente 13.67 TB, y un total de bytes enviados aproximadamente de 637 GB

Reporte del Bluecoat de PacketShaper en un lapso de 1 mes:



El comportamiento de la red durante el flujo de entrada, analizado en el lapso de un mes del 06 de febrero al 07 de marzo, refleja que las 3 primeras semanas se mantienen una constante aproximada de picos que llegan hasta los 210 Mb, y prácticamente a partir de la cuarta semana suben los picos a 280 Mb, esto refleja que el inicio de clases se impacta sobre la red, la razón son los estudiantes se encuentran en el campus; durante el análisis de este mes se pudo obtener un total de Bytes recibidos de 6.97 TB, un total de Bytes enviados de 352.3 GB, si se considera el flujo de la cuarta semana durante todo el mes, su consumo se duplica.

4.1.2 Identificación del tráfico y sus requerimientos

En la identificación del tráfico se procede a describir el flujo de tráfico que atraviesa la red del Campus Sur de la Universidad Politécnica Salesiana, y lo requerimientos de cada uno:

PROTOCOLO	PUERTO	PORCENTAJE DE USO	APLICACIONES
HTTP	80	47%	INTERNET, Facebook, youtube
HTTPS	443	22%	SNA, SCUAD, Y SQUIT, los cuales utilizan SSL y SSL-No-Cert

SMB	139	9%	Servidor de aplicaciones
SMTP	25	7%	Correo electrónico
SIP	5060	5%	VoIP
OTHER'S		5%	DHCP, LLMNR, NBMS, DNS
GVSP	4632	3%	Video de cámaras de vigilancia
MICROSOFT-DS	445	2%	Microsoft Updates

Tabla 13 Identificación de tráfico y sus requerimientos, obtenidos a través de wireshark

Elaborado por: Ing. Daniel Díaz

Donde los protocolos mantienen correspondencia con aplicaciones del ambiente universitario.

4.2 CLASIFICACIÓN Y POLÍTICAS DE CALIDAD DE SERVICIO

4.2.1 Categorización del tráfico

De acuerdo con el apartado 2.1.8 Clasificación de Tráfico, descrito en este documento, el tráfico identificado se clasifica en los siguientes niveles:

APLICACIÓN	CLASE
VoIP	Misión Crítica
Video	Misión Crítica
SNA	Aplicaciones Transaccionales
SQUAD	Aplicaciones Transaccionales
SQUIT	Aplicaciones Transaccionales
INTERNET	Prioridad Media
Facebook	Best-Effort

Servidor de aplicaciones	Aplicaciones Transaccionales
Correo Electrónico	Prioridad Media
Microsoft-Updates	Best-Effort
SIP	Tráfico de Señalización
Otras	Best-Effort

Tabla 14 Clasificación de tráfico de la red

Elaborado por: Ing. Daniel Díaz

4.2.2 Políticas de QoS

El paso final para la implementación de QoS en la red de Campus Sur, es definir el nivel de servicio para cada clase de tráfico, identificando de tal forma que las políticas están en función de la siguiente tabla:

CLASE	BW MAX	BW MIN	PRIORIDAD	QUEUING
Misión Crítica	10%	5%	100	LLQ
Tráfico de Señalización	5%	3%	90	CBWFQ
Aplicaciones Transaccionales	31%	22%	70	CBWFQ
Prioridad Media	44%	20%	50	WRR(CQ)
Best-Effort			1	FIFO

Tabla 15 Niveles de servicio para políticas de seguridad

Elaborado por: Ing. Daniel Díaz

En base a los niveles de servicio y las características de los equipos de red, las políticas de QoS que se propone son:

- Asignar un porcentaje de ancho de banda para las clases: misión crítica, tráfico de señalización, Aplicaciones transaccionales y Prioridad Media.
- Seleccionar las técnicas de encolamiento a tomar en cuenta para cada clase determinada.
- Priorizar cada clase estableciendo un nivel 100 para misión crítica como prioridad más alta, y 1 como prioridad más baja para Best-Effort.
- Para las aplicaciones transaccionales tales como SNA, SQUAD y SQUIT se establece 70 como prioridad alta.
- Para el tráfico de misión crítica se debe utilizar un encolamiento LLQ, al cual se le va a dar una prioridad alta y un ancho de banda fijo del 10%.
- Para el tráfico de señalización se debe utilizar un encolamiento tipo CBWFQ, con un prioridad de 90, y un ancho de banda máximo del 5%.
- Para las aplicaciones transaccionales generadas por las aplicaciones de la Universidad se debe utilizar un encolamiento del tipo CBQFQ, con una prioridad de 70, y un ancho de banda máximo de 31%.
- Las aplicaciones de prioridad media se debe utilizar un encolamiento WRR(CQ), con una prioridad de 50, con un ancho de banda máximo del 44%.

Conclusiones y Recomendaciones

CONCLUSIONES

- *Una red de ambiente universitario está compuesta por diferentes flujos de tráfico, la razón son los diversos tipos de usuarios: estudiantes, docentes, y administrativos, con distintos tipos acciones: consultas, envío de trabajos, descarga de información, acceso a redes sociales, administración de portal universitario, manejo de ambientes virtuales, consultas por parte de aplicaciones transaccionales, etc.*
- *Una vez identificado el tipo de tráfico y sus requerimientos es posible clasificarlo de acuerdo a su prioridad, y en base a esta información se puede establecer políticas de seguridad utilizando niveles de servicio.*
- *El levantamiento del estado de la red involucra tomar en cuenta desde el universo de usuarios, y los dispositivos de interconexión, para ello es indispensable realizar una inspección in situ, para validar la existencia de cada elemento.*
- *Los niveles de servicio están en función del ancho de banda, nivel de prioridad y encolamiento para cada clase identificada.*
- *La calidad de servicio en los ambientes universitarios, provee un valor agregado a la red, y garantiza el acceso y disponibilidad de los datos de forma transparente para los usuarios finales.*

RECOMENDACIONES

- *Es recomendable que para aplicar las políticas de calidad de servicio se utilice el Método MQC, a través de la herramienta NBAR.*
- *Se recomienda que la clase de misión crítica se asigne la prioridad correspondiente para garantizar la un latencia y oscilación menor a 10 ms*
- *Para monitorear una red se puede hacer uso de herramientas de análisis de tráfico que sean capaces de soportar el flujo de tráfico y puedan generar gráficas estadísticas*

- *Para realizar una propuesta de mejora en una red, es recomendable analizar su situación actual y las diversas tecnologías de información que faciliten el estudio aplicado.*

Bibliografía:

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA. (2012). *ESTATUTO DE LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA*. Obtenido de http://cinaj.ups.edu.ec/c/document_library/get_file?uuid=dd1f9bc0-3c9f-4022-9827-0cddb418be25&groupId=10156

ALEJANDRO, M., & LUIS, T. (04 de 2015). *Diseño de una red de alta disponibilidad para la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito Campus Sur*. Quito, Pichincha, Ecuador.

ARDAO LÓPEZ, C. (2006). *Provisión de QoS en IP. Asignatura: Redes de Banda Ancha*. Obtenido de DOCPLAYER: <http://docplayer.es/3276836-Provision-de-qos-en-ip-asignatura-redes-de-banda-ancha-curso-2006-2007-profesor-j-carlos-lopez-ardao.html>

ARMUELLES, I., CASTRO LECHTALER, A., CORREA LOYOLA, C., DIAZ, J., GREGORIO SILVA, J., HOLZ, I., & ISSA MUSSE, J. (2011). *ACTAS TICAL 2011 Gestión de las TI en Ambientes Universitarios. ACTAS TICAL 2011 Ciudad del Saber, Ciudad de Panamá, Panamá. 978-956-351-081*, pág. 159. Panamá: RedCLARA. Recuperado el 20 y 21 de 06 de 2011, de http://tical_2011.redclara.net/doc/ACTAS_TICAL2011.pdf

BRITT, D. T. (2006). *ARQUITECTURA DE REDES DE COMUNICACIONES*. Obtenido de ARQUITECTURA DE REDES DE COMUNICACIONES : <http://docplayer.es/1353949-Arquitectura-de-redes-de-comunicaciones-indice-tematico.html>

CALIDAD DE SERVICIO EN REDES IP. (13 de 03 de 2000). Obtenido de SPW: http://www.spw.cl/08oct06_ra/doc/REDES%20WAN%20IP-ATM/CalidaddeservicioenredesIP.pdf

CISCO. (s.f.). *CISCO*. Obtenido de CISCO: http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/7/73/73469_dscpvalues.html

CISCO. (s.f.). *www.cisco.com*. Obtenido de <http://www.cisco.com/c/en/us/products/ios-nx-os-software/network-based-application-recognition-nbar/index.html>

GUTIÉRREZ, A. T. (Septiembre de 2003). *Análisis y propuesta de un esquema de calidad de servicio (QoS) para la red de la Universidad de Colima. COQUIMATLÁN, COLIMA, Mexico.*

<http://what-when-how.com>. (s.f.). Obtenido de *class-based-weighted-fair-queuing-congestion-management-and-queuing*: <http://what-when-how.com/ccnp-ont-exam-certification-guide/class-based-weighted-fair-queuing-congestion-management-and-queuing/>

ICELA1986. (s.f.). Obtenido de IPV6: <https://icela1986.wordpress.com/>

- JAVIER, Y. G. (Noviembre de 2011). *ARQUITECTURA Y SERVICIOS DE INTERNET* . Obtenido de UPM : http://pegaso.ls.fi.upm.es/arquitectura_redes/clase8-CUARTOMULTIMEDIA-27noviembre2011.pdf
- LAURA, H., & LUIS, M. (2011). Definición de un acuerdo de nivel de servicio que incorpore parámetros y métricas QoS y QoE. *ITECKNE*, 6.
- LUCA, P., ANGELA, D., & SALVATORE, R. (2006). Student satisfaction and quality of service in Italian universities. *MANAGING SERVICE QUALITY*, 16.
- Martin, M. J. (2014). Tecnología de voz sobre IP aplicada a la integración de plataformas de telefonía en instituciones académicas públicas de Argentina. Argentina. Obtenido de <http://dspace.redclara.net/bitstream/10786/843/1/Tecnolog%C3%ADa%20de%20voz%20sobre%20IP%20aplicada%20a%20la%20integraci%C3%B3n%20de%20plataformas%20de%20telefon%C3%ADa%20en%20instituciones.pdf>
- MARTIN, M. J., & AVERSA, F. (31 de 07 de 2014). Tecnología de voz sobre IP aplicada a la integración de plataformas de telefonía en instituciones académicas públicas de Argentina. *Primera Conferencia de Directores de Tecnología Gestión de las TI en Ambientes Universitarios*, (pág. 16). Buenos Aires. Obtenido de <http://dspace.redclara.net/bitstream/10786/843/1/Tecnolog%C3%ADa%20de%20voz%20sobre%20IP%20aplicada%20a%20la%20integraci%C3%B3n%20de%20plataformas%20de%20telefon%C3%ADa%20en%20instituciones.pdf>
- MARTINEZ, J. C. (s.f.). Calidad de Servicio (QoS). Cali, Colombia . Obtenido de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/208062/Contenidos/3.2_Documento_Calidad_de_servicio_qos_.pdf
- MORAGA, S. A. (s.f.). ESTUDIO Y CONFIGURACIÓN DE CALIDAD DE SERVICIO PARA PROTOCOLOS IPV4 E IPV6 EN UNA RED DE FIBRA ÓPTICA WDM. Valparaiso, Chile.
- MYSLIDE. (s.f.). Obtenido de MYSLIDE: <http://myslide.es/documents/redes-ip-protocolos-tipos-de-servidores-y-servicios.html>
- ORALLO, E. H. (2001). *riunet.upv.es*. Obtenido de riunet.upv.es: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/4262/tesisUPV1257.pdf.txt>
- RAM, B. (2008). *Advanced QoS for Multi-Service IP/MPLS Networks* . Canada: Alcatel-lucent.
- REYES, M. P. (s.f.). *Simulación de Esquemas de QoS en Redes Convergentes Ethernet*.
- SUAREZ, A., ALBAÑIL, P., CATALÁN, C., PASCUAL, M., HUERTA, L., CHAMORRO, F., & SÁNCHEZ, J. (2012). El uso de las TIC en el Plan de Calidad de los Servicio de la Universidad de Oviedo. *VI JORNADAS DE EXCELENCIA EN LA GESTIÓN UNIVERSITARIA* , (pág. 9). Oviedo.
- TALAHUA, L. C. (01 de 2015). CALIDAD DE SERVICIO (QoS) EN LA RED MAN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A (E.E.A.S.A) Y SUS SUCURSALES. Ambato, Tungurahua, Ecuador. Obtenido de <http://docplayer.es/3277696-Universidad-tecnica-de->

ambato-facultad-de-ingenieria-en-sistemas-electronica-e-industrial-carrera-de-ingenieria-en-electronica-y-comunicaciones.html

WANG, Z. (2001). *Internet QoS Architectures and Mechanisms for Quality of Service*. San Diego.

what-when-how.com. (s.f.). Obtenido de what-when-how.com: <http://what-when-how.com/ccnp-ont-exam-certification-guide/low-latency-queuing-congestion-management-and-queuing/>