

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DPTO. DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

**ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN
LABORATORIO MULTIMEDIA PARA DETERMINAR
QUALITY OF SERVICE EN EL MODELO DIFFSERV
SOBRE REDES IP**

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

**POR: MARGARITA JEANNETH JAQUE VACA
JESSY XIMENA MORENO MUÑOZ**

SANGOLQUÍ, 11 de enero de 2008

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por las Srtas. MARGARITA JEANNETH JAQUE VACA, JESSY XIMENA MORENO MUÑOZ CANDIDATAS A INGENIERAS DE SISTEMAS E INFORMATICA como requerimiento parcial a la obtención del título de INGENIERO DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

11 de enero de 2008

Ing. Lourdes De la Cruz
DIRECTOR

Ing. Fernando Galárraga
CODIRECTOR

DEDICATORIA

Cuando uno tiene ideales que desea alcanzarlos, tiene que luchar por ellos con esfuerzo, paciencia y tenacidad, ese es el lema que a estado presente en mi carrera, pues fueron las palabras de aliento que me la dio mi hermano uno de aquellos días. Este proyecto y el logro de ser alguien en la vida está dedicado a mi querido hermano MARCO quien ha sido el pilar fundamental sobre el que me he apoyado, a mis Padres que cada día me dieron sus bendiciones, a mis Hermanos que tuvieron fe en mi y a ti Pollito que me permitiste ver la luz que un día divise.

Margarita Jaque Vaca.

Esta tesis es una parte de mi vida y comienzo de otras etapas por esto y más, la dedico a Dios, a mis Padres por su amor, por estar siempre allí confiando en que todo esto sea posible, a mi hermana Mayri y mi tía María por acompañarme en los buenos y malos momentos; de manera especial a mi hermano Santi por su comprensión, apoyo y por ayudarme a que se haga posible uno de nuestros sueños entre otros. A mi amigo Diego Vega por su aliento y guía incondicional.

Jessy Moreno Muñoz

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis ha sido realizada bajo la dirección de la Ing. Lourdes De la Cruz, y del Ing. Fernando Galárraga, Catedráticos de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, de la Escuela Politécnica del Ejército, a ellos nuestros más sinceros agradecimientos porque supieron guiarnos no solo en la dirección de este proyecto, sino cuando fueron nuestros profesores impartiéndonos sus conocimientos.

Así mismo a todo el personal de los Laboratorios, en especial al Sr. Luis Buri, quien está a cargo de los Laboratorios porque supo darnos todo el apoyo brindándonos su tiempo y facilitándonos el acceso a los equipos para la ejecución de las pruebas prácticas de nuestro Proyecto.

Margarita Jaque Vaca y Jessy Moreno Muñoz

A la gloriosa ESPE, institución que me abrió las puertas para continuar con mis estudios, la misma que me dio la oportunidad de conocer a grandes amigos y tener el honor de ser capacitada por excelentes profesionales.

Margarita Jaque Vaca

Un extenso agradecimiento a todos los miembros de la Facultad de tan Prestigiosa Institución por brindarme su colaboración ya que de una forma u otra han estado implicados en el desarrollo de éste trabajo, su paciencia y apoyo.

Jessy Moreno Muñoz

Índice de Contenidos

Capítulo 1	2
1.- INTRODUCCION	2
1.1.- Importancia	3
1.2.- Justificación.....	4
1.3.- Objetivos	5
1.3.1.- Objetivo General	5
1.3.2.- Objetivos Específicos.....	5
1.3.3.- Alcance.....	5
1.4.- Resumen	6
Capítulo 2	7
2.- MARCO TEORICO.....	7
2.1.- QUALITY OF SERVICE EN APLICACIONES MULTIMEDIA	7
2.1.1.- Evolución de las Comunicaciones Multimedia.....	7
2.1.2.- Estructura de las Comunicaciones Multimedia.....	10
2.1.3.- Información Multimedia	11
2.1.4.- Estándares para la Compresión	12
2.1.5.- Aplicaciones Multimedia	14
2.1.6.- Quality of Service	18
2.2.- ALGORITMOS PARA LA OBTENCION DE QUALITY OF SERVICE.....	23
2.2.1.- Algoritmos del Mejor Esfuerzo (Best Effort)	23
2.2.2.- Algoritmos Distribuidos.....	23
2.3.- PROTOCOLOS DE QoS PARA REDES IP	26
2.3.1.- Protocolo IP.....	26
2.3.2.- RSVP (Resource Reservation Protocol).....	29
2.3.3.- COPS (COMMON OPEN POLICY SERVICE)	34
2.3.4.- SBM (SUBNET BANDWIDTH MANAGEMENT).....	36
2.4.- MODELOS DE QUALITY OF SERVICE.....	38
2.4.1.- Modelo de Servicios Integrados (IntServ – Integrated Services).....	38
2.4.2.- Modelo de Servicios Diferenciados (DiffServ – Differentiated Services).....	41
2.5.- Resumen	46
Capítulo 3	47
3.- ANÁLISIS Y DISEÑO DEL LABORATORIO MULTIMEDIA.....	47
3.1.- Análisis de Tráfico Multimedia.....	47
3.1.1.- Características de la Información Multimedia	47
3.1.2.- Aplicación Multimedia.....	49
3.1.3.- Tráfico Multimedia	50
3.2.- Análisis de QoS	51
3.2.1.- Calidad de Servicio (QoS).....	52
3.2.2.- Análisis del Modelo DiffServ – RFC 2475.....	53
3.3.- Análisis y Diseño del Laboratorio Multimedia	54
3.3.1.- Análisis Técnico.....	54
3.3.2.- Diseño de la Red Multimedia.....	56
3.4.- Resumen	59
Capítulo 4	60
4.- IMPLEMENTACION DEL LABORATORIO MULTIMEDIA.....	60
4.1.- Configuraciones e Instalaciones.....	60
4.1.1.- Configuración del Switch.....	60
4.1.2.- Instalación y Configuración del Sniffer	67

4.1.3.- Instalación y Configuración del Analizador de Protocolos.....	72
4.1.4.- Instalación y Configuración del Servidor de audio y video	72
4.2.- Pruebas y Monitoreo	72
4.2.1.- Ejecución de PRTG.....	73
4.2.2.- Ejecución de Ethereal.....	74
4.2.3.- Ejecución de NetMeeting	78
4.3.- Datos Obtenidos	79
4.3.1.- Datos Obtenidos Escenario 1	82
4.3.2.- Datos Obtenidos Escenario 2	86
4.4.- Evaluación del Modelo DiffServ.....	90
4.4.1.- Resultados obtenidos en Escenario 1	90
4.4.2.- Resultados obtenidos en Escenario 2	96
4.4.3.- Resultados Finales.....	101
4.5.- Resumen.....	103
Capítulo 5	104
5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	104
5.1.- Conclusiones	104
5.2.- Recomendaciones.....	105
Bibliografía.....	106

Listado de Tablas

Tabla 2.1: (Tipos de mensajes RSVP).....	33
Tabla 3.1: (Ancho de banda para la Información Multimedia).....	48

Listado de Cuadros

Cuadro 4.1: (Cuadro de Resultados para Escenario 1).....	95
Cuadro 4.2: (Cuadro de Resultados para Escenario 2).....	100
Cuadro 4.3: (Cuadro Comparativo de QoS en Escenarios 1 y 2).....	101

Listado de Figuras

Figura 2.1: (Tráfico de Información en las Aplicaciones Multimedia).....	18
Figura 2.2: (Token Bucket)	24
Figura 2.3: (Cabecera IPv4 con campo TOS).....	27
Figura 2.4: (Descripción del campo TOS).....	27
Figura 2.5: (Cabecera IPv4 con campo DS- RFC2474, 12/1998).....	28
Figura 2.6: (Descripción del campo DS en IPv4).....	28
Figura 2.7: (Cabecera IPv6- RFC 1883).....	29
Figura 2.8: (Cabecera IPv6 con campo DS – RFC 2474, 12/1998)	29
Figura 2.9: (Mensajes en el protocolo RSVP).....	32
Figura 2.10: (Modelo del Protocolo COPS)	36
Figura 2.11: (Arquitectura de Referencia del Modelo IntServ).....	39
Figura 2.12: (Clasificación de Nodos en DiffServ).....	42
Figura 3.1: (Transmisión Multicast o Multidifusión).....	57
Figura 3.2: (Diagrama de Red del Laboratorio Multimedia).....	58
Figura 4.1: (Consola de Hyper Terminal de Switch <i>Cisco WS-C3750-48TS</i>).....	62
Figura 4.2: (Comandos de Configuración).....	63
Figura 4.3: (Configuración de puertos con QoS)	64
Figura 4.4: Comprobación de puertos con QoS	65
Figura 4.5: (Puertos no configurados con QoS)	65
Figura 4.6: (Puertos Configurados en Cisco WS-C3750-48TS – Escenario 1).....	66
Figura 4.7: (Puertos en Cisco WS-C3750-48TS – Escenario 2)	67
Figura 4.8 (Configuración de un Sensor en una Estación de Trabajo	68
Figura 4.9: (Proceso de Configuración de un sensor)	68
Figura 4.10: (Arranque de Packet Sniffer)	69
Figura 4.11: (Ventana de Configuración de un sensor).....	69
Figura 4.12: (Monitoreo del tráfico de un sensor).....	70
Figura 4.13: (Configuración del canal NetMeeting)	70
Figura 4.14: (Canal NetMeeting_UDP)	71
Figura 4.15: (Configuraciones Adicionales para un Sensor).....	73
Figura 4.16: (Monitorización de la Estación de Trabajo pc01).....	74
Figura 4.17: (Parámetros de Ejecución)	75
Figura 4.18: (Proceso de captura de paquetes).....	75
Figura 4.19: (Decodificación de tráfico UDP a RTP)	76
Figura 4.20: (Estadísticas de RTP)	76
Figura 4.21: (Selección de Flujo de datos RTP).....	77
Figura 4.22: (Proceso de filtrado).....	77
Figura 4.23: (Tráfico RTP).....	78
Figura 4.24 (Ejecución de Videoconferencia).....	79
Figura 4.25: (Configuración del Reporte en PRTG)	80
Figura 4.26: (Reporte de la Estación de Trabajo pc01).....	80
Figura 4.27: (Formato y Almacenamiento de un Reporte en PRTG).....	81
Figura 4.28: (Generación de Reportes).....	81
Figura 4.29: (Gráfica de PRTG en Escenario 1)	82
Figura 4.30: (Gráfica de PRTG en Escenario 2)	86

Listado de Anexos

ANEXOS	108
ANEXO A.- Instalación y Configuración de PRTG.....	109
ANEXO B.- Instalación y Configuración de Ethereal.....	112
ANEXO C.- Instalación y Configuración del Servidor de audio y video.....	117
ANEXO D.- Datos capturados por Ethereal en Escenario 1	122
ANEXO E.- Datos capturados por Ethereal en Escenario 2.....	123

Nomenclatura utilizada

IP: Protocolo de Internet

TCP: Protocolo de Control de Transmisión

QoS: Calidad de Servicio

ToS: Tipo de Servicio

MPEG: Grupo experto para imágenes en movimiento

TCP/IP: Protocolo de Comunicación Internet

UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones.

IETF: Grupo de Trabajo en Ingeniería de Internet.

DiffServ: (Differentiated Services) - Modelo de Servicios Diferenciados

Best Effort: Modelo del Mejor Esfuerzo

IntServ: (Integrated Services) - Modelo de Servicios Integrados

RSVP: Protocolo de Reserva de Recursos

IM: Información Multimedia

LM: Laboratorio Multimedia

RM: Red Multimedia.

AM: Aplicación Multimedia

SMIC: Sistema Multimedia Interactivo Conversacional

PRTG: (Paessler Router Traffic Grapher): Sniffer.

Ethereal: Analizador de Protocolos.

Resumen

El presente proyecto centra la atención en un aspecto que marca la aceptación y conformidad de los usuarios a la hora de medir la QoS en una red, el cumplimiento de contratos que realiza una aplicación recae sobre los dispositivos de encaminamiento, quienes ya vienen incorporados con Mecanismos de QoS y son el ejemplo claro de que las empresas de desarrollo tecnológico se encuentran constantemente innovando, tal es el caso del Switch Cisco WS-C3750-48TS que fue configurado para aprovechar su infraestructura tecnológica con el objetivo de medir el nivel de QoS que brinda cuando se realiza una Videoconferencia punto a punto, tomando en cuenta que la gestión y control de recursos variará cuando se trata de tráfico inadaptable.

El modelo de provisión de QoS evaluado es DiffServ puesto que cuando se configura este Switch se hace una diferenciación de tráfico dando prioridad a los puertos del Switch, permitiendo que el administrador de la red pueda manipular la QoS, claro está que las funciones, algoritmos incorporados internamente en el Switch son transparentes para el operador; es por esto que este proyecto de acuerdo al modelo OSI enfoca su estudio en la capa de aplicación ; ya que interviene un Software de monitoreo como lo es PRTG y se analiza los recursos que consume una aplicación, como es el caso del SMIC que utiliza recursos multimedia en tiempo real, cargando a la red con diversidad de tráfico, para medir el grado de satisfacción de los usuarios que es una de las definiciones de Calidad de Servicio.

Capítulo 1

1.- INTRODUCCION

Las empresas no solo centran su atención en los recursos que son tangibles, sino que dan una mayor prioridad al recurso Información, ente clave para el desarrollo y productividad de una sociedad.

La comunicación oportuna y precisa es de vital importancia a la hora de tomar decisiones o realizar planificaciones; es por eso que en el sector de las Comunicaciones se buscan alternativas que brinden Conectividad y Calidad en todo momento.

Con el avance tecnológico, las redes tienen que ser capaces de soportar cualquier tipo de Servicio; ya que actualmente se habla de la convergencia de contenidos. Se puede digitalizar texto, música, imagen y video, que luego viaja por los canales de comunicación; dichos flujos de información no solo tienen que cumplir con normas de seguridad; sino que tienen que ser de calidad, lo que hace que las empresas tecnológicas, busquen Mecanismos para gestionar y administrar el tráfico.

El macro sector formado por los medios de comunicación, telecomunicaciones e informática, constantemente se encuentra innovando, tanto que existe una relación directa de variación en uno u otro sector cada vez que se incrementan prestaciones, así se puede ver, por ejemplo, que existen aplicaciones multimedia que no pueden funcionar de una manera óptima en redes con congestión; es por eso que es indispensable contar con Mecanismos que permitan dar un trato Diferenciado a la Información que circula en una red, tales mecanismos son diseñados exclusivamente para este tipo de aplicaciones.

Además se puede observar que se realizan constantes modificaciones en cada uno de los elementos que intervienen en la comunicación, así como la implementación de algoritmos, que aseguran la Calidad de Servicio seguida de una continua comunicación con transferencia de información en tiempo real, brindando facilidades al usuario final.

1.1.- Importancia

Las necesidades de los usuarios en el mundo de las Comunicaciones se incrementan constantemente, en la actualidad se tiene requerimientos de datos, imágenes, video y voz, presentes en cada una de las actividades diarias.

El tráfico multimedia crece con mucha rapidez, dominando los flujos que circulan en una red, considerándose entonces, que es de vital importancia diseñar Modelos que permitan gestionarlo y administrarlo.

Cada vez se ofrecen más servicios que pueden ser brindados a través del Protocolo de Internet; tal es el caso de la Telefonía sobre IP que ha merecido la atención por parte de las empresas tecnológicas, quienes buscan adecuaciones en sus equipos, con el propósito de brindar Calidad de Servicio (QoS) en redes congestionadas y sobre las cuales circulan aplicaciones multimedia que no pueden funcionar correctamente en tiempo real.

Se han desarrollado y estandarizado Mecanismos de Calidad para administrar los recursos en una red, tomando en cuenta opciones como la reserva (Modelo IntServ y protocolo RSVP) y la prioridad (Modelo DiffServ), definidas para cada una de las conexiones que se establezcan.

En el ámbito empresarial, la Calidad de Servicio que se ofrece en las redes de Comunicación tiene que ver exclusivamente con la Cadena de Valor, donde se toma en cuenta la transmisión de la Información de extremo a extremo, seguida de la producción, empaquetamiento de contenido y la oferta de los servicios convergentes al usuario final.

Tomando en cuenta todas las exigencias que hoy en día tiene que cumplir una red, independientemente del tipo de tráfico que circula por ella, es de vital importancia determinar si se garantiza o no la Calidad de Servicio con los Modelos existentes, además de ver si se cumple con la mayoría de parámetros.

Para determinar los porcentajes de aceptación de uno u otro Modelo es indispensable someterlos a pruebas, mediante la manipulación de diferentes tipos de tráfico como datos, imágenes, video y voz, para ello se va a realizar la Implementación de un Laboratorio Multimedia diseñado exclusivamente para el análisis de los niveles de Calidad que actualmente ofrece el Modelo DiffServ.

El reto en el futuro para las empresas tecnológicas, es el de contar con redes que brinden servicios convergentes y con niveles de Calidad aceptables, sin la necesidad de variar tanto en la infraestructura tecnológica; ya que esto ocasionaría un incremento en los costos por el uso de tecnología.

1.2.- Justificación

Hoy en día, la Calidad es un factor decisivo en la transmisión de información; ya que el usuario exige que el servicio que se oferta en las redes de Comunicación cumpla con varios parámetros que definen el Tipo de Servicio, esto lleva a que en el campo tecnológico se busquen adecuaciones en la infraestructura de todos los equipos de comunicación ya que al principio las redes IP fueron diseñadas para el transporte de datos, razón por la cual la Calidad de Servicio tan solo radicaba en asegurar la Integridad de los Datos; en la actualidad los flujos que circulan por una red, no solo son datos, sino que se tiene flujos de imagen, voz y video como se ve en algunas aplicaciones multimedia ; por lo tanto es indispensable realizar el Análisis, Diseño e Implementación de un Laboratorio Multimedia para determinar la Quality of Service que brinda el Modelo DiffServ sobre redes IP, mediante el desarrollo de este Proyecto lo que se busca es definir la Calidad de

Servicio, además de las ventajas, tipos de servicio, escalabilidad que brinda la utilización del Modelo.

1.3.- Objetivos

1.3.1.- Objetivo General

Analizar, Diseñar e Implementar un Laboratorio Multimedia para determinar Quality of Service en el Modelo DiffServ sobre redes IP.

1.3.2.- Objetivos Específicos

- ❖ Analizar elementos como ancho de banda, retardo de extremo a extremo, variación del retardo y pérdidas de paquetes, que son parámetros que rigen la QoS en una red.
- ❖ Analizar los Tipos de Servicio del Modelo DiffServ, tomando en cuenta el reparto de recursos que se realiza en cada uno de ellos.
- ❖ Evaluar el Modelo DiffServ en un Laboratorio Multimedia, en el que se someta a pruebas los diferentes tipos de tráfico sobre una red IP.

1.3.3.- Alcance

Analizar el Modelo DiffServ para dar Calidad de Servicio (QoS) sobre una red IP, a partir del Análisis y Diseño e Implementación de un Laboratorio Multimedia, donde se someterá a pruebas diferentes tipos de tráfico como datos, imágenes, video y voz para determinar los niveles de calidad y las prestaciones ofrecidas por el modelo.

1.4.- Resumen

La evolución de las tecnologías hace que constantemente en el ámbito de las comunicaciones siempre se esté recopilando soluciones para la red. Actualmente el desarrollo de las redes de datos está enfocado hacia la provisión de Calidad de Servicio (QoS), la misma que debe estar presente en la transmisión de cualquier tipo de información.

El objetivo de la QoS es evitar que la congestión de determinados nodos de la red afecten a algunas aplicaciones que requieran un trato especial en cuanto a los parámetros de calidad de servicio. Para evitar este problema se toma una de las soluciones, como lo es el Modelo DiffServ que será estudiado en el Proyecto.

Capítulo 2

2.- MARCO TEORICO

Antes de realizar el análisis, diseño e implementación del Laboratorio Multimedia, se hace indispensable sentar las bases teóricas en cuanto al estudio de las comunicaciones multimedia, como conocer los tipos de algoritmos y protocolos que han dado origen a la existencia de Modelos de Calidad de Servicio, como se cita a continuación:

2.1.- QUALITY OF SERVICE EN APLICACIONES MULTIMEDIA

Las redes IP están diseñadas para hacer que sean intercalados mensajes de diferentes fuentes, de manera que existan muchos canales virtuales de comunicación sobre los mismos canales físicos. La tecnología Ethernet gestiona el medio de transmisión compartido según el mejor esfuerzo.

Se define que factores como el procesamiento y la transmisión de caudales multimedia a un tiempo determinado son cruciales, para conseguir un óptimo funcionamiento las aplicaciones necesitan garantizar que los recursos que se requieran serán reservados y planificados en los instantes oportunos.

En la actualidad las comunicaciones multimedia han llegado a tener un notable desarrollo como se indica:

2.1.1.- Evolución de las Comunicaciones Multimedia

La primera comunicación telefónica fue realizada por el estadounidense Alexander Graham Bell, quien en 1876 transmitió por teléfono las palabras: “Mr Watson, venga aquí: le necesito”; sin embargo si se considera que la función de la telefonía es la de transportar

el sonido a distancia, este hecho se lo debe atribuir a Robert Hook, quien ya en 1667 describió como con un hilo muy tenso se podía transmitir sonidos a distancias bastante largas.

Durante el siglo XIX, el progreso del electromagnetismo fue el que sentó las bases de los sistemas de comunicación, cuando en 1820 el danés Hans Christian Oersted descubrió que una corriente eléctrica podía influir sobre una corriente magnética, probando que existe la relación entre corriente eléctrica y magnetismo. Con el descubrimiento del electromagnetismo se inventaron diferentes aparatos telegráficos con los que se podían transmitir mensajes a largas distancias.

En 1830 aparece un sistema de comunicación llamado genéricamente Telégrafo Morse en homenaje a Samuel Morse, quien creó el alfabeto telegráfico.

La primera central telefónica del mundo se puso en servicio en 1878 en New Haven, Estados Unidos con un cuadro conmutador manual y 21 abonados, luego en 1892 se automatizó cuando Almon B. Strowger construyó el primer cuadro conmutador telefónico.

En 1900 se desarrolló un sistema para la amplificación de líneas telefónicas, luego en 1915 en San Francisco y New York se tiene ya líneas abiertas.

En New York y London se abren líneas telefónicas comerciales, luego aparece en 1965 el sistema electrónico de conmutación con la primera central telefónica.

En 1980 Lippman realizó la simulación de la conducción de un coche por una ciudad, en donde las imágenes fueron grabadas con anterioridad desde un coche que transitaba por las calles de la ciudad y almacenadas en videodiscos. Los usuarios que hacían uso de este sistema controlaban la velocidad y dirección del desplazamiento mediante el empleo de un joystick y con la ayuda de una pantalla sensible al tacto podían acceder a la información de edificios importantes. Este sistema fue de suma importancia

puesto que los usuarios que utilizaban el sistema podían desenvolverse con facilidad cuando visitaban la ciudad mencionada.

Dave Backer en el año de 1985 creó el primer prototipo de libro electrónico con el tema de “reparación de automóviles”, en el que se podía realizar búsquedas y disponer de índices mediante el uso de una pantalla sensible al tacto, además de dar la libertad al usuario para crear sus propios contenidos. Este libro integraba sonidos, textos, imágenes y videos los cuales estaban sincronizados.

En 1994 se utilizó el Internet para la telefonía, cuando la empresa VocalTec lanzó su producto Internet Phone, estableciendo llamadas telefónicas de PC a PC.

En 1996 se dan las primeras experiencias en el establecimiento de llamadas de teléfono a PC.

A partir de 1997, con el aparecimiento de nuevos dispositivos y métodos se ha llegado a utilizar el término XoIP (“X” over Internet Protocol), haciendo referencia a que “X” puede ser cualquier contenido que puede ser transmitido por la red: D = dato, V = voz, F = fax, M = multimedia, etc.

Entre los aspectos claves para la evolución de las comunicaciones multimedia están:

- La estandarización de las redes y los servicios: El protocolo de comunicación estándar en las redes para servicios de telecomunicaciones multimedia es TCP/IP, en las redes de servicios móviles también se están utilizando protocolos basados en TCP/IP para las comunicaciones de datos. Incluso se está extendiendo cada vez más los servicios de voz sobre IP (VoIP), servicios de video bajo demanda mediante streaming IP (VoD sobre xDSL) o la Videoconferencia IP.

Los servicios y aplicaciones multimedia utilizan algoritmos de codificación y compresión de los contenidos audiovisuales, según diversos estándares que se basan en algoritmos de codificación MPEG para la optimización del ancho de banda y el volumen de información.

- Triple convergencia: Los continuos desarrollos, la miniaturización, las nuevas tecnologías de displays y los avances en las baterías conllevan a un escenario, en el que los dispositivos móviles como teléfonos celulares, agendas personales (PDAs) y los ordenadores portátiles se integren en un solo dispositivo denominado “comunicador móvil”, que estará permanentemente conectado a la red (always on) a través de las sucesivas generaciones móviles que estarán disponibles como GPRS, EDGE, UMTS, etc.

En el hogar y en la oficina se llegará a contar con un comunicador doméstico donde se integrará la televisión, el ordenador personal, Internet y los servicios de provisión de aplicaciones.

2.1.2.- Estructura de las Comunicaciones Multimedia

Debido a la interacción de tres sectores como la Informática, las Telecomunicaciones y el Audiovisual, las aplicaciones multimedia abarcan un conjunto amplio de productos y servicios, contando con los siguientes elementos y tecnologías:

Tecnología: Consta de procesadores, memorias, buses, dispositivos de entrada, tarjetas de audio y video, técnicas de compresión de señales, etc.

La tecnología está relacionada con las técnicas de digitalización, compresión y descompresión de datos, así como de la síntesis de audio, video y gráficos. Los métodos de compresión con pérdidas se resumen en los estándares JPEG para imágenes estáticas, la compresión fractal y los estándares MPEG para video.

El elemento tecnológico está constituido por:

1. *Los servidores de información*, que son los puntos de almacenamiento de los contenidos en las aplicaciones y servicios de acceso a información.
2. *Tecnología de conmutación y transporte*, relacionada con el tratamiento de paquetes y el uso del ancho de banda.
3. *Tecnología de acceso a terminales*, se tiene diferentes medios físicos de transmisión como coaxial, cobre, fibra óptica, radio, etc.

Sistemas de Comunicación: Se refieren a la arquitectura de redes, constituidos fundamentalmente por las redes de teléfono, televisión por cable y en menor medida por las señales de satélite. La tendencia actual es la utilización de redes de fibra óptica por su gran capacidad de transmisión frente a las de cobre y cable coaxial.

Aplicaciones y servicios: Orientadas al entretenimiento, información, compra, educación etc.

Contenidos: Existen publicaciones multimedia sobre salud, historia, música, literatura, lingüística, geografía, artes plásticas, tecnología, etc.

Terminal multimedia: Son dispositivos que hacen posible que el usuario pueda ver los contenidos, procesan la información, reciben instrucciones digitales externas y las ordenan para que un elemento de presentación las convierta en señales analógicas (texto, video, audio).

2.1.3.- Información Multimedia

La multimedia surge como la integración de diferentes fuentes de información: texto, voz, gráficos, fotografías, videos en un solo dispositivo, cada uno procesado digitalmente de manera distinta compartiendo recursos necesarios que la red ofrece, un ejemplo es la red integrada de voz y datos.

Se cuenta con diferentes tipos de Información Multimedia:

- *Texto*: Sin formatear, formateado, lineal e hipertexto.
- *Gráficos*: Utilizados para representar esquemas, planos, dibujos lineales, etc.
- *Imágenes*: Son documentos formados por píxeles. Pueden generarse por copia del entorno (escaneado, fotografía digital) y tienden a ser archivos de gran tamaño.
- *Animación*: Presentación de un número de imágenes por segundo, que crean en el observador la sensación de movimiento. Pueden ser sintetizadas o captadas.
- *Sonido*: Puede ser habla, música u otros sonidos.

Entre las tecnologías necesarias para la transmisión de información multimedia están:

- Medios de transmisión de gran ancho de banda.
- Técnicas de encaminamiento de alta velocidad.
- Protocolos:
 - Protocolos de red multienvío (IP multicast)
 - Protocolos de transporte para audio y video (compresión, enmarcado, etc.)
 - Protocolos de reserva de recursos y garantías de tiempo real.
 - Protocolos de control de conferencias multimedia (sincronización, etc.)

2.1.4.- Estándares para la Compresión

En la compresión de video se reduce la información que es no relevante en la señal, es decir se toma en cuenta las características que tienen importancia perceptiva, dejando de lado la información que no es percibida.

Una secuencia de video es una secuencia de cuadros o imágenes, en la que cada cuadro puede ser codificado como imagen por separado con JPEG.

El tipo de algoritmo usado en la compresión de audio y video es el algoritmo lossy, que es el de pérdidas.

Los algoritmos de compresión lossy son aptos para todo tipo de sonidos, a estos pertenecen los estándares MPEG, mientras que para la voz existe el CELP (Code Excited Linear Prediction), CS-ACELP (Conjugate Structure Algebraic Code Excited Linear Prediction), LPC, GSM.

Los estándares para la compresión de audio y video son los que se detalla a continuación:

MPEG (Grupo experto para imágenes en movimiento) fue creado por la ISO en el año de 1988 con el fin de desarrollar un estándar para la compresión, descompresión, procesamiento y representación de imágenes en movimiento como lo es el video, además del audio almacenado en un medio digital (CDROM).

MPEG-1: Estándar inicial de audio y video, utilizado como la norma para CD-ROM de video, fue terminado en 1991 consiguiendo la calidad de audio y video similar al VHS a 1.5 Mbps. Incluye el formato de compresión de audio capa 3 (MP3).

MPEG-2: Es una extensión de MPEG-1 desarrollada especialmente para aplicaciones de televisión digital y tasas de bits más altos.

- ✓ Orientado a teledifusión (video entrelazado).
- ✓ Utilizado para todo tipo de aplicaciones como negocios, entretenimiento.
- ✓ Utilizado para servicios de TV por satélite (Ej. Direct TV), para señales de televisión por cable y para discos de video (DVD).

MPEG-3: Desarrollado para aplicaciones con tasas de bits mucho más altas, como lo es HDTV (Televisión Digital de Alta Definición), aunque luego se le restó importancia; puesto que este tipo de aplicaciones podían trabajar simplemente con MPEG-2, posteriormente siendo desechado.

MPEG-4: Se creó con el fin de lograr mejoras en la compresión, la eficiencia y el rechazo al error. Es utilizado para codificar objetos audiovisuales (AVOs), contenido 3D, soporte para gestión de derechos digitales. Orientado a video sobre Internet con baja velocidad.

MPEG-7: Descripción de características de contenidos audiovisuales (indexación, búsquedas, bases de datos, etc.), fue aprobado por la ISO (Organización Internacional de Standardización).

MPEG- 21: Se describe como una norma futura en el marco de referencia audiovisual. Los primeros estándares fueron aprobados en el 2003.

Aunque el uso de los estándares mencionados de audio y video reduce las necesidades de ancho de banda en las redes de comunicación, imponen cargas adicionales en cuanto a los recursos de procesamiento tanto en el origen como en el destino. Esto ha ocasionado que se utilice un codec (codificadores/decodificadores), que es un hardware que se utiliza en las conferencias para que realice la compresión, dejando que la descompresión de los caudales que llegan a los computadores de los usuarios se la realice por software.

H.32x: Establecido por la ITU-T, empleado para sistemas multimedia y audiovisuales. La x puede tomar valores de 0, 1, 2, 3, 4 tomando en cuenta el tipo de red que se utilice. Se denomina “paraguas” porque se basa en otros estándares, como por ejemplo el G.711 para la codificación del audio.

2.1.5.- Aplicaciones Multimedia

La multimedia tiene sus bases en dos hechos:

- 1. El invento del transistor mediante el desarrollo electrónico*

En los años 50 surge la revolución de las computadoras con la fabricación del chip, los circuitos eléctricos, las tarjetas electrónicas que propician el apareamiento de unidades compactas de procesamiento y la integración de video.

En la tecnología de las computadoras se ha dado el desarrollo de discos duros flexibles, discos ópticos, además de la incorporación de accesorios y periféricos destinados principalmente para el manejo de texto, imagen, gráficos y videos.

2. *El uso de la comunicación para el envío y recepción de mensajes, asegurando la calidad mediante la eliminación del ruido*

A partir de los 70 en el campo de las comunicaciones se da el concepto operativo multimedia, empleándolo en la educación, la instrucción, la capacitación, la publicidad y el marketing lográndose integrar diversos medios audiovisuales.

La Multimedia se inicia en 1984, cuando Apple Computer lanzó la primera computadora Macintosh con características de reproducción de sonidos equivalentes a los de una radio AM, además de tener capacidades para el diseño gráfico y la edición debido al ambiente Windows que tenía.

El ambiente interactivo tuvo sus inicios con las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, especialmente en el ámbito de los juegos de video, es así como en 1987 se comenzó con juegos de video operados por monedas y software de computadoras de entretenimiento.

Al mismo tiempo la Philips Interactive Media System desarrolló la tecnología del disco compacto, luego en 1988 se desarrollaron publicaciones en discos interactivos con aplicaciones para museos, industrias y las universidades.

La multimedia tuvo su auge en 1992 con los video-juegos, ya que allí se integró audio (música, sonido, estéreo y voz), video, gráficos, animación y texto, todo al mismo tiempo.

En las redes multimedia las aplicaciones que aparecen involucran una interacción a distancia con equipos, bases de datos, software, personas, estas aplicaciones son:

Internet. Es un conjunto de computación y de comunicación que opera a escala planetaria permanentemente, basado en el protocolo de comunicación Internet (TCP/IP).

Presenta dos características: ha impuesto estándares de comunicación y presenta flexibilidad; porque no impone condiciones de compatibilidad en cuanto a sistemas de procesamiento de información o canales de transmisión, dándose la convivencia de diferentes equipos y programas informáticos.

Aplicaciones Multimedia en disco compacto. La computadora, el televisor, el equipo de sonido incorporan la tecnología de discos compactos, son las aplicaciones multimedia de mayor difusión, siendo utilizadas para paseos virtuales, museos, enciclopedias, juegos, etc.

Telefonía sobre IP: La voz se digitaliza y se comprime para luego ser transportada en paquetes a través de la red.

Teletrabajo. Cumple con dos necesidades para las empresas de hoy en día: la flexibilidad para responder a la coyuntura del mercado y el disponer de una serie de servicios que no pueden mantenerse en una empresa.

Videoconferencia. Comunicación interactiva que consiste en la transmisión de imagen, sonido y datos que son visualizados en dos o más sitios al mismo tiempo. Se la puede realizar punto a punto, punto a multipunto, multipunto a multipunto.

Video Interactivo. Permite al usuario elegir su propia programación, a partir de una variedad de emisiones, con la posibilidad de controlar cuestiones como los ángulos de visualización, etc.

Telemedicina. Permite al médico realizar búsquedas en grandes bases de datos en línea, y así comparar imágenes, historiales y otras opiniones para hacer un diagnóstico fiable.

Computación en gran escala con procesos de bases de datos en múltiples sitios. Integración de diversos recursos de computación independientes, heterogéneos y distribuidos geográficamente (grids) a través de un middleware (software que traduce la información de una compañía a un formato entendible por otra empresa diferente), con el

propósito de brindar capacidad de cómputo y almacenamiento a gran escala de forma transparente para el usuario.

Investigación e instrucción interactiva basada en redes. Son ambientes de colaboración interactiva en los que se intercambia información con otros sin importar la distancia.

Teleinmersión. Permite a participantes distantes compartir un entorno visual que recrea su ambiente real e interactuar en tiempo real.

En las redes IP se distingue dos tipos de tráfico:

- ✓ **Tráfico Elástico:** Se puede ajustar fácilmente a cambios que se susciten en los parámetros como en el retardo y el rendimiento. Las aplicaciones que generan este tipo de tráfico son:
 - Transferencia de ficheros (FTP) que es sensible al rendimiento.
 - El correo electrónico que es insensible al retardo.
 - La Gestión de red que es sensible al retardo ante graves congestiones.
 - El acceso a la información Web que es sensible al retardo.
- ✓ **Tráfico Inelástico:** No se adapta fácilmente a los cambios que pueden ocasionarse. Ej. El tráfico en tiempo real. Por la susceptibilidad que presenta exige requerimientos en cuanto:
 - Ancho de banda
 - Retardo
 - Variación o Jitter
 - Pérdidas de paquetes.

En la siguiente Figura se puede ver como es el Tráfico de Información para las diferentes Aplicaciones Multimedia:

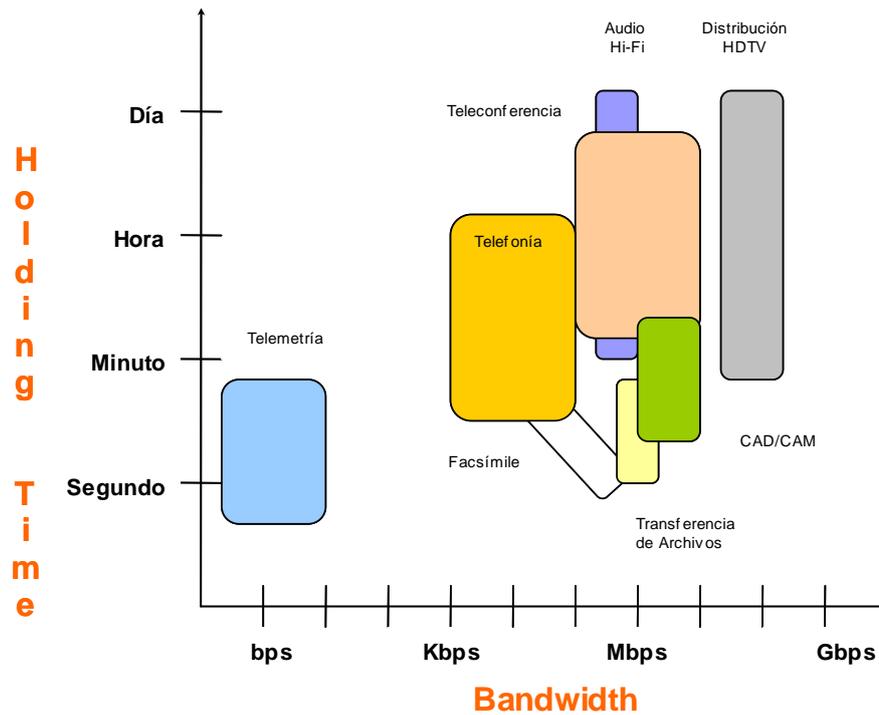


Figura 2.1: (Tráfico de Información en las Aplicaciones Multimedia)

Cuando se transmite información en una red IP, se tiene que realizar primero la debida identificación del tráfico que va a circular por ella, con el fin de conocer los requerimientos que exige uno u otro tipo, para dar la prioridad al más sensible (tráfico inelástico) sin dejar desatendido al menos exigente (tráfico elástico).

2.1.6.- Quality of Service

Las redes IP fueron diseñadas para el transporte óptimo del tráfico de datos, por lo que la Calidad de Servicio simplemente se basaba en asegurar la integridad de los datos, refiriéndonos con esto a evitar la perdida de contenido y la secuencia de los mismos.

El tráfico de audio y video no solo requiere ser transferido íntegramente por las redes IP, sino que necesita que dicha transferencia sea en un tiempo adecuado en correspondencia a su generación.

A finales de los 90, nació un nuevo concepto conocido como Calidad de Servicio (QoS), que fue consolidándose por la incorporación de funciones de voz en las redes de datos.

En los años 1997 y 1998 se da un enfoque sobre el carácter crítico de la gestión de redes y el esfuerzo de la oferta de entornos y tecnologías de alta velocidad basados en la conmutación de nivel 3, superándose el Megabit, llegando a los Terabits por segundo.

2.1.6.1.- Definición de QoS

En la publicación del documento E-800 en 1984 por la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), se define como “el efecto colectivo del rendimiento de un servicio que determina el grado de satisfacción del usuario de dicho servicio”.

En telemática se define como la capacidad que tiene un elemento de red (aplicación, servidor, router, conmutador, switch, etc) de asegurar que su tráfico y los requisitos del servicio previamente establecidos puedan ser satisfechos.

Para habilitar la QoS se necesita la cooperación de todas las capas de la red, así como también de cada elemento, como consecuencia de esto surge otra definición, suele ser que es un conjunto de tecnologías que permiten a los administradores de red manejar los efectos de la congestión del tráfico usando de manera óptima los diferentes recursos de la red.

2.1.6.2.- Tipos de QoS

Se puede realizar una clasificación de QoS bajo distintas especificaciones como se indica a continuación:

- **Según la sensibilidad que tiene el tráfico:** Teniendo en cuenta la variedad de tráfico que existe y los requerimientos en cuanto a retardo, latencia y ancho de banda se tiene:

1. *QoS muy sensible al retardo*: Un ejemplo típico es para el tráfico de video comprimido. En este caso se tiene que garantizar la reserva de una gran cantidad de ancho de banda y un valor de retardo mínimo para asegurar la correcta transmisión.
 2. *QoS algo sensible al retardo*: Se garantiza hasta un cierto nivel de ancho de banda, aunque en menor valor.
 3. *QoS muy sensible a pérdidas*: Si se garantiza un nivel de pérdidas de valor cero, entonces nunca se descartaran paquetes, ni se desbordarán los buffers de almacenamiento del flujo, esto facilitará el control de transmisión.
 4. *QoS nada sensible*: En este tipo de QoS se usa cualquier oportunidad de transmisión restante asumiendo que la capacidad de los buffers posteriores es suficiente, de este tipo son los algoritmos Best Effort utilizados en Internet.
- **Según quién es el que solicite el nivel de QoS**: La solicitud de QoS puede ser realizada por el usuario final o por los conmutadores de la red, según eso se tiene los siguientes:
 1. *QoS Implícita*: El router o conmutador asigna automáticamente los niveles de calidad de servicio en función del criterio especificado por el administrador, como puede ser el tipo de aplicación, el protocolo o la dirección de origen. El proceso que siguen los routers para ofrecer este tipo de servicio es el siguiente:
 - ✦ Estaciones finales: Las estaciones finales transmiten los paquetes.

- ✦ Conmutador o router: Una vez que llegan los paquetes, se realiza un estudio de los datos entrantes, los prioriza y los reparte en diferentes colas según la prioridad asignada, y así los datos van pasando de router a router repitiéndose el proceso.
- 2. *QoS Explícita*: Permite al usuario o aplicación solicitar directamente un determinado nivel de servicio que han de respetar los routers, el proceso que se sigue es:
 - ✦ Estaciones finales: Las estaciones transmiten una petición RSVP, si es aceptada los paquetes A, C, B, D son transmitidos.
 - ✦ Conmutador o router: Los paquetes entrantes son priorizados de acuerdo a instrucciones del nodo de destino, luego pasa al próximo router.
- **Según las garantías que se brinde:** En este tipo de QoS se toma en cuenta la reserva de recursos del sistema para proporcionar los servicios.
 1. *QoS Garantizada (Hard QoS)*: Se da cuando se produce una reserva absoluta de los recursos de la red para un determinado tráfico, asegurándose así niveles máximos de garantías.
 2. *QoS No Garantizada (Lack of QoS)*: En una calidad de este tipo el tráfico es transmitido por la red a expensas de lo que en ella pueda suceder, esta relacionada con los servicios de Best Effort.
 3. *QoS Servicios Diferenciados (Soft QoS)*: Se realiza una diferenciación de tráfico. Es utilizado por el modelo DiffServ.
- **Según el lugar donde se la aplica:** Se puede aplicar QoS en los extremos o en los bordes de la red, se tiene entonces:

1. *QoS extremo a extremo (End-to-End)*: Conocida también por QoS absoluta. Es la aplicación de políticas de calidad de servicio entre los extremos de la red, las aplicaciones pueden seleccionar dinámicamente el nivel de QoS.
2. *QoS Borde a Borde (edge-to-edge)*: Es la aplicación de políticas de calidad entre dos puntos cualesquiera de la red.

2.1.6.3.- Parámetros de QoS

Se brinda Calidad de Servicio cuando se garantiza el valor de uno o varios parámetros que definen la calidad en una red. Si no se cumple con ninguno de los parámetros requeridos se dice que se tiene un servicio: “Best Effort” (mejor esfuerzo).

Para las redes IP se norman calidades de servicio bajo las Rec Y.1540, Y.1541 y la I.380 de la UIT-T.

Los parámetros que especifican la Calidad de Servicio son:

1. **Ancho de Banda.** Es una medida de la capacidad de transmisión de datos, se expresa en Kilobits por segundo (Kbps) o en Megabits por segundo (Mbps).
Indica la capacidad máxima teórica de una conexión, dicha capacidad va disminuyendo debido a factores como el retardo de transmisión que provocan un deterioro en la calidad.
2. **Tasa de pérdida de paquetes.** (marcos de video o muestras de audio desechadas)
Máximo número de paquetes perdidos durante la transmisión, siempre y cuando el usuario no exceda el caudal garantizado. Normalmente se mide en tanto por ciento.
3. **Retardo.** Indica la variación temporal o retraso en la llegada de los flujos de datos a su destino. Se lo mide en milisegundos.
4. **Jitter** (Inestabilidad o variación en el retardo). Es lo que ocurre cuando los paquetes transmitidos en una red no llegan al destino en un orden debido o en la

base del tiempo determinado, es decir varían en latencia. En redes de conmutación de paquetes, el jitter es una distorsión en los tiempos de llegada de los paquetes recibidos, comparados con los tiempos de los paquetes transmitidos originalmente.

2.2.- ALGORITMOS PARA LA OBTENCION DE QUALITY OF SERVICE

Los algoritmos utilizados actualmente en la transmisión de paquetes son:

2.2.1.- Algoritmos del Mejor Esfuerzo (Best Effort)

A este tipo de algoritmos pertenecen los algoritmos tradicionales, son los que no ofrecen ningún tipo de garantías de transmisión; por lo que se dice que el nivel de calidad de servicio ofrecido es nulo. Un ejemplo es FIFO (First in First Out).

El problema principal de este tipo de algoritmos, es que cuando se tiene varios flujos de datos, una ráfaga de paquetes en uno de ellos va a afectar a todos los demás flujos, retardando su transmisión, es decir que el tiempo de llegada de los paquetes de un determinado flujo puede ser afectado por otros flujos, cuando ocurre esto se dice que el algoritmo no es capaz de aislar flujos.

2.2.2.- Algoritmos Distribuidos

Estos servicios están implementados en los routers y switches que conforman el backbone y en los accesos de una red, entre los cuales se tiene:

2.2.2.1.- CAR (Committed Access Rate)

CAR es un ejemplo de Policing implementado por Cisco, que se basa en Token Bucket (Cubeta con fichas). Este sistema toma las decisiones a partir del tamaño de la ráfaga.

En la siguiente Figura se puede observar que el balde se llena con fichas a una determinada tasa (v), cuando el balde se llena, las fichas se descartan. Cuando llega un

paquete de largo L se verifica si el balde tiene fichas suficientes, si hay fichas el paquete sigue, caso contrario se procede a descartarlo.

En el caso de Policing la tasa es igual a: $v = (t1-t) * \text{Tasa} / 8$.

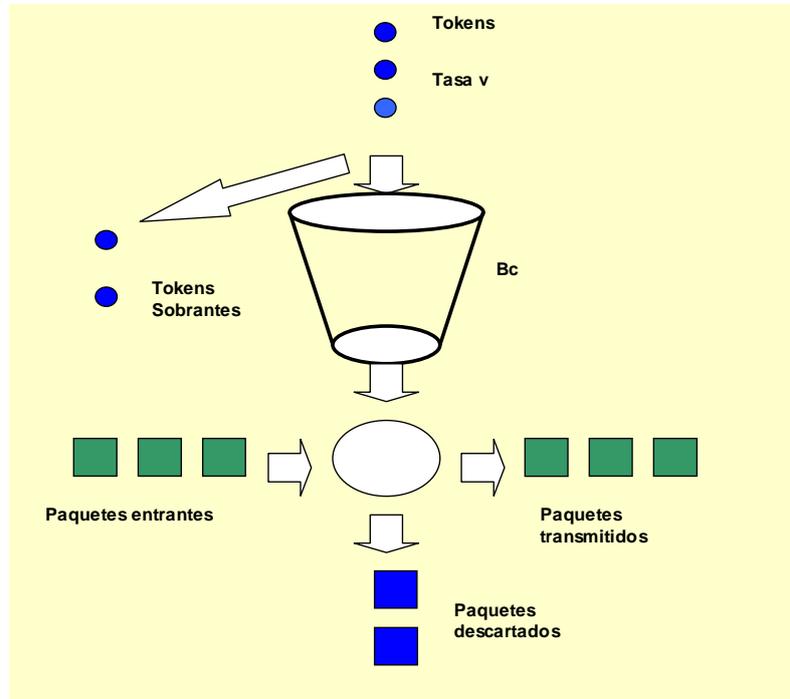


Figura 2.2: (Token Bucket)

En CAR los flujos se clasificarse en:

In-Profile: Cuando el flujo cumple con los requisitos. A este grupo pertenecen los flujos en los que el throughput promedio sea igual o menor que CIR (Committed Information Rate), que es la tasa promedio a largo plazo.

Out-of-Profile: Cuando el flujo no cumple con los requisitos. Son considerados flujos de este tipo aquellos que superen el B_c (*Common Burst*), que es el tamaño normal de ráfaga permitido. También serán considerados flujos Out-of-Profile los que se encuentren entre B_c y B_e (*Excess Burst*).

Para cada tipo de flujo se toman decisiones distintas.

Los valores recomendados por Cisco en cuanto al B_c y B_e son:

$$B_c = CIR(\text{bps}) * 1.5 (\text{s}) / 8(\text{bits/byte}) \quad (\text{bytes}).$$
$$B_e = 2 * B_c.$$

La política de clasificación de los paquetes mediante este algoritmo se aplica preferentemente en los accesos, luego el backbone es responsable del switching y transporte de paquetes de alta velocidad.

CAR provee la funcionalidad de manejo de ancho de banda e implementa políticas en cuanto al manejo de tráfico en el caso de que se exceda con los límites acordados en el acceso. Los límites de velocidad establecidos por CAR pueden estar basados en direcciones de MAC, direcciones IP, ports de aplicación o cualquier otro criterio establecido por ACLs (Listas de control de acceso), tales límites pueden aplicarse tanto a tráfico entrante como a saliente.

2.2.2.2.- RED (Random Early Detection o Drop)

Desarrollado por Floyd, Jacobson en el año de 1993, está relacionado con la Gestión de colas, el propósito es descartar paquetes con una probabilidad que depende del tamaño medio de la cola.

Es un algoritmo que evita la congestión en el backbone. Durante los períodos de congestión los buffers de salida de un router se van incrementando, una vez completos, se produce lo que se denomina un “tail drop”, que es una potencial pérdida o descarte de paquetes de forma indiscriminada de distintas conexiones TCP/IP, debido a la falta de capacidad de los buffers. Este funcionamiento conduce a lo que se denomina “global synchronization”, que es un fenómeno de ráfagas de congestión causadas por numerosas conexiones que concurrentemente reducen y luego expanden su tamaño de ventana de TCP, causando un tremendo impacto en el throughput de la red.

Para dar solución a estos fenómenos, RED evita la congestión de antemano, en lugar de esperar a que los buffers se llenen. El router monitorea la profundidad del buffer y

realiza descartes adelantados de paquetes seleccionados y de conexiones para evitar el posible descarte de un gran número de paquetes debido al posterior llenado de los buffers.

RED provee a los operadores de la red la facilidad para aplicar normas en el manejo de tráfico, logrando maximizar el throughput en condiciones en las que se producen congestión.

Este algoritmo de Gestión de cola está determinado por el conjunto de parámetros \min_{th} , \max_{th} y P_{th} , en el que se recomienda que \max_{th} sea dos o tres veces \min_{th} , y P_{th} se encuentre entre los valores de 0.01 y 0.2.

2.2.2.3.- WRED (Weighted Random Early Detection)

La extensión de RED a diversas clases de tráfico o clases de servicio concurrente se traducen en WRED. Así el tráfico de alta prioridad recibe un tratamiento preferencial durante situaciones de congestión y el tráfico estándar es descartado en primer lugar.

WRED puede trabajar conjuntamente con RSVP suministrando un controlador de carga o a su vez indicando si es factible o no que se realice una reserva de espacio en alguna de las colas.

2.3.- PROTOCOLOS DE QoS PARA REDES IP

Los protocolos que existen para dar QoS sobre redes IP son:

2.3.1.- Protocolo IP

Para brindar QoS, en la cabecera de IPv4 en una primera instancia se contaba con el campo TOS en el que se incluía la información referente a QoS, como se muestra en la siguiente Figura:

Versión	Longitud de Cabecera	TOS	Longitud Total			
Identificación			X	D	M	Desplazamiento fragmento
				F	F	
Tiempo de vida		Protocolo	Checksum			
Dirección de origen						
Dirección de destino						
Opciones						

Figura 2.3: (Cabecera IPv4 con campo TOS)

En la Figura 2.4 se puede observar que el campo TOS estaba distribuido así:

- ✓ *Precedencia*: Prioridad (ocho niveles).
- ✓ *D, T, R, C*: Flags para indicar la ruta que se quiere utilizar.
- ✓ *X*: bit reservado.
 - *D*: Delay (mínimo retardo)
 - *T*: Throughput (máximo rendimiento)
 - *R*: Reliability (máxima fiabilidad)
 - *C*: Cost (mínimo costo)



Figura 2.4: (Descripción del campo TOS)

Luego TOS de la cabecera IPv4 quedo obsoleto sustituyéndose por campo DS en el Modelo DiffServ, que es de interés para este proyecto:

Versión	Longitud de Cabecera	DS	Longitud Total			
Identificación			X	D	M	Desplazamiento frag mento
				F	F	
Tiempo de vida	Protocolo	Checksum				
Dirección de origen						
Dirección de destino						
Opciones						

Figura 2.5: (Cabecera IPv4 con campo DS- RFC2474, 12/1998)

El campo DS indica la prioridad de los paquetes, tiene 6 bits destinados al DSCP y 2 para CU, como se muestra en la Figura 2.6

DSCP (Differentiated Services CodePoint): Es el código que se utiliza para identificar una clase de tráfico e indica el tratamiento que debe recibir este paquete en los routers.

CU (Currently Unused) (reservado): Se lo utiliza actualmente para el control de la congestión.



Figura 2.6: (Descripción del campo DS en IPv4)

En IPv6, el campo DS tiene igual longitud y formato que en IPv4. Se coloca sustituyendo en el campo prioridad (4 bits) y los cuatro primeros bits del campo “etiqueta de flujo” que se reduce de 24 a 20 bits.

Estos cambios no produjeron problemas; porque ninguno de los campos tanto prioridad como etiqueta estaban siendo utilizados.

La cabecera IPv6 antes y después de DiffServ se muestra en la Figura 2.7 y 2.8 respectivamente.

Versión	Prior.		Etiqueta de Flujo	
Longitud de carga útil		Sig. Cabecera	Límite saltos	
Dirección de origen (16 bytes)				
Dirección de destino (16 bytes)				

Figura 2.7: (Cabecera IPv6- RFC 1883)

Versión	DS	Etiqueta de Flujo		
Longitud de carga útil		Sig. Cabecera	Límite saltos	
Dirección de origen (16 bytes)				
Dirección de destino (16 bytes)				

Figura 2.8: (Cabecera IPv6 con campo DS – RFC 2474, 12/1998)

2.3.2.- RSVP (Resource Reservation Protocol)

Surgió en 1997 como el método definitivo para alcanzar la QoS, siendo diseñado para una única arquitectura de red, y no para un mundo heterogéneo como es el caso de networking, debido a esta limitación se pedía que se lo sustituyera por otras alternativas adaptables a la realidad; pero en la reunión del IETF en el mes de agosto de 1998 se permitió la posibilidad de que diferentes tecnologías trabajen juntas con el fin de lograr los niveles de calidad deseados, es así como RSVP trabaja en los routers de extremo, acompañado de Diffserv en la parte central para agregar tráfico, MPLS para especificar la mejor ruta para el tráfico a través de la red utilizando etiquetas.

El protocolo de Reserva de Recursos (RFC2205, Versión 1 Functional Specification) es un protocolo de señalización (como el utilizado por ATM para establecer SVCs), que proporciona un control para la reserva, es considerado como un componente clave de la arquitectura de los Servicios Integrados en Internet (IntServ) de IETF.

El protocolo RSVP añade información feedback, desde el cliente hacia el servidor con el fin de garantizar una calidad de emisión, reserva los recursos solicitados por un flujo en los routers intermedios situados a lo largo de toda la ruta de datos de la aplicación.

Requiere guardar información de estado en todos los routers del trayecto. Es un servicio orientado a conexión y está pensado principalmente para tráfico multicast.

Cada router ha de mantener el detalle de todas las conexiones activas que pasan por él, y los recursos que cada una de ellas ha reservado; es decir que mantiene información de estado sobre cada flujo que pasa por él.

Si no se pueden asegurar las condiciones pedidas se rechaza la llamada (control de admisión).

La tarea de RSVP consiste en establecer y mantener las reservas de recursos en un árbol de distribución, con independencia de cómo se hayan creado.

Las clases de servicio que proporciona RSVP son:

- 1. Servicios Garantizados (Guaranteed Service):** Proporciona un nivel de ancho de banda y un límite en el retardo, garantizando la no existencia de pérdidas en colas. Está pensado para aplicaciones con requerimientos en tiempo real, como son ciertas aplicaciones de audio y video. Cada router asigna un ancho de banda y un espacio en buffer para un flujo específico.
- 2. Servicio de Carga Controlada (Controlled – Load Service):** A diferencia del SG no ofrece garantías en la entrega de los paquetes. Es adecuado para

aplicaciones que toleren una cierta cantidad de pérdidas y un retardo mantenido en un nivel razonable.

RSVP cuenta con los siguientes componentes:

- ✓ *Admission Control*: comprueba si la red tiene los recursos suficientes para satisfacer la solicitud. Equivalente al CAC (Connection Admisión Control) de ATM.
- ✓ *Policy Control*: determina si el usuario tiene los permisos adecuados para la solicitud realizada (Ej. si tiene crédito disponible). La verificación la realiza consultando una base de datos mediante el protocolo COPS (Common Open Policy).
- ✓ *Packet Classifier*: clasifica los paquetes en categorías de acuerdo con la QoS a la que pertenece. Cada categoría tiene una cola y un espacio propio para buffers en el router.
- ✓ *Packet Scheduler*: organiza todo lo referente al envío de paquetes dentro de cada una de las categorías, es decir cada cola.

Para la toma de decisiones de QoS asociadas a los paquetes de una aplicación, RSVP interactúa con entidades denominadas packet classifier (clasificador de paquetes) y packet scheduler (programador de paquetes) instaladas en el host. Primero consulta a los módulos las decisiones locales para saber si la QoS deseada puede ser provista (bien sea por decisiones basadas en recursos o por decisiones basadas en políticas) y establece los parámetros requeridos en el clasificador y en el programador del paquete.

El clasificador de paquetes determina la ruta del paquete, mientras que el programador toma las decisiones de envío para alcanzar la QoS deseada, incluso negociando con aquellos host que tengan capacidad propia de gestión de QoS.

Existen dos tipos de mensajes en RSVP: Resv y Path como se muestra en la Figura 2.9. Una aplicación solicita participar en una sesión RSVP como emisor, enviando un mensaje Path en el mismo sentido que el flujo de datos, por las rutas unicast o multicast proporcionadas por el protocolo de routing. A la recepción de este mensaje, el receptor transmite un mensaje Resv, que está dirigido al emisor de datos, siguiendo el camino inverso al de los mismos, en dicho mensaje se especifica el tipo de reserva a realizarse en todo el camino.

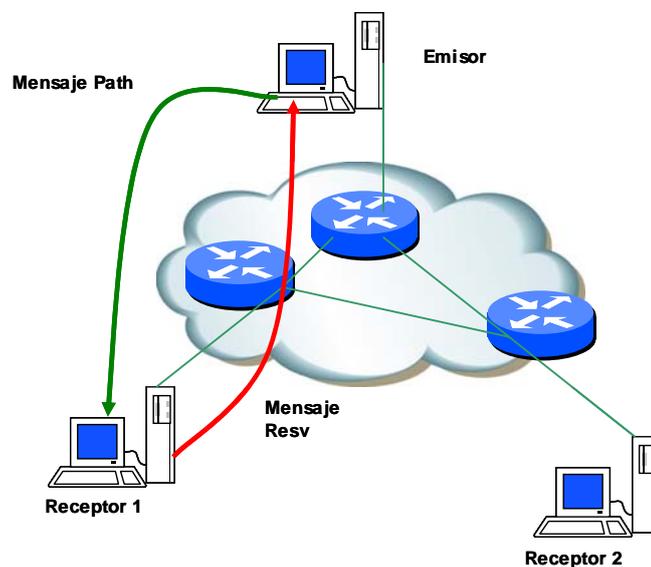


Figura 2.9: (Mensajes en el protocolo RSVP)

Un típico mensaje Path contiene:

- *Sender Template*: Parámetro por el cual se describe el formato de los paquetes que el emisor generará.
- *Sender Tspec*: Describe el tráfico que la aplicación estima que generará.

- *Adspec*: Información sobre la QoS y propiedades de la aplicación.
- *Dirección del PHOP*: Necesaria para poder encaminar los mensajes Resv.

Además de los mensajes Path y Resv vistos anteriormente RSVP ofrece más mensajes como se los puede ver en la siguiente tabla:

Tabla 2.1: (Tipos de mensajes RSVP)

Path	Mensaje Path
Resv	Mensaje de Reservación
PathErr	Indicación de error en el mensaje Path
ResvErr	Indicación de error en el mensaje Resv
Patear	Mensaje Path de desmonte
ResvTear	Mensaje de Resv de desmonte
ResvConf	Mensaje de confirmación de recepción

Junto con RSVP funciona la RSVP API (RSVP Application Programming Interface) que proporciona a la aplicación los mecanismos para comunicarse con el RSVP daemon, para que se pueda realizar la reserva oportuna en todo el camino de datos.

Un proceso RSVP se inicia a partir de la llamada *SESSION* definida por la dirección destino, el identificar de protocolo y un puerto destino. Si ésta llamada tiene éxito, retorna un identificador de sesión. Cuando una aplicación desea iniciar el envío de un flujo de datos, activa la llamada *SENDER* que define los atributos de dicho flujo, a partir de los siguientes parámetros:

- *Source_Address*: dirección de la interfaz desde el cual se enviarán los datos.
- *Source_Port*: puerto UDP/TCP.

- *Sender_Tspec*: describe el flujo de datos que se desea enviar.
- *Adspec*: informa sobre el estado de la red para poder iniciar el cálculo de las propiedades de QoS que se establecerán en el camino.

Una vez activada la llamada *SENDER* para la sesión registrada con el identificador *sesión_id*, RSVP empieza a enviar mensajes Path hacia el receptor a través de la red.

Cuando un mensaje Path llega al receptor se activa la función *PATH_EVENT* que entrega la información recibida a la aplicación para que realice cálculos de la QoS necesaria.

El receptor activa la llamada *RESERVE* y el *RSVP daemon* empieza a enviar mensajes Resv que contienen los objetos necesarios (*Flowspec*, *Filterspec*, etc.) para establecer la reserva a través del camino de datos.

Los mensajes Path y Resv se van generando periódicamente para refrescar el estado del camino, hasta que la sesión finaliza.

Una vez realizada la transmisión de los datos, se activa la llamada *RELEASE* que generará mensajes *Teardown* (*PATH_TEAR* y *RESV_TEAR*) para que termine el envío de mensajes de refresco, finalizando el estado RSVP para la actual sesión.

2.3.3.- COPS (COMMON OPEN POLICY SERVICE)

El protocolo COPS es un protocolo de Gestión de políticas, destinado para la distribución de políticas de calidad de servicio entre los diferentes elementos de una red. Este protocolo define un modelo cliente-servidor, en el que la función del servidor es la de devolver decisiones a las peticiones realizadas por los clientes.

COPS maneja mensajes de petición y respuesta que son utilizados para el intercambio de información referente a políticas de tráfico entre un servidor de políticas

denominado (*PDP- Policy Decision Point*) y un tipo de clientes denominados (*PEPs- Policy Enforcement Points*).

Entre las características que tiene COPS están:

- ✓ Emplea un modelo cliente- servidor, en el cual un determinado PEP envía peticiones y actualizaciones al PDP, quien responde con las decisiones que ha tomado.
- ✓ Utiliza TCP como protocolo de transporte con el propósito de asegurar la fiabilidad en el intercambio los mensajes que se dan entre clientes y servidor.
- ✓ Se creo para configurar, administrar y aplicar políticas de calidad en una red.

Proporciona seguridad en los mensajes; ya que existe la debida autenticación y protección frente al reenvío (replay) asegurando la integridad de los mensajes.

En la Figura 2.10 se puede observar que el protocolo COPS es utilizado para comunicar las políticas de la red entre los puntos de aplicación de políticas (PEPs) y el servidor de políticas remoto (PDP).

Puede darse caso de que dentro del nodo de red exista un PDP local (LPDP) que cumpla las funciones en ausencia de un PDP.

Cuando existe un LPDP (Local Policy Decisión Point), el PEP tiene la potestad de tomar decisiones de políticas localmente, pero estas decisiones tienen que ser enviadas al PDP puesto que éste no pierde la autoridad, tomando la última decisión cuando se trata de políticas relevantes.

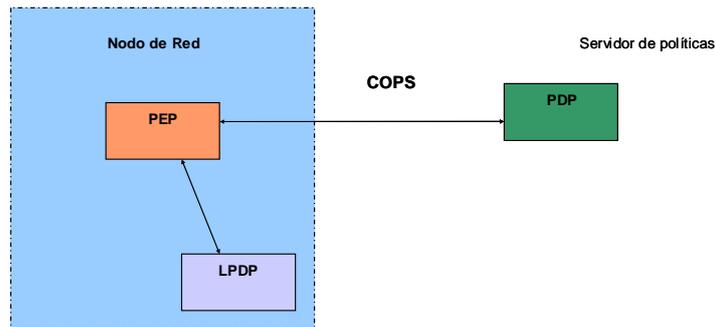


Figura 2.10: (Modelo del Protocolo COPS)

2.3.4.- SBM (SUBNET BANDWIDTH MANAGEMENT)

SBM-Gestión del ancho de banda de la subred.

Desarrollado por ISSL, es un protocolo de señalización que permite la comunicación y coordinación entre los distintos nodos de la red, definiendo cómo relacionar los distintos protocolos de QoS de capas superiores con las diferentes tecnologías de capa 2 (capa de enlace en el modelo OSI).

A parte de obtener QoS extremo a extremo entre el emisor y el receptor, también debe darse la posibilidad de conseguir QoS en los nodos finales (top-to-bottom), para ello es necesario que:

- Los host emisor y receptor permitan la obtención de QoS, siendo necesario que las aplicaciones o el sistema lo permitan. Cada capa OSI, desde la de aplicación a capas inferiores deben utilizar QoS asegurando que las peticiones de alta prioridad sean tratadas desde el host.
- Si los sistemas finales se conectan a una red de área local (LAN), éstas deben permitir QoS de manera que las tramas de alta prioridad sean tratadas preferencialmente mientras circulan por la red. De esta forma se está proporcionando QoS en la capa 2 de OSI.

Los principales componentes de SBM son:

- *Distribuidor de ancho de banda (Bandwidth Allocator - BA)*: gestiona y asigna los recursos, además de realizar un control de admisión tomando en cuenta la disponibilidad de los recursos y el resto de criterios definidos en la política de servicio.
- *La localización del BA determina el tipo de configuración de SBM en uso*: centralizado o distribuido. Cuando existe más de un BA por segmento de red, uno de ellos será elegido como SBM designado (DSBM).
- *Módulo del cliente (Requestor Module - RM)*: reside en cada estación final.

SBM utiliza un mecanismo de señalización entre RM y BA para iniciar las reservas, consultar al BA los recursos disponibles o cambiar las reservas. Este mecanismo suele ser RSVP.

El procedimiento de control de SBM es el que se detalla a continuación:

- ✓ El DSBM que inicializa, consigue la disponibilidad de los recursos.
- ✓ El cliente DSBM que puede ser cualquier host o router RSVP, busca el DSBM. Esta tarea está monitorizada con el campo "AllSBMAddress", estando reservada como dirección IP multidifusión la 224.0.0.17.
- ✓ El cliente envía un mensaje PATH con el campo "DSBMLogicalAddress".
- ✓ Una vez recibido el PATH, el DSBM indica su estado en el conmutador, almacenando la dirección de origen de capa 2 y capa 3 (L2/L3) y la coloca en el mensaje, encaminándolo al próximo conmutador.
- ✓ Cuando el mensaje es un RSVP RESV, éste se envía hasta llegar al primer encaminador.
- ✓ DSBM evalúa la petición y si los recursos solicitados están disponibles se lo indica al emisor.

2.4.- MODELOS DE QUALITY OF SERVICE

Existen dos estrategias para evitar que la entrega de datos en una red IP sea por el servicio Best Effort, como inicialmente fue diseñada y así dar un trato preferencial al usuario brindándole calidad de servicio en tiempo real de extremo a extremo.

Estas estrategias son:

Carril Bus: reserva la capacidad para uso exclusivo del usuario, pertenece al tipo de calidad de servicio *QoS hard*, un ejemplo es VCs en ATM con una categoría de servicio CBR.

Ambulancia: brinda al usuario una mayor prioridad que a los otros, pertenece al tipo de calidad de servicio *QoS soft*, un ejemplo es: Token Ring.

Los problemas de congestión, seguido por la falta de QoS de Internet, han provocado que se desarrollen modificaciones a IP, para lograr que funcione como una red que ofrezca QoS, especialmente cuando existen diferentes clases de tráfico que circulan por la red.

Se han desarrollado y estandarizado los siguientes modelos de QoS:

IntServ (Integrated Services) y protocolo RSVP: El usuario solicita previamente los recursos que va necesitar, cada router del trayecto acoge el pedido y efectúa la reserva que se solicita.

DiffServ (Differentiated Services): El usuario marca los paquetes con una prioridad determinada; mientras que los routers van agregando las demandas que hacen los usuarios y las van propagando por el trayecto. Esto permite al usuario tener la confianza de conseguir la QoS solicitada.

Estos modelos son considerados compatibles y consecuentemente pueden coexistir.

2.4.1.- Modelo de Servicios Integrados (IntServ – Integrated Services)

Este modelo de Servicio Integrados incluye el servicio Best Effort, el servicio en tiempo real y el compartimiento controlado del enlace. La entrega best-effort puede

coexistir con opciones mejoradas, que se basan en las especificaciones de clases de QoS (RFC1633).

La Arquitectura de Referencia del Modelo IntServ esta constituida por dos planos como se detalla en la Figura 2.11.

- ✓ *El plano de control:* configura la reservación de recursos.
- ✓ *El plano de datos:* envía los paquetes basado en el estado de la reservación.

Las aplicaciones deben caracterizar su tráfico y especificar los requerimientos de QoS.

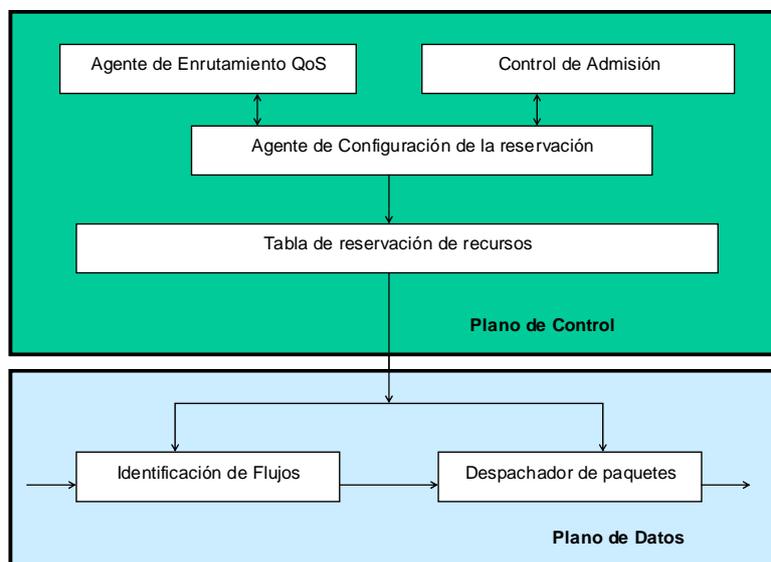


Figura 2.11: (Arquitectura de Referencia del Modelo IntServ)

2.4.1.1.- Tipos de Servicios en IntServ

IntServ ofrece los siguientes servicios ISA:

1. **Garantizado:** Cuenta con las siguientes características:
 - a) Garantiza un caudal mínimo y un retardo máximo.
 - b) Cada router del trayecto debe dar las garantías.

- c) En ocasiones no se puede implementar por limitaciones del medio físico (Ej. Ethernet compartida).

2. Carga Controlada (Controlled Load):

- a) Calidad similar a la de una red de datagramas poco cargada.
- b) Se supone que el retardo es bajo; pero no se dan las garantías.

3. Best Effort: No ofrece ningún tipo de garantía.

2.4.1.2.- IntServ y el Protocolo RSVP

Para ofrecer QoS, el modelo IntServ se basa en la reserva previa de los recursos en todo el trayecto, empleando el protocolo RSVP (Resource Reservation Protocol).

La reserva permitirá asegurar la QoS solicitada siempre y cuando existan los recursos suficientes. Una reserva se la hace para un flujo, que no es más que una secuencia de datagramas relacionados entre si.

La Identificación de un flujo se la realiza por:

- a) Dirección IP de origen
- b) Puerto de origen
- c) Dirección IP de destino
- d) Puerto de destino
- e) Protocolo de transporte utilizado (TCP o UDP)

En el protocolo IPv6 la identificación de un flujo se la hace de igual manera que en IPv4 o usando el campo “etiqueta de flujo” en lugar de los números de puertos, aunque todavía no existe ningún tipo de implementación de RSVP que utilice esta etiqueta de flujo.

2.4.1.3.- Utilización de Algoritmos WFQ

El modelo IntServ utiliza Algoritmos WFQ para garantía de recursos, forzándose una asignación estricta de recursos y al mismo tiempo mantener una utilización óptima de grandes de recursos de la red.

Entre las características que tiene un algoritmo WFQ se tiene que:

- Organiza el tráfico de tiempo real, colocándolo al principio de la cola, logrando así reducir el tiempo de respuesta.
- Comparte equitativamente el resto de ancho de banda entre el resto de tráfico de prioridad alta.

2.4.2.- Modelo de Servicios Diferenciados (DiffServ – Differentiated Services)

Fue evaluado al interior de la IETF (Internet Engineering Task Force).

Este modelo se basa en el marcado de los paquetes y los clasifica en categorías tomando en cuenta el Tipo de Servicio (ToS) solicitado.

A cada categoría le corresponde un SLA (Service Level Agreement), permitiendo a los usuarios contratar un determinado caudal en la categoría que deseen.

Un SLA tiene como parámetros lo siguiente:

- Parámetros detallados de las prestaciones:
 - Rendimiento esperado
 - Probabilidad de descarte
 - Latencia
- Restricciones en los puntos de entrada y salida
- Perfiles de tráfico:
 - Ejemplo: los parámetros del cubo de testigos (Token Bucket).
- Disposición del tráfico generado que exceda el perfil especificado.

DiffServ define nodos de borde (edge) y nodos de interior (core) como se muestra en la siguiente figura:

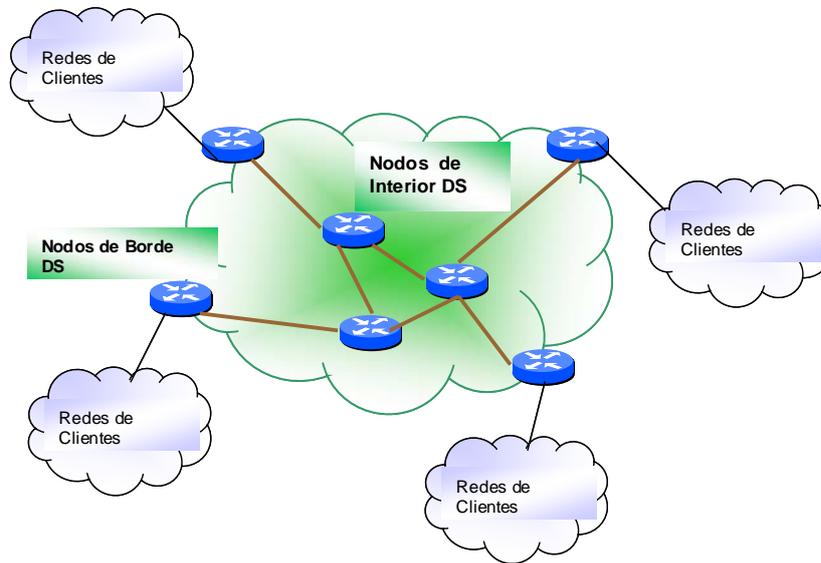


Figura 2.12: (Clasificación de Nodos en DiffServ)

El conjunto de nodos define el Dominio DiffServ, en el que se presenta un tipo de políticas y grupos de comportamiento por salto (PHB-Per Hop Behavior) que especifican el tratamiento que han de tener los paquetes en la red.

Las funciones que cumplen los nodos son:

Nodos de Borde DS: Acondicionan el tráfico entre los dominios DiffServ interconectados, estableciendo las condiciones de ingreso de los flujos de tráfico tomando en cuenta la dirección IP y puerto (origen y destino), protocolos de transporte y DSCP. Se tienen los siguientes tipos:

1. *Los nodos DS de entrada:* son los responsables de asegurar que el tráfico de entrada cumpla con lo establecido en algún TCA (Traffic Conditioning Agreement), que no es más que un derivado del SLA.

2. *Los Nodos DS de salida:* cumplen funciones de acondicionamiento de tráfico o TC (Traffic Conformation) en el tráfico que es transferido a otro dominio DS conectado.

Nodos de Interior DS: Estos nodos solo se conectan a nodos internos o a nodos externos de su propio dominio y realizan funciones de remarcado de DSCP.

Los routers en el Modelo DiffServ tratan a cada paquete de acuerdo a su categoría, la categoría viene marcada en la cabecera del paquete. La información se puede resumir; porque todos los flujos quedan clasificados en alguna de las categorías que existen. El número de categorías posibles es limitado, además de ser independiente del número de flujos o usuarios.

La información de QoS viaja en los datagramas, en la cabecera de IPv4 se ha sustituido el campo TOS por DS cuando se aplica DiffServ.

2.4.2.1.- Utilización de Algoritmos PQ

La planificación es un proceso en el cual se decide que paquetes se envían primero en un sistema de varias colas. Para ello DiffServ utiliza el algoritmo de Gestión de cola PQ.

Con el empleo de *PQ (Priority Queuing)* se define un número de colas (generalmente 4), donde cada una tiene un nivel de prioridad, se procede al envío de paquetes de la cola con prioridad más alta, cuando ésta se vacía se continúa con la siguiente y así sucesivamente.

2.4.2.2.- Tipos de Servicio en DiffServ

Los servicios que brinda DiffServ son:

1. **Expedited Forwarding o Premium (EF- RFC 2598):** Este servicio es el que brinda más garantías. Equivale a una línea dedicada, garantiza caudal, tasa de pérdidas, retardo y jitter. Tiene las siguientes características:
 - ✓ Es el que da más seguridad (virtual leased line).
 - ✓ Ofrece un SLA, en el que se garantiza:
 - Un caudal mínimo
 - Una tasa de pérdida de paquetes.
 - Un retardo máximo.
 - Un jitter máximo
 - El valor en DSCP es “101110”.

2. **Assured Forwarding (AF- RFC 2597):** Asegura un trato preferente; pero no fija garantías, es decir no existe un SLA (Service Level Agreement). Se define cuatro clases y en cada una tres niveles de descarte. Este tipo de servicio:
 - ✓ Asegura un trato preferencial; pero no garantiza caudales, retardos, etc.
 - ✓ Se definen cuatro clases en la que se puede asignar una cantidad de recursos (ancho de banda, espacio en buffers) diferente para cada una.
 - ✓ En cada clase se definen tres categorías de descarte de paquetes: alta, media y baja.
 - ✓ El valor en DSCP se le asigna de la forma: ‘ccdd0’, en donde ccc= clase, dd= descarte.

3. **Best Effort con prioridad:** No tendrá garantías, pero si un trato preferente frente a Best Effort sin prioridad.

4. **Best Effort sin prioridad:** No brinda ningún tipo de garantía, es decir solo obtiene las migajas.

2.4.2.3.- Bandwidth Broker

Este elemento mantiene la información en toda la red para poder aplicar el Policy Control y Administrative Control, es el encargado de realizar todos los controles administrativos así como de gestionar los recursos que la red dispone.

El agente servidor BB es responsable de las siguientes funciones:

- ✓ Asigna tráfico a un router.
- ✓ Establece los parámetros de clasificación y planificación de los paquetes.
- ✓ Mantiene una BD de control de acceso.
- ✓ Realiza el Control de Admisión.
- ✓ Puede intercambiar la información con otros BB de otras redes.

Los clientes en los routers intercambian información con el BB mediante el uso del protocolo BBTP (Bandwidth Broker Transport Protocol).

2.5.- Resumen

En el presente capítulo se realizó el estudio de la Calidad de Servicio en las aplicaciones multimedia, empezando por conocer la evolución que han tenido éstas a lo largo del tiempo desde sus inicios hasta la actualidad, luego se centra la atención en la estructura requerida para la transmisión de información de medios (audio, video, voz), haciendo hincapié en elementos tecnológicos como técnicas de transmisión, sistemas de comunicación, contenidos, estándares de compresión.

Se lista una serie de ejemplos de aplicaciones multimedia en las que se involucra una interacción con el usuario, determinando así los diferentes requerimientos que éstas solicitan para su normal funcionamiento.

Se estudia los orígenes del concepto de QoS, además de su definición, luego se especifica los tipos de QoS tomando en cuenta los puntos de aplicación, los mismos que son utilizados por los Modelos de QoS según el criterio que se necesite, posteriormente se enfoca la atención en los parámetros que determinan en sí la satisfacción del cliente.

Para el cumplimiento de la colección de parámetros de QoS es necesario que se disponga de algoritmos de encolado eficientes, por consiguiente se procede a estudiar los algoritmos que hacen posible la planificación y gestión de los paquetes por parte de los routers o switches, que son considerados elementos importantes ya que sobre ellos recae la responsabilidad del trato que se da a los flujos que circulan a través de la red.

Como el objetivo del Proyecto está enfocado a la QoS en redes IP se procede al estudio de los Modelos con los cuales se cuenta: IntServ y DiffSer, además del soporte que se les ha dado a través del establecimiento de protocolos cuyas funciones colaboran con la creación de ambientes más óptimos en cuanto al uso de recursos que como se ha visto son limitados y su uso se vuelve aún más crítico cuando se produce congestión.

Capítulo 3

3.- ANÁLISIS Y DISEÑO DEL LABORATORIO MULTIMEDIA

Este capítulo consistirá en realizar un análisis de las características que tiene la Información Multimedia (IM), con el objetivo de seleccionar el tipo de aplicación que circulará en el Laboratorio Multimedia (LM) a implementarse.

Puesto que se trata de una red Multimedia (RM) se realizará el estudio técnico de los requerimientos del LM, obteniéndose como resultado el diseño del mismo.

3.1.- Análisis de Tráfico Multimedia

Para empezar con el análisis es necesario tener una idea de cómo ha ido evolucionando la IM a lo largo del tiempo hasta nuestros días:

- ✓ *Entre 1970 y 1980* los datos son ficheros con tamaño no muy grande. Ej. Correo Electrónico, Transferencia de archivos.
- ✓ *Entre 1980 y principios de los 90* ya se tiene experiencia con tráfico multimedia aunque con ciertas limitaciones. Ej. Envío de correo electrónico multimedia.
- ✓ En los años de 1990 se da la transmisión de audio y video.

Como se puede observar la IM ha ido cambiando, hasta que en la actualidad se cuenta con una Integración completa entre www, televisión y telefonía, lo que da como consecuencia el apareamiento de nuevos medios multimedia interactivos.

3.1.1.- Características de la Información Multimedia

Todos los cambios que ha sufrido la IM ha ocasionado que se de un desarrollo en:

- ✓ Tecnologías: Mbone, Internet 2.

- ✓ Protocolos: IP Multicast; IPv6.
- ✓ Aplicaciones: Teleconferencia, Video bajo Demanda, Realidad Virtual.

Hoy se cuenta con distintos tipos de contenidos a parte de los ya tradicionales, es así como en la Web se añade Hipermedia:

- ✓ Imágenes: (GIF, JPEG).
- ✓ Textos estructurados: (HTML, XML).
- ✓ Relaciones entre datos: (URLs).
- ✓ Audio y video de gran ancho de banda.

Los caudales multimedia son generalmente voluminosos esto hace que los requisitos de ancho de banda sean muy grandes a diferencia de los sistemas convencionales, como puede observarse en la siguiente tabla¹:

Tabla 3.1: (Ancho de banda para la Información Multimedia)

CAUDAL	TASA DE DATOS (aproximados)	MUESTRA O MARCO	
		TAMAÑO	FRECUENCIA
Conversación telefónica	64 Kbps	8 bits	8000/seg.
Sonido calidad CD	1,4 Mbps	16 bits	44000/seg.
Video TV estándar (sin comprimir)	120 Mbps	Hasta 640x480 píxeles por 16 bits	24/seg
Video TV standar (comprimido MPEG-1)	1,5 Mbps	Variable	24/seg
Video HDTV (sin comprimir)	1000 -3000 Mbps	Hasta 1920 x 1080 píxeles por 24 bits	24 – 60/seg.
Video HDTV (comprimido MPEG-2)	10 – 30 Mbps	Variable	24 – 60/seg.

¹ FACENA - <http://exa.unne.edu.ar>

Para reducir estos requisitos de ancho de banda que la IM exige, se cuenta con los siguientes estándares de compresión cuyo fin es reducir dichos requisitos en un factor entre 10 y 100^2 :

- ✓ Estándar JPEG: Se lo utiliza para la compresión de imágenes estáticas. Explora la redundancia espacial y de color que existe en una imagen sin movimiento.
- ✓ Estándares MPEG: Se lo utiliza para la compresión de audio y video.
- ✓ Estándar H.32x: Se lo utiliza para sistemas multimedia y audiovisuales. Creado específicamente para videoconferencia a gran escala.

3.1.2.- Aplicación Multimedia

Una Aplicación Multimedia (AM) genera y consume caudales de datos continuos en tiempo real, dichos caudales contienen grandes cantidades de audio y video y otros datos que dependen del tiempo, resultando esencial el procesamiento y la entrega a tiempo de los elementos individuales de datos.

De entre las AM que se ha visto en el capítulo anterior, en el LM se va a desplegar por la red una Videoconferencia, en la que se podrá observar como los caudales de audio y video consumen ancho de banda y cual es el comportamiento que toman los ruteadores en la red.

En la Videoconferencia el tiempo juega un papel importante, ya que la utilidad de la información depende de un tiempo limitado, es decir si una información llega tarde es considerada inútil.

Existe un valor máximo de retardo aceptable entre las puntas del canal, que esta relacionada con la captura, la codificación, la transmisión, la recepción, la decodificación y la presentación.

² FACENA - <http://exa.unne.edu.ar>

3.1.3.- Tráfico Multimedia

Para realizar el análisis del tráfico multimedia, es necesario tomar en cuenta que es lo que sucede cuando se transmite información:

Primeramente cuando se desea enviar o recibir información por la red, ésta información pasa por diferentes procesos que son transparentes para los usuarios finales, existiendo una gran cantidad de procesos que se ejecutan cuando se establece una comunicación.

Cuando se realiza una solicitud se pasa por varias etapas, definidas en el siguiente esquema:

1. Un proceso o aplicación genera un *Dato* y lo envía a la etapa Host-to-Host.
2. En la etapa Host-to_Host, se adiciona un encabezamiento TCP al Dato enviado y éste es llamado *Mensaje*.
3. En la etapa Internet, se adiciona un encabezamiento IP al Mensaje y éste pasa a ser denominado *Paquete*.
4. En la etapa de Acceso a la red, se adiciona un encabezamiento con la Dirección física de la estación al Paquete y algunos dígitos de control, entonces el paquete pasa a ser llamado *Frame*.
5. El Frame se transporta a su destino.
6. Al llegar al destino, se realiza un proceso inverso, los desmontajes del Frame, Paquete, Mensaje y se entrega el Dato al proceso o aplicación de destino.

El esquema mencionado anteriormente funciona de manera óptima; pero se suscitan problemas cuando un proceso o aplicación envía IM de un host a otro, ya que ésta requiere de ciertos niveles de calidad, esto conlleva a que en el proceso de comunicación se adicione etapas de carácter más amplio y complejo por parte de los nodos de la red que son los responsables de la transmisión y la calidad.

Tomando en cuenta estas consideraciones se observa que el tráfico multimedia (audio y video) es muy exigente en cuanto a recursos de red se refiere, tanto que requiere necesidades mínimas en los parámetros como: ancho de banda, retardo de extremo a extremo, variación de retardo o jitter y pérdidas de paquetes.

La Videoconferencia generará tráfico inelástico, por lo que es necesario establecer que éste es susceptible a requerimientos mínimos en cuanto a:

- ✓ Ancho de banda
- ✓ Retardo
- ✓ Variación o Jitter
- ✓ Tasa de pérdida de paquetes.

3.2.- Análisis de QoS

En el análisis de la QoS se toma en cuenta que la congestión y la falta de cumplimiento en los parámetros que garantizan QoS es el principal problema que distinguen a la red IP; puesto que TCP/IP fue diseñado para dar un servicio Best Effort, esto es un problema en las redes especialmente cuando se tiene aplicaciones multimedia que no pueden funcionar en una red con congestión.

Por lo tanto las aplicaciones que circulen por la RM competirán por:

- ✓ Los recursos de las estaciones de trabajo en las que se ejecutan (ciclos de procesador, ciclos de bus, capacidades de buffers, etc.)
- ✓ La infraestructura de la red (enlaces de transmisión, conmutadores, pasarelas, etc.).

Para dar solución a este tipo de competencia se empleará QoS mediante el uso del Modelo DiffServ.

3.2.1.- Calidad de Servicio (QoS)

En la Gestión de tráfico de la RM se contará con las siguientes funciones para controlar la Calidad de Servicio:

Funciones Estáticas para QoS: Se refieren a parámetros o requerimientos que permanecen constantes durante la conexión.

Se disponen de las siguientes funciones:

- ✓ *Especificación de Requerimientos:* Se realiza la definición de los parámetros, así como de las garantías de QoS que solicita la aplicación.
- ✓ *Negociación de la Calidad de Servicio:* En este proceso se pacta un acuerdo (SLA -Service Level Agreement) entre las partes que se encuentran implicadas (cliente-proveedor de servicios).
- ✓ *Control de Admisión de Conexiones (CAC):* Determina si se puede admitir un nuevo flujo de tráfico en la red, de tal manera de que todos los usuarios mantengan sus prestaciones sin alterarlas. DiffServ utiliza el tipo de Funciones de Control Centralizadas, en la que un *BB (Bandwidth Broker)* es el encargado de tomar las decisiones de admisión para el dominio al que representa.
- ✓ *Reserva de recursos:* Se asigna una cantidad determinada de recursos disponibles.

Funciones Dinámicas para QoS: Son utilizadas cuando la especificación de carga o la estimación de recursos no son suficientes:

- ✓ *Monitorización (Shaping):* Miden la QoS que se brinda a un flujo con el propósito de verificar su conformidad. Esta función maneja colas en la que es vital el uso de algoritmos como en este caso: *PQ (Priority Queuing)*.
- ✓ *Vigilancia (Policing):* Asegura que las partes que están involucradas en la conexión cumplan con lo establecido en el SLA. Se cuenta con :
 - *UPC- Usage Parameters:* Control para la interfase usuario-red (UNI)

- *NPC-Network Parameter*: Control para la interfase nodo-red (NNI).
- ✓ *Mantenimiento*: Permite modificar los parámetros para mantener la QoS, quedando claro que las aplicaciones no necesitan cambiar su comportamiento.
- ✓ *Renegociación*: Utilizado para negociar un SLA, cuando las funciones de mantenimiento no logran mantener los parámetros especificados.
- ✓ *Adaptación*: Este proceso sigue la aplicación generalmente cuando se ha producido una renegociación.

3.2.2.- Análisis del Modelo DiffServ – RFC 2475

Inicialmente las redes IP cuentan con el Modelo del Mejor Esfuerzo (BE); pero esto no es suficiente cuando se trata de una RM en la que se tiene diferentes tipos de tráfico; puesto que en este modelo los paquetes IP no son distinguidos unos de otros por parte de la red, razón por la cual todos reciben el mismo trato por parte de ella.

Debido a las limitaciones que tiene el Modelo BE se vio la necesidad de buscar alternativas que brinden garantías de Calidad de Servicio solicitadas por las AM, que son aplicaciones de tiempo real tolerantes a pérdidas, pero no a retardos; puesto que los datos tienen un plazo mínimo de entrega. En este caso se centra la atención en el Modelo a implementarse en el LM, este modelo es el denominado DiffServ (Modelo de Servicios Diferenciados –RFC 2475).

Este modelo está ya implementado en los routers o switches de la red IP del LM y brindará las garantías sobre el servicio distinguiendo los paquetes que circulen para darles un tratamiento diferenciado.

3.3.- Análisis y Diseño del Laboratorio Multimedia

Para proceder con el diseño del LM, primeramente es necesario realizar un Análisis Técnico para determinar los requerimientos en cuanto a Hardware y Software solicitados por la AM, que en este caso es una Videoconferencia.

3.3.1.- Análisis Técnico

Este análisis determinará si los equipos con los que se cuenta brindan las facilidades para la implementación del SMIC.

3.3.1.1.- Objetivos

- ❖ Determinar una configuración para brindar QoS en redes que ofrezcan servicios multimedia.

3.3.1.2.- Desarrollo

Como se trata de un SMIC los servicios que se van a implementar en el LM son los que se detallan a continuación:

- ✓ **Servicio de video en tiempo real:** Se dará una conversación en tiempo real la cual se desarrollará con los estándares definidos para la transmisión de voz y video, de manera que el usuario no pueda percibir cortes ni desfases de voz y video.
- ✓ **Servicio de voz multimedia:** Conversación (solo audio) a través de la red con estándar QoS, además de la posibilidad de establecer conversaciones con otras redes con la misma calidad de servicio.

3.3.1.3.- Recurso Tecnológico

- 2 Computadoras con capacidad multimedia(Cámara WEB, Parlantes, Micrófono)
- 1 Switch
- Sniffer: Servidor medidor de Calidad de Servicio (QoS).
- Ethereal: Analizador de Protocolos de red.

3.3.1.4.- Requerimientos de Software

Las aplicaciones que se necesitan que estén instaladas en cada estación de trabajo son:

- Sistema Operativo Windows XP.
- NetMeeting: Aplicativo Servidor de video/audio.
- PRTG: Aplicativo medidor de QoS. (Sniffer).
- Ethereal: Aplicativo analizador de Protocolos.
- Software de audio.
- Software de video.
- Software fabricante WEBCAM.

3.3.1.5.- Requerimientos de Hardware

Las necesidades mínimas en cuanto a características técnicas que las estaciones de trabajo deben poseer son:

✓ Estación de Trabajo

- Pentium IV o superior
- Memoria RAM 512 MB o superior
- Disco Duro 120 GB o superior.

- Tarjeta de red 10/100 Mbps
- Tarjeta de audio
- Tarjeta de video
- Tarjeta de Fax
- Parlantes
- WebCam
- Micrófono
- Puertos USB 2.0

✓ **Equipo de Conmutación Switch**

- Conexiones Ethernet 10Base-T/100Base-TX - RJ-45
- Capacidad duplex, Encaminamiento IP, auto-negociación, soporte IPv6
- Soporte de QoS para cada puerto basado en 802.1p/802.1q
- Capacidad PLUG-PLAY
- Certificación FCC.

Después de realizar el análisis técnico y ver los requerimientos tanto en hardware como en software del SMIC, se puede ratificar que los equipos con los que se cuenta para el proyecto cumplen con lo establecido, haciendo de esta manera que la propuesta sea viable y por consiguiente realizar el diseño de la RM.

3.3.2.- Diseño de la Red Multimedia

Como se trata de una Videoconferencia, la Red Multimedia (RM) transmitirá información de audio y video en tiempo real, como consecuencia de esto se tendrá entonces un Sistema Multimedia Interactivo Conversacional (SMIC), en el que existe una

relación o diálogo entre las entidades involucradas en la comunicación, además de que permite una comunicación bidireccional.

En la RM un aspecto que influirá a la hora de transmitir la IM, es lo relacionado con el tipo de transmisión de flujos que se va establecer. Es por eso que se ha tomado en cuenta de que se trata de una comunicación bidireccional, entonces el tipo de transmisión a realizarse en el LM es:

- ✓ *De acuerdo al sentido:* Transmisión bidireccional, puesto que interactúan un emisor y un receptor.
- ✓ *De acuerdo a la cardinalidad:* Transmisión Multicast o Multidifusión, puesto que uno o varios emisores pueden enviar un mensaje a un grupo de receptores del sistema: Figura 3.1

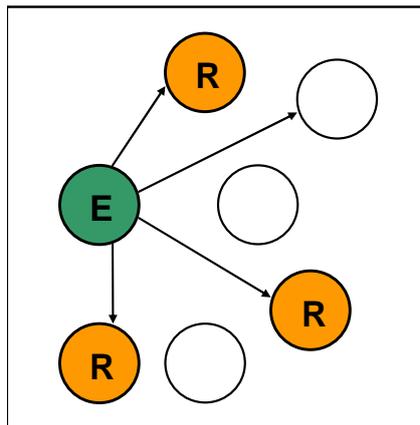


Figura 3.1: (Transmisión Multicast o Multidifusión)

De acuerdo a lo descrito anteriormente, el LM brindará las facilidades para medir la Calidad de Servicio y el tráfico de red, siendo su diagrama el que se muestra en la siguiente Figura:

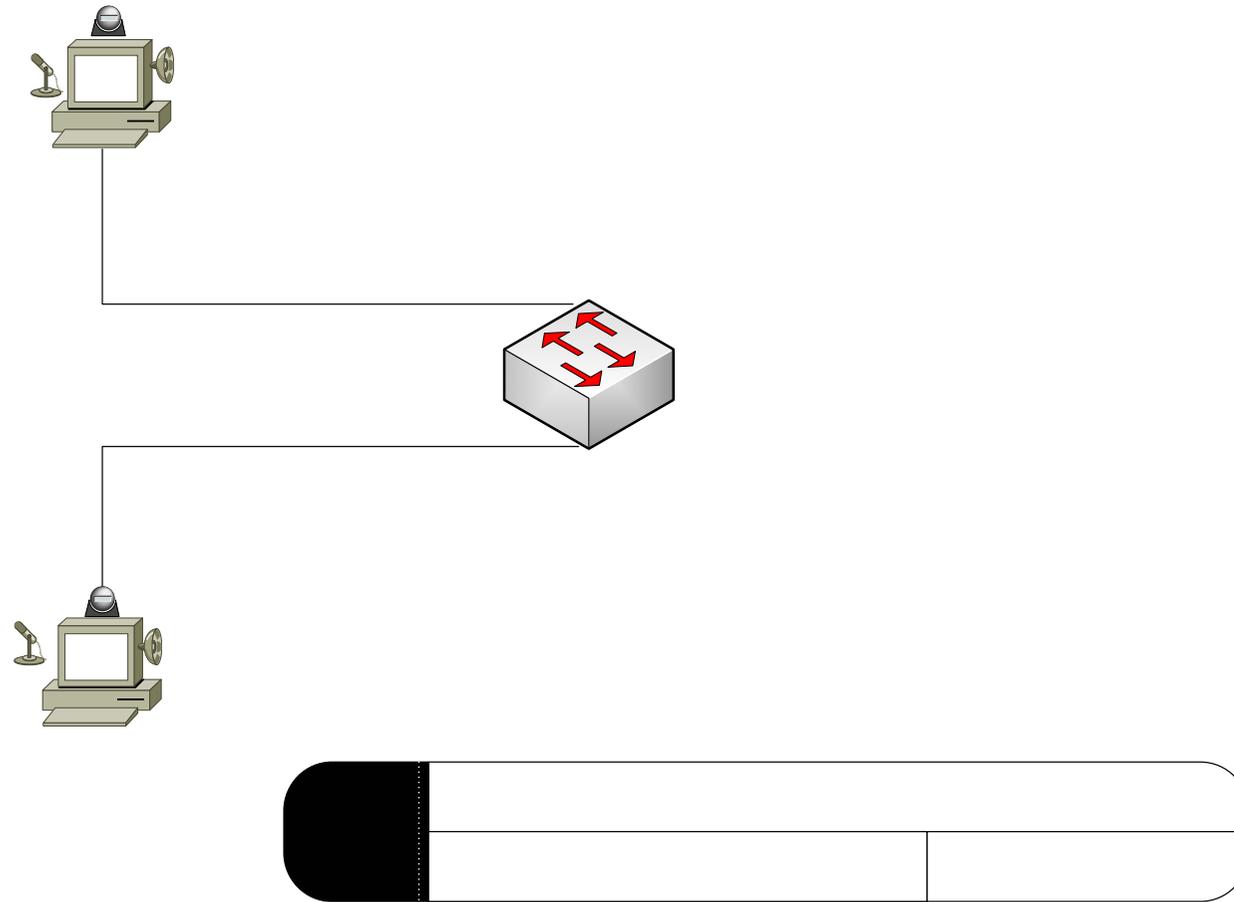


Figura 3.2: (Diagrama de Red del Laboratorio Multimedia)

3.4.- Resumen

En el capítulo del análisis se parte primero de las características de la IM, para determinar que requisitos en cuanto a parámetros exigen los caudales; puesto que en la RM circularán distintos tipos de flujos, ya sean los generados por la Videoconferencia, como por las demás estaciones que no formen parte del SMIC.

Al analizar la QoS se toma en cuenta la variedad de aplicaciones, las mismas que producirán flujos que buscarán la atención del Switch, dispositivo que mediante funciones de gestión incorporadas realizará una diferenciación con el Modelo DiffServ al brindar los servicios requeridos en la red.

En el Análisis y diseño de la RM se hizo necesario un estudio técnico para determinar que requerimientos tanto en hardware como en software son necesarios para el establecimiento del SMIC, obteniéndose como resultado el Diagrama de Red del LM.

Capítulo 4

4.- IMPLEMENTACION DEL LABORATORIO MULTIMEDIA

En este capítulo se lleva a cabo la implementación del LM, en el que se realizarán las respectivas pruebas y el monitoreo al tráfico de la RM, con el propósito de determinar la QoS proporcionada por el Modelo DiffServ.

4.1.- Configuraciones e Instalaciones

Para implementar el LM, realizar las pruebas respectivas y medir los niveles de calidad monitoreando la red, se hace necesario la configuración del Switch, dispositivo que permitirá evaluar la Calidad de Servicio y de esta manera determinar la mejor alternativa cuando una red sea sometida a aplicaciones multimedia interactivas que consuman recursos.

4.1.1.- Configuración del Switch

Antes de la configuración del Switch, se citan algunas de las características con las que cuenta:

- **Modelo:** *Cisco WS-C3750-48TS*, de 48 puertos, con una plataforma ideal por las prestaciones que brinda, tales como QoS, CoS, ToS, además es un equipo muy configurable que trabaja a 100 Mbps.
- **Ancho de banda del sistema:** Capacidad de backplane de 32 Gbps.
- **Administración de ancho de banda:** Consta de dos colas de entrada una de las cuales puede ser configurada para ser una cola de prioridad proporcionando

priorización y administración de paquetes para impedir el descarte o retraso de paquetes debido a la congestión y cuatro colas de salida.

- **Clasificación de tráfico:** Identificación (ejemplo voz) y priorización de paquetes basadas en reglas para mejorar la calidad, o bloquear aplicaciones no deseadas.
- **Listas de Control de Acceso (ACLs):** Limita a los usuarios a áreas de la red para las que tienen autorización, usando filtrado de paquetes y priorización de paquetes Layer 2/3/4 basada en contenidos.

Una vez interconectados todos los dispositivos en la red se procede a la configuración del Switch *Cisco WS-C3750-48TS* para determinar QoS. Posteriormente se harán demás configuraciones e instalaciones necesarias para el monitoreo en la red y así poder evaluar los resultados.

Para configurarlo se toma el cable de consola que se usa con esta clase de equipos y se lo conecta al Switch, posteriormente se lo conecta al computador para luego usar la consola de Hyper Terminal con los siguientes parámetros:

- Puerto serie RS-232 (com1)
- 9600 bps
- 8 bits de datos
- Sin paridad
- 1 bit de parada
- Control de flujo por Hardware

Se espera mientras se establece la comunicación serial con el equipo, luego se procede a ejecutar los comandos requeridos para habilitar el modo de consola:

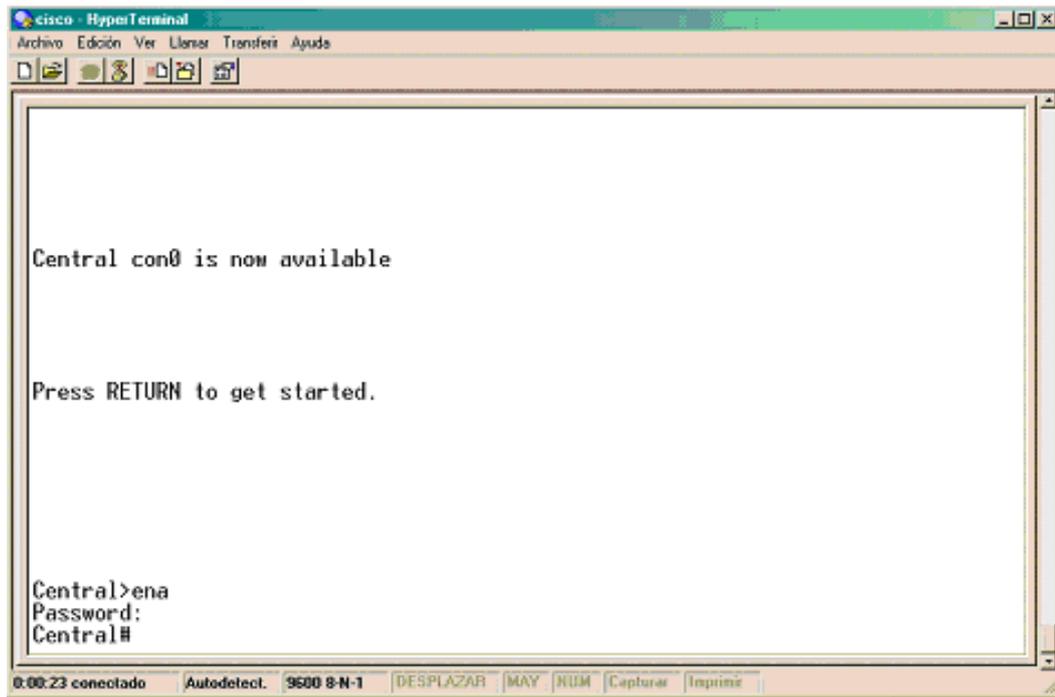
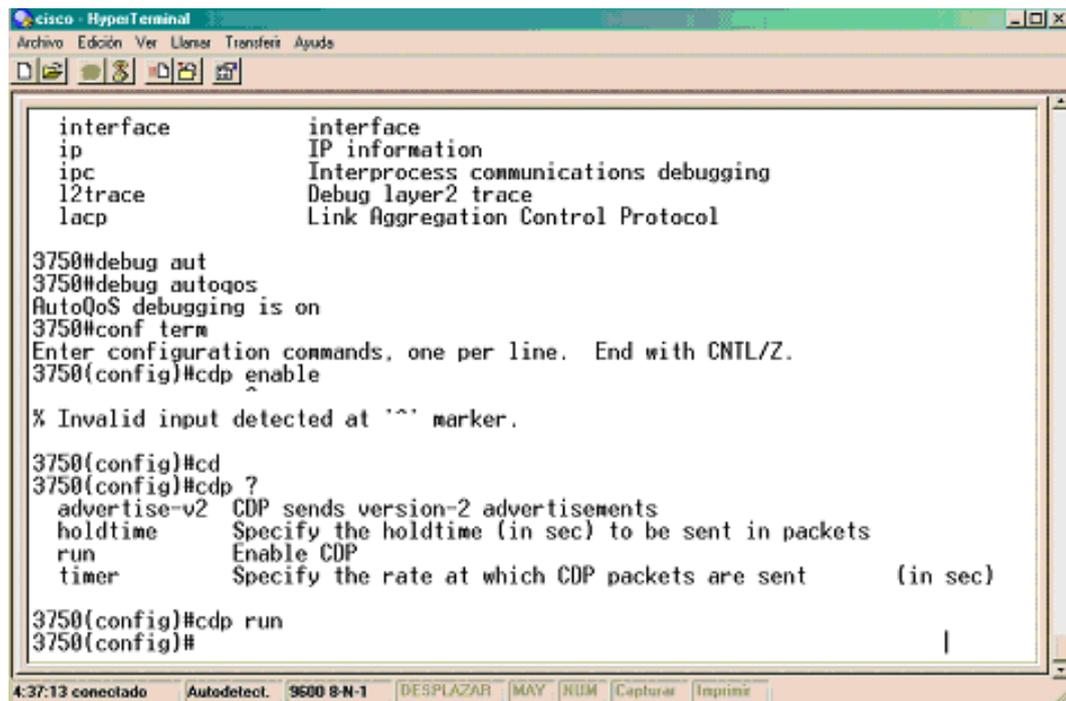


Figura 4.1: (Consola de Hyper Terminal de Switch *Cisco WS-C3750-48TS*)

Usando los procedimientos normales para este tipo de equipos Cisco, se configura una VLAN, en este caso se utilizará la VLAN por defecto que es la VLAN 0 para el Escenario 1, en donde se tendrá únicamente dos puertos asociados como se podrá observar más adelante y el resto de los puertos no estarán asociados a VLAN alguna con el afán de no asignar QoS a los mismos. La VLAN0 usará la dirección IP: 192.168.0.10

Se procede a configurar el equipo para que priorice el tráfico mediante QoS, usando plantillas sugeridas por el fabricante:

- **debug auto qos:** Se activa el log del sistema para depuración de los comandos ingresados
- **conf term:** Se entra en modo de configuración del equipo desde un Terminal.
- **cdp run:** Habilita Cisco Discovery Protocol Monitor, herramienta para diagnostico de posibles errores durante la operación.
- **Ctrl. + z:** Guarda y activa los cambios.



```
interface          interface
ip                 IP information
ipc               Interprocess communications debugging
l2trace           Debug layer2 trace
lacp              Link Aggregation Control Protocol

3750#debug aut
3750#debug autoqos
AutoQoS debugging is on
3750#conf term
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
3750(config)#cdp enable

% Invalid input detected at '^' marker.

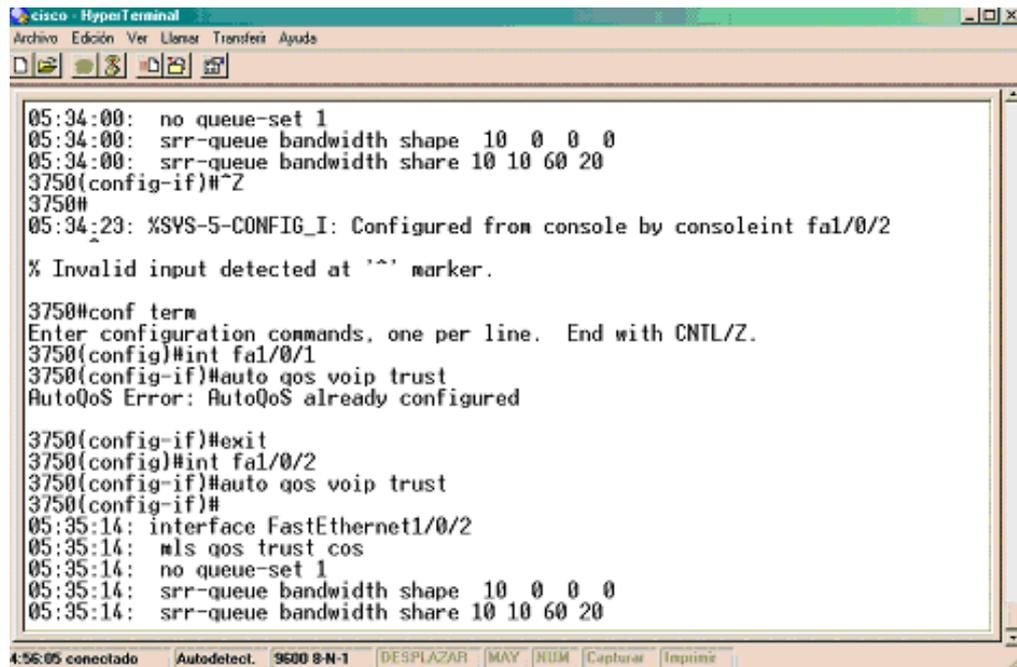
3750(config)#cd
3750(config)#cdp ?
  advertise-v2  CDP sends version-2 advertisements
  holdtime     Specify the holdtime (in sec) to be sent in packets
  run          Enable CDP
  timer        Specify the rate at which CDP packets are sent      (in sec)

3750(config)#cdp run
3750(config)#
```

Figura 4.2: (Comandos de Configuración)

Posteriormente configuramos los puertos del switch que van a tener QoS, que en este caso son los puertos físicos 1 y 2:

- **int fa 1/0/1:** switch 1 en troncal 0 puerto número 1
- **int fa 1/0/2:** switch 1 en troncal 0 puerto número 2
- **auto qos voip trust (para cada puerto):** Autoconfigura la interfaz actual para que use una plantilla predefinida de CoS para clasificación de tráfico VoIP, pues dentro de dicha categoría el switch encamina todo tráfico basado en H.323. Aprovechando la funcionalidad de Cisco para simplificar la configuración del servicio.



```
cisco - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Llamas Transferir Ayuda
[Icons]
05:34:00: no queue-set 1
05:34:00: srr-queue bandwidth shape 10 0 0 0
05:34:00: srr-queue bandwidth share 10 10 60 20
3750(config-if)#^Z
3750#
05:34:23: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by consoleint fa1/0/2

% Invalid input detected at '^' marker.

3750#conf term
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
3750(config)#int fa1/0/1
3750(config-if)#auto qos voip trust
AutoQoS Error: AutoQoS already configured

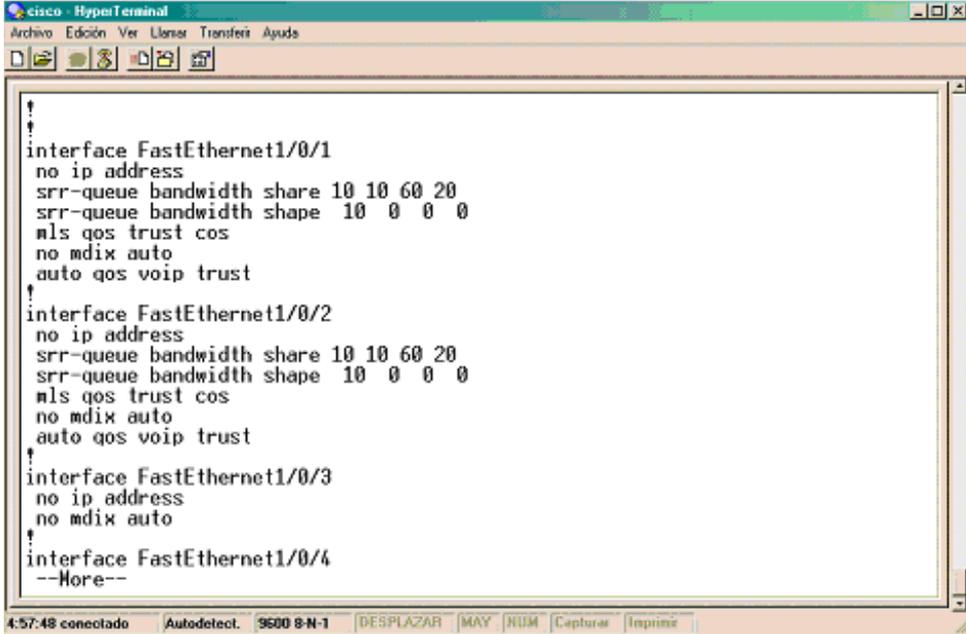
3750(config-if)#exit
3750(config)#int fa1/0/2
3750(config-if)#auto qos voip trust
3750(config-if)#
05:35:14: interface FastEthernet1/0/2
05:35:14: mls qos trust cos
05:35:14: no queue-set 1
05:35:14: srr-queue bandwidth shape 10 0 0 0
05:35:14: srr-queue bandwidth share 10 10 60 20
4:56:05 conectado Autodetect. 9600 8-N-1 DESPLAZAR MAY NUM Capturar Imprimir
```

Figura 4.3: (Configuración de puertos con QoS)

SRR (Shape Round Robin): Algoritmo usado por los equipos Cisco para provisión de colas. (queue).

Para verificar que los puertos 1 y 2 están configurados con QoS, se ejecuta el siguiente comando:

- o **show run:** Volcado de todo el estatus de los puertos y dispositivos dentro del switch.

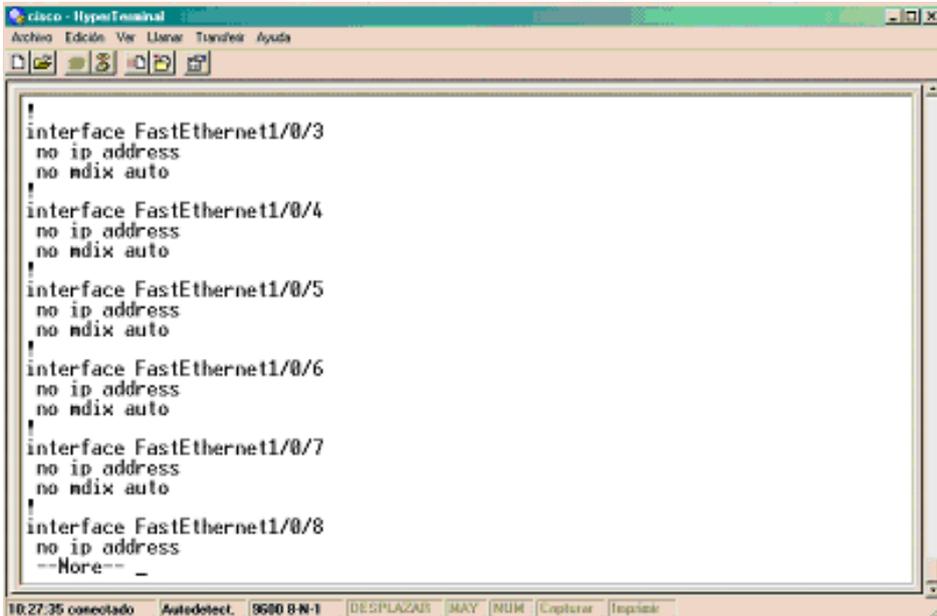


```
↑
↑
interface FastEthernet1/0/1
no ip address
srr-queue bandwidth share 10 10 60 20
srr-queue bandwidth shape 10 0 0 0
mls qos trust cos
no mdix auto
auto qos voip trust
↑
interface FastEthernet1/0/2
no ip address
srr-queue bandwidth share 10 10 60 20
srr-queue bandwidth shape 10 0 0 0
mls qos trust cos
no mdix auto
auto qos voip trust
↑
interface FastEthernet1/0/3
no ip address
no mdix auto
↑
interface FastEthernet1/0/4
--More--
```

4:57:48 conectado Autodetect. 9600 8-N-1 DESPLAZAR MAY NUM Capturar Imprimir

Figura 4.4: Comprobación de puertos con QoS

Comprobándose así las colas activas para los puertos configurados 1 y 2, mientras que para los restantes no existen dichas colas.



```
↑
interface FastEthernet1/0/3
no ip address
no mdix auto
↑
interface FastEthernet1/0/4
no ip address
no mdix auto
↑
interface FastEthernet1/0/5
no ip address
no mdix auto
↑
interface FastEthernet1/0/6
no ip address
no mdix auto
↑
interface FastEthernet1/0/7
no ip address
no mdix auto
↑
interface FastEthernet1/0/8
no ip address
--More--
```

10:27:35 conectado Autodetect. 9600 8-N-1 DESPLAZAR MAY NUM Capturar Imprimir

Figura 4.5: (Puertos no configurados con QoS)

Con lo desarrollado anteriormente los puertos 1 y 2 del switch *Cisco WS-C3750-48TS* quedan ya configurados con QoS, éstos estarán conectados a las Estaciones de trabajo que participen en la Videoconferencia en el establecimiento del *Escenario 1*, como se puede ver en la siguiente Figura:

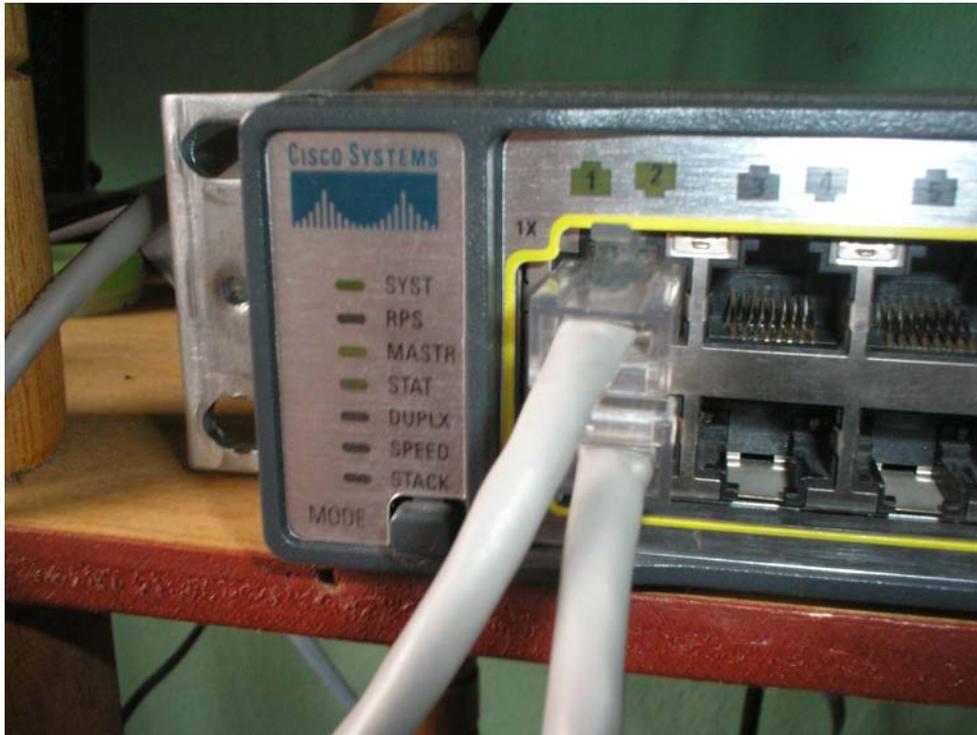


Figura 4.6: (Puertos Configurados en Cisco WS-C3750-48TS – Escenario 1)

Mientras que los puertos 3 y 4 serán utilizados para el establecimiento de la Videoconferencia en el Escenario 2; puesto que éstos no fueron configurados con QoS, como se muestra a continuación:



Figura 4.7: (Puertos en Cisco WS-C3750-48TS – Escenario 2)

4.1.2.- Instalación y Configuración del Sniffer

El aplicativo Medidor de QoS que se va a utilizar es PRTG Traffic Grapher (*Paessler Router Traffic Grapher versión 6.1.0.*)

PRTG es una herramienta desarrollada para ser usada bajo Windows con el propósito de monitorear el uso del ancho de banda, permitiendo a los administradores de sistemas obtener reportes que luego serán usados para determinar el uso de los dispositivos de la red. Despliega los resultados mediante gráficos y tablas que pueden ser adaptados y personalizados de acuerdo a las necesidades

El uso más común de PRTG es en la administración del ancho de banda; pero también puede monitorear varios aspectos de la red como la utilización de memoria y CPU.

La instalación de PRTG consta en el Anexo A.

Cuando ya se instaló PRTG se procede a la configuración de la Estación de Trabajo, ya que es necesario configurar el respectivo sensor, dando clic en la ventana correspondiente como lo muestra la siguiente Figura:

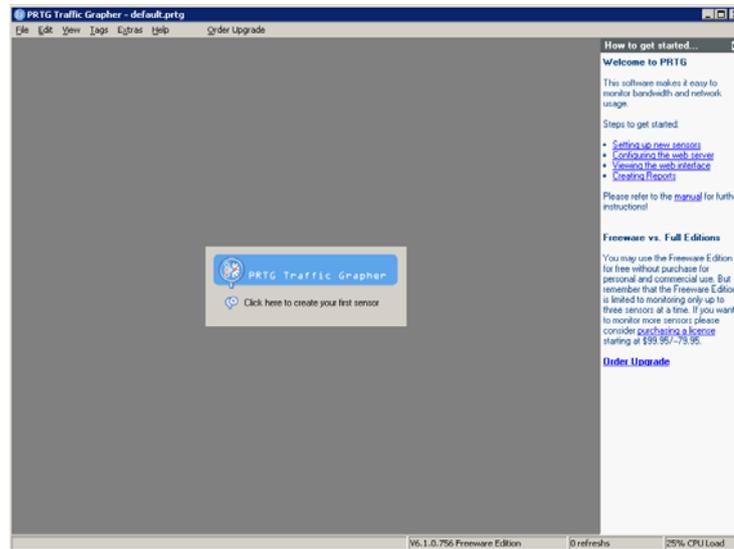


Figura 4.8 (Configuración de un Sensor en una Estación de Trabajo)

Se presiona Next para añadir el nuevo sensor, como se observa:



Figura 4.9: (Proceso de Configuración de un sensor)

Posteriormente se inicia *Packet Sniffing*, que permite diferenciar el ancho de banda utilizado por un protocolo de red o por direcciones IP.



Figura 4.10: (Arranque de Packet Sniffer)

Se coloca el *Nombre del Sensor* para la Estación de Trabajo y la correspondiente tarjeta de red para el monitoreo:

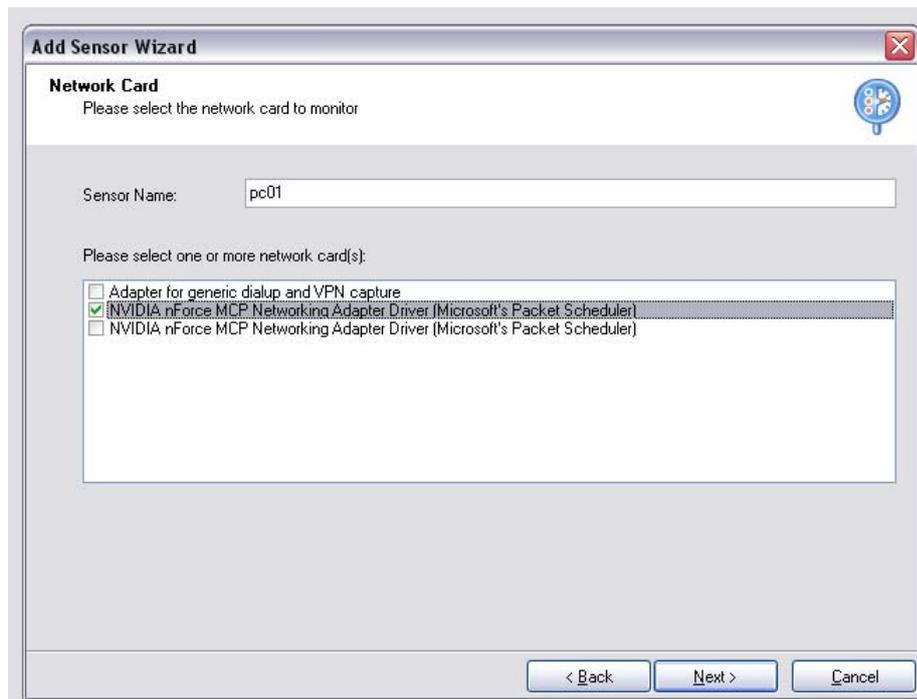


Figura 4.11: (Ventana de Configuración de un sensor)

Luego se monitorea todo el tráfico, como se observa en la siguiente Figura:

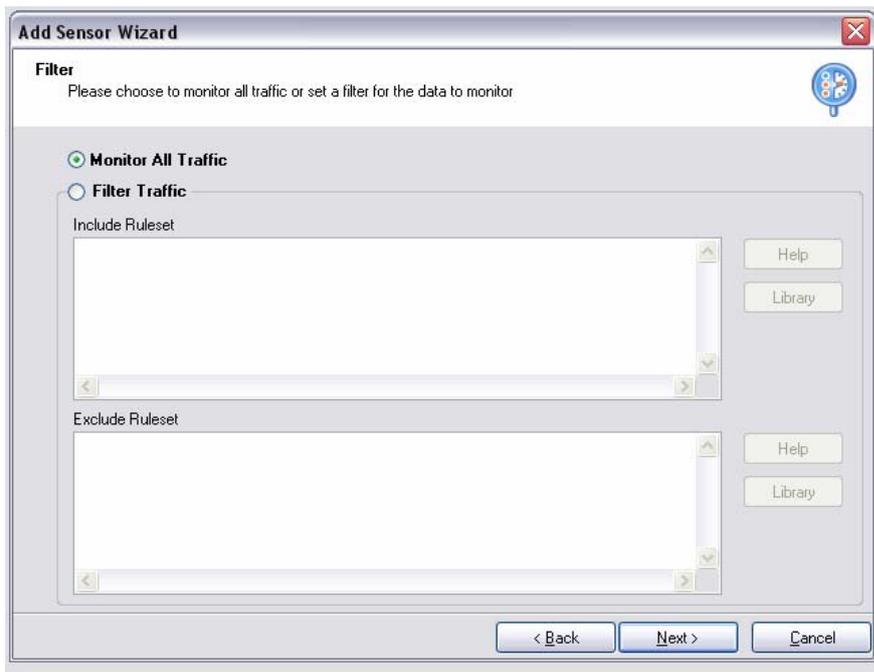


Figura 4.12: (Monitoreo del tráfico de un sensor)

Para monitorear el uso de ancho de banda de NetMeeting, se añade un nuevo Canal, que tiene por objetivo el establecimiento de un conjunto de sockets, que son usados por NetMeeting:

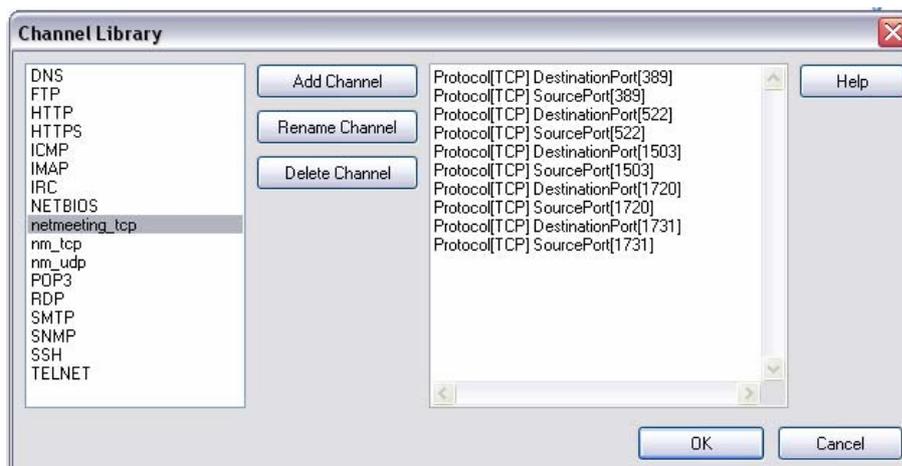


Figura 4.13: (Configuración del canal NetMeeting)

Los puertos IP que se añadieron anteriormente son:

- **389:** Servidor de ubicación en Internet (Protocolo de control de transporte – TCP)
- **522:** Servidor de ubicación de usuarios (TCP)
- **1503:** T.120 (TCP)
- **1720:** Configuración de llamada H.323 (TCP)
- **1731:** Control de llamada de audio (TCP)

Además de los puertos añadidos se cuenta con **Puertos Dinámicos** para:

- Control de llamada H.323 (TCP)
- Secuencias H.323 (Protocolo de transporte en tiempo real (RTP) sobre el Protocolo de datagramas de usuarios (UDP))

Es importante notar que debido a que NetMeeting usa puertos dinámicos UDP para el transporte del contenido, adicionalmente se creará un canal (NetMeeting_UDP) que en general mida el tráfico en UDP, en todos los puertos, que se genere durante la operación.

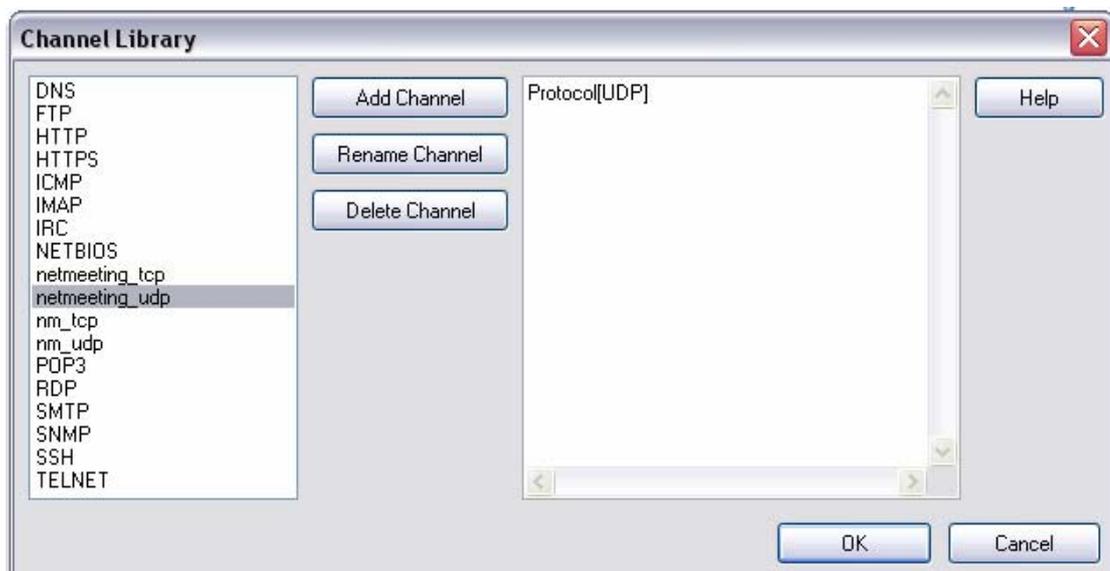


Figura 4.14: (Canal NetMeeting_UDP)

Como ya se crearon los Canales NetMeeting (TCP y UDP), *Packet Sniffing* esta listo para ser usado y monitorear la Estación de Trabajo:

4.1.3.- Instalación y Configuración del Analizador de Protocolos

El aplicativo que se va utilizar para observar y analizar los protocolos de la red es Ethereal versión 0.99.0.

Ethereal es una herramienta con interfaz gráfica que permite la captura y monitorización de paquetes que son generados por la conversación de dos o más estaciones de trabajo (Estaciones de Videoconferencia). Permite visualizar la información requerida de una manera detallada mediante el empleo de filtros.

La instalación de Ethereal consta en el Anexo B.

4.1.4.- Instalación y Configuración del Servidor de audio y video

El aplicativo que se va utilizar como servidor de audio y video es Netmeeting, 3.01. NETMEETING es una herramienta de comunicación sincrónica que permite realizar videoconferencias, logrando de esta manera que personas distantes puedan hablar, mirarse e incluso intercambiar archivos o utilizar una pizarra compartida.

La instalación y configuración del Servidor de audio y video consta en el Anexo C.

4.2.- Pruebas y Monitoreo

Cuando ya se instalo y configuro tanto PRTG como Ethereal en las Estaciones de Trabajo, se procede a ejecutar PRTG en ambas estaciones de trabajo para iniciar el monitoreo de la red y ver como se comporta el uso de ancho de banda en la red una vez que se establece la Videoconferencia.

4.2.1.- Ejecución de PRTG

En las pruebas se utiliza la versión gratuita de PRTG, que es limitada puesto que solo permite monitorear hasta tres estaciones, en la Figura 4:16 se tiene la Estación de Trabajo 1 que es una de las máquinas de la Videoconferencia que en este caso ya está siendo monitoreada.

Una vez que se configuró la Estación de Trabajo, se procede a realizar las configuraciones adicionales para el sensor asociado:

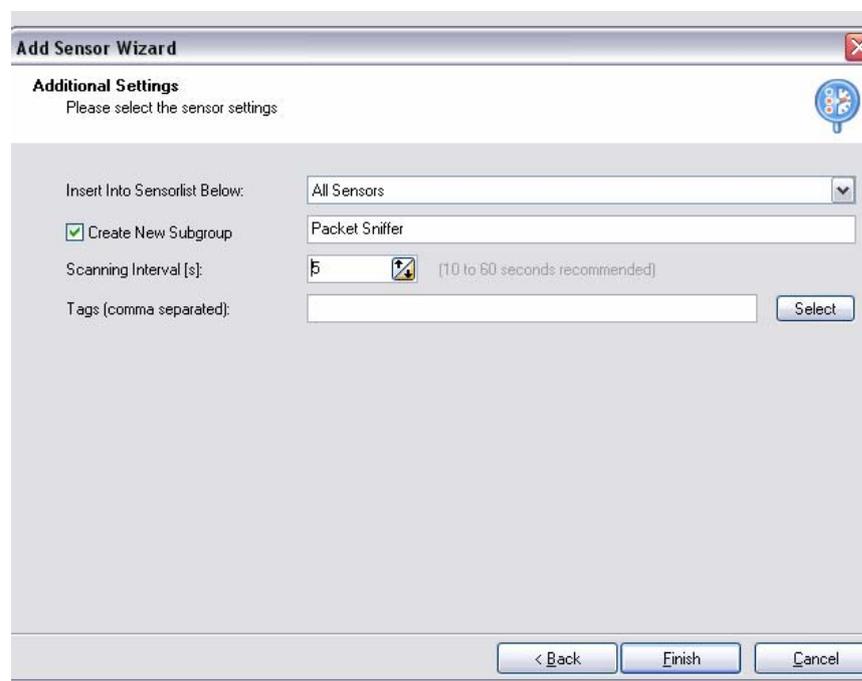


Figura 4.15: (Configuraciones Adicionales para un Sensor)

Cuando ya se configuró el sensor, la Estación de Trabajo ya está siendo monitoreada por PRTG, como se muestra en la siguiente figura:

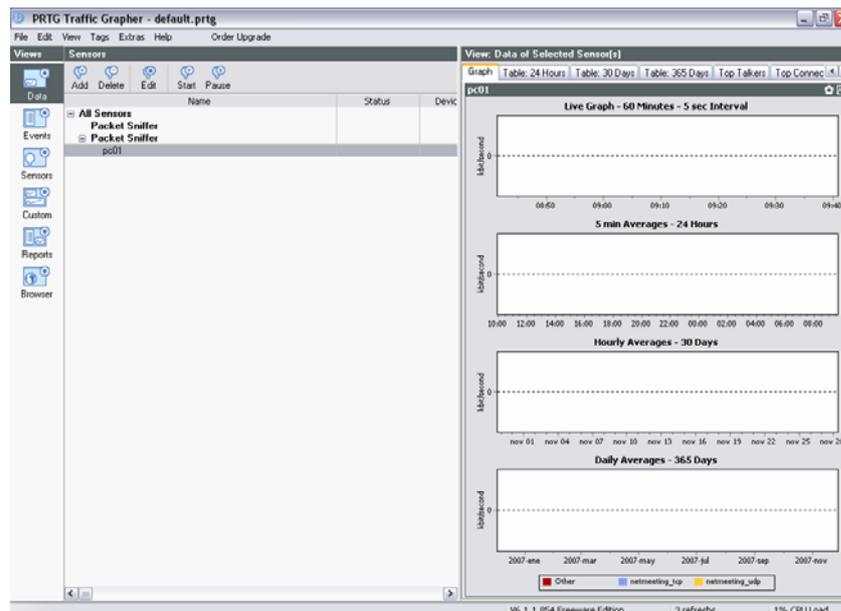


Figura 4.16: (Monitorización de la Estación de Trabajo pc01)

El proceso realizado en PRTG debe ser desarrollado tanto para la Estación de Trabajo pc01 como para la Estación de Trabajo pc02.

4.2.2.- Ejecución de Ethereal

Para determinar que es lo que está ocurriendo con los paquetes de la Videoconferencia, se inicia Ethereal versión 0.99.0 realizando lo siguiente:

Se especifica en qué adaptador de red, Ethereal capturará las tramas de la Estación de Trabajo.

Se aplica un filtro de captura que le dice al analizador que no capture tráfico del protocolo STP (Spanning Tree Protocol), que es propio del Switch.

Se activa las opciones seleccionadas tanto en *Display Options* y *Name Resolution* y se presiona el botón *Start*:

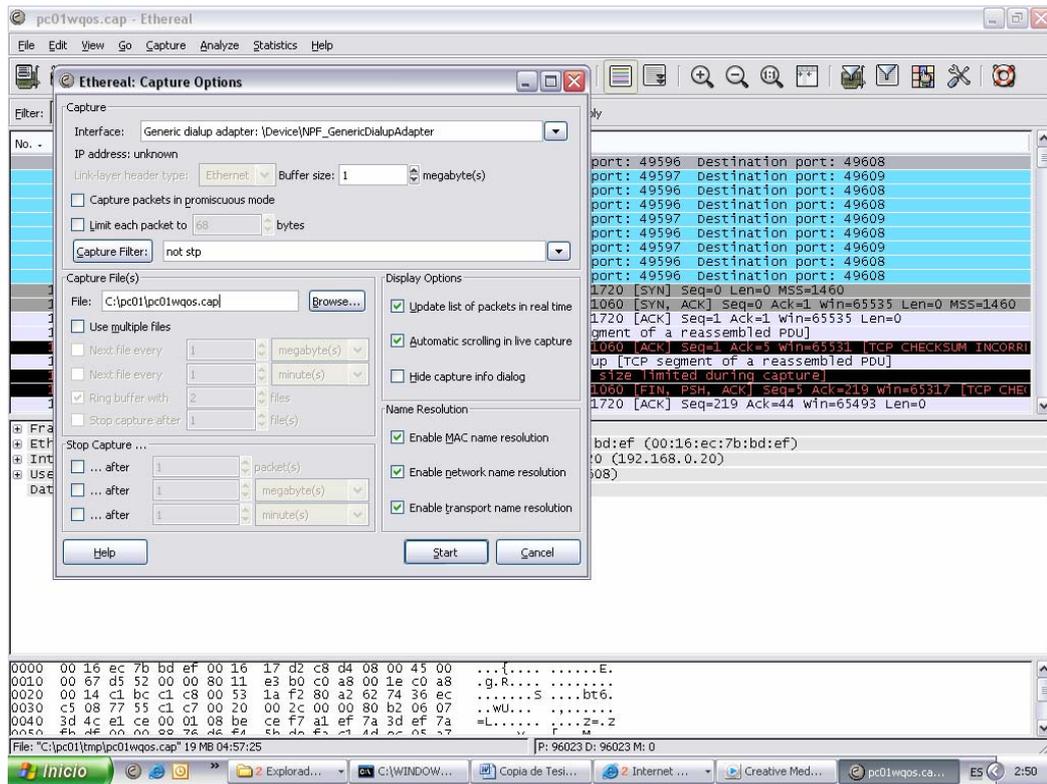


Figura 4.17: (Parámetros de Ejecución)

Se puede observar la captura en pleno proceso:

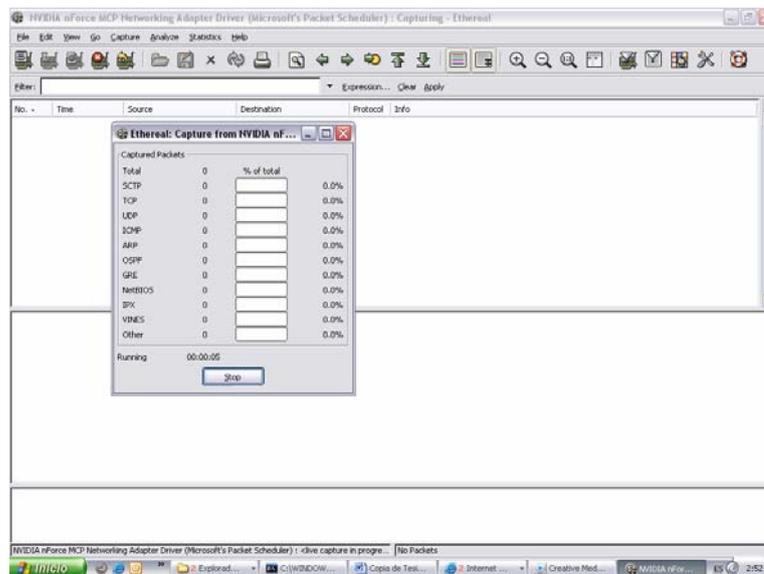


Figura 4.18: (Proceso de captura de paquetes)

Sobre la trama capturada seleccionar *decode as* RTP (nótese que es una trama con tráfico UDP y que va a ser interpretada como RTP para propósitos de cálculo).

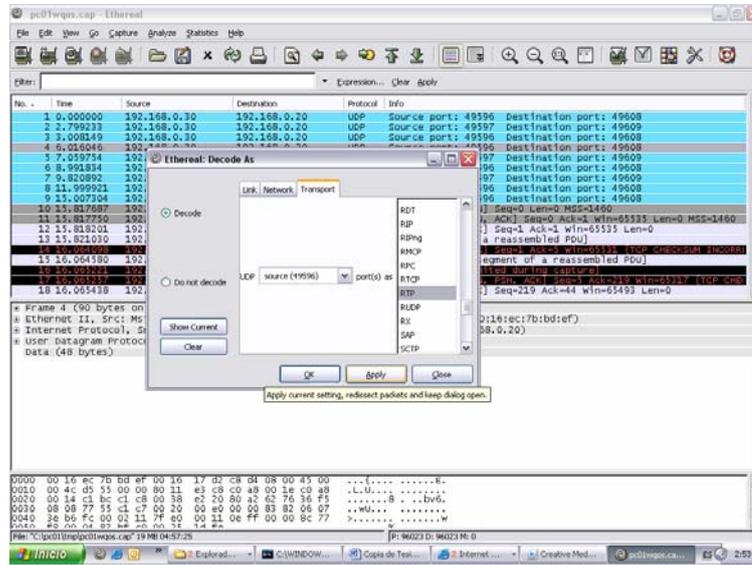


Figura 4.19: (Decodificación de tráfico UDP a RTP)

Luego se consigue las estadísticas de RTP, como se muestra:

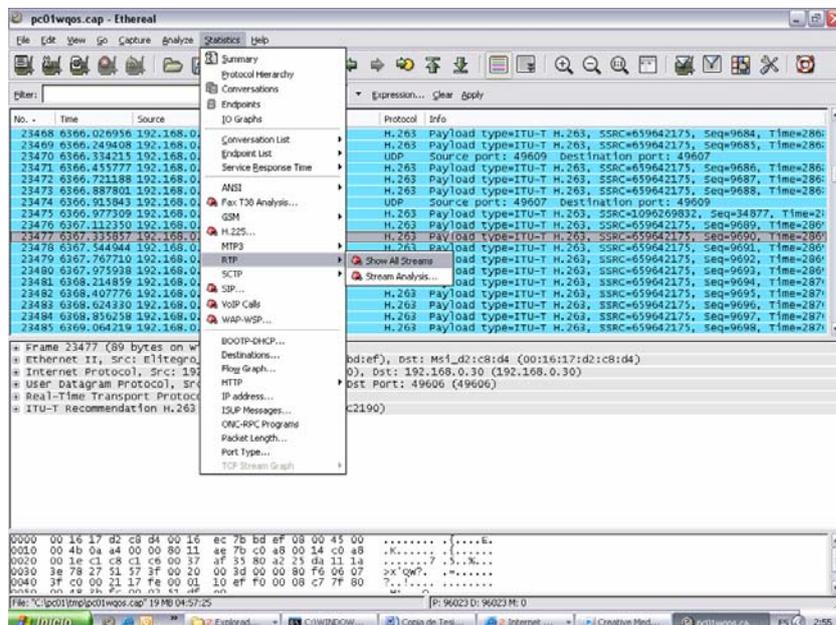


Figura 4.20: (Estadísticas de RTP)

Posteriormente se selecciona el flujo de datos con más peso:

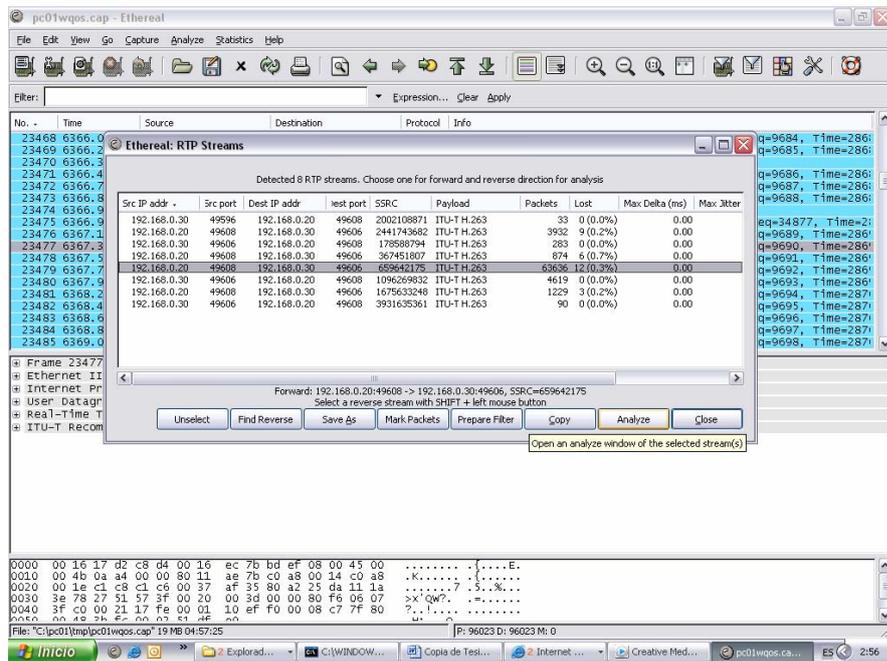


Figura 4.21: (Selección de Flujo de datos RTP)

Se espera hasta que concluya el proceso de filtrado:

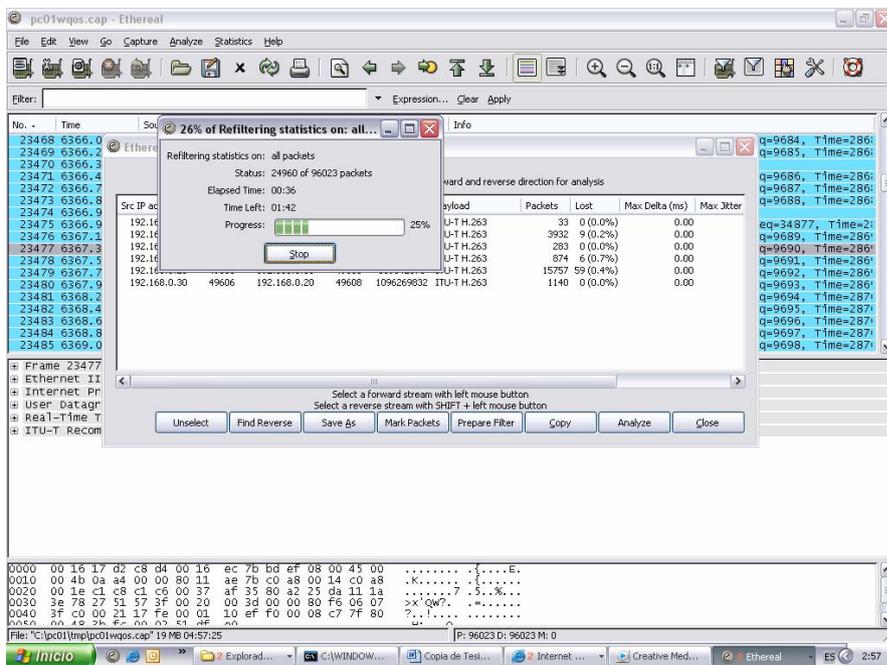


Figura 4.22: (Proceso de filtrado)

Obteniendo los resultados listos para ser exportados a Excel y con ellos realizar los respectivos cálculos:

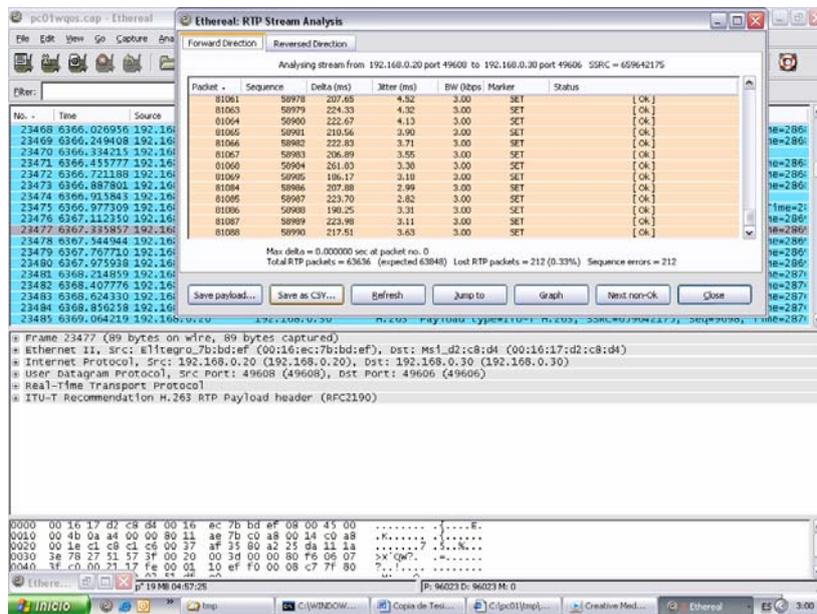


Figura 4.23: (Tráfico RTP)

4.2.3.- Ejecución de NetMeeting

Una vez que las Estaciones de Trabajo tienen conectados todos los dispositivos necesarios para la Videoconferencia, se procede a ejecutar NetMeeting

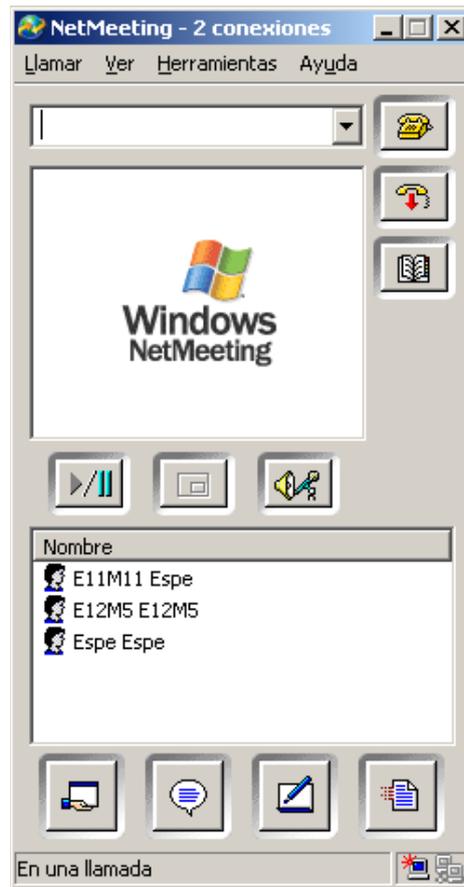


Figura 4.24 (Ejecución de Videoconferencia)

La Videoconferencia tendrá una duración de 4 horas, en las que se realizarán conversaciones que permitirán a los usuarios participantes (Estaciones de Trabajo) verse, escucharse, utilizar la pizarra y transferir archivos de una estación a otra.

Durante las cuatro horas de pruebas se estarán ejecutando PRTG y Ethereal para obtener los datos de interés.

4.3.- Datos Obtenidos

Para obtener un reporte de PRTG se procede a ajustarlo a las necesidades requeridas por el usuario, así:

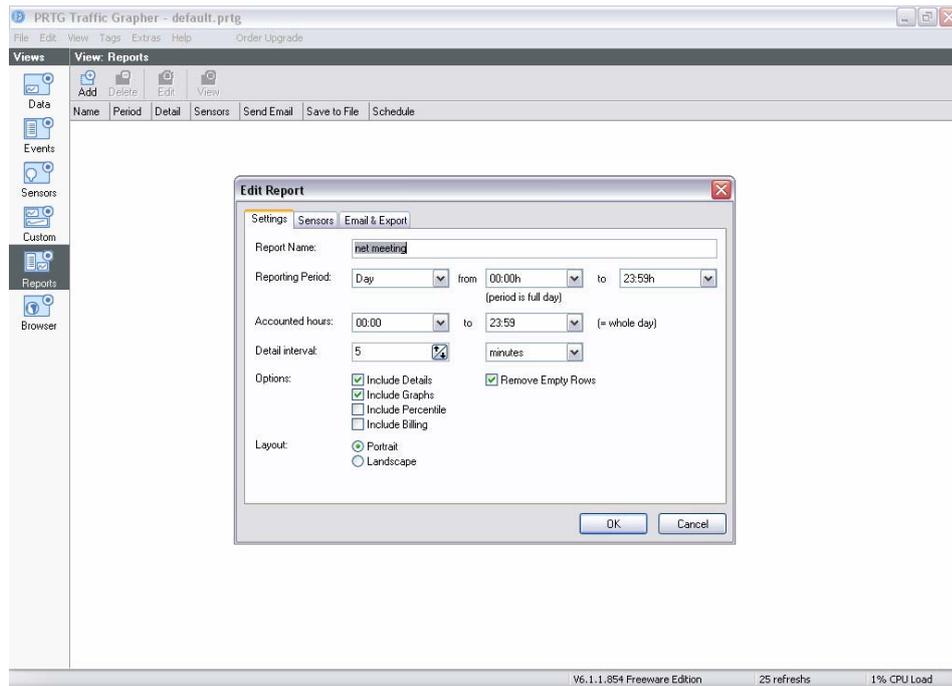


Figura 4.25: (Configuración del Reporte en PRTG)

Se escoge el reporte del sensor que se desee, como o muestra la siguiente Figura:

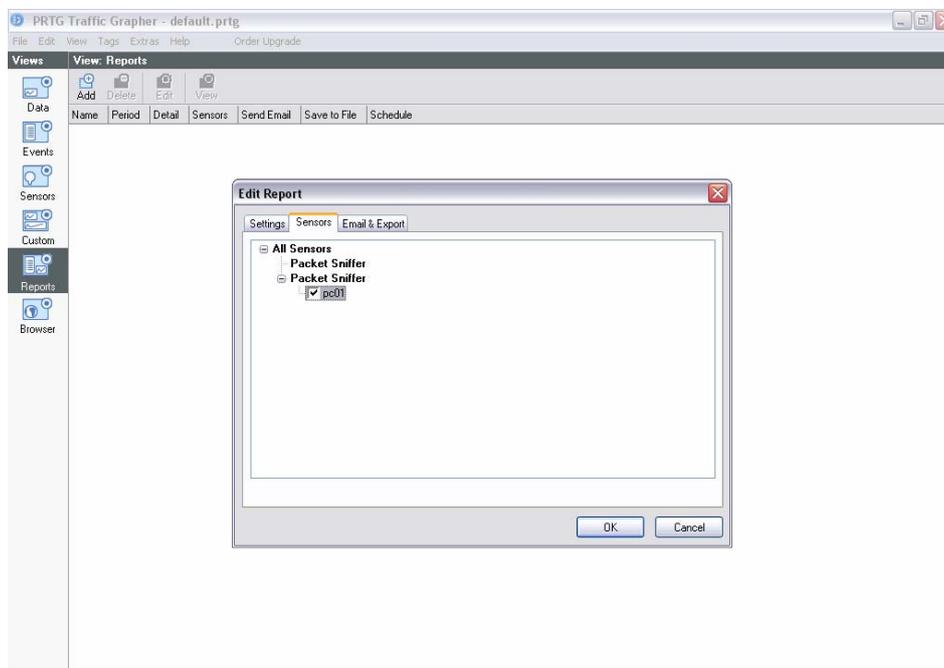


Figura 4.26: (Reporte de la Estación de Trabajo pc01)

Luego se almacena el Reporte en una ubicación seleccionada junto con su respectivo formato:

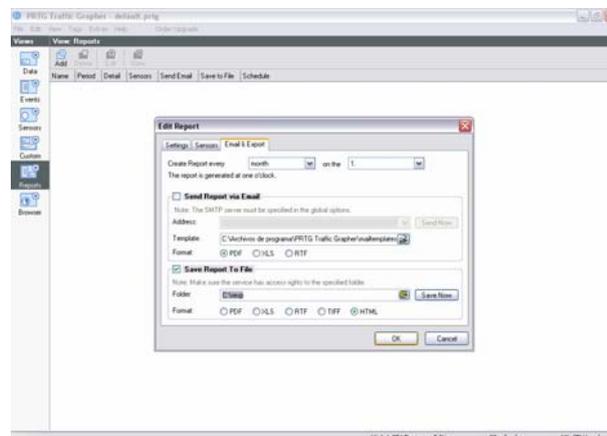


Figura 4.27: (Formato y Almacenamiento de un Reporte en PRTG)

Luego aparece en la pantalla de PRTG los reportes que han sido generados:



Figura 4.28: (Generación de Reportes)

Como en la ejecución de las pruebas se establecieron dos Escenarios, los datos que se citan a continuación son los datos que se obtuvieron cuando se configuro el Switch *Cisco WS-C3750-48TS* con QoS en los puertos 1 y2.

4.3.1.- Datos Obtenidos Escenario 1

Mediante PRTG se obtuvo la siguiente gráfica, durante las cuatro horas que duro la Videoconferencia:

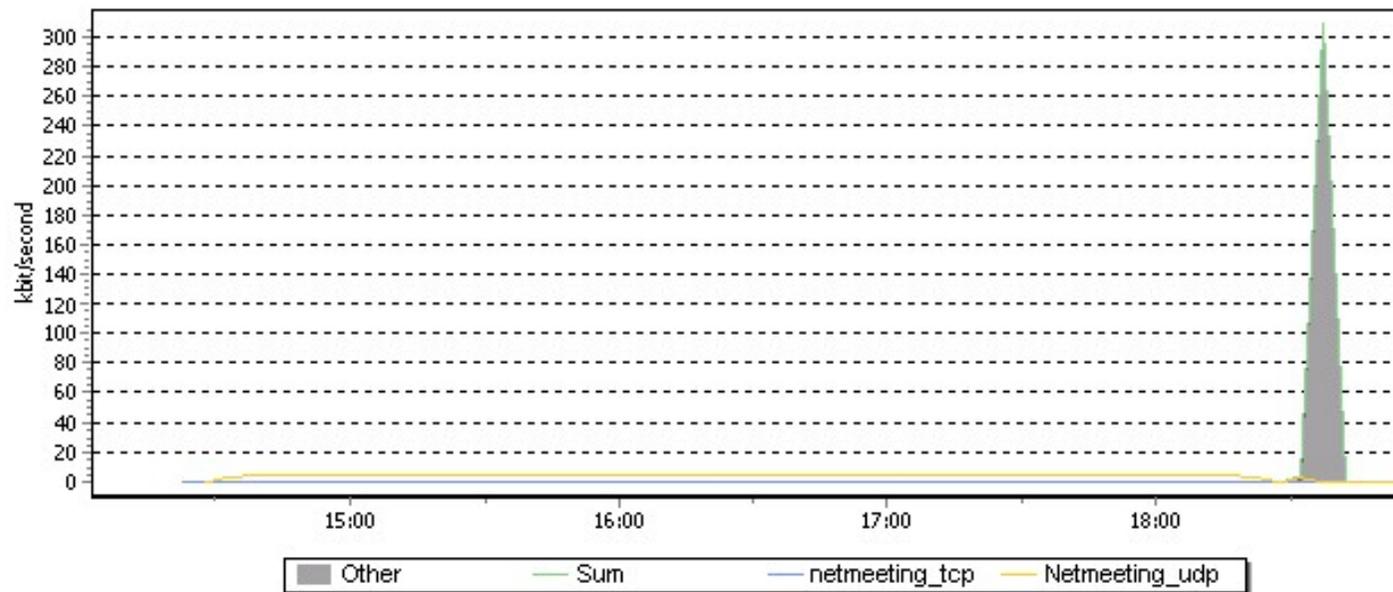


Figura 4.29: (Gráfica de PRTG en Escenario 1)

Esta gráfica proporcionada por PRTG en el Escenario 1, muestra que el tráfico NetMeeting en UDP es mayor que NetMeeting en TCP.

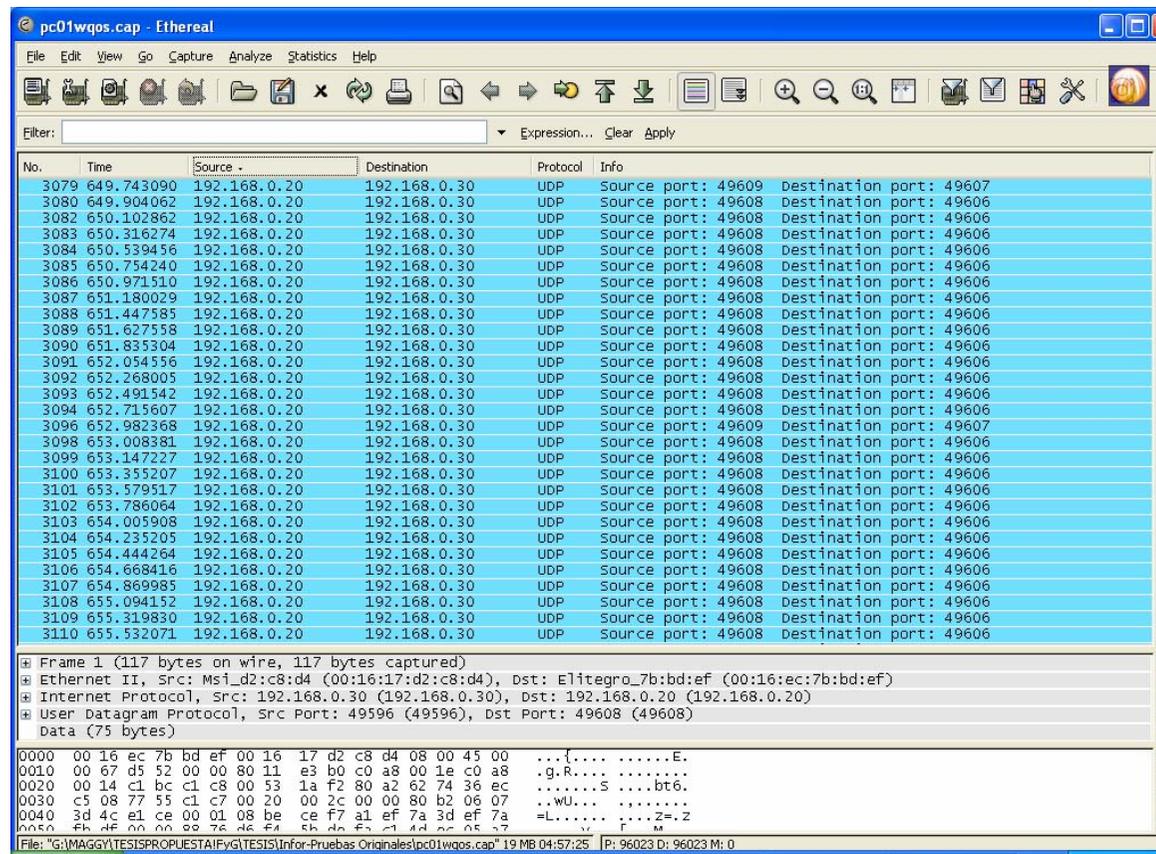
PRTG dio como resultado el siguiente reporte:

Other	netmeeting_tcp		Netmeeting_udp		Sum		Coverage		kbit/second	%
	kbyte	kbit/second	kbyte	kbit/second	kbyte	kbit/second	kbit/second	kbyte		
19/10/2007 18:55 - 19:00	4,740	0,129	0,000	0,000	0,441	0,012	5,182	0,142	100	
19/10/2007 18:50 - 18:55	0,000	0,000	0,000	0,000	0,479	0,013	0,479	0,013	100	
19/10/2007 18:45 - 18:50	0,000	0,000	0,000	0,000	1,672	0,046	1,672	0,046	100	
19/10/2007 18:40 - 18:45	4,740	0,129	0,000	0,000	1,548	0,042	6,288	0,172	100	
19/10/2007 18:35 - 18:40	11.275,435	307,905	1,377	0,038	23,344	0,637	11.300,155	308,580	100	
19/10/2007 18:30 - 18:35	41,708	1,139	15,114	0,413	110,092	3,006	166,914	4,558	100	
19/10/2007 18:25 - 18:30	0,000	0,000	0,000	0,000	10,139	0,277	10,139	0,277	100	
19/10/2007 18:20 - 18:25	1,207	0,033	1,281	0,035	97,054	2,650	99,542	2,718	100	
19/10/2007 18:15 - 18:20	0,691	0,019	0,000	0,000	143,609	3,922	144,301	3,941	100	
19/10/2007 18:10 - 18:15	0,461	0,013	0,000	0,000	144,072	3,934	144,533	3,947	100	
19/10/2007 18:05 - 18:10	0,922	0,025	0,000	0,000	144,544	3,947	145,466	3,972	100	
19/10/2007 18:00 - 18:05	1,152	0,031	0,000	0,000	146,867	4,011	148,020	4,042	100	
19/10/2007 17:55 - 18:00	0,461	0,013	0,000	0,000	143,144	3,909	143,604	3,922	100	
19/10/2007 17:50 - 17:55	1,152	0,031	0,000	0,000	144,902	3,957	146,055	3,988	100	
19/10/2007 17:45 - 17:50	0,461	0,013	0,000	0,000	143,075	3,907	143,536	3,920	100	
19/10/2007 17:40 - 17:45	0,230	0,006	0,000	0,000	142,417	3,889	142,647	3,895	100	
19/10/2007 17:35 - 17:40	0,922	0,025	0,000	0,000	144,280	3,940	145,202	3,965	100	
19/10/2007 17:30 - 17:35	1,152	0,031	0,000	0,000	144,917	3,957	146,069	3,989	100	
19/10/2007 17:25 - 17:30	1,383	0,038	0,000	0,000	146,416	3,998	147,799	4,036	100	
19/10/2007 17:20 - 17:25	0,461	0,013	0,000	0,000	146,834	4,010	147,295	4,022	100	
19/10/2007 17:15 - 17:20	0,922	0,025	0,000	0,000	147,925	4,040	148,847	4,065	100	
19/10/2007 17:10 - 17:15	1,383	0,038	0,000	0,000	147,513	4,028	148,896	4,066	100	
19/10/2007 17:05 - 17:10	0,922	0,025	0,000	0,000	145,022	3,960	145,944	3,985	100	
19/10/2007 17:00 - 17:05	0,922	0,025	0,000	0,000	144,671	3,951	145,593	3,976	100	
19/10/2007 16:55 - 17:00	1,383	0,038	0,000	0,000	144,883	3,956	146,266	3,994	100	
19/10/2007 16:50 - 16:55	1,383	0,038	0,000	0,000	145,491	3,973	146,874	4,011	100	
19/10/2007 16:45 - 16:50	1,152	0,031	0,000	0,000	145,446	3,972	146,599	4,003	100	
19/10/2007 16:40 - 16:45	0,691	0,019	0,000	0,000	144,380	3,943	145,071	3,962	100	
19/10/2007 16:35 - 16:40	1,152	0,031	0,000	0,000	144,599	3,949	145,751	3,980	100	
19/10/2007 16:30 - 16:35	0,691	0,019	0,000	0,000	143,367	3,915	144,059	3,934	100	

19/10/2007 16:25 - 16:30	0,691	0,019	0,000	0,000	145,180	3,965	145,871	3,984	100
19/10/2007 16:20 - 16:25	0,230	0,006	0,000	0,000	144,186	3,937	144,416	3,944	100
19/10/2007 16:15 - 16:20	1,383	0,038	0,000	0,000	146,677	4,006	148,060	4,043	100
19/10/2007 16:10 - 16:15	1,152	0,031	0,000	0,000	144,811	3,954	145,963	3,986	100
19/10/2007 16:05 - 16:10	0,922	0,025	0,000	0,000	144,318	3,941	145,240	3,966	100
19/10/2007 16:00 - 16:05	1,152	0,031	0,000	0,000	145,077	3,962	146,229	3,993	100
19/10/2007 15:55 - 16:00	0,922	0,025	0,000	0,000	144,896	3,957	145,817	3,982	100
19/10/2007 15:50 - 15:55	2,074	0,057	0,000	0,000	151,725	4,143	153,799	4,200	100
19/10/2007 15:45 - 15:50	0,691	0,019	0,000	0,000	144,575	3,948	145,267	3,967	100
19/10/2007 15:40 - 15:45	0,691	0,019	0,000	0,000	143,853	3,928	144,544	3,947	100
19/10/2007 15:35 - 15:40	1,383	0,038	0,000	0,000	144,969	3,959	146,352	3,997	100
19/10/2007 15:30 - 15:35	1,844	0,050	0,000	0,000	147,155	4,019	148,999	4,069	100
19/10/2007 15:25 - 15:30	1,152	0,031	0,000	0,000	145,131	3,963	146,283	3,995	100
19/10/2007 15:20 - 15:25	1,383	0,038	0,000	0,000	146,061	3,989	147,443	4,026	100
19/10/2007 15:15 - 15:20	0,691	0,019	0,000	0,000	144,667	3,951	145,358	3,969	100
19/10/2007 15:10 - 15:15	9,707	0,265	0,000	0,000	151,782	4,145	161,489	4,410	100

Este reporte arroja datos relacionados como el volumen de datos transmitidos por canal *TCP* o *UDP* y los promedios de ancho de banda por segundo.

Con la ayuda de Ethereal se obtuvo toda la información en cuanto al flujo de paquetes, por efectos de su gran extensión se presenta tan solo un extracto.



Aquí se aprecia una serie de tramas capturadas cuyo contenido es tráfico en UDP, mismo que contiene datos generales como: *direccion ip origen y destino* y el *puerto* por donde se realizo la transmisión.

4.3.2.- Datos Obtenidos Escenario 2

La gráfica proporcionada por PRTG con un Switch sin QoS con cuatro horas de captura de datos es:

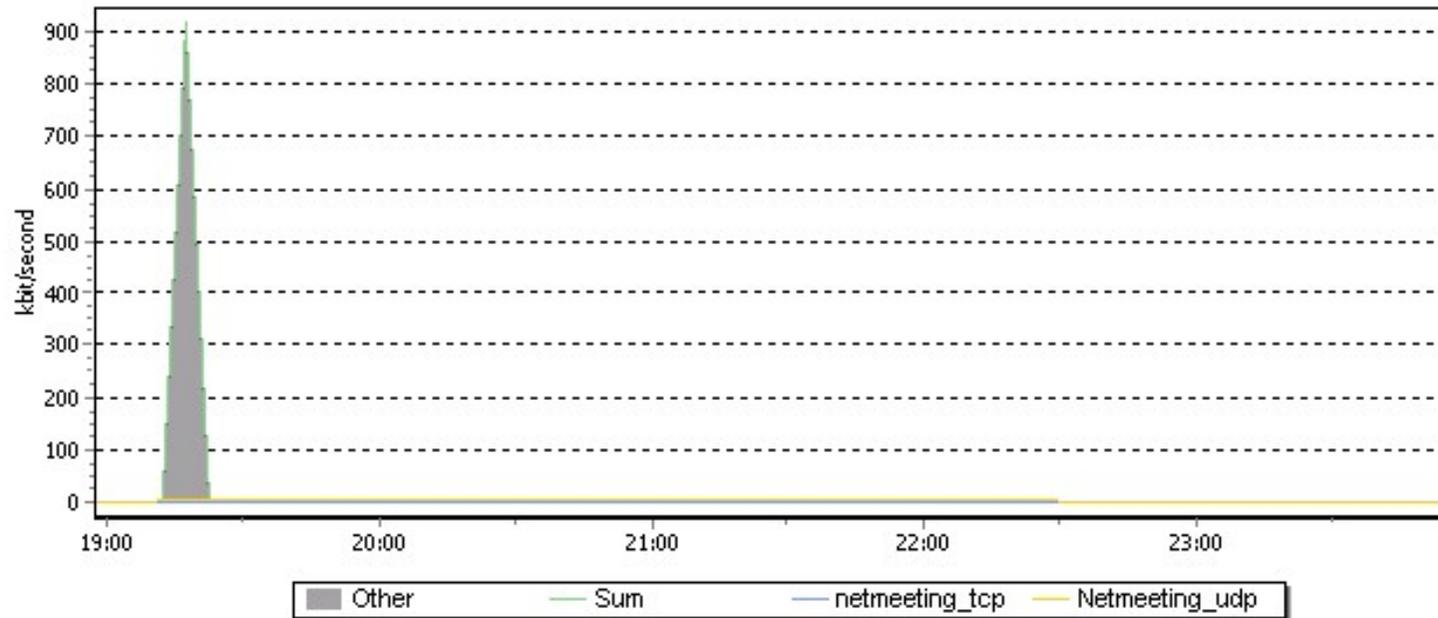


Figura 4.30: (Gráfica de PRTG en Escenario 2)

En la gráfica se hace evidente que el grueso del tráfico de datos se maneja a través de UDP, mientras TCP sirve como control.

Siendo el reporte respectivo para el Escenario 2, el que sigue:

Other	netmeeting_tcp		Netmeeting_udp		Sum		Coverage		
	kbyte	kbit/second	kbyte	kbit/second	kbyte	kbit/second	kbyte	kbit/second	%
19/10/2007 23:55 - 0:00	4,740	0,129	0,000	0,000	0,441	0,012	5,182	0,142	100
19/10/2007 23:50 - 23:55	0,000	0,000	0,000	0,000	0,237	0,006	0,237	0,006	100
19/10/2007 23:45 - 23:50	2,760	0,075	0,000	0,000	0,241	0,007	3,001	0,082	100
19/10/2007 23:40 - 23:45	4,740	0,129	0,000	0,000	0,679	0,019	5,419	0,148	100
19/10/2007 23:35 - 23:40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	100
19/10/2007 23:30 - 23:35	4,740	0,129	0,000	0,000	0,683	0,019	5,423	0,148	100
19/10/2007 23:25 - 23:30	0,000	0,000	0,000	0,000	0,237	0,006	0,237	0,006	100
19/10/2007 23:20 - 23:25	4,740	0,129	0,000	0,000	0,191	0,005	4,932	0,135	100
19/10/2007 23:15 - 23:20	2,760	0,075	0,000	0,000	0,729	0,020	3,488	0,095	100
19/10/2007 23:10 - 23:15	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	100
19/10/2007 23:05 - 23:10	4,740	0,129	0,000	0,000	0,441	0,012	5,182	0,141	100
19/10/2007 23:00 - 23:05	0,000	0,000	0,000	0,000	0,479	0,013	0,479	0,013	100
19/10/2007 22:55 - 23:00	4,740	0,129	0,000	0,000	0,441	0,012	5,182	0,141	100
19/10/2007 22:50 - 22:55	0,000	0,000	0,000	0,000	0,237	0,006	0,237	0,006	100
19/10/2007 22:45 - 22:50	0,000	0,000	0,000	0,000	0,241	0,007	0,241	0,007	100
19/10/2007 22:40 - 22:45	3,730	0,102	0,000	0,000	0,679	0,019	4,409	0,120	100
19/10/2007 22:35 - 22:40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	100
19/10/2007 22:30 - 22:35	4,740	0,129	0,000	0,000	1,037	0,028	5,777	0,158	100
19/10/2007 22:25 - 22:30	73,261	2,001	1,275	0,035	96,752	2,642	171,288	4,678	100
19/10/2007 22:20 - 22:25	7,416	0,203	0,000	0,000	142,845	3,901	150,261	4,103	100
19/10/2007 22:15 - 22:20	2,676	0,073	0,000	0,000	141,803	3,872	144,479	3,945	100
19/10/2007 22:10 - 22:15	5,436	0,148	0,000	0,000	142,082	3,880	147,518	4,028	100
19/10/2007 22:05 - 22:10	7,416	0,203	0,000	0,000	142,895	3,902	150,311	4,105	100
19/10/2007 22:00 - 22:05	2,676	0,073	0,000	0,000	142,155	3,882	144,831	3,955	100
19/10/2007 21:55 - 22:00	7,148	0,195	0,000	0,000	142,595	3,894	149,743	4,089	100
19/10/2007 21:50 - 21:55	2,676	0,073	0,000	0,000	142,130	3,881	144,806	3,954	100
19/10/2007 21:45 - 21:50	2,676	0,073	0,000	0,000	142,093	3,880	144,769	3,953	100
19/10/2007 21:40 - 21:45	10,867	0,297	0,000	0,000	144,083	3,935	154,950	4,231	100

19/10/2007 21:35 - 21:40	3,654	0,100	0,000	0,000	144,354	3,942	148,009	4,042	100
19/10/2007 21:30 - 21:35	9,260	0,253	0,000	0,000	148,040	4,043	157,300	4,296	100
19/10/2007 21:25 - 21:30	3,367	0,092	0,000	0,000	143,774	3,926	147,142	4,018	100
19/10/2007 21:20 - 21:25	8,338	0,228	0,000	0,000	144,396	3,943	152,734	4,171	100
19/10/2007 21:15 - 21:20	3,330	0,091	0,000	0,000	144,457	3,945	147,787	4,036	100
19/10/2007 21:10 - 21:15	3,598	0,098	0,000	0,000	145,543	3,975	149,141	4,073	100
19/10/2007 21:05 - 21:10	11,328	0,309	0,000	0,000	145,487	3,973	156,815	4,282	100
19/10/2007 21:00 - 21:05	3,367	0,092	0,000	0,000	144,507	3,946	147,874	4,038	100
19/10/2007 20:55 - 21:00	8,338	0,228	0,000	0,000	145,255	3,967	153,593	4,194	100
19/10/2007 20:50 - 20:55	3,598	0,098	0,000	0,000	144,401	3,943	147,999	4,041	100
19/10/2007 20:45 - 20:50	3,137	0,086	0,000	0,000	143,492	3,919	146,629	4,004	100
19/10/2007 20:40 - 20:45	7,877	0,215	0,000	0,000	143,968	3,931	151,845	4,147	100
19/10/2007 20:35 - 20:40	6,551	0,179	0,000	0,000	145,993	3,987	152,544	4,166	100
19/10/2007 20:30 - 20:35	8,107	0,221	0,000	0,000	144,394	3,943	152,501	4,164	100
19/10/2007 20:25 - 20:30	3,598	0,098	0,000	0,000	144,085	3,935	147,683	4,033	100
19/10/2007 20:20 - 20:25	8,338	0,228	0,000	0,000	144,784	3,954	153,122	4,181	100
19/10/2007 20:15 - 20:20	3,241	0,089	0,000	0,000	144,295	3,940	147,536	4,029	100
19/10/2007 20:10 - 20:15	3,137	0,086	0,000	0,000	144,652	3,950	147,789	4,036	100

Este reporte arroja datos relacionados como el volumen de datos transmitidos por canal TCP o UDP y los promedios de ancho de banda por segundo.

De la operación matemática con dichos datos se podrá establecer con claridad las diferencias obtenidas al aplicar calidad de servicio para la operación.

La información presentada por Ethereal en cuanto al flujo de paquetes en el Escenario 2 es:

The screenshot shows the Ethereal interface with a list of captured packets. The main window displays a table with columns for No., Time, Source, Destination, Protocol, and Info. The packets listed are all TCP segments of a reassembled PDU, originating from 192.168.0.20 and destined for 192.168.0.30. Below the packet list, the details for Frame 1 are expanded, showing the Ethernet II header, Internet Protocol (IP) header, and User Datagram Protocol (UDP) header. The IP header shows a source of 192.168.0.30 and a destination of 192.168.0.255. The UDP header shows a source port of 138 and a destination port of 138. At the bottom, a hex dump of the captured data is visible, showing the raw bytes of the frame.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
54873	2316.196763	192.168.0.20	192.168.0.30	TCP	[TCP segment of a reassembled PDU]
54874	2316.196771	192.168.0.20	192.168.0.30	TCP	[TCP segment of a reassembled PDU]
54876	2316.197179	192.168.0.20	192.168.0.30	TCP	[TCP segment of a reassembled PDU]
54877	2316.197189	192.168.0.20	192.168.0.30	TCP	[TCP segment of a reassembled PDU]
54878	2316.197199	192.168.0.20	192.168.0.30	TCP	[TCP segment of a reassembled PDU]
54880	2316.197608	192.168.0.20	192.168.0.30	TCP	[TCP segment of a reassembled PDU]
54881	2316.197617	192.168.0.20	192.168.0.30	TCP	[TCP segment of a reassembled PDU]
54882	2316.197627	192.168.0.20	192.168.0.30	TCP	[TCP segment of a reassembled PDU]
54884	2316.198036	192.168.0.20	192.168.0.30	TCP	[TCP segment of a reassembled PDU]
54885	2316.198044	192.168.0.20	192.168.0.30	TCP	[TCP segment of a reassembled PDU]
54886	2316.198055	192.168.0.20	192.168.0.30	TCP	[TCP segment of a reassembled PDU]
54888	2316.198467	192.168.0.20	192.168.0.30	TCP	[TCP segment of a reassembled PDU]
54889	2316.198476	192.168.0.20	192.168.0.30	TCP	[TCP segment of a reassembled PDU]
54890	2316.198486	192.168.0.20	192.168.0.30	TCP	[TCP segment of a reassembled PDU]
54892	2316.198504	192.168.0.20	192.168.0.30	TCP	[TCP segment of a reassembled PDU]
54893	2316.198896	192.168.0.20	192.168.0.30	TCP	[TCP segment of a reassembled PDU]
54894	2316.198904	192.168.0.20	192.168.0.30	TCP	[TCP segment of a reassembled PDU]
54896	2316.198924	192.168.0.20	192.168.0.30	TCP	[TCP segment of a reassembled PDU]

Frame 1 (247 bytes on wire (247 bytes captured) on interface 0: [ethertype II, Src: Ms1_d2:c8:d4 (00:16:17:d2:c8:d4), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)]

- Internet Protocol, Src: 192.168.0.30 (192.168.0.30), Dst: 192.168.0.255 (192.168.0.255)
- User Datagram Protocol, Src Port: netbios-dgm (138), Dst Port: netbios-dgm (138)
- NetBIOS Datagram Service
- SMB (Server Message Block Protocol)
- SMB Mailslot Protocol
- Microsoft Windows Browser Protocol

```

0000 ff ff ff ff ff ff 00 16 17 d2 c8 d4 08 00 45 00 .....E.
0010 00 e9 0c 31 00 00 80 11 ab 65 c0 a8 00 1e c0 a8 ...1....e.....
0020 00 ff 00 8a 00 8a 00 d5 d5 f2 11 02 80 95 c0 a8 .....
0030 00 1e 00 8a 00 bf 00 00 20 46 41 45 44 44 41 44 .....FAEDDAD
0040 42 43 41 43 41 43 41 43 41 43 41 43 41 43 41 43 BCACACAC ACACACAC
0050 41 42 41 42 41 42 41 41 41 00 20 41 42 41 42 46 ACACACAC ACACACAC

```

File: "G:\MAGGYTESIS\PROPIETA\FV\G\TESIS\Infor-Pruebas Originales\pc01woqos.cap" 39 MB 03:13... [P: 116673 D: 116673 M: 0

4.4.- Evaluación del Modelo DiffServ

Las pruebas se desarrollaron en dos escenarios:

- ❖ **Escenario 1:** Switch configurado con QoS (Modelo DiffServ). Puertos 1 y 2
- ❖ **Escenario 2:** Switch sin QoS (Servicio Best Effort). Puertos 3 y 4.

El análisis estará basado en los cuatro parámetros fundamentales que rigen a la Calidad de Servicio, estos son:

- Ancho de banda
- Delay o retardo
- Delay variation o jitter
- Tasa de pérdida de paquetes.

Los datos obtenidos con PRTG serán útiles para el análisis del Ancho de Banda; mientras que con Ethereal se analizarán los demás parámetros como son el retardo, jitter y tasa de pérdida de paquetes.

4.4.1.- Resultados obtenidos en Escenario 1

Cuando se configuró PRTG se añadió los puertos que intervienen en una conexión de NetMeeting, las conexiones TCP son asignadas en puertos concretos; mientras que las conexiones UDP son asignadas a puertos establecidos dinámicamente. Tomando en cuenta estas consideraciones el informe de PRTG presenta los siguientes resultados:

		Other		netmeeting_tcp		Netmeeting_udp		Sum	
		kbyte	kbit/second	kbyte	kbit/second	kbyte	kbit/second	kbyte	kbit/second
1	19/10/2007 18:55 - 19:00	4,740	0,129	0,000	0,000	0,441	0,012	5,182	0,142
2	19/10/2007 18:50 - 18:55	0,000	0,000	0,000	0,000	0,479	0,013	0,479	0,013
3	19/10/2007 18:45 - 18:50	0,000	0,000	0,000	0,000	1,672	0,046	1,672	0,046
4	19/10/2007 18:40 - 18:45	4,740	0,129	0,000	0,000	1,548	0,042	6,288	0,172
5	19/10/2007 18:35 - 18:40	11275,435	307,905	1,377	0,038	23,344	0,637	11300,155	308,580
6	19/10/2007 18:30 - 18:35	41,708	1,139	15,114	0,413	110,092	3,006	166,914	4,558
7	19/10/2007 18:25 - 18:30	0,000	0,000	0,000	0,000	10,139	0,277	10,139	0,277
8	19/10/2007 18:20 - 18:25	1,207	0,033	1,281	0,035	97,054	2,650	99,542	2,718
9	19/10/2007 18:15 - 18:20	0,691	0,019	0,000	0,000	143,609	3,922	144,301	3,941
10	19/10/2007 18:10 - 18:15	0,461	0,013	0,000	0,000	144,072	3,934	144,533	3,947
11	19/10/2007 18:05 - 18:10	0,922	0,025	0,000	0,000	144,544	3,947	145,466	3,972
12	19/10/2007 18:00 - 18:05	1,152	0,031	0,000	0,000	146,867	4,011	148,020	4,042
13	19/10/2007 17:55 - 18:00	0,461	0,013	0,000	0,000	143,144	3,909	143,604	3,922
14	19/10/2007 17:50 - 17:55	1,152	0,031	0,000	0,000	144,902	3,957	146,055	3,988
15	19/10/2007 17:45 - 17:50	0,461	0,013	0,000	0,000	143,075	3,907	143,536	3,920
16	19/10/2007 17:40 - 17:45	0,230	0,006	0,000	0,000	142,417	3,889	142,647	3,895
17	19/10/2007 17:35 - 17:40	0,922	0,025	0,000	0,000	144,280	3,940	145,202	3,965
18	19/10/2007 17:30 - 17:35	1,152	0,031	0,000	0,000	144,917	3,957	146,069	3,989
19	19/10/2007 17:25 - 17:30	1,383	0,038	0,000	0,000	146,416	3,998	147,799	4,036
20	19/10/2007 17:20 - 17:25	0,461	0,013	0,000	0,000	146,834	4,010	147,295	4,022
21	19/10/2007 17:15 - 17:20	0,922	0,025	0,000	0,000	147,925	4,040	148,847	4,065
22	19/10/2007 17:10 - 17:15	1,383	0,038	0,000	0,000	147,513	4,028	148,896	4,066
23	19/10/2007 17:05 - 17:10	0,922	0,025	0,000	0,000	145,022	3,960	145,944	3,985
24	19/10/2007 17:00 - 17:05	0,922	0,025	0,000	0,000	144,671	3,951	145,593	3,976
25	19/10/2007 16:55 - 17:00	1,383	0,038	0,000	0,000	144,883	3,956	146,266	3,994
26	19/10/2007 16:50 - 16:55	1,383	0,038	0,000	0,000	145,491	3,973	146,874	4,011
27	19/10/2007 16:45 - 16:50	1,152	0,031	0,000	0,000	145,446	3,972	146,599	4,003
28	19/10/2007 16:40 - 16:45	0,691	0,019	0,000	0,000	144,380	3,943	145,071	3,962
29	19/10/2007 16:35 - 16:40	1,152	0,031	0,000	0,000	144,599	3,949	145,751	3,980
30	19/10/2007 16:30 - 16:35	0,691	0,019	0,000	0,000	143,367	3,915	144,059	3,934
31	19/10/2007 16:25 - 16:30	0,691	0,019	0,000	0,000	145,180	3,965	145,871	3,984
32	19/10/2007 16:20 - 16:25	0,230	0,006	0,000	0,000	144,186	3,937	144,416	3,944
33	19/10/2007 16:15 - 16:20	1,383	0,038	0,000	0,000	146,677	4,006	148,060	4,043
34	19/10/2007 16:10 - 16:15	1,152	0,031	0,000	0,000	144,811	3,954	145,963	3,986

35	19/10/2007 16:05 - 16:10	0,922	0,025	0,000	0,000	144,318	3,941	145,240	3,966
36	19/10/2007 16:00 - 16:05	1,152	0,031	0,000	0,000	145,077	3,962	146,229	3,993
37	19/10/2007 15:55 - 16:00	0,922	0,025	0,000	0,000	144,896	3,957	145,817	3,982
38	19/10/2007 15:50 - 15:55	2,074	0,057	0,000	0,000	151,725	4,143	153,799	4,200
39	19/10/2007 15:45 - 15:50	0,691	0,019	0,000	0,000	144,575	3,948	145,267	3,967
40	19/10/2007 15:40 - 15:45	0,691	0,019	0,000	0,000	143,853	3,928	144,544	3,947
41	19/10/2007 15:35 - 15:40	1,383	0,038	0,000	0,000	144,969	3,959	146,352	3,997
42	19/10/2007 15:30 - 15:35	1,844	0,050	0,000	0,000	147,155	4,019	148,999	4,069
43	19/10/2007 15:25 - 15:30	1,152	0,031	0,000	0,000	145,131	3,963	146,283	3,995
44	19/10/2007 15:20 - 15:25	1,383	0,038	0,000	0,000	146,061	3,989	147,443	4,026
45	19/10/2007 15:15 - 15:20	0,691	0,019	0,000	0,000	144,667	3,951	145,358	3,969
46	19/10/2007 15:10 - 15:15	9,707	0,265	0,000	0,000	151,782	4,145	161,489	4,410
47	19/10/2007 15:05 - 15:10	11,211	0,306	0,000	0,000	150,713	4,116	161,924	4,422
48	19/10/2007 15:00 - 15:05	0,461	0,013	0,000	0,000	148,638	4,059	149,099	4,072
49	19/10/2007 14:55 - 15:00	0,230	0,006	0,000	0,000	145,423	3,971	145,653	3,978
50	19/10/2007 14:50 - 14:55	0,922	0,025	0,000	0,000	146,168	3,991	147,090	4,017
51	19/10/2007 14:45 - 14:50	1,152	0,031	0,000	0,000	145,333	3,969	146,485	4,000
52	19/10/2007 14:40 - 14:45	0,922	0,025	0,000	0,000	147,615	4,031	148,537	4,056
53	19/10/2007 14:35 - 14:40	2,074	0,057	0,000	0,000	156,955	4,286	159,029	4,343
54	19/10/2007 14:30 - 14:35	3,905	0,107	15,024	0,410	102,862	2,809	121,792	3,326
55	19/10/2007 14:25 - 14:30	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
56	19/10/2007 14:20 - 14:25	0,000	0,000	0,000	0,000			0,000	0,000
		11394,824	311,163	32,796	0,896	6911,913	188,750		
		203,479	5,556		0,016	123,427	3,371		8,943
	VOLUMEN DE DATOS	11.394,829		32,797		6.911,910			
	PROMEDIO TOTAL	207,179	5,557	0,596	0,016	127,998		111,826	8,997

Los valores totales presentados en el cuadro han sido medidos y calculados, basándose en los resultados presentados en el Informe que emite PRTG en cuanto al ancho de banda en UDP y TCP.

Durante el desarrollo de la Videoconferencia según los datos arrojados por PRTG, se puede observar que para las conexiones TCP se tuvo un ancho de banda de **0,016 Kbit /s** y en el caso de las conexiones UDP su ancho de banda fue **3,371 Kbit /s**.

Con los datos obtenidos mediante Ethereal se procede a analizar el Protocolo de Secuencias H.323 o también llamado Protocolo de tiempo real (RTP), obteniendo los siguientes resultados:

Por la extensa recopilación de datos, solo se presenta la sección final del cuadro total³:

³ Una muestra más amplia se la puede hallar en el Anexo D

63611	81046	58965	214,61	5,39	3	SET	[Ok]	10/19/2007 18:23:13.184	89
63612	81048	58966	233,97	5,68	3	SET	[Ok]	10/19/2007 18:23:13.418	89
63613	81049	58967	207,72	5,37	3	SET	[Ok]	10/19/2007 18:23:13.626	89
63614	81050	58968	224,92	5,04	3	SET	[Ok]	10/19/2007 18:23:13.850	89
63615	81051	58969	259,54	4,76	3	SET	[Ok]	10/19/2007 18:23:14.110	89
63616	81052	58970	171,45	4,5	3	SET	[Ok]	10/19/2007 18:23:14.281	89
63617	81053	58971	207,93	4,22	3	SET	[Ok]	10/19/2007 18:23:14.489	89
63618	81055	58972	223,82	3,97	3	SET	[Ok]	10/19/2007 18:23:14.713	89
63619	81056	58973	226	3,78	3	SET	[Ok]	10/19/2007 18:23:14.939	89
63620	81057	58974	206,31	3,65	3	SET	[Ok]	10/19/2007 18:23:15.145	89
63621	81058	58975	240,89	4,42	3	SET	[Ok]	10/19/2007 18:23:15.386	89
63622	81059	58976	190,9	5,08	3	SET	[Ok]	10/19/2007 18:23:15.577	89
63623	81060	58977	225,46	4,79	3	SET	[Ok]	10/19/2007 18:23:15.803	89
63624	81061	58978	207,65	4,52	3	SET	[Ok]	10/19/2007 18:23:16.010	89
63625	81063	58979	224,33	4,32	3	SET	[Ok]	10/19/2007 18:23:16.235	89
63626	81064	58980	222,67	4,13	3	SET	[Ok]	10/19/2007 18:23:16.457	89
63627	81065	58981	210,56	3,9	3	SET	[Ok]	10/19/2007 18:23:16.668	89
63628	81066	58982	222,83	3,71	3	SET	[Ok]	10/19/2007 18:23:16.891	89
63629	81067	58983	206,89	3,55	3	SET	[Ok]	10/19/2007 18:23:17.098	89
63630	81068	58984	261,83	3,38	3	SET	[Ok]	10/19/2007 18:23:17.359	89
63631	81069	58985	186,17	3,18	3	SET	[Ok]	10/19/2007 18:23:17.546	89
63632	81084	58986	207,88	2,99	3	SET	[Ok]	10/19/2007 18:23:17.754	89
63633	81085	58987	223,7	2,82	3	SET	[Ok]	10/19/2007 18:23:17.977	89
63634	81086	58988	198,25	3,31	3	SET	[Ok]	10/19/2007 18:23:18.175	89
63635	81087	58989	223,98	3,11	3	SET	[Ok]	10/19/2007 18:23:18.399	89
63636	81088	58990	217,51	3,63	3	SET	[Ok]	10/19/2007 18:23:18.617	89
			13871122	169451,4	196659,73				
			217,98	2,66	3,09				
	Reverse								
	Packet	Sequence	Delta (ms)	Jitter (ms)	IP BW (kbps)	Marker	Status	Date	Length

Después de analizar los resultados obtenidos en los cuadros anteriores, se procede a realizar una abstracción de los parámetros monitoreados y que rigen la Calidad de Servicio en la RM en el Escenario 1, los mismos que se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 4.1: (Cuadro de Resultados para Escenario 1)

Ancho de Banda	Retardo	Variación (Jitter)	Tasa de pérdida de paquetes (%)
3.09 Kbps	217.98 ms	2.66 ms	0.33

En el Escenario 1, la QoS queda definida por los valores que han tomado los parámetros de calidad de servicio:

- 1. Ancho de Banda:** Es de 3.09 Kbps y es un valor que se obtuvo aplicando criterios de análisis en Ethereal, tales como decodificación de los paquetes UDP como paquetes RTP (*Real Time Protocol*) con lo que se obtienen datos calculados durante la operación.
- 2. Retardo:** Se tiene un retardo de 217.98 milisegundos, como producto del retardo total de los paquetes enviados y recibidos.
- 3. Variación en el retardo o Jitter:** Es de 2.66 ms, resultado como consecuencia de los paquetes que llegan antes o después del tiempo de latencia promedio.
- 4. Tasa de pérdida de paquetes:** Es de 0.33 % e indica el porcentaje de paquetes que se perdieron al realizar la transmisión de la Videoconferencia, siendo su número total de 212 paquetes que se perdieron.

4.4.2.- Resultados obtenidos en Escenario 2

El informe de PRTG en cuento a las conexiones TCP y UDP para este escenario es:

	Other		netmeeting_tcp		Netmeeting_udp		Sum	
	kbyte	kbit/second	kbyte	kbit/second	kbyte	kbit/second	kbyte	kbit/second
19/10/2007 23:55 - 0:00	4,740	0,129	0,000	0,000	0,441	0,012	5,182	0,142
19/10/2007 23:50 - 23:55	0,000	0,000	0,000	0,000	0,237	0,006	0,237	0,006
19/10/2007 23:45 - 23:50	2,760	0,075	0,000	0,000	0,241	0,007	3,001	0,082
19/10/2007 23:40 - 23:45	4,740	0,129	0,000	0,000	0,679	0,019	5,419	0,148
19/10/2007 23:35 - 23:40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
19/10/2007 23:30 - 23:35	4,740	0,129	0,000	0,000	0,683	0,019	5,423	0,148
19/10/2007 23:25 - 23:30	0,000	0,000	0,000	0,000	0,237	0,006	0,237	0,006
19/10/2007 23:20 - 23:25	4,740	0,129	0,000	0,000	0,191	0,005	4,932	0,135
19/10/2007 23:15 - 23:20	2,760	0,075	0,000	0,000	0,729	0,020	3,488	0,095
19/10/2007 23:10 - 23:15	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
19/10/2007 23:05 - 23:10	4,740	0,129	0,000	0,000	0,441	0,012	5,182	0,141
19/10/2007 23:00 - 23:05	0,000	0,000	0,000	0,000	0,479	0,013	0,479	0,013
19/10/2007 22:55 - 23:00	4,740	0,129	0,000	0,000	0,441	0,012	5,182	0,141
19/10/2007 22:50 - 22:55	0,000	0,000	0,000	0,000	0,237	0,006	0,237	0,006
19/10/2007 22:45 - 22:50	0,000	0,000	0,000	0,000	0,241	0,007	0,241	0,007
19/10/2007 22:40 - 22:45	3,730	0,102	0,000	0,000	0,679	0,019	4,409	0,120
19/10/2007 22:35 - 22:40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
19/10/2007 22:30 - 22:35	4,740	0,129	0,000	0,000	1,037	0,028	5,777	0,158
19/10/2007 22:25 - 22:30	73,261	2,001	1,275	0,035	96,752	2,642	171,288	4,678

19/10/2007 22:20 - 22:25	7,416	0,203	0,000	0,000	142,845	3,901	150,261	4,103
19/10/2007 22:15 - 22:20	2,676	0,073	0,000	0,000	141,803	3,872	144,479	3,945
19/10/2007 22:10 - 22:15	5,436	0,148	0,000	0,000	142,082	3,880	147,518	4,028
19/10/2007 22:05 - 22:10	7,416	0,203	0,000	0,000	142,895	3,902	150,311	4,105
19/10/2007 22:00 - 22:05	2,676	0,073	0,000	0,000	142,155	3,882	144,831	3,955
19/10/2007 21:55 - 22:00	7,148	0,195	0,000	0,000	142,595	3,894	149,743	4,089
19/10/2007 21:50 - 21:55	2,676	0,073	0,000	0,000	142,130	3,881	144,806	3,954
19/10/2007 21:45 - 21:50	2,676	0,073	0,000	0,000	142,093	3,880	144,769	3,953
19/10/2007 21:40 - 21:45	10,867	0,297	0,000	0,000	144,083	3,935	154,950	4,231
19/10/2007 21:35 - 21:40	3,654	0,100	0,000	0,000	144,354	3,942	148,009	4,042
19/10/2007 21:30 - 21:35	9,260	0,253	0,000	0,000	148,040	4,043	157,300	4,296
19/10/2007 21:25 - 21:30	3,367	0,092	0,000	0,000	143,774	3,926	147,142	4,018
19/10/2007 21:20 - 21:25	8,338	0,228	0,000	0,000	144,396	3,943	152,734	4,171
19/10/2007 21:15 - 21:20	3,330	0,091	0,000	0,000	144,457	3,945	147,787	4,036
19/10/2007 21:10 - 21:15	3,598	0,098	0,000	0,000	145,543	3,975	149,141	4,073
19/10/2007 21:05 - 21:10	11,328	0,309	0,000	0,000	145,487	3,973	156,815	4,282
19/10/2007 21:00 - 21:05	3,367	0,092	0,000	0,000	144,507	3,946	147,874	4,038
19/10/2007 20:55 - 21:00	8,338	0,228	0,000	0,000	145,255	3,967	153,593	4,194
19/10/2007 20:50 - 20:55	3,598	0,098	0,000	0,000	144,401	3,943	147,999	4,041
19/10/2007 20:45 - 20:50	3,137	0,086	0,000	0,000	143,492	3,919	146,629	4,004
19/10/2007 20:40 - 20:45	7,877	0,215	0,000	0,000	143,968	3,931	151,845	4,147
19/10/2007 20:35 - 20:40	6,551	0,179	0,000	0,000	145,993	3,987	152,544	4,166
19/10/2007 20:30 - 20:35	8,107	0,221	0,000	0,000	144,394	3,943	152,501	4,164
19/10/2007 20:25 - 20:30	3,598	0,098	0,000	0,000	144,085	3,935	147,683	4,033
19/10/2007 20:20 - 20:25	8,338	0,228	0,000	0,000	144,784	3,954	153,122	4,181

19/10/2007 20:15 - 20:20	3,241	0,089	0,000	0,000	144,295	3,940	147,536	4,029
19/10/2007 20:10 - 20:15	3,137	0,086	0,000	0,000	144,652	3,950	147,789	4,036
19/10/2007 20:05 - 20:10	8,107	0,221	0,000	0,000	144,131	3,936	152,238	4,157
19/10/2007 20:00 - 20:05	6,090	0,166	0,000	0,000	145,478	3,973	151,567	4,139
19/10/2007 19:55 - 20:00	7,877	0,215	0,000	0,000	144,693	3,951	152,570	4,166
19/10/2007 19:50 - 19:55	4,289	0,117	0,000	0,000	146,865	4,011	151,154	4,128
19/10/2007 19:45 - 19:50	2,906	0,079	0,000	0,000	142,992	3,905	145,898	3,984
19/10/2007 19:40 - 19:45	9,260	0,253	0,000	0,000	148,048	4,043	157,308	4,296
19/10/2007 19:35 - 19:40	5,211	0,142	0,000	0,000	149,529	4,083	154,740	4,226
19/10/2007 19:30 - 19:35	10,867	0,297	0,000	0,000	144,143	3,936	155,010	4,233
19/10/2007 19:25 - 19:30	3,801	0,104	0,000	0,000	145,076	3,962	148,877	4,066
19/10/2007 19:20 - 19:25	8,070	0,220	0,000	0,000	145,631	3,977	153,701	4,197
19/10/2007 19:15 - 19:20	33498,976	914,806	0,000	0,000	121,018	3,305	33619,993	918,111
19/10/2007 19:10 - 19:15	3,233	0,088	15,077	0,412	131,781	3,599	150,092	4,099
19/10/2007 19:05 - 19:10	4,740	0,129	0,000	0,000	0,441	0,012	5,182	0,142
19/10/2007 19:00 - 19:05	2,760	0,075	0,000	0,000	0,479	0,013	3,238	0,088
	33.843,029	924,197	16,352	0,447	5.702,608	155,728		
	564,050	15,403	0,273	0,007	95,043	2,595		18,006
VOLUMEN DE DATOS	33.843,029		16,353		5.702,609			
PROMEDIO TOTAL	564,050	15,403	0,273	0,007	95,043	2,595	18,006	18,006

Los datos muestran que las conexiones TCP ocupan un ancho de banda de **0.007 Kbit /s**, mientras que para UDP es **2.595 Kbit /s**

Del análisis de los datos de Ethereal se obtienen los siguientes resultados, mostrándose de igual manera solo la última sección de datos:

44643	116649	31625	224,24	1,1	3	SET	[Ok]	10/19/2007 21:53:39.114	89
44644	116651	31626	208,23	1,08	3	SET	[Ok]	10/19/2007 21:53:39.323	89
44645	116652	31627	223,66	1,03	3	SET	[Ok]	10/19/2007 21:53:39.546	89
44646	116654	31628	207,64	1,01	3	SET	[Ok]	10/19/2007 21:53:39.754	89
44647	116655	31629	224,39	0,97	3	SET	[Ok]	10/19/2007 21:53:39.978	89
44648	116657	31630	224,94	0,91	3	SET	[Ok]	10/19/2007 21:53:40.203	89
44649	116658	31631	207,28	0,9	3	SET	[Ok]	10/19/2007 21:53:40.411	89
44650	116659	31632	224,16	0,92	3	SET	[Ok]	10/19/2007 21:53:40.635	89
44651	116660	31633	208,1	0,86	3	SET	[Ok]	10/19/2007 21:53:40.843	89
44652	116661	31634	224,43	0,85	3	SET	[Ok]	10/19/2007 21:53:41.067	89
44653	116662	31635	223	0,79	3	SET	[Ok]	10/19/2007 21:53:41.290	89
44654	116663	31636	208,37	0,78	3	SET	[Ok]	10/19/2007 21:53:41.499	89
44655	116664	31637	223,6	0,77	3	SET	[Ok]	10/19/2007 21:53:41.722	89
44656	116665	31638	208,1	0,73	3	SET	[Ok]	10/19/2007 21:53:41.930	89
44657	116666	31639	223,88	0,69	3	SET	[Ok]	10/19/2007 21:53:42.154	89
44658	116667	31640	208,26	0,66	3	SET	[Ok]	10/19/2007 21:53:42.362	89
44659	116669	31641	223,7	0,64	3	SET	[Ok]	10/19/2007 21:53:42.586	89
44660	116670	31642	232,58	0,63	3	SET	[Ok]	10/19/2007 21:53:42.819	89
44661	116671	31643	199,34	0,61	3	SET	[Ok]	10/19/2007 21:53:43.018	89
44662	116672	31644	223,78	0,59	3	SET	[Ok]	10/19/2007 21:53:43.242	89
44663	116673	31645	209,34	0,57	3	SET	[Ok]	10/19/2007 21:53:43.451	89
44664	116674	31646	224,79	0,58	3	SET	[Ok]	10/19/2007 21:53:43.676	89
			9792997,57	117609,24	136960,24				
			219,26	1,01	4,33				
	Reverse								
	Packet	Sequence	Delta (ms)	Jitter (ms)	IP BW (kbps)	Marker	Status	Date	Length

Para hallar los resultados anteriores se decodifica el tráfico UDP como tráfico RTP, con lo que se puede determinar en qué sitio se transmitió con H.323 o relacionados, y se procede a hacer una estadística donde se muestren los flujos de datos por puerto UDP usado, se selecciona el flujo de datos más grande y se lo analiza con el mismo Ethereal. Se hace un volcado a Excel del resultado.

Primero se cuentan los paquetes con los que se va a operar matemáticamente, se suman las columnas correspondientes y se promedian contra el total de paquetes.

Una muestra más amplia de los datos para el Escenario 2, consta en el Anexo E.

Los parámetros monitoreados y que rigen la Calidad de Servicio en la RM en el Escenario 2 se muestran a continuación:

Cuadro 4.2: (Cuadro de Resultados para Escenario 2)

Ancho de Banda	Retardo	Variación (Jitter)	Tasa de pérdida de paquetes (%)
4.33 Kbps	219.26 ms	1.01 ms	0.29

En el Escenario 2, la QoS queda definida por los valores que han tomado los parámetros de calidad de servicio:

- 1. Ancho de Banda:** Es de 4.33 Kbps y es un valor que se obtuvo aplicando criterios de análisis en Ethereal, tales como decodificación de los paquetes UDP como paquetes RTP (Real Time Protocol) con lo que se obtienen datos calculados durante la operación.
- 2. Retardo:** Se tiene un retardo de 219.26 ms, como producto del retardo total de los paquetes enviados y recibidos.
- 3. Variación en el retardo o Jitter:** Es de 1.01 ms, resultado como consecuencia de los paquetes que llegan antes o después del tiempo de latencia promedio.

- 4. Tasa de pérdida de paquetes:** Es de 0.29 % e indica el porcentaje de paquetes que se perdieron al realizar la transmisión de la Videoconferencia, siendo su número total de 129 paquetes que se perdieron.

4.4.3.- Resultados Finales

Cuadro 4.3: (Cuadro Comparativo de QoS en Escenarios 1 y 2)

Resultados	Ancho de Banda	Retardo	Variación	Tasa de pérdida de paquetes (%)
Escenario 1 (QoS)	3.09 Kbps	217.98 ms	2.66 ms	0.33
Escenario 2 (sin QoS)	4.33 Kbps	219.26 ms	1.01 sec	0.29
Diferencia	1.24 Kbps	1.28 ms	1.65 sec	0.04

Al realizar una comparación entre los cuadros de resultados para cada uno de los Escenarios se puede notar que a pesar de que la variación del retardo no fue controlada de forma satisfactoria, si se logro que el retardo sea menor en el Escenario 1, lo cual en primera instancia garantizaría que hubo una comunicación fluida, el valor inferior de retardo garantizaría una comunicación sin eco y traslape de la voz y en cuanto al video haría que los frames lleguen a su debido tiempo y no haya desfase entre dichos componentes de la videoconferencia.

El retardo muestra cuanto tiempo le tomo a cada paquete pasar de un equipo a otro con el switch configurado con o sin QoS de por medio. Con QoS el switch encolaba cada paquete y lo prefería en lugar de otra clase de paquete y trataba de hacerlo llegar con prioridad al destino.

Sin QoS en cambio cada paquete siguió el camino con ancho de banda sobrante a través del switch, por lo que no tuvo prioridad y al seguir un camino no dirigido, entonces se demoró más en llegar.

El valor superior de jitter en el escenario con QoS nos dice que para dichas condiciones se haría necesaria la utilización de jitter buffers, pues aunque el retardo es menor, el jitter aumenta.

Esto nos muestra que no todos los paquetes llegaron en orden y que aunque varios de ellos pasaron por la cola QoS, otros no siguieron la misma ruta.

El jitter buffer almacena en cache los paquete antes de ser entregados, los ordena y los despacha lo cual ayudaría al problema de la distorsión adicional que eventualmente se produciría por este efecto.

El ancho de banda usado esta dado en función del tráfico máximo que se produjo en el sistema. En el Escenario 2 se da un aumento en el ancho de banda debido a que se inyectaron más datos a la operación, por ejemplo se aumento la calidad del video o se abrió una aplicación compartida, o se transfirió archivos entre equipos a través del mismo NetMeeting.

En cuanto a la pérdida de paquetes, esto es una condición particular de la red que puede deberse a factores como errores en el adaptador de red en determinado momento, lo cual exige una retransmisión de datos.

4.5.- Resumen

En el Capítulo anterior se realizó la Implementación del LM, en el que se configuró la QoS en el Switch *Cisco WS-C3750-48TS*, el Sniffer PRTG, el analizador de protocolos Ethereal y el servidor de audio/video Netmeeting en cada una de las Estaciones de Trabajo.

Se delimitaron dos tipos de escenarios, el Escenario 1 marcado por un Switch con QoS y el Escenario 2 en el que el dispositivo carecía de la misma.

Una vez que se instaló las aplicaciones necesarias y se configuró cada uno de los elementos de la RM, se puso en ejecución la Videoconferencia, con el fin de cargar la red que inicialmente no contaba con tráfico inelástico y así realizar las pruebas en cada uno de los escenarios respectivos.

Cuando ya se recopilaron los datos arrojados por el PRTG y Ethereal en cada escenario, seguidamente se procedió a realizar el respectivo análisis de los parámetros de QoS, los mismos que permitieron evaluar como cambió la gestión del Switch cuando se desarrolló en el Escenario 1 y en el Escenario 2, presentando finalmente los resultados.

Capítulo 5

5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- Conclusiones

De lo desarrollado se desprenden las siguientes conclusiones

- En una primera instancia las pruebas se realizaron con el Switch *3Com 3870* que fue proporcionado por la Facultad, en este dispositivo se configuró QoS en las colas; pero los datos que se obtuvieron con este tipo de configuración de QoS no fueron los esperados; ya que se recopilaron valores que no estaban dentro de los rangos estimados. Entonces se vio la necesidad de buscar otra alternativa, que en este caso fue el Switch *Cisco WS-C3750-48TS*, con este dispositivo se cumplía con lo requerido en la ejecución de las pruebas; porque se permitió que se configure QoS de acuerdo a puertos específicos (puertos de la Videoconferencia).
- El Switch *Cisco WS-C3750-48TS* tiene un backplane de 32 Gbps, el tráfico que se generó en las pruebas no fue demasiado intenso, razón por la cual no se abarcó el ancho de banda total de 1Gbps, impidiendo que se haga evidente la provisión de QoS en los puertos 1 y 2 referentes al Escenario 1.
- Para llegar a saturar el canal disponible, es necesario contar con aplicaciones que superen el 1Gbps; puesto que en las pruebas realizadas por más que se generó tráfico intenso no se llegó al nivel esperado, haciéndose imperceptible y hasta nula la provisión de QoS por parte del Switch.

- NetMeeting fue la aplicación recomendada para la realización de la Videoconferencia en la red LAN punto a punto; pero no para el cumplimiento de los propósitos en cuanto a QoS; ya que tan solo ocupa un ancho de banda de 400Kbps haciendo que el Switch la tome como un tráfico cualquiera sin brindarle ningún tipo de prioridad y por consiguiente haciendo imposible la visualización de la QoS en los Escenarios planteados.

5.2.- Recomendaciones

- Cuando se implemente un Proyecto para medir QoS se recomienda que se desarrolle en una red WAN, en la que existan aplicaciones que exijan un valor mínimo en cuanto a la capacidad del enlace y en la que se pueda determinar claramente el uso del Modelo DiffServ para provisión de QoS, ya que por la naturaleza que tiene NetMeeting y las características en cuanto a administración del ancho de banda por parte del Switch *Cisco WS-C3750-48TS* fueron causas determinantes para que no se logre diferenciar la QoS en los distintos escenarios .
- Si se va a realizar una Videoconferencia, se hace imprescindible la utilización de equipos físicos de VoIP, que permitan configurar parámetros como ancho de banda máximo a usarse, con lo que se podría planificar y dimensionar la red sobre la cual se va a trabajar.

Bibliografía

Wong, P; Traffic Policing; Hewlett Packard's IDACOM Telecom Operation.

Wang, Z. & Kauffman, M.; Internet QoS. Architectures and mechanisms for QoS

Sha, S. Sathaye; (1993); A Systematic Approach to Designing Distributed Real-Time Systems; IEEE Computer, vol.26, no 9.

Zhang, H; (1995); Service Disciplines in Packet-Switching Networks Proc. IEEE

Firoiu, V. & Le Boudec, Y. & Towsley, D.; Advances in Internet Quality services; Technical Report no. DSC2001.

- Cisco - Comparing Traffic Policing and Traffic Shaping for Bandwidth Limiting
http://www.cisco.com/en/US/tech/tk543/tk545/technologies_tech_note09186a00800a3a25.shtml - .com/

- Cisco – Policing and Shaping Overview
http://www.cisco.com/en/US/products/sw/iosswrel/ps1835/products_configuration_guide_chapter09186a00800bd8ed.html

- Cisco – Policing and Shaping Overview
http://www.cisco.com/en/US/products/sw/iosswrel/ps1835/products_configuration_guide_chapter09186a00800bd8ed.html

- IETF, Intserv Working Group
<http://www.ietf.org/html.charters/intservcharter.html>

- IETF, Diffserv Working Group
<http://www.ietf.org/html.charters/diffservcharter.html>

- <http://www.ipv6forum.com>
- <http://www.ahciet.net/REVISTA/90/qos.pdf>
- <http://www.itu.int>
- <http://www.ietf.org>
- <http://www.instat.com>
- <http://www.mpeg.org>
- <http://www.ieee.org> .
- <http://www.sun.com>
- <http://www.6bone.net>

-
- <http://www.ipv6.org>
 - <http://www.zama.net>
 - <http://www.gartner.com>
 - <http://www.ieee802.org/>