



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE  
SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES CON  
MENCION EN GESTIÓN EMPRESARIAL**

**TEMA:**

**“Evaluación para el Control de Tráfico y QoS en el entorno  
de redes de datos mediante Tecnología MIKROTIK”**

**ELABORADO POR:**

**Andrea Fernanda Zamora Cortázar**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**2014**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por la Srta. **ANDREA FERNANDA ZAMORA CORTÁZAR** como requerimiento parcial para la obtención del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL EN TELECOMUNICACIONES.**

Guayaquil, Agosto del 2014

**DOCENTE TUTOR**

---

**Ing. Carlos Romero**

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

---

**Ing. Miguel Armando Heras**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**  
**MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL EN TELECOMUNICACIONES**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, Andrea Fernanda Zamora Cortázar**

**DECLARO QUE:**

El proyecto de grado denominado “**Evaluación para el Control de Tráfico y QoS en el entorno de redes de datos mediante tecnología MIKROTIK**”, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, Agosto del 2014

**AUTOR**

---

**ANDREA FERNANDA ZAMORA CORTÁZAR**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

## INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

### AUTORIZACIÓN

**Yo, Andrea Fernanda Zamora Cortázar**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del trabajo de Titulación **“Evaluación para el Control de Tráfico y QoS en el entorno de redes de datos mediante tecnología MIKROTIK”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, Agosto del 2014

**AUTOR**

---

**ANDREA FERNANDA ZAMORA CORTÁZAR**

## **AGRADECIMIENTOS**

Sin lugar a dudas no podría haber llegado a este satisfactorio y gratificante momento sin la guía de Dios, ya que con su ayuda estoy luchando por mis objetivos y por supuesto permitirme culminar uno de ellos, como lo es el poder ser una Ingeniera en Telecomunicaciones.

Un apoyo fundamental ha sido el de mis padres a quienes les estaré eternamente agradecida por guiarme con sus buenos principios y no dejarme caer en ningún momento. A mis profesores por sus sabios conocimientos compartidos, en especial a mi querido Tutor el Ing. Carlos Romero a quien no dejaré de agradecerle su motivación y profesional ayuda.

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de titulación se lo dedico a Dios, a mis padres, mis hermanos, a mis abuelos en especial mi abuelito Eduardo Cortázar quien fue y será mi ejemplo a seguir por su lucha constante, a mí enamorado; quiénes son y serán siempre mi motor fundamental para cumplir mis metas propuestas.



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACION TECNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA: INGENIERIA EN TELECOMUNICACIONES**

**CALIFICACIÓN**

---

## **CONTENIDO**

### **CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN**

<b>1.1.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.</b> .....	16
<b>1.2.-JUSTIFICACIÓN.</b> .....	16
<b>1.3.-OBJETIVOS</b> .....	17
<b>1.3.1.-OBJETIVO GENERAL</b> .....	17
<b>1.3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.</b> .....	17
<b>1.4.-TIPO DE INVESTIGACIÓN.</b> .....	18
<b>1.5.-METODOLOGÍA.</b> .....	18
<b>1.6.-HIPÓTESIS.</b> .....	19

## **MARCO TEÓRICO**

### **CAPÍTULO 2: INTRODUCCIÓN A MIKROTIK**

<b>2.1.- QUE ES MIKROTIK</b> .....	20
<b>2.2.- SISTEMA OPERATIVO ROUTEROS</b> .....	20
<b>2.3.- REDES DE VOZ, VIDEO Y DATOS</b> .....	21
<b>2.3.1-FUNDAMENTOS DE TELEFONÍA IP</b> .....	21
<b>2.3.2.- FUNDAMENTOS DE VIDEO SOBRE IP</b> .....	23
<b>2.3.3.- PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN SIP Y H.323</b> .....	24
<b>2.3.4.- PROTOCOLO DE TRANSPORTE EN TIEMPO REAL RTP.</b> .....	24



2.3.5.-REDES DE NUEVA GENERACIÓN NGN.....	25
2.3.6.-REDES DE DATOS .....	26
2.3.6.1.- REDES IP .....	30

## **CAPÍTULO 3: REDES DE ACCESO**

3.1.- INTRODUCCIÓN A LA FIBRA ÓPTICA.....	33
3.1.1.-RED ÓPTICA PASIVA EPON.....	36
3.1.2.-RED ÓPTICA PASIVA GIGABIT ETHERNET GPON.....	36
3.2.- RADIO ENLACES .....	37
3.3.- LÍNEA SUSCRIPTORA DIGITAL XDSL.....	38
3.4.- CABLE MODEM .....	39

## **CAPÍTULO 4: CALIDAD DE SERVICIO QOS**

4.1.-CALIDAD DE SERVICIO EN TELEFONÍA IP .....	41
4.2.-CALIDAD DE SERVICIO EN STREAMING DE VIDEO IPTV .....	42
4.3.-CALIDAD DE SERVICIO EN DATOS.....	43
4.4.- COLAS SIMPLES .....	43
4.5.-ÁRBOL DE COLAS.....	44
4.6.-TIPOS DE COLAS .....	44
4.7.-COLAS POR CONEXIÓN (PCQ).....	46

## **APORTACIONES**

### **CAPÍTULO 5: ESCENARIOS DE EVALUACIÓN**

<b>5.1.-EVALUACIÓN EN EL ESCENARIO DE CONTROL DE TRÁFICO DE DATOS UTILIZANDO COLAS SIMPLES .....</b>	<b>47</b>
<b>5.2.-EVALUACIÓN EN EL ESCENARIO DE CONTROL DE TRÁFICO UTILIZANDO COMPARTICIÓN Y MARCADO DE PAQUETES HTTP Y HTTPS .....</b>	<b>57</b>

### **CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

<b>6.1.-CONCLUSIONES .....</b>	<b>65</b>
<b>6.2.- RECOMENDACIONES .....</b>	<b>66</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>67</b>

### **ÍNDICE DE FIGURAS**

#### **CAPÍTULO 2:**

<b>FIG N°2.1:FORMATO BÁSICO DE UNA DIRECCIÓN IP CON SUS 32 BITS AGRUPADOS EN 4 OCTETOS .....</b>	<b>30</b>
<b>FIG N°2.2 :CABECERA PRINCIPAL IPV4 DE 20 BYTES + OPCIONES .....</b>	<b>31</b>
<b>FIG N°2.3: CABECERA PRINCIPAL IPV6 DE 12 A 8 CAMPOS (40 BYTES).....</b>	<b>31</b>

### **CAPÍTULO 3:**

<b>FIG N°3.1:ESTIMACIÓN CRECIMIENTO MUNDIAL SUBSCRIPTORES DE BANDA ANCHA .....</b>	<b>34</b>
<b>FIG N°3.2:TECNOLOGÍAS DE ACCESO USANDO COBRE Y FIBRA ÓPTICA .....</b>	<b>35</b>
<b>FIG N°3.3:ARQUITECTURA DE LAS REDES PON.....</b>	<b>35</b>
<b>FIG N°3.4:DIAGRAMA DE COMUNICACIÓN CABLE MODEM .....</b>	<b>39</b>

### **CAPÍTULO 5:**

<b>FIG N°5.1:REPRESENTACIÓN DEL ESCENARIO #1: COLAS SIMPLES .....</b>	<b>48</b>
<b>FIG N°5.2:AUTENTICACIÓN PARA GESTIÓN DE SISTEMA OPERATIVO ROUTEROS POR MEDIO DEL SOFTWARE WINBOX .....</b>	<b>49</b>
<b>FIG N°5.3: CONFIGURACIÓN DEL BRIDGE.....</b>	<b>49</b>
<b>FIG N°5.4: ASOCIACIÓN DE LAS INTERFACES AL BRIDGE .....</b>	<b>50</b>
<b>FIG N°5.5:CONFIGURACIÓN DE DIRECCIONES IP A LAS INTERFACES ....</b>	<b>51</b>
<b>FIG N°5.6:CONFIGURACIÓN DE TRADUCCIÓN DE DIRECCIONES DE RED.....</b>	<b>52</b>
<b>FIG N°5.7: SE REALIZA LA ACCIÓN DE ENMASCARADO PARA EL NAT.....</b>	<b>53</b>
<b>FIG N°5.8: CREACIÓN DE LA RUTA PREDETERMINADA.....</b>	<b>53</b>
<b>FIG N°5.9:CREACIÓN DE LAS COLAS SIMPLES .....</b>	<b>54</b>
<b>FIG N°5.10: DETALLE DE LAS COLAS SIMPLES CREADAS.....</b>	<b>55</b>
<b>FIG N°5.11:PRUEBA DEL HOST ESCRITORIO SATURANDO LA CAPACIDAD MÁXIMA.....</b>	<b>56</b>
<b>FIG N°5.12: PRUEBA DEL HOST LAPTOP SATURANDO CAPACIDAD.....</b>	<b>56</b>
<b>FIGN°5.13:SATURACIÓN DE AMBAS COLAS .....</b>	<b>57</b>

<b>FIG N°5.14:REPRESENTACIÓN DEL ESCENARIO #2: ÁRBOL DE COLAS.....</b>	<b>58</b>
<b>FIG N°5.15:CREACIÓN DE LA LISTA DE CONTROL DE ACCESO QUE ALBERGA EL SEGMENTO DE RED DE ÁREA LOCAL UTILIZADO .....</b>	<b>58</b>
<b>FIG N°5.16:CONFIGURACIÓN DE ENMARCADO DE PAQUETES .....</b>	<b>59</b>
<b>FIG N°5.17: ASOCIAR EL ENMARCADO DE PAQUETES A LOS HOST.....</b>	<b>60</b>
<b>FIGN°5.18:CREACIÓN DEL ÁRBOL DE COLAS .....</b>	<b>61</b>
<b>FIG N°5.19:AGREGAR A LOS HIJOS.....</b>	<b>62</b>
<b>FIG N°5.20:HOST ESCRITORIO CONSUME EL ANCHO DE BANDA DE LA COLA 2 A 1 .....</b>	<b>62</b>
<b>FIGN°5.21:HOST LAPTOP SATURA EL ANCHO DE BANDA DE LA COLA COLA 2 A 1.....</b>	<b>63</b>
<b>FIG N°5.22:HOST COMPITEN POR EL USO DE ANCHO DE BANDA EN LA COLA DE 2 A 1 .....</b>	<b>64</b>

## **ÍNDICE DE TABLAS**

### **CAPÍTULO 2:**

<b>TABLA N°2.1:MODELO DE INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS OSI ...</b>	<b>27</b>
<b>TABLA N°2.2:RESUMEN ENTRE LOS PROTOCOLOS DE INTERNET IPV4 E IPV6 .....</b>	<b>32</b>

### **CAPÍTULO 3:**

<b>TABLA N°3.1:DIFERENCIAS ENTRE MEDIOS DE COBRE Y DE FIBRA ÓPTICA .....</b>	<b>33</b>
<b>TABLA N°3.2:DIFERENCIAS DE TECNOLOGÍAS PON Y GPON .....</b>	<b>37</b>
<b>TABLA N°3.3:COMPARACIÓN ENTRE ADSL Y OPERADORES DE CABLE .....</b>	<b>40</b>

#### **CAPÍTULO 4:**

<b>TABLA N°4.1:VALORES MÍNIMOS PARA UNA BUENA CALIDAD DE SERVICIO .....</b>	<b>42</b>
---	-----------

<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS .....</b>	<b>70</b>
-----------------------------------	-----------

## **RESUMEN**

Este trabajo de titulación consiste en la evaluación del control de tráfico de datos utilizando tecnología Mikrotik, el cual posee diversas características de calidad de servicio nativas embebidas en su sistema operativo routerOS, permitiendo acoplarse a redes de datos pequeñas o a gran escala con el fin de mejorar el rendimiento de la red optimizando recursos físicos y lógicos priorizando, segmentando y brindando niveles de compartición de tráfico, discriminado por direcciones IP de origen o tipo de comunicación, realizando marcado de paquetes, utilizando colas simples y árbol de colas.

Las evaluaciones se basan en un diseño de una red pequeña con dos host conectados a un dispositivo de capa tres o router, por lo que se analiza en primer instancia la cola simple, la cual cumple la función de segmentación de ancho de banda tanto de carga como de descarga por cada equipo en la red. Adicional se analiza el comportamiento del árbol de colas en la topología de red diseñada, implementando marcado de paquetes con reglas mangle, la cual hereda el comportamiento de segmentación de las colas simple complementando niveles de compartición y discriminando por tipo de comunicación, creando una cola master o padres con sus respectivas colas hijas y observando diferentes casos de consumo del tráfico IP.

## **ABSTRACT**

This graduation paper work consists on the evaluation of the traffic data control, using the well-known Mikrotik technology, which has diverse characteristics for QoS, embedded in its native operating system (routerOS), allowing great performance around small or large networks, with the pursuit of improvement of physical and logical resources, it also permits to segment the levels of traffic sharing, by assigning a permanent and exclusive bandwidth, it could be by an origin IP address, or for the type of communication by performing packet marking, using simple queues or tree queues.

The evaluations are based on a design of a small network with two hosts directly connected to a layer 3 device or a router, so that in first instance, is necessary to analyze the simple queues, which performs the segmentation of the bandwidth, both, input and output traffic, for each device in the network. Further, the tree queue behavior is analyzed in the designed network topology by implementing packet marking with mangle rules, which inherits the behavior of a simple queues segmentation, becoming a complement for the sharing levels and excluding the traffic by the type of communication, creating one simple master queue or parents with its own slave queues, creating different classes of IP traffic flow.

## **CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Planteamiento del Problema**

Se conoce que el ancho de banda es muy limitado por lo cual los enlaces de datos se pueden saturar, causando que los servicios primordiales tales como la voz y el video no tengan la suficiente estabilidad al momento de la transmisión de manera adecuada. Una inapropiada implementación en la red producirá un bajo rendimiento de la misma.

De lo mencionado anteriormente: ¿Cómo incide el control de tráfico y calidad de servicio (QoS) en un entorno de redes de datos para que estos fluyan adecuadamente?

### **1.2 Justificación**

Debido a la gran afluencia de datos el manejo de ancho de banda, uso de direcciones IP, son recursos que a través del tiempo han logrado ser una fuente que nos permite obtener una comunicación, la misma que se ha visto saturada en los canales de tráfico debido a una mala compartición de recursos de red, lo que nos conlleva en el entorno hacer el uso inmediato de las nuevas tecnologías, tales como el servicio de internet que son provenientes de los muchos proveedores de servicio de internet que hoy en día nos brindan este medio de alta necesidad.



Este recurso cada día se incrementa a mayor escala por lo que es acorde considerar y concientizar el debido control de tráfico, para poder brindarles a los usuarios finales una calidad de servicio con el objetivo de que siga incrementándose en el medio actual con el debido control a establecerse, pero a su vez minimizando los problemas potenciales. Para ello se podrá aplicar ciertas herramientas con los conocimientos previos a ejecutar y lograr un sistema adecuado de trabajo.

Este trabajo contribuirá a llevar a cabo un control, priorización, segmentación y compartición en un ambiente de red de área local, como puede ser la red de una universidad o empresa; o a nivel de redes metropolitanas para proveedores de servicio de internet.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Evaluar la incidencia del control de tráfico y calidad de servicio QoS en entornos de redes de datos mediante el uso de tecnología Mikrotik y el software winbox para configurar un router Mikrotik.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

1. Estudiar y describir la fundamentación teórica de control de tráfico y calidad

de servicio en los equipos Mikrotik.

2. Realizar pruebas y comprobar que se cumpla con los requisitos de control de tráfico y especificaciones QoS en la práctica.
3. Comparar las tasas de transmisión y recepción a nivel de tecnologías de acceso.
4. Analizar un entorno de red donde se aplicará el control de tráfico y QoS.
5. Evaluar la red utilizando el software winbox para configuración del router Mikrotik, con el cual se demostrara la función y aplicación para priorizar, segmentar y compartir el tráfico.

#### **1.4 Tipo de Investigación**

El presente trabajo de titulación tiene un enfoque temático: Aplicativa, pre-experimental. Tiene un alcance: Descriptiva – Explicativa.

#### **1.5 Metodología**

Para alcanzar los objetivos propuestos, se seleccionaron los siguientes métodos de investigación:

Método de análisis.

Método de organización.

Método de investigación acción y exploratoria.

Métodos de comprobación y de observación (pre-experimental), cuasi-cuantitativa.

## **1.6 Hipótesis**

Mediante las evaluaciones del control de tráfico y calidad de servicio QoS se demostrará la priorización del mismo, evitando un congestionamiento y consumo de recursos, para que su compartición sea más eficiente.

## MARCO TEÓRICO

### CAPÍTULO 2: INTRODUCCIÓN A MIKROTIK

#### 2.1 ¿Que es Mikrotik?

Mikrotik es una tecnología de equipos de telecomunicaciones que pueden funcionar como dispositivos de capa de enlace de datos o capa dos de acuerdo al modelo estándar OSI, o capa de red y en algunos casos como dispositivos de capa de aplicación o capa siete de acuerdo al modelo estándar OSI. Mantienen una compatibilidad con equipos de diferentes marcas y tecnologías como Cisco, Huawei, Dell, Hp, 3com, etc.

Esta tecnología es muy adquirida por los proveedores de servicio de internet en ambientes académicos y proceso de pruebas ya que a diferencia de otras tecnologías, su interfaz gráfica a los usuarios, es amigable y de fácil entendimiento.

(Mikrotik, 2013)

#### 2.2. Sistema Operativo RouterOS

El sistema operativo routerOS está basado en el kernel de linux, es soportado en hardware Mikrotik, router board e intel PC basados en arquitectura x86. Este sistema

operativo tiene embebido varias características de firewall; control de tráfico, priorización de paquetes, marcado de paquetes, calidad de servicios entre otras. Además soporta protocolos de capa de red o capa tres de acuerdo al modelo estándar OSI como OSPF, RIP, BGP y de capa de enlace de datos o capa dos como spanning tree protocol STP.

El software del sistema operativo en mención mantiene escuchando servicios de capa de aplicación o capa siete con los puertos 23 telnet, 22 SSH, 80 Web y 8291 a winbox que es una herramienta de escritorio de gran utilidad para la administración y gestión del software del sistema operativo, la misma que se caracteriza por tener una interfaz gráfica a los usuarios amigable.

## **2.3 Redes de Voz, Video y Datos**

### **2.3.1: Fundamentos de Telefonía IP**

La telefonía IP nos brinda la posibilidad de transmisión de la voz a través de los paquetes de datos sobre el protocolo IP, el cual permite integrar la voz y los datos en la misma red. Una de las ventajas que brinda la telefonía IP es que es un sistema centralizado por la unificación de dos redes voz y datos por lo tanto el mantenimiento del mismo y la administración son mínimos.

Los costos de la telefonía IP son muy bajos con respecto a los de la telefonía

convencional, con la ventaja de realizar llamadas sin costo dentro del mismo segmento de red. Los teléfonos IP son dispositivos basados en software, admite la comunicación entre dos dispositivos del mismo segmento de red o redes externas públicas a través del protocolo IP, es similar a los teléfonos convencionales y puede tener la presentación en forma de software o soft-phone.

La voz sobre IP permite la transmisión de la señal de la voz la cual pasa por un proceso de compresión y digitalización por medio de protocolos, la señal de la voz se empaqueta dividiéndose y preparándose para ser transmitida a través de la red de los datos.

Los sistemas de comunicación realizan un proceso de paquetización de la voz, por lo contrario las comunicaciones tradicionales digitalizan las señales de voz.

En una red de datos los paquetes de la voz se manejan como paquetes de los datos, la estructura del paquete de la voz contiene cinco elementos los cuales se mencionan a continuación:

- Carga útil.

- RTP.

- UDP.

- IP.

-Ethernet. (Anaya., 2013)

### 2.3.2 Fundamentos de Video sobre IP

El protocolo de internet - televisión IPTV es un sistema del cual los servicios de televisión se difunden a través del protocolo de internet IP, en lugar de utilizar los tradicionales usos como la señal de vía satélite, la televisión por cable, etc. El protocolo de internet -televisión ofrece la posibilidad de transmitir los medios de comunicación en lotes más pequeños, directamente de la fuente.

Los servicios del protocolo de internet –televisión se pueden clasificar en tres grandes grupos:

- Televisión en vivo: con o sin interactividad relacionada con el programa de televisión actual;

- Televisión en diferido: catch-up TV (vuelve a reproducir el programa de televisión que se transmitió hace horas o días), puesta sobre la televisión (las repeticiones del programa de televisión actual desde su inicio);

- Video a pedido VOD: navegar por un catálogo de vídeos no relacionada con la programación de televisión.

El protocolo de internet–televisión se ha desarrollado y desplegado principalmente por grandes proveedores de telecomunicaciones, como un producto de sustitución competitiva de cable digital y servicios satelitales. Por lo tanto, los sistemas del protocolo de internet –televisión suelen utilizar una infraestructura de

red de datos y el proveedor de servicios del protocolo de internet–televisión es también el proveedor de servicio de internet.

### **2.3.3 Protocolos de Señalización SIP y H.323**

#### **- Protocolo de inicio de sesión SIP:**

El protocolo de inicio de sesión es un protocolo punto a punto de señalización, considerado como un estándar para conferencia multimedia, es sencillo realizar implementaciones utilizando el protocolo SIP al igual que otros protocolos de VOIP, es usado para establecer, mantener y terminar las llamadas entre dos o más usuarios.

#### **-Protocolo H.323:**

El protocolo H.323 es un conjunto de protocolos que trabajan para cumplir funcionalidades necesarias punto a punto en una red convergente, cumple servicios como control de conferencia, señalización básica y calidad de servicio. Se basa en TCP, IP y UDP así como el protocolo de transporte en tiempo real RTP.

### **2.3.4 Protocolo de Transporte de tiempo real (RTP)**

El protocolo de transporte de tiempo real es un protocolo utilizado para la transmisión de información en tiempo real, como por ejemplo audio y vídeo. Trabaja en la capa de sesión o capa cinco, interactúa directamente con el protocolo no orientado a la conexión UDP, debido a que UDP es un protocolo sin corrección de



errores y no asegura que el paquete llegue al destino, ni el orden en el que llegan de acuerdo al que fue originado por lo que es necesario utilizar el protocolo de transporte en tiempo real RTP, en conjunto con el protocolo que realiza la corrección de errores RTCP.

RTP permite identificar el tipo de información transportada y añadir información que nos indique al instante del envío del paquete, de ésta manera se podrá sincronizar el flujo de datos y medir los recargos e incluir el número de secuenciación.

### **2.3.5 Redes de Nueva Generación NGN**

Las redes de nueva generación NGN, es una red de multiservicios la cual puede manejar al mismo tiempo y en un mismo canal de transmisión, la voz, el video y los datos, esta red trabaja con interfaces abiertas lo cual implica el rápido desarrollo de servicios y de aplicaciones.

Esta red usa la tecnología de paquetes de protocolo de internet IP para transportar información de tipo de voz, video y datos. Adicional con una calidad de servicio garantizada para los distintos tipos de tráfico y acuerdos de nivel de servicio. Los servidores de aplicaciones como los servidores DNS, WEB, correo electrónico o servicios en la nube y routers ó dispositivos de capa 3 de acuerdo al modelo estándar OSI, son para internet, datos y servidores de control como las centrales de telefonía

IP; softswitch para la voz y sistemas IP MATV (Televisión de Acceso Múltiple) para la televisión sobre IP.

A nivel de nodos se interconectan por medio de switches o dispositivos de distribución de acuerdo al modelo jerárquico, esto conlleva al nivel de acceso al cliente, capa de acceso o última milla, el cual se puede llevar a cabo mediante un medio guiado como la fibra óptica, cable coaxial, cobre o por un medio no guiado o inalámbrico o satélite. En las redes de nueva generación, todo el tráfico está ligado a la red de protocolo de internet la cual está diseñada para ser una red del mejor esfuerzo conocida como best-effort, lo que quiere decir que no garantiza una calidad de servicio QoS adecuada. Para obtener una calidad de servicio en estas redes se tendrían que satisfacer ciertos requisitos de ancho de banda como lo son la latencia, el jitter, la pérdida de paquetes, el eco en redes de voz sobre IP y los retardos o las pérdidas de tramas en las redes de televisión sobre IP- IPTV. De la misma manera realizar un control de tráfico, utilizando un sistema de compartición de los canales para evitar el congestionamiento en las redes de los datos y de internet.

### **2.3.6 Redes de datos**

En las redes de datos se trabaja con un modelo de comunicación TCP IP que está basado en el modelo estándar OSI, el cual consta de 7 capas que realizan el proceso de encapsulación. A continuación se plantea el funcionamiento de cada una de ellas, mencionadas desde la capa número 7 hasta la capa número uno detallando el proceso

de encapsulación de los datos:

*Tabla N° 2.1: Modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos OSI*

<b>CAPA DE APLICACIÓN</b>	Programas de aplicación que dan las redes.
<b>CAPA DE PRESENTACIÓN</b>	Estandariza la forma en que se presentan los datos a las aplicaciones.
<b>CAPA DE SESIÓN</b>	Gestiona las conexiones entre aplicaciones cooperativas.
<b>CAPA DE TRANSPORTE</b>	Proporciona servicios de detección y corrección de errores.
<b>CAPA DE RED</b>	Gestiona conexiones a través de la red para las capas superiores.
<b>CAPA DE ENLACE DE DATOS</b>	Proporciona servicio de envío de datos a través del enlace físico.
<b>CAPA FÍSICA</b>	Define las características de la red material.

*Fuente: Autor.*

### **Capa de aplicación:**

La capa de aplicación o denominada como la capa número siete de acuerdo al modelo estándar OSI, es la que tiene la interacción entre el hombre y la máquina; entre el usuario y el software directamente. En esta capa la unidad de datos de protocolo conocida como PDU se denomina datos.

### **Capa de presentación:**

La capa de presentación o denominada como la capa número seis de acuerdo al modelo estándar OSI, es la encargada de transformar o dar formatos a los datos de la capa de aplicación y viceversa. Una forma para traducir los datos para que la capa de aplicación pueda receptorlos y entenderlos es que estos sean cifrados para proceder a enviarlos a las capas inferiores.

En esta capa la unidad de datos de protocolo conocida como PDU se denomina datos de la misma manera que la capa superior.

### **Capa de sesión:**

La capa de sesión o denominada como la capa número cinco de acuerdo al modelo estándar OSI, es la encargada de controlar las conexiones entre los equipos de esta forma las establece, las administra, las gestiona y termina las conexiones entre la aplicaciones locales y remotas. Puede brindar conexiones en ambos sentidos full-duplex, half-duplex, o también la operación simplex.

### **Capa de transporte:**

La capa de transporte o denominada como la capa cuatro de acuerdo al modelo estándar OSI, nos proporciona la transferencia del transparente de datos, entre los usuarios locales y remotos por lo que puede establecer transferencias fiables a través del control del flujo de datos, utilizando el protocolo TCP en las capas superiores en el caso de mantener una comunicación orientada a la conexión, de la misma manera en comunicaciones no orientadas a la conexión aunque no son fiables, las cuales son muy utilizadas en las comunicaciones de voz sobre IP y streaming sobre IP, ya que se necesita que la PDU se envíe sin tener que esperar un ACK para enviar el siguiente PDU. La PDU en la capa de transporte se denomina segmento cuando es TCP y cuando la conexión es UDP se denomina datagrama.

### **Capa de red:**

La capa de red denominada como la capa número tres de acuerdo al modelo

estándar OSI, es aquella que identifica a los equipos a través de direcciones IP, es decir proporciona los medios funcionales y se asegura de que tenga un destino de la misma red o a través de redes externas. La unidad de protocolo de datos conocida como PDU se denomina paquete. Uno de los principales dispositivos que trabaja al nivel de la capa 3 es el equipo router que es comúnmente uno de los más utilizados. Esta capa también nos permite realizar la fragmentación y el ensamblaje y errores de entrega de informes.

#### **Capa de Enlace de Datos:**

La capa de enlace de datos o denominada como la capa número dos de acuerdo al modelo estándar OSI, proporciona un identificador a las interfaces de los equipos por direcciones físicas de origen y destino, de esta misma forma mantiene una cola que realiza la función de control de errores o CRC. La unidad de protocolo de datos PDU de la capa de enlace de datos se denomina trama o frame. Los equipos más comunes de la capa de enlace de datos son los equipos switches, y los hubs. Esta capa proporciona un control de acceso al medio.

#### **Capa Física:**

La capa física o denominada como la capa número uno de acuerdo al modelo estándar OSI, es en la que se define las especificaciones eléctricas y físicas de los dispositivos en bits para la comunicación.

La unidad de protocolo de datos conocida como PDU en la capa física se denomina bit.

### 2.3.6.1 REDES IP

El direccionamiento en redes del protocolo de internet IP trabaja en la capa de red o capa tres del modelo de referencia OSI, existen dos versiones en la actualidad; la versión 4 IPv4 y la versión 6 IPv6, actualmente el tráfico de redes IP utiliza el direccionamiento IPv4 pero debido a la escasez de las direcciones IPv4, se está introduciendo al medio el uso de direcciones IPv6 y aunque se pretende que IPv6 lo reemplace en un tiempo, ambos protocolos trabajarán en conjunto.

#### -Formato de Dirección IP versión 4:

En una red con direccionamiento IPv4 cada host tiene asignado una dirección IP de 32 bits, los cuales son divididos en 4 grupos de 8 bits separados por un punto en la representación decimal.

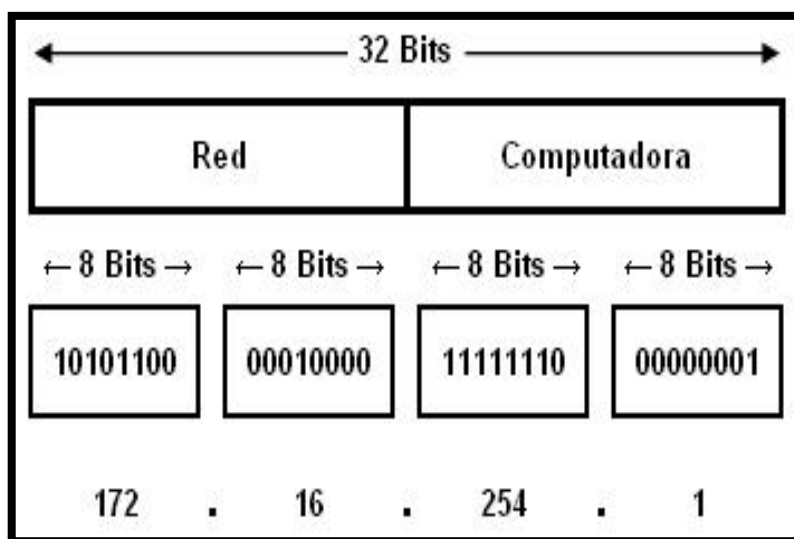


Fig. N°2. 1: Formato básico de una dirección IP con sus 32 bits agrupados en 4 octetos.  
Fuente: (S.C, 2011)

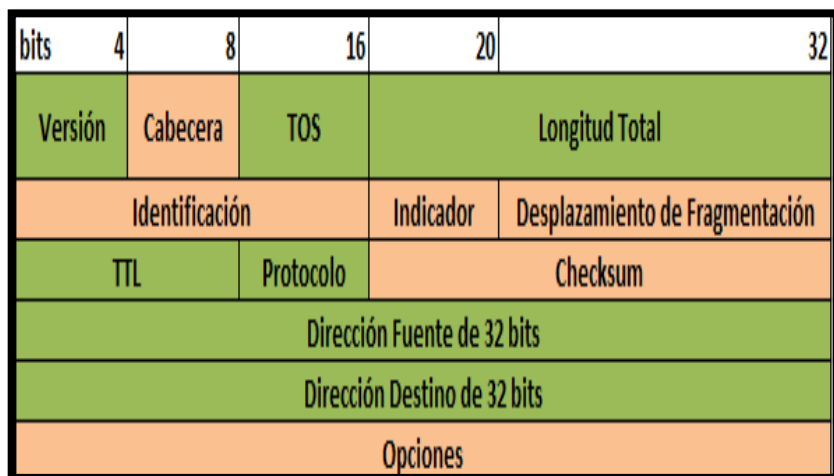


Fig. N°2.2: Cabecera principal IPv4 de 20 Bytes + Opciones.  
Fuente: Autor

### -Direcciones IPv6:

Las direcciones IPv6 permiten la posibilidad de que se le pueda asignar más de una dirección IPv6 a una misma interfaz. Una de las características principales es el amplio direccionamiento que provee en comparación a IPv4, adicional a esto tiene también otra característica importante en la que se destaca la seguridad que brinda. IPv6 aunque tenga más bits en cuanto al tamaño, en comparación a IPv4 el encabezado solo es el doble que el de las direcciones de IPv4. (Corporation, 2010)



Fig. N°2.3: Cabecera principal IPv6 de 12 a 8 campos (40 bytes)  
Fuente: Autor.

Tabla N°2.2: Resumen entre los protocolos de internet IPv4 e IPv6.

<b>Protocolo IPv4</b>	<b>Protocolo IPv6</b>
Espacio de direcciones de 32 bits, es decir: $2^{32} \sim 42 * 10^9$ direcciones IP posibles. Espacio de direcciones de 128 bits, es decir $2^{128} \sim 4*10^{34}$ direcciones IP posibles.	Espacio de direcciones de 128 bits, es decir $2^{128} \sim 3.4 * 10^{34}$ direcciones IP posibles.
Configuración Manual o Dinámica DHCP.	Configuración “Plug y Play”, Manual o Dinámica (DHCP v6).
Políticas de calidad de servicio, se realizan a través del campo Tipo de Servicio (ToS) del paquete IP.	Políticas de calidad de servicio, se realizan a través de los campo Etiqueta de Flujo y Clase de Tráfico.
Seguridad es algo opcional, a través del parche IP Sec.	Seguridad extremo a extremo implementada en forma nativa.
Protocolo no escalable.	Protocolo escalable.

Fuente: Autor

Entre las principales diferencias que proveen los protocolos de IPv4 e IPv6, se plantea que IPv4 utiliza direcciones de 32 bits por lo que se convierte en una limitante ya que hay menos cantidades de direcciones disponibles y por lo tanto podemos tener 4.294.967.296 de direcciones únicas. Con el protocolo IPv6 se utilizan direcciones de 128 bits lo que hace un total de 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456 de hosts utilizables.



## CAPÍTULO 3: REDES DE ACCESO

### 3.1.- Introducción a la Fibra Óptica

La fibra óptica es una tecnología de comunicación que utiliza haces de luz para transportar los datos e información entre un extremo a otro utilizando el principio de la reflexión interna total.

Las principales ventajas que nos brinda este medio son las velocidades de transmisión y la inmunidad a las interferencias electromagnéticas que sufren los medios de cobre y medios inalámbricos.

*Tabla N°3.1: Diferencias entre medios de cobre y de fibra óptica:*

	<b>UTP</b>	<b>STP</b>	<b>COAXIAL</b>	<b>FIBRA ÓPTICA</b>
Tecnología ampliamente probada	Si	Si	Si	Si
Ancho de banda	Medio	Medio	Alto	Muy alto
Hasta 1 Mhz	Si	Si	Si	Si
Hasta 10 Mhz	Si	Si	Si	Si
Hasta 20 Mhz	Si	Si	Si	Si
Hasta 100 Mhz	Si	Si	Si	Si
Canales de video	No	No	Si	Si
Canal Full Duplex	Si	Si	Si	Si
Distancias Medidas	100m 65 Mhz	100m 67Mhz	500 (Ethernet)	2km(Multi) ) 100km (Mono)
Inmunidad Electromagnética	Limitada	Media	Media	Alta

(continuación) Tabla N°3.1: Diferencias entre medios de cobre y de fibra óptica:

Seguridad	Baja	Baja	Media	Alta
Coste	Baja	Medio	Medio	Alto

Fuente: Autor

Los enlaces de la fibra óptica se utilizan tanto para los enlaces troncales entre los nodos de distribución y el núcleo, de la misma manera puede ser utilizado como acceso o de última milla. Debido a esto las tasas de transferencias de información se están incrementando en función exponencial, obligando a los proveedores de telecomunicaciones tomar medidas como las implementaciones de control del tráfico a nivel de la compartición de canales o la calidad de servicio en algunos de los casos.

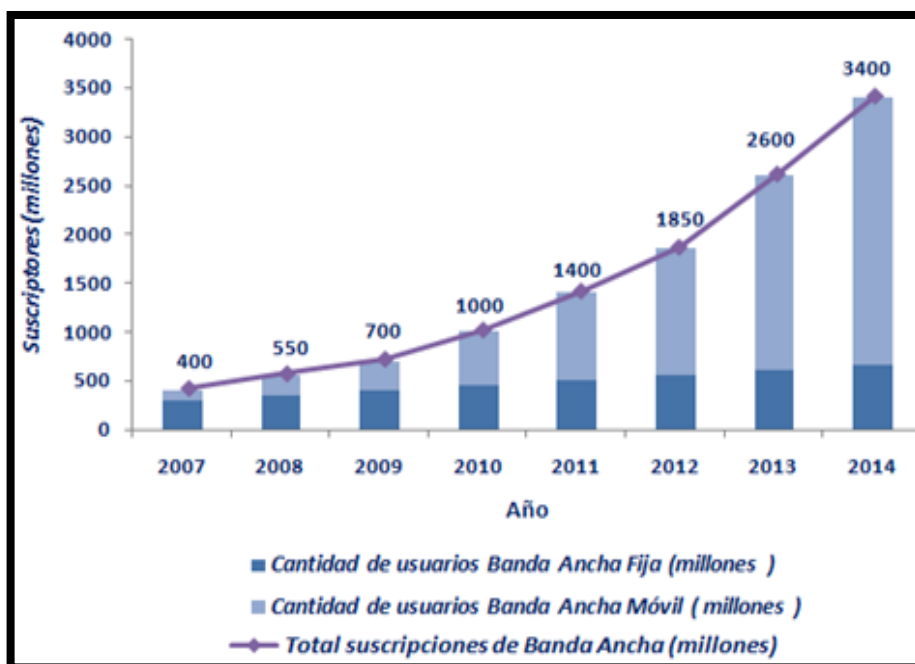


Fig. N°3.1: Estimación crecimiento mundial suscriptores de banda ancha  
Fuente:(Fabián Montealegre, 2010)

A continuación se representa una tecnología de acceso usando cobre y fibra óptica, de esta forma se observa como una red óptica es optimizada para la voz, el

video y los datos:

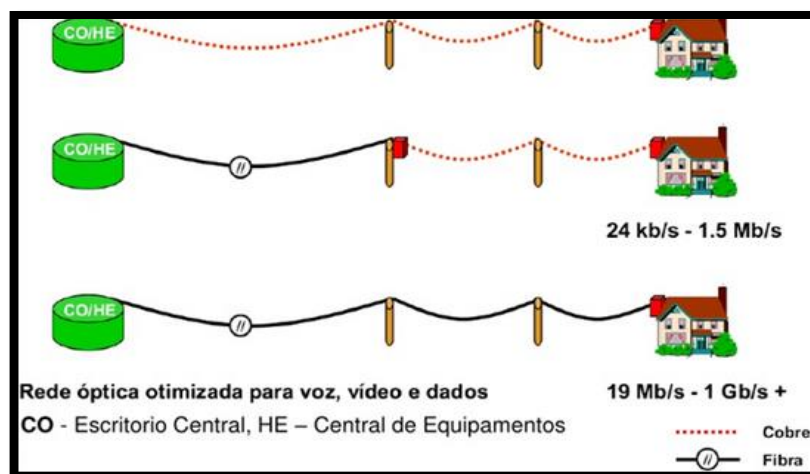


Fig. N°3.2: Tecnologías de acceso usando cobre y fibra óptica.  
 Fuente:(Diego Grosman, Redes Ópticas de Acceso, 2011)

En la Fig. N°3.3 se observa la arquitectura de las redes PON, en donde en una oficina central se conectan los servicios de la voz, el vídeo y los datos hacia un terminal de línea óptica conocido como OLT, llegando a su destino por medio de divisores pasivos conectándose cada uno con una unidad de red óptica ONU o conocido también como terminal de red óptica ONT, hacia sus destinos como lo es en un edificio comercial, un edificio de apartamentos y casas:

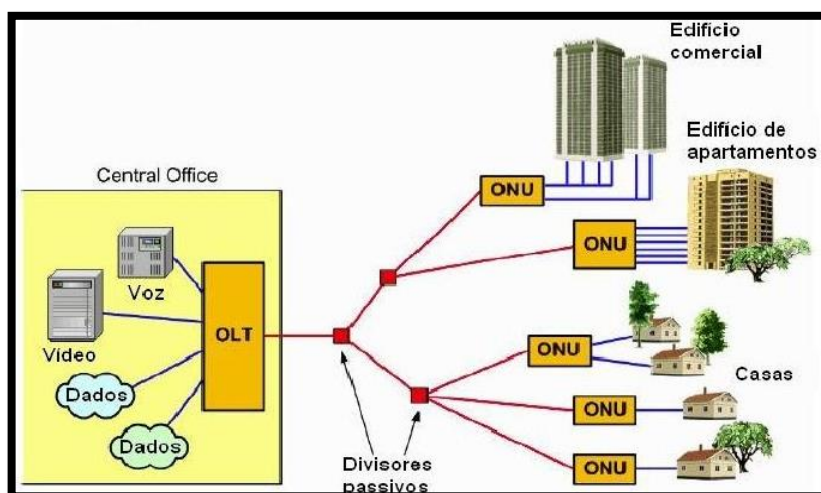


Fig. N°3.3: Arquitectura de las redes PON.  
 Fuente:(Diego Grosman F. A., 2011)

### **3.1.1.-Red Óptica Pasiva EPON**

La red óptica pasiva conocida como EPON, es una tecnología utilizada en países como China, Hong Kong, Taiwán y Corea del Sur, en el cual las tasas de transferencia de descarga y subida de esta tecnología son de 1,25Gbps simétricos.

La tecnología EPON tiene un radio de división hasta 64 suscriptores, es decir la densidad de usuarios por puertos tendría un límite de 64. El alcance lógico de EPON es de distancias hasta de 20km a partir del puerto que origina la señal óptica. (óptica, 2010)

### **3.1.2.-Red Óptica Pasiva Gigabit Ethernet GPON**

La tecnología GPON utilizada en los países de norte América, Latinoamérica y Europa, la capacidad del ancho de banda de descarga y ancho de banda de carga para esta tecnología es de 2,488 Gbps y 1,244Gbps respectivamente. GPON tiene un radio de división hasta 128 terminales, es decir la densidad de usuarios por puertos tendría un límite de 128 terminales. El alcance lógico de GPON es de distancias hasta de 60km a partir del puerto que origina la señal óptica.

A diferencia de la tecnología EPON con seguridad abierta, GPON mantiene seguridad AES.

(Diego Grosman, 2011)

Tabla N° 3.2: Diferencias de tecnologías PON y GPON:

	<b>PON</b>	<b>GPON</b>
Ancho de Banda	1.25Gbps/1.25Gbps	2.48Gbps/1.24Gbps
Número de Suscriptores por PON	64	128
Alcance lógico	20Km	60Km
Seguridad	Ninguna	AES

Fuente: Autor

### 3.2.- Radio Enlaces

En los radio enlaces conocidos como WIFI, a distancias cortas con frecuencias de 5GHz pueden tener anchos de banda de 3Mbps de descarga y 1Mbps de carga; 6Mbps de descarga y 2Mbps de carga; o también 10Mbps de descarga y 3Mbps de carga. Este tipo de radio enlaces tiene como desventaja que la señal se atenúa con obstáculos por lo que es necesario que al momento de implementar el enlace, se debe de tener una línea de vista directa sin obstáculos.

La tecnología de evolución a largo plazo 4G, está basada en el protocolo IP las cuales pueden realizar calidad de servicio. Trabaja con espectros de descarga y de carga de 20Mhz, puede llegar a tener anchos de bandas de 10Mbps de descarga y 10Mbps de carga; 20Mbps de descarga y 20Mb de carga e inclusive pueden llegar a tener una tasa de transferencia de 50Mbps de descarga y 20Mbps de carga. La red 4G es la evolución de la tecnología 3G que mantenían un ancho de banda hasta 3Mbps.

Otro medio no guiados utilizado en la capa de acceso es el radio enlace en banda licenciada que son microondas que pueden tener un ancho de banda de descarga y de

carga de 2Mbp, llegando hasta 1Gb simétrico. Cualquier enlace requiere una solicitud de uso del espectro radioeléctrico al respectivo organismo. Las partes fundamentales que conforman el funcionamiento de este radio enlace son los IDU, ODU, antena y acoplador.

### **3.3.- Línea Suscriptora Digital XDSL**

Esta tecnología permite enviar y recibir datos utilizando la red de líneas telefónicas, por medio de hilos de cobre. Es la evolución del dial up que ahora se encuentra obsoleto, el cual utilizaba 56Kbps de descarga, por lo contrario la tecnología XDSL soporta hasta 8.4Mbps de descarga, este medio de acceso es el común utilizado para redes como hogares o pequeñas empresas.

Tecnologías como la línea suscriptora digital asimétrica ADSL y la línea de abonado digital de velocidad adaptativo ADSL, tienen en común una velocidad máxima de descarga de 1Mbps, 5Mbps y 8Mbps y una velocidad de subida de 16Kbps a 640Kbps.

Entre las aplicaciones más frecuentes de las dos tecnologías en mención, está el acceso a Internet, al video bajo demanda, al acceso remoto a redes de área local más conocidas y mencionadas como las redes LAN, el acceso a bases de datos y multimedia interactiva. La línea del abonado digital de alta velocidad ADSL, es una tecnología que tiene una velocidad máxima de 2,048Mbps y entre sus aplicaciones se encuentran las líneas dedicadas E1/T1, puesto que E1= 32canales de 64kbps cada

uno, de los cuales 31 son para la transmisión de datos y 1 para la señalización y T1= 24 canales de 64kbps cada uno; las interconexión de PBX y las conexiones de la red de área local LAN y conexiones de la red de área amplia WAN.

### 3.4.- Cable Modem

La tecnología de cable modem es una tecnología de acceso, la cual se compone de una conexión que combina una red de fibra óptica y la infraestructura del cable coaxial, lo cual es utilizado para la televisión por cable o redes HFC. A través de mencionada red se puede proporcionar los datos, el video y voz simultáneamente.

El cable modem utiliza y mantiene velocidades desde 2M hasta 50M de descarga y desde 384Kb hasta 20M de carga, dependiendo de la modulación utilizada. En la tecnología de cable modem es factible aplicar la calidad de servicio y el control de tráfico.

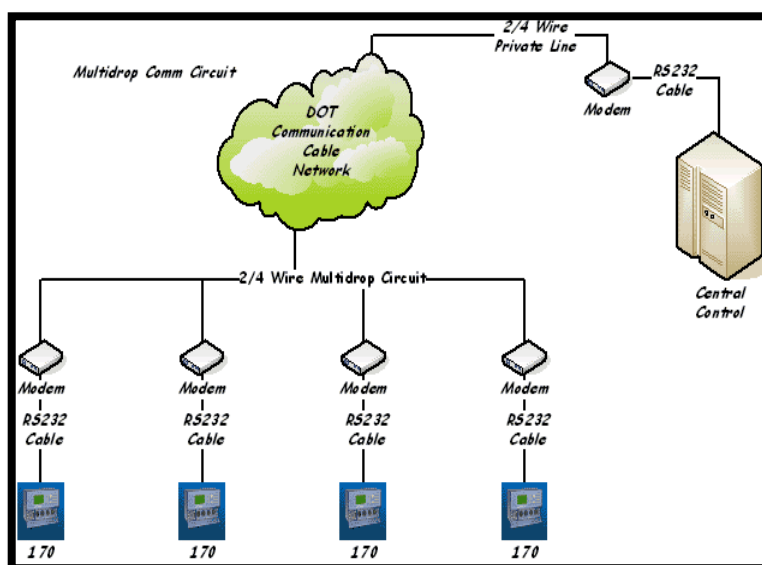


Fig. N°3.4: Diagrama de comunicación cable modem.  
Fuente: (Administration, 2014 )

*Tabla N°3.3: Comparación entre ADSL y operadores de cable.*

	<b>ADSL</b>	<b>CABLE</b>
Cableado adicional en el edificio	Sólo cableado interno. Se utiliza el cableado ya existente.	Necesario
Velocidad independiente del número de usuarios	Si	No
Velocidad Descendente hacia el PC	256 Kbps-2 Mbps	150 Kbps-2Mbps
Ascendente hacia Internet	128 Kbps-300 Kbps	64 Kbps-512 Kbps

*Fuente: Autor*



## **CAPÍTULO 4: CALIDAD DE SERVICIO QOS**

El objetivo de la calidad de servicio es brindar una garantía, en la capacidad de la red para entregar resultados predecibles. Los elementos del rendimiento de la red con el alcance de la calidad de servicio incluyen de disponibilidad de ancho de banda, de latencia y de la tasa de error.

### **4.1 Calidad de Servicio en Telefonía IP**

En la calidad de servicio en telefonía IP, el principal inconveniente que influye es el retardo de comunicación, el cual causa problemas como el eco, por lo que el mayor tiempo de retardo que se presenta es de 50 milisegundos. La solución para el problema planteado sería la adecuada implementación de medios de cancelación de eco.

El jitter se considera como una variación de tiempo en el envío de señales digitales en la transmisión, es el causante de que el tiempo sea variable entre los paquetes mientras se está transmitiendo en lo que respecta a la calidad de servicio en telefonía IP. Para el método de mitigación del jitter, es necesario mantener los paquetes y sobre todo mantenerlos el tiempo que se necesario, para que los paquetes más lentos puedan llegar y sean trabajados en la secuencia correcta.

*Tabla N°4.1: Valores mínimos para una buena calidad de servicio*

<b>PRUEBA</b>	<b>VALOR REQUERIDO</b>
Latencia	Menos de 150ms
Paquetes	Perdidos Menos 3%

*Fuente: Autor*

## **4.2.- Calidad de Servicios en Streaming de video IPTV**

En el protocolo de televisión por internet IPTV de sistemas, la calidad de servicio QoS es un factor considerable debido a la forma de garantizar la calidad de servicio de IPTV.

De acuerdo a los avances de la codificación del vídeo y el rápido desarrollo de las redes de comunicación, la transmisión de vídeo cuenta al menos con la calidad en VHS lo cual es algo que se ha hecho posible en los últimos años.

El vídeo digital codificado con MPEG-1 alrededor de 1,5Mbps se puede proporcionar con calidad VHS y MPEG-2 una alta definición de vídeo con calidad de televisión de alrededor de 20Mbps o superior. Los codecs de última generación tales como H.264 y VC1, pueden ofrecer DVD y la corriente de calidad HD de 10Mbps al mismo tiempo.

Acorde a lo mencionado se analiza que la tecnología de acceso a internet se ha mejorado cada vez más significativamente.

### **4.3.- Calidad de Servicio en Datos**

La calidad de servicio en datos o conocida como la catalogación de paquetes, cumple la función de realizar el control del tráfico en las redes de datos y de esta manera se pueda garantizar el rendimiento, la eficiencia del canal con baja latencia y un ancho de banda que sea establecido lo cual se lleve a cabo retrasando y priorizando paquetes.

Para la implementación se puede utilizar colas, las políticas de servicios y de administración del tráfico por compartición.

### **4.4.- Colas Simples**

Las colas simples es una forma sencilla de limitar el consumo de recursos de red, discriminando por direcciones IP o redes, puede implementar características de calidad de servicio como el encolar el tráfico de aplicaciones punto a punto o conocido como peer to peer, aplicarlas en tiempos determinados, priorizar redes o direcciones IP, utilizar marcado de paquetes y limitar el tráfico en diferentes direcciones.

En el caso de que se tenga una gran cantidad de reglas o se tenga la necesidad de realizar un compartimiento de canales, no es recomendable utilizar colas simples ya que estas se irán cumpliendo una por una, en el orden que se tenga automáticamente establecido o previamente configurado.

## 4.5.- Árbol de Colas

La estructura avanzada del árbol de colas requiere del marcado de paquetes lo cual se puede clasificar paquetes, por protocolo, por el puerto y por el tipo de conexión siendo esta una implementación directa de HTB. Cada cola en el árbol de colas puede ser asignada únicamente en un HTB, el cual permite crear una estructura de cola jerárquica y determinar relaciones entre colas a las que denominaremos padres e hijos y la relación entre las colas hijos, por lo que cada cola hijo debe de tener un marcado de paquete asignado a él.

La común utilidad del árbol de colas es la característica que utilizando la estructura jerárquica se realiza la compartición de ancho de banda, asignando a la cola padre el ancho de banda deseado mientras que las colas hijos se comparten el ancho de banda del padre.

## 4.6.- Tipos de Colas

RouterOS tiene 4 tipos de colas sencillas de la familia de algoritmos, las cuales se detallan a continuación:

**–FIFO: Primero en entrar Primero en salir (para Bytes o para Paquetes):**

FIFO de las siglas first in, first out que significa primero en entrar primero en salir, se establece básicamente en que lo que llega primero se maneja primero, lo que llega después espera hasta que el primer paquete sea finalizado. El número de unidades de espera para paquetes o bytes es limitado por la opción queue-size que

significa el tamaño de la cola. Si la cola o queue está llena las siguientes unidades son descartadas.

**–RED: Descarte aleatorio temprano:**

La cola RED la cual sus siglas random early detect, es similar a la cola FIFO pero con la diferencia que existe la probabilidad de colar un paquete aunque la cola no esté llena.

Esta probabilidad se basa en la comparación del promedio de la longitud de la cola, sobre algún período de tiempo para un umbral mínimo o máximo. Mientras más cercano esté al máximo umbral, es más grande la probabilidad de que se elimine el paquete.

**–SFQ: Stochastic Fairness Queuing:**

Basado en el valor hash de las direcciones origen y destino, el SFQ divide el tráfico en 1024 sub-streams, entonces el algoritmo round robin distribuirá igual cantidad de tráfico a cada sub-stream.

**–PCQ: Per Connection Queuing:**

El tráfico se divide en sub-streams, cada sub-stream puede ser considerado como una cola FIFO con un tamaño de cola especificado por la opción limit que representa el límite. El PCQ puede ser considerado como una cola FIFO, en donde el tamaño de la cola es especificado por la opción total-limit, que nos indica el límite total.

#### **4.7.-Colas por Conexión PCQ**

El algoritmo PCQ hace que se divida el ancho de banda en partes iguales para el número de usuarios que se conectan, así mismo permite el balanceo del ancho de banda en los usuarios y poder compartir el tráfico, esto permite garantizar que en un momento dado se les pueda asignar un ancho de banda de carga o un ancho de banda de descarga igual a varios usuarios pero compartiendo los recursos de red.

## **APORTACIONES**

### **CAPÍTULO 5: ESCENARIOS DE EVALUACIÓN**

#### **5.1.- Evaluación en el Escenario N° 1 del Control de Tráfico de datos utilizando Colas Simples.**

El escenario N° 1 consiste en segmentar el ancho de banda clasificándolo por direcciones IP, para esta evaluación se consideran dos equipos: una computadora de escritorio y una laptop o llamados también host, para poder realizar la respectiva segmentación, limitando el ancho de banda para cada equipo.

Al host de escritorio se le asignó un ancho de banda de 1Mbps de capacidad máxima, y al host laptop un ancho de banda de 256kbps de capacidad máxima, es decir ambos equipos solo consumirán el ancho de banda el cual fue segmentado para cada uno. Si los equipos intentan sobrepasar la capacidad asignada de ancho de banda, los paquetes se irán encolando en la memoria del equipo router, produciendo lentitud al consumir servicios de red o en tales casos ocurrirá la pérdida de los paquetes.

A continuación se detallan los pasos correspondientes los cuales se podrán realizar mediante el software winbox, de la marca Mikrotik que proporciona el software con una licencia abierta para proceder a configurar en el router la

segmentación del ancho de banda para cada equipo, también se incluirán los pasos para conectarse remotamente con el equipo y poder tener administración del mismo.

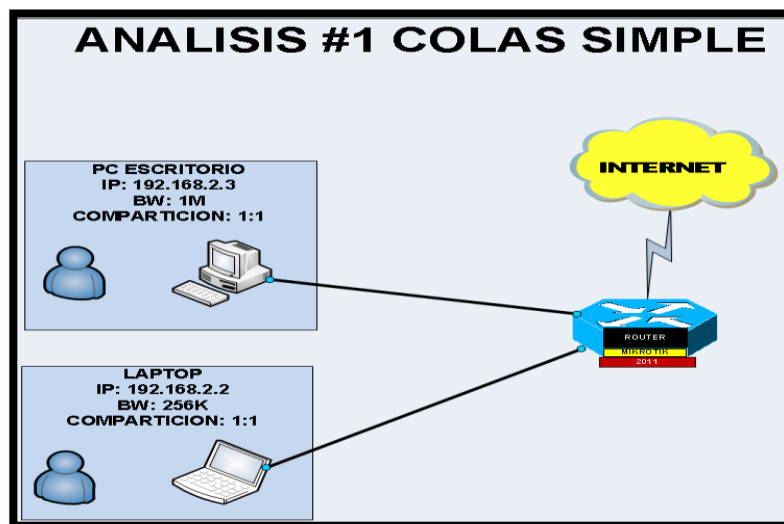


Fig. N°5.1: Representación del Escenario #1: Colas Simples  
Fuente: Autor

**Paso 1:** Conectamos un equipo terminal directamente al router Mikrotik para proceder a tener la administración del equipo por medio de la dirección física MAC de la interface, o también se puede ingresar al equipo router remotamente por el protocolo telnet cuyo puerto de comunicación es el 23 en TCP. Esta conexión se realiza en texto plano por ende no es muy segura, adicional se podría realizar la administración vía SSH (Secure Shell) cuyo protocolo de comunicación es el 22 en TCP y a diferencia del protocolo telnet, en SSH los datos de la comunicación son cifrados por lo tanto es la más segura y recomendable.

**Paso 2:** Mediante el software winbox ingresamos a la administración del equipo, como se muestra a continuación con la dirección MAC del equipo router y con un usuario el cual es de autenticación que se seleccionara como admin y sin clave:



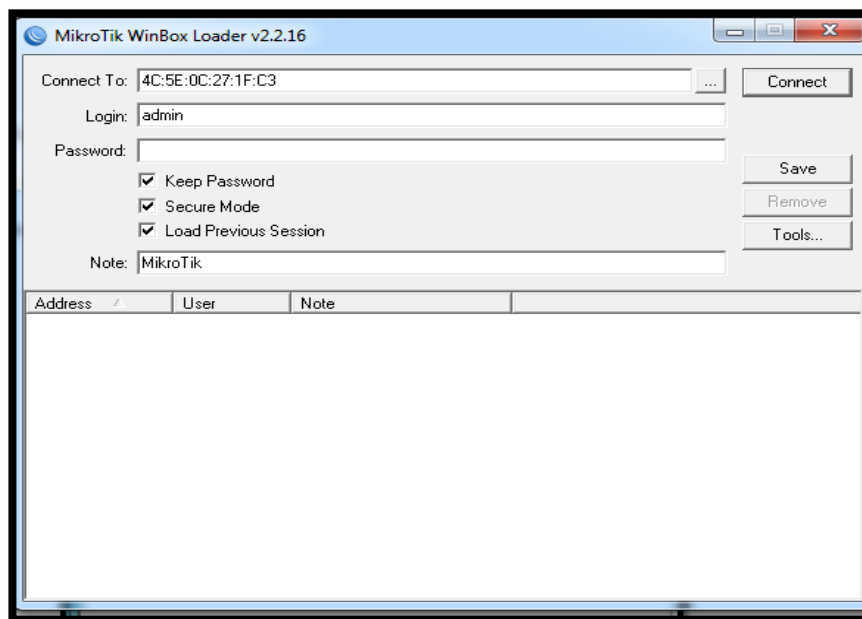


Fig. N°5.2: Autenticación para gestión de sistema operativo routerOS por medio del software winbox  
Fuente: Autor

**Paso 3:** Al momento de realizar la configuración creamos un puente o también denominado bridge asociando varias interfaces, lo cual va a representar nuestra red interna o nuestra red de área local:

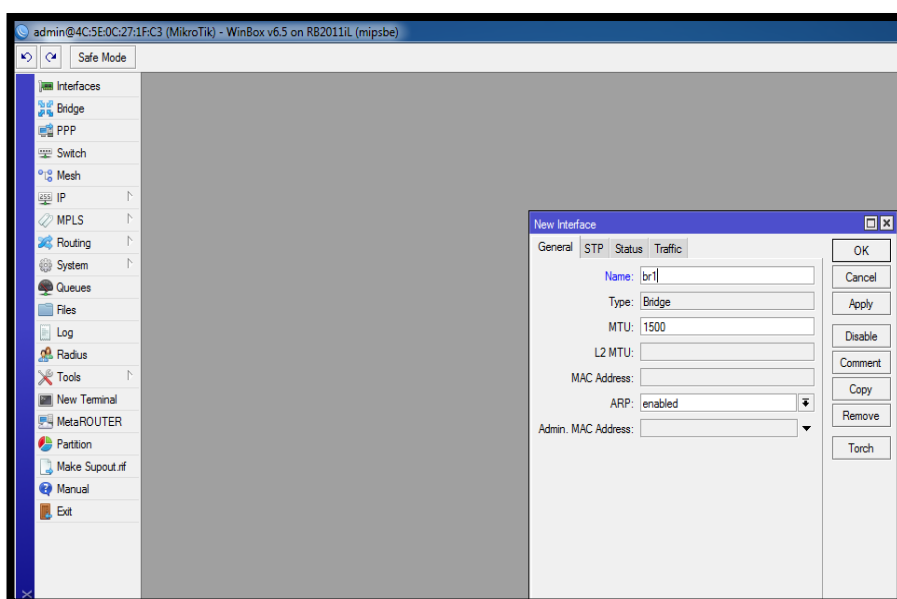


Fig. N°5.3: Configuración del bridge  
Fuente: Autor

**Ingreso remoto:** También podemos ingresar **remotamente** al equipo mediante el protocolo Telnet que trabaja con un puerto: 23 TCP o mediante conexión SSH que trabaja con un puerto: 22 en TCP con los comandos que se mencionan a continuación:

```
/interface bridge
```

```
add l2mtu=1598 name=br1
```

**Paso 4:** Asociamos las interfaces **eth2** y **eth3** las cuales serán utilizadas como la red interna, al puente o también denominado bridge, creado anteriormente en el paso N° 3:

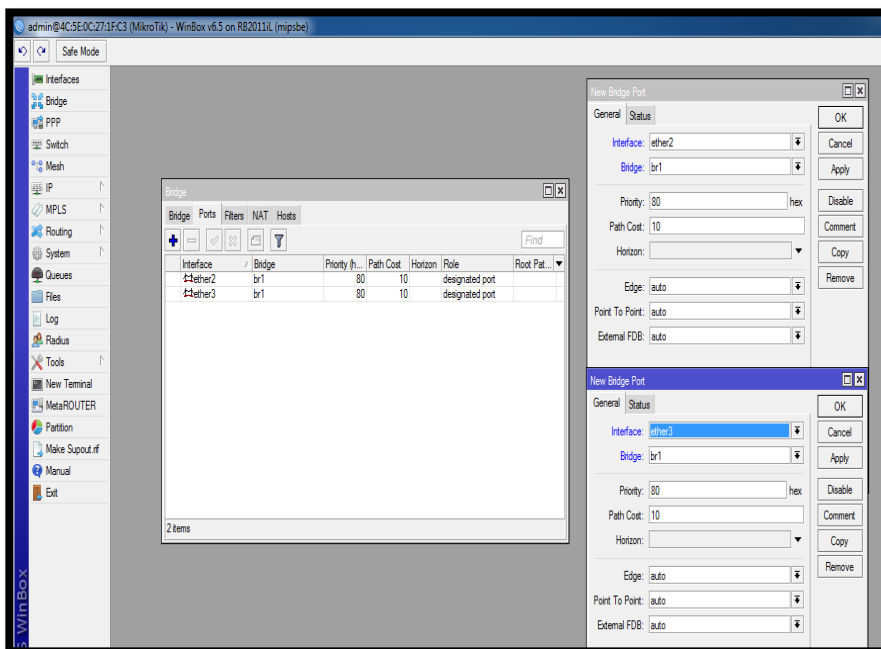


Fig. N°5.4: Asociación de las interfaces al bridge

Fuente: Autor

**Ingreso remoto** También podemos ingresar **remotamente** al equipo mediante el protocolo Telnet que trabaja con un puerto: 23 TCP o mediante conexión SSH que

trabaja con un puerto: 22 en TCP con los comandos que se mencionan a continuación:

```
/interface bridge port
```

```
add bridge=br1 interface=ether2
```

```
add bridge=br1 interface=ether3
```

```
/interface bridge settings
```

```
set use-ip-firewall=yes
```

**Paso 5:** Se procede a la configuración de la dirección IP de la red de área extensa WAN a la que se denomina **eth1** con una dirección IP asignada 192.168.1.2 con máscara de subred 255.255.255.196 y al puente bridge que está asociado al nombre denominado **br1** con una dirección IP asignada 192.168.2.1 con máscara de subred 255.255.255.0:

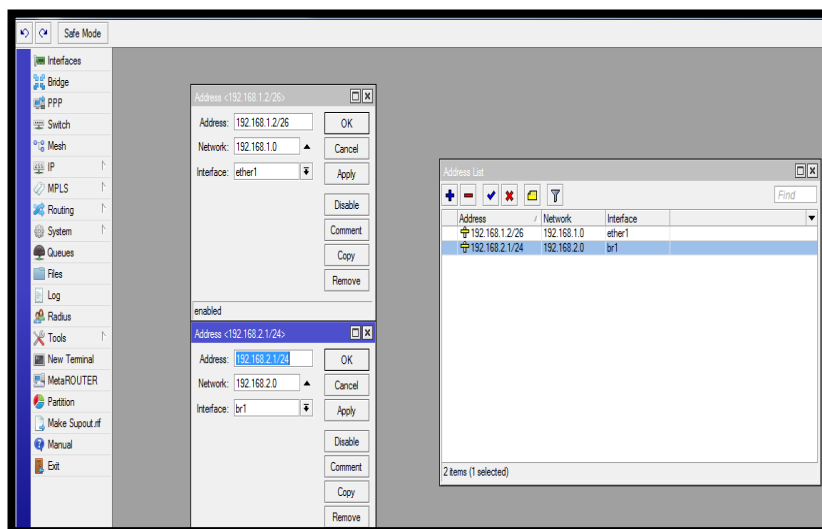


Fig. N°5.5: Configuración de direcciones IP a las interfaces  
Fuente: Autor

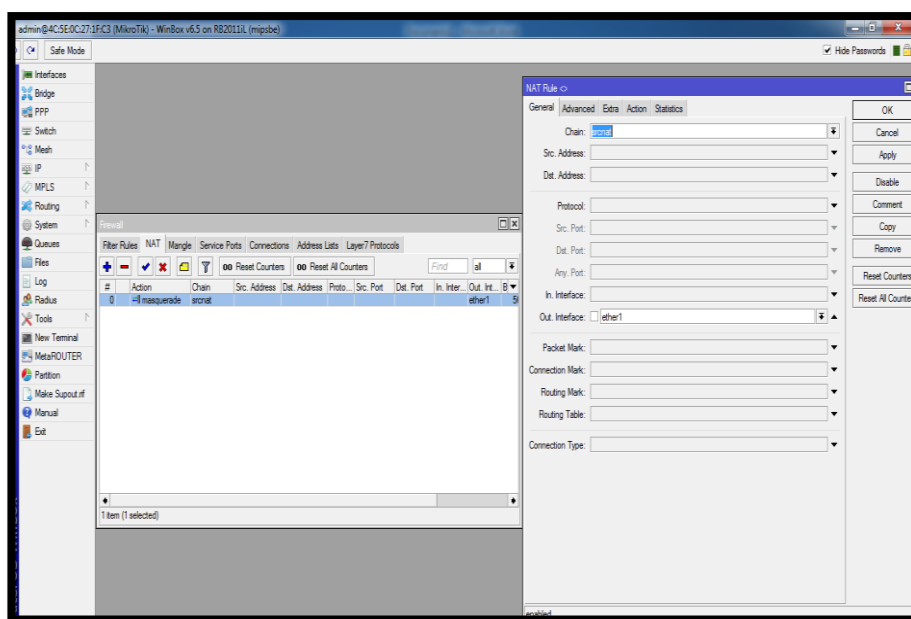
**Ingreso remoto:** También podemos ingresar **remotamente** al equipo mediante el protocolo Telnet que trabaja con un puerto: 23 TCP o mediante conexión SSH que trabaja con un puerto: 22 en TCP con los comandos que se mencionan a continuación:

**/ip address**

**add address=192.168.1.2/26 interface=ether1 network=192.168.1.0**

**add address=192.168.2.1/24 interface=br1 network=192.168.2.0**

**Paso 6:** Procedemos a realizar el respectivo NAT de la red de área local:



*Fig. N°5.6: Configuración de traducción de direcciones de red NAT*  
Fuente: Autor

**Ingreso remoto:** También podemos ingresar **remotamente** al equipo mediante el protocolo Telnet que trabaja con un puerto: 23 TCP o mediante conexión SSH que

trabaja con un puerto: 22 en TCP con los comandos que se mencionan a continuación:

**/ip firewall nat**

**add action=masquerade chain=srcnat out-interface=ether1**

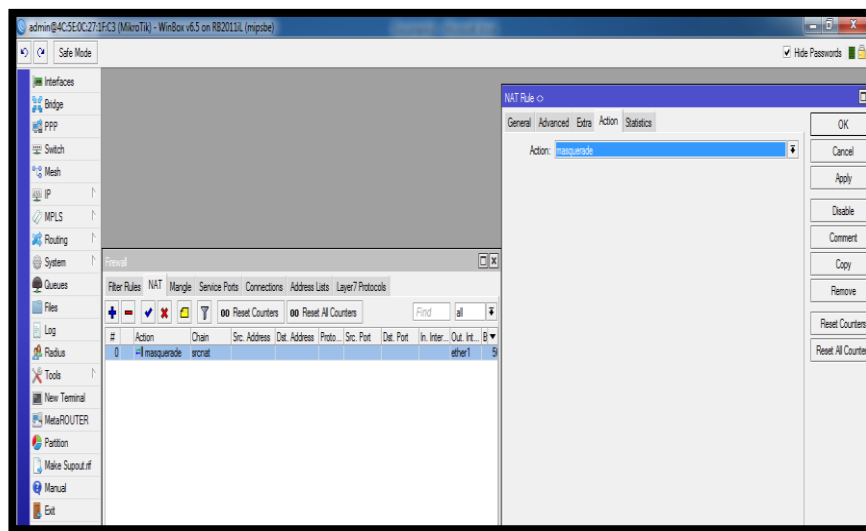


Fig. N°5.7: Se realiza la acción de enmascarado para el NAT  
Fuente: Autor

**Paso 7:** Se crea una ruta predeterminada para que todo el tráfico pueda tener conectividad hacia redes externas:

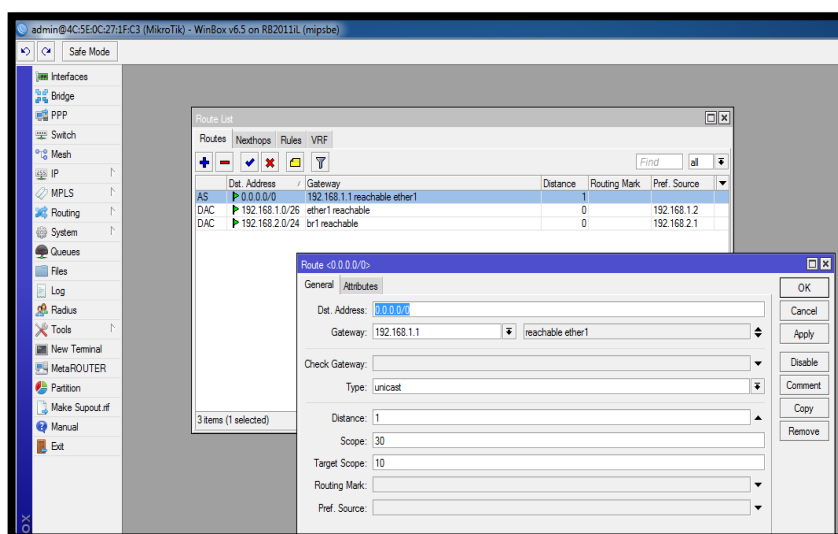


Fig. N°5.8: Creación de la ruta predeterminada  
Fuente: Autor

**Ingreso remoto:** También podemos ingresar **remotamente** al equipo mediante el protocolo Telnet que trabaja con un puerto: 23 TCP o mediante conexión SSH que trabaja con un puerto: 22 en TCP con los comandos que se mencionan a continuación:

**/ip route**

**add distance=1 gateway=192.168.1.1**

**Paso 8:** Se crean las dos colas simples para segmentar el tráfico clasificándolo por direcciones IP.

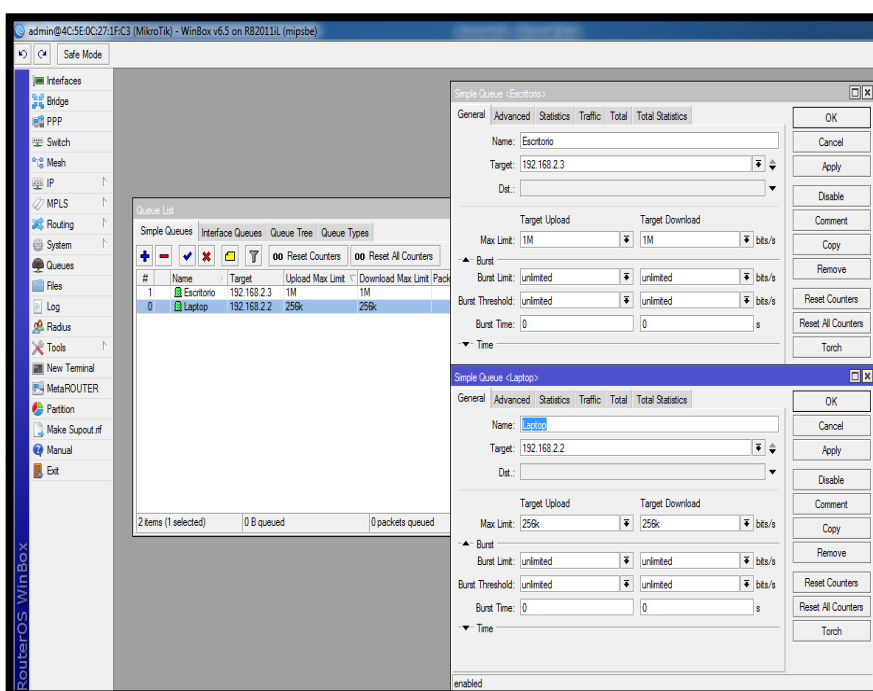


Fig. N°5.9: Creación de las colas simples  
Fuente: Autor

**Ingreso remoto:** También podemos ingresar **remotamente** al equipo mediante el protocolo Telnet que trabaja con un puerto: 23 TCP o mediante conexión SSH que trabaja con un puerto: 22 en TCP con los comandos que se mencionan a continuación:

**/queue simple**

**add max-limit=256k/256k name=Laptop target=192.168.2.2/32**

**add max-limit=1M/1M name=Escritorio target=192.168.2.3/32**

**Resultado N°1:** El primer resultado obtenido de la Evaluación N°1: control de tráfico de datos utilizando colas simples, se muestra en la Fig. N°5.10 ilustrada a continuación, en la cual se mantiene la configuración de colas simples creadas con su respectiva segmentación de ancho de banda.

El ancho de banda asignado a la cola del host Escritorio es de 1Mbps de capacidad máxima y a la cola del host denominada como Laptop 256kbps de capacidad máxima:

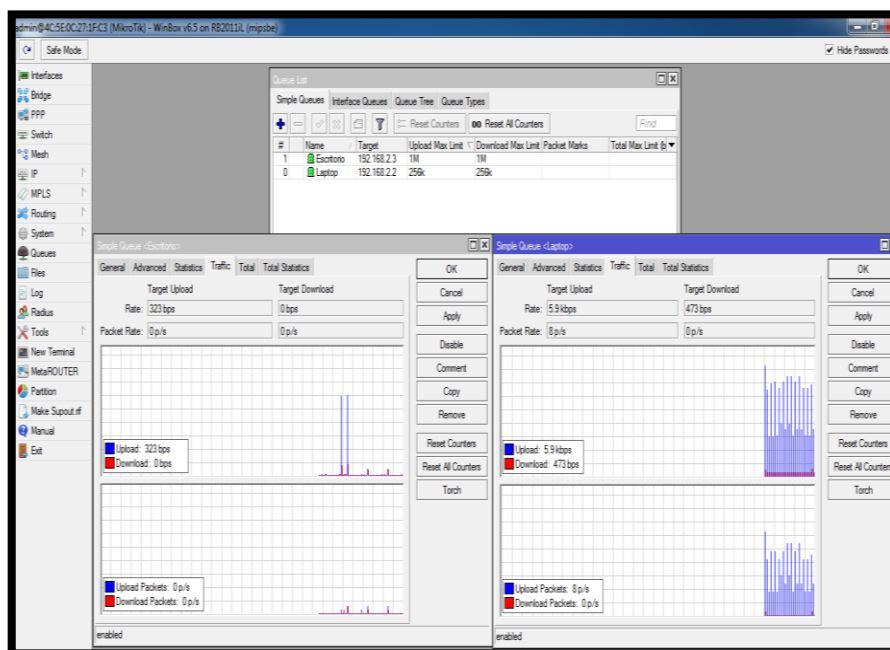


Fig. N°5.10: Detalle de las colas simples creadas  
Fuente: Autor

**Resultado N° 1.1:** Procedente a lo mencionado anteriormente en el resultado N°1, se verifica que el ancho de banda segmentado para la cola denominada Escritorio que tiene asignada 1Mbps satura la capacidad máxima:

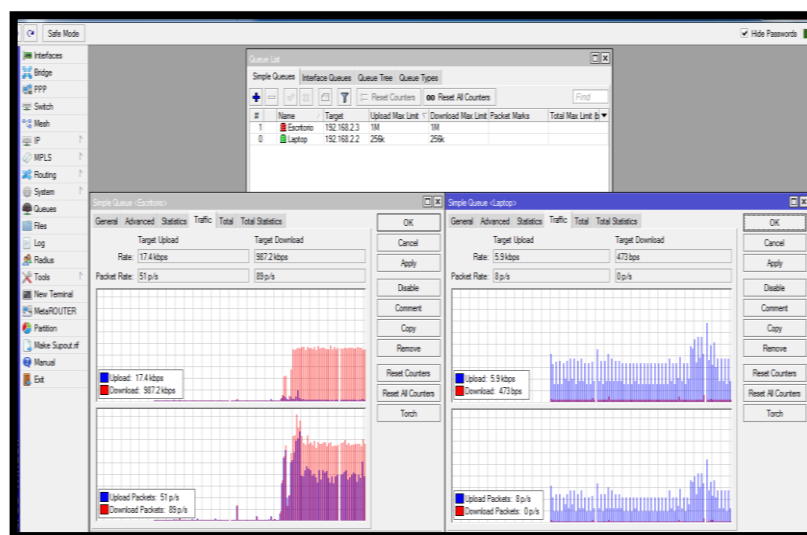


Fig. N°5.11: Prueba del host Escritorio saturando la capacidad máxima.  
Fuente: Autor

**Resultado N° 1.2:** En la siguiente Fig. N°5.12 ilustrada, se verifica que el ancho de banda segmentado para la cola denominada Laptop la cual tiene asignada 256kbps, satura la capacidad máxima:

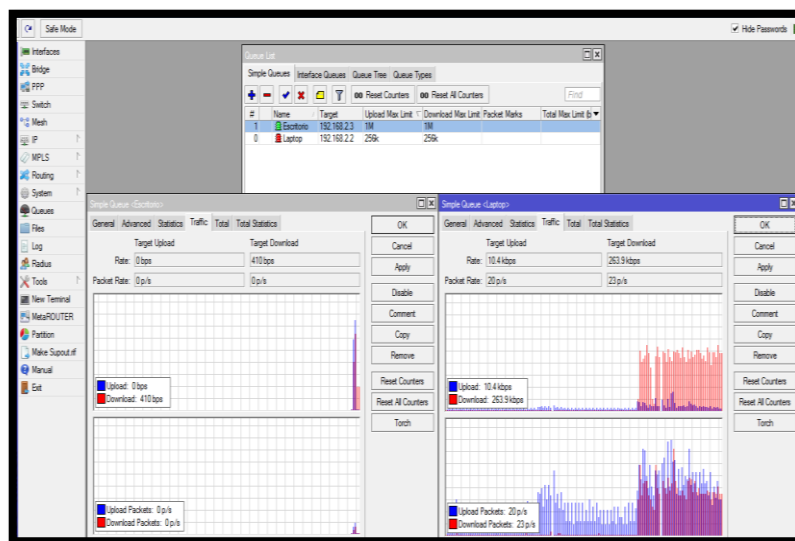


Fig. N°5.12: Prueba del host Laptop saturando capacidad máxima.  
Fuente: Autor



**Resultado N° 1.3:** La siguiente Fig. N°5.13 representa la saturación de las 2 colas segmentadas Escritorio y Laptop, cada una con su ancho de banda respectivo, lo cual se puede observar en las ventanas de simple queue en las pestañas de tráfico:

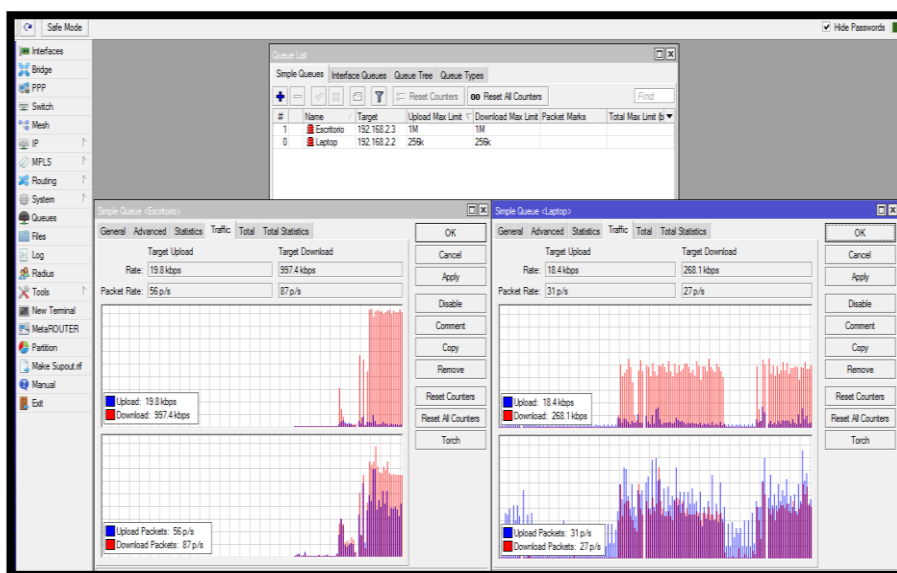


Fig. N°5.13: Saturación de ambas colas.

Fuente: Autor

## 5.2.- Evaluación en el escenario N° 2 del Control de Tráfico utilizando compartición y marcado de paquetes por direcciones IP.

En el escenario N° 2 se procede a crear el árbol de colas el cual nos va a permitir realizar la segmentación de acuerdo a un nivel de compartimiento, en este caso se realiza la compartición de 2 a 1 en donde los host denominados Escritorio y Laptop, se compartirán el ancho de banda.

De tal manera que la suma del ancho de banda consumido por el host escritorio más el ancho de banda consumido por el host laptop, será como resultado la capacidad máxima limitada de acuerdo a la segmentación configurada.

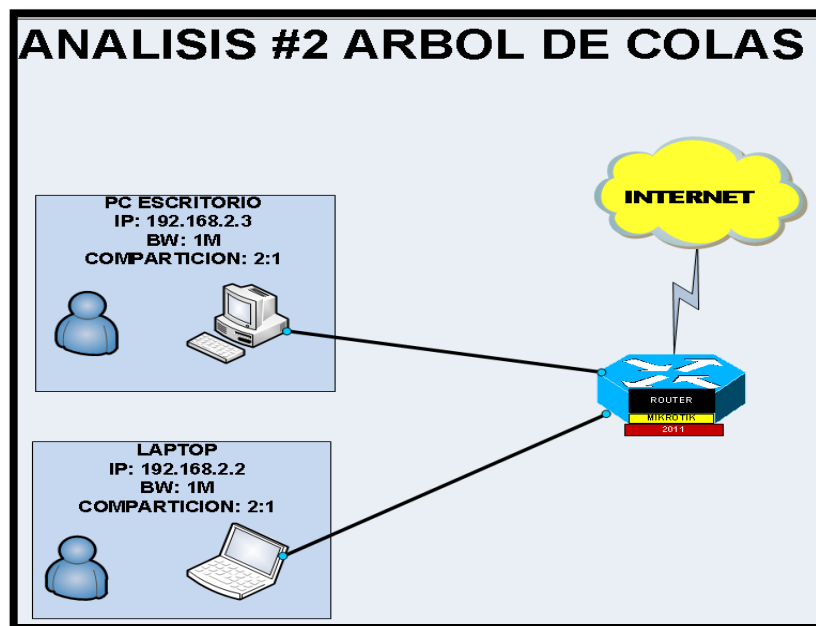


Fig. N°5.14: Representación del Escenario #2: Árbol de colas  
Fuente: Autor

**Paso 1:** Creamos la lista de control de acceso que incluye al segmento de red de área local, inclusive los host laptop y escritorio.

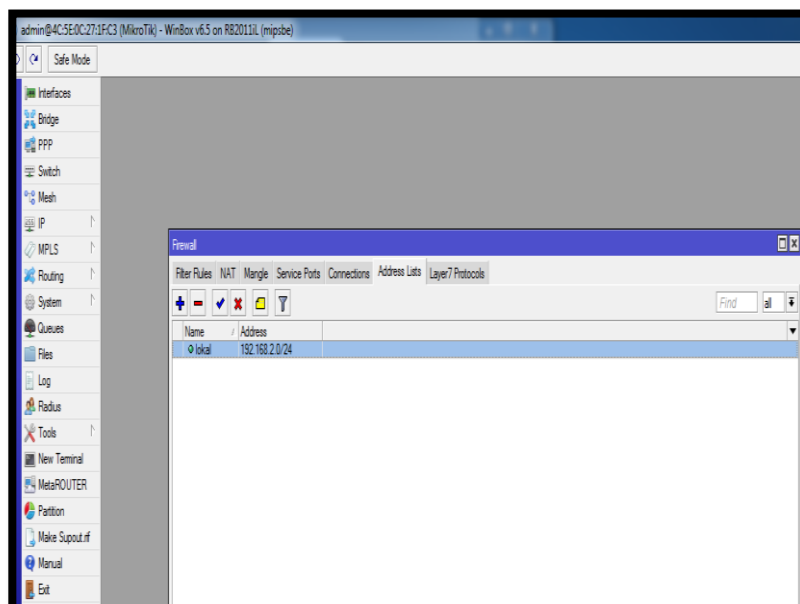


Fig. N°5.15: Creación de lista de control de acceso que alberga el segmento de red de área local utilizado

Fuente: Autor

**Ingreso remoto:** También podemos ingresar **remotamente** al equipo mediante el protocolo Telnet que trabaja con un puerto: 23 TCP o mediante conexión SSH que trabaja con un puerto: 22 en TCP con los comandos que se mencionan a continuación:

**/ip firewall address-list**

**addaddress=192.168.2.0/24 list=lokal**

**Paso 2:** Creamos las reglas mangle que nos sirve para el enmarcado de los paquetes, agrupándolos por direcciones IP.

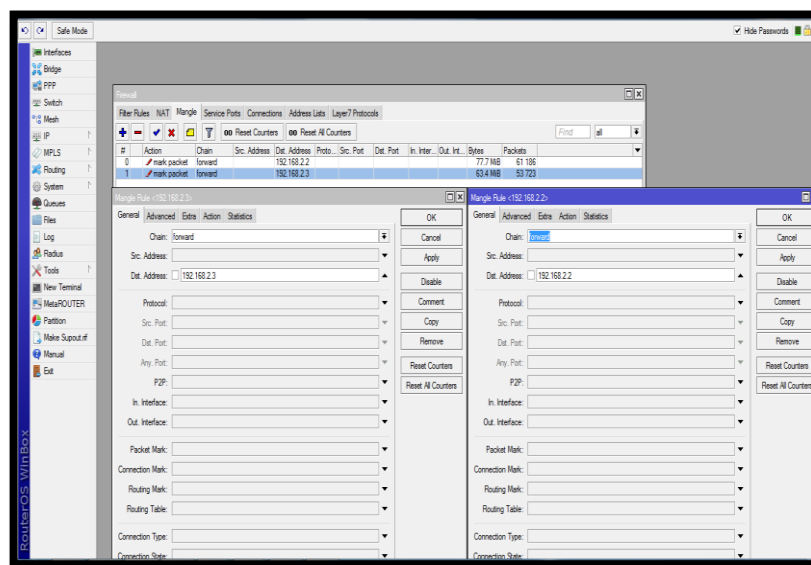


Fig. N°5.16: Configuración de enmarcado de paquete.

Fuente: Autor

**Ingreso remoto:** También podemos ingresar **remotamente** al equipo mediante el protocolo Telnet que trabaja con un puerto: 23 TCP o mediante conexión SSH que trabaja con un puerto: 22 en TCP con los comandos que se mencionan a continuación:

```
/ip firewall mangle
```

```
add action=mark-packet chain=forward dst-address=192.168.2.2 new-packet-mark=\
```

```
laptop.2 passthrough=no src-address-list=!lokal
```

```
add action=mark-packet chain=forward dst-address=192.168.2.3 new-packet-mark=\
```

```
escritorio.3 passthrough=no src-address-list=!lokal
```

**Paso 3:** Se asocia el enmarcado de paquetes a los host que van a participar en el árbol de colas, en este caso son el host escritorio y el host laptop.

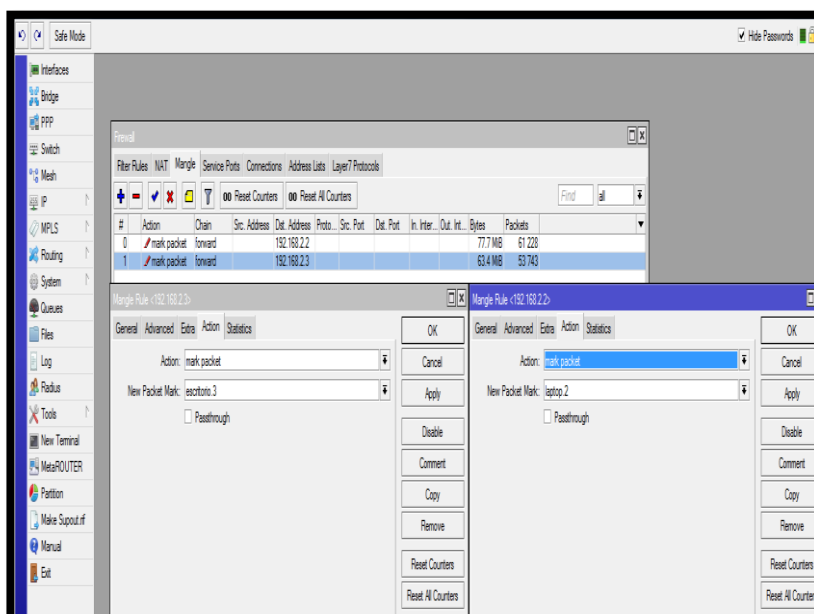


Fig. N°5.17: Asociar el enmarcado de paquetes a los host.

Fuente: Autor

**Paso 4:** Creamos el árbol de colas el cual realizará la segmentación de red de manera agrupada.

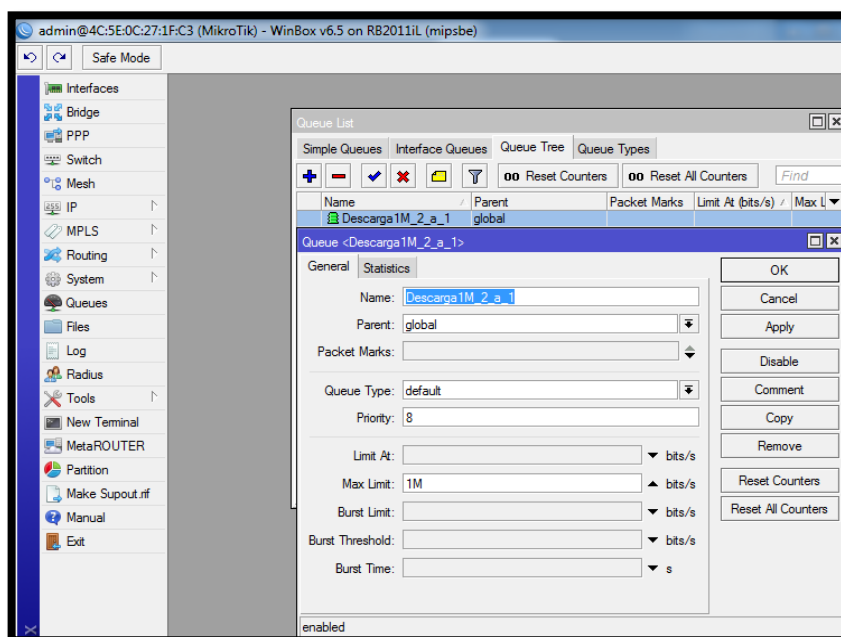


Fig. N°5.18: Creación del árbol de colas  
Fuente: Autor

**Ingreso remoto:** También podemos ingresar **remotamente** al equipo mediante el protocolo Telnet que trabaja con un puerto: 23 TCP o mediante conexión SSH que trabaja con un puerto: 22 en TCP con los comandos que se mencionan a continuación:

**/queue tree**

**add max-limit=1M name=Descarga1M\_2\_a\_1 parent=global queue=default**

**add max-limit=1M name=Laptop packet-mark=laptop.2 parent=Descarga1M\_2\_a\_1 \**  
**queue=default**

**add max-limit=1M name=Escritorio packet-mark=escritorio.3 parent=\**  
**Descarga1M\_2\_a\_1 queue=default**

**Paso 5:** Se procede a agregar a los hijos

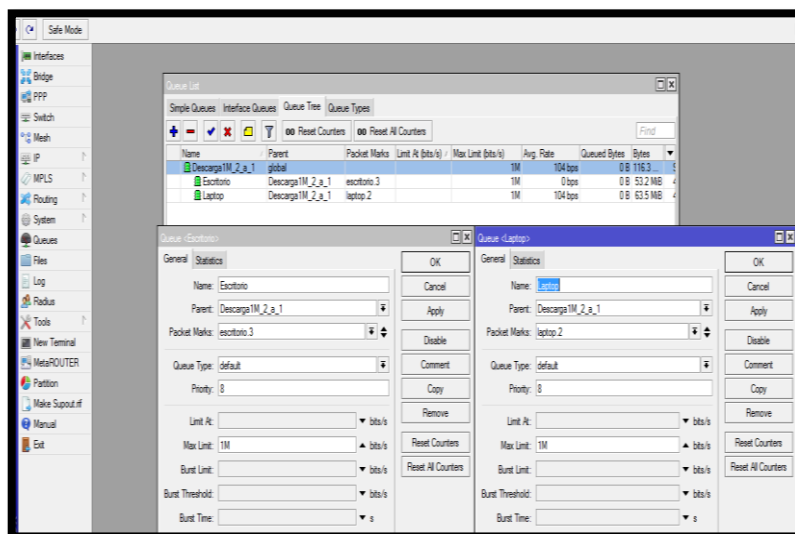


Fig. N°5.19: Agregar a los hijos

Fuente: Autor

**Resultado N° 1.4:** Como primer resultado de la Evaluación N° 2: Control de Tráfico utilizando compartición y marcado de paquetes por direcciones IP, se obtiene que el host de Escritorio absorbe todo el ancho de banda establecido para la cola de 2 a 1 que es 1Mbps:

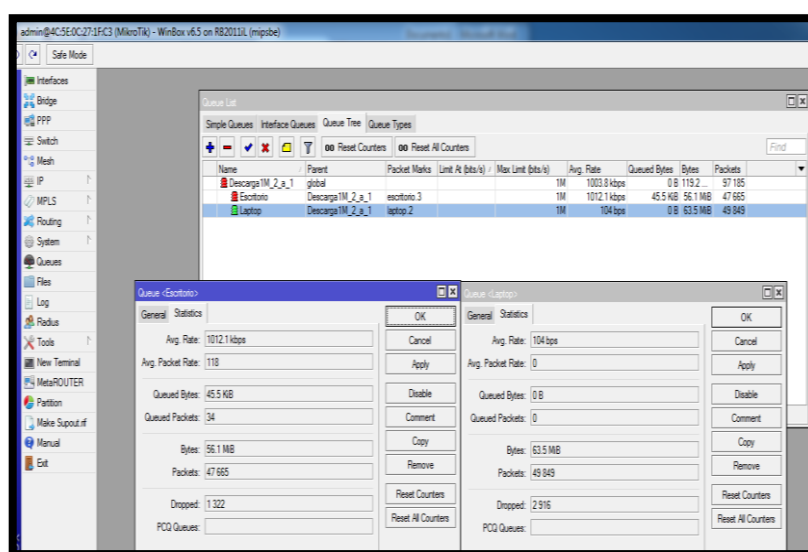


Fig. N°5.20: Host escritorio consume el ancho de banda de la cola 2 a 1.

Fuente: Autor

**Resultado N° 1.5:** En esta prueba se obtiene al igual que el resultado 1.4, la saturación de todo el ancho de banda segmentado para la cola 2 a 1, puesto que la cola asignada al host Laptop satura el 1Mbps de capacidad máxima:

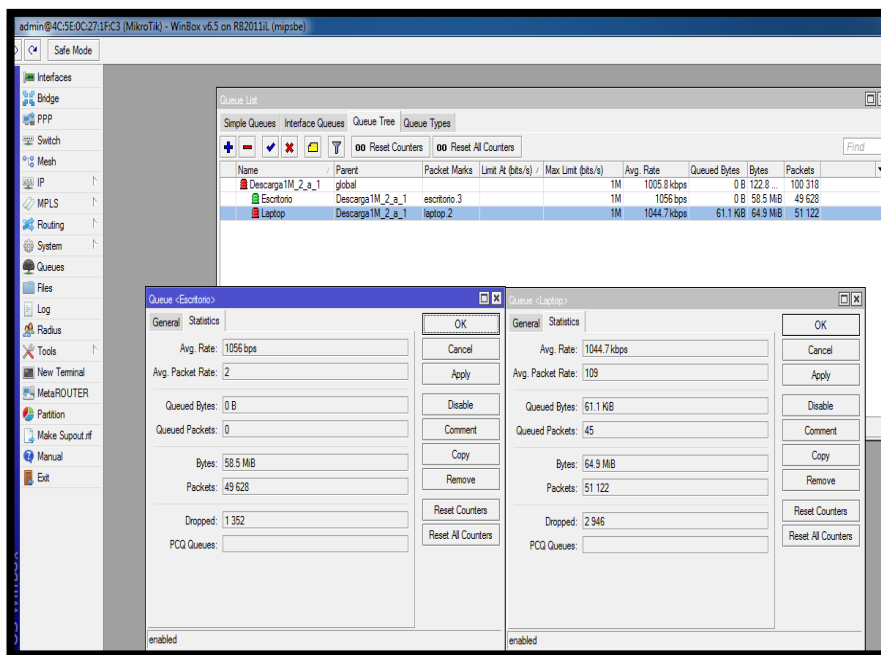


Fig. N°5.21: Host laptop satura el ancho de banda de la cola 2 a 1.

Fuente: Autor

**Resultado N° 1.6:** En la Fig. N°5.22 se obtiene el ancho de banda compartido por ambas colas, tanto para la cola denominada Escritorio y la cola Laptop, los dos host van a competir por el uso del 1Mbps configurado en la cola padre.

La cola hijo denominada Escritorio, consume 509.3kbps y la cola hijo denominada Laptop consume 594.1kbps. Como se puede observar la suma de las dos da aproximadamente los 1024kbps configurada en la cola padre:

The screenshot displays the Mikrotik WinBox interface. On the left is a navigation tree with categories like Interfaces, Bridge, PPP, Switch, Mesh, IP, MPLS, Routing, System, Queues, Files, Log, Radius, Tools, New Terminal, MetaROUTER, Partition, Make Supout.tif, Manual, and Ext. The main window shows the 'Queue List' table with columns: Name, Parent, Packet Marks, Limit At (bits/s) / Max Limit (bits/s), Avg. Rate, Queued Bytes, Bytes, and Packets. Two queues are listed: 'Escritorio' (parent: Descarga1M\_2\_a\_1, child: escritorio.3) and 'Laptop' (parent: Descarga1M\_2\_a\_1, child: laptop.2). Below the table, two configuration windows are open: 'Queue <Escritorio>' and 'Queue <Laptop>'. Both show 'General' statistics.

Queue Name	Parent	Packet Marks	Limit At (bits/s) / Max Limit (bits/s)	Avg. Rate	Queued Bytes	Bytes	Packets
Escritorio	Descarga1M_2_a_1	escritorio.3	1M / 1006.3 kbps	509.3 kbps	44.8 KB	80.4 MB	51 654
Laptop	Descarga1M_2_a_1	laptop.2	1M / 594.1 kbps	594.1 kbps	65.3 KB	72.4 MB	56 830

Queue Name	Avg. Rate	Avg. Packet Rate	Queued Bytes	Queued Packets	Bytes	Packets	Dropped	PCQ Queues
Escritorio	509.3 kbps	50	44.8 KB	40	60.4 MB	51 654	1 522	
Laptop	594.1 kbps	57	65.3 KB	47	72.4 MB	56 830	3 361	

Fig. N°5.22: Host compiten por el uso de ancho de banda en la cola de 2 a 1.

Fuente: Autor



## **CAPITULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 Conclusiones**

Mediante la fundamentación teórica y las evaluaciones realizadas, se logró cumplir con cada uno de los objetivos específicos propuestos.

1. Se realizó la evaluación del control de tráfico en los entornos de redes de datos utilizando tecnología Mikrotik configurando con el software winbox.

2. Se estudió y se procedió con la investigación en lo que respecta a los fundamentos teóricos de control de tráfico mediante colas y calidad de servicio en los equipos que utilizan el sistema operativo routerOS.

3. Se realizó las pruebas comprobando el cumplimiento de los requerimientos controlando el tráfico por medio de las colas simples y árbol configurados en un router Mikrotik2011 en la práctica.

4. Se comparó las tecnologías de acceso comunes, destacando las ventajas de la fibra óptica por mayor tasa de transferencia e inmunidad a interferencias.

5. Se analizó y realizó pruebas en un entorno de red de área local, controlando el tráfico por tasa de transferencia máxima clasificado por direcciones IP.

6. Se evaluó un entorno de red de área local en el nivel de compartición 2 a 1 realizando pruebas creando colas hijo asociados a un árbol de colas padre, compitiendo por el consumo de ancho de banda.

7. En base al análisis #1 enfocado a las colas simples no requirieron un marcado de paquetes, así mismo siguieron una secuencia siendo importante el orden de ejecución y número de colas configurado.

8. Para el control de tráfico con niveles de compartición se realizó el análisis #2 configurando un árbol de colas con marcado de paquetes.

9. Por medio del software winbox se realizó las mediciones, evaluaciones y configuraciones de los análisis #1 y análisis #2.

## **6.2 Recomendaciones**

1. Utilizar colas simples para entornos de red menores a 60 host, debido a que se vuelve ineficiente por el orden de atención que requieren las últimas colas. Estas colas no pueden realizar compartición del canal.

2. En entornos de red superiores a 60 nodos es recomendable utilizar árbol de colas para controlar el tráfico realizando marcado de paquetes.

3. Para el análisis y configuración es útil el software winbox, ya que es completo y amigable para la administración y algún tipo de resolución de problemas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Administration, F. H. (31 de Julio de 2014 ). *Telecommunications for Field Devices*. Recuperado el 24 de Agosto de 2014, de [ops.fhwa.dot.gov/publications/telecomm\\_handbook/chapter5\\_01.htm](http://ops.fhwa.dot.gov/publications/telecomm_handbook/chapter5_01.htm)
2. Anaya., N. (2013). *Fundamentos de Telefonía IP*. Recuperado el junio, julio, agosto de 2014, de [listas.asteriskbrasil.org/pipermail/asteriskbrasil/attachments/20130308/40376b0c/attachment.pdf](http://listas.asteriskbrasil.org/pipermail/asteriskbrasil/attachments/20130308/40376b0c/attachment.pdf)
3. Corporation, O. (2010). *Oracle Corporation*. Recuperado el 23 de Agosto de 2014, de [docs.oracle.com/cd/E19957-01/820-2981/6nei0r0tu/index.html](http://docs.oracle.com/cd/E19957-01/820-2981/6nei0r0tu/index.html)
4. Diego Grossmann, F. A. (27 de 10 de 2011). *Redes Ópticas de Acceso*. Recuperado el Junio, Julio, Agosto de 2014, de [www.slideshare.net/ThiagoReis7/redes-ticas-de-acesso-padro-epon-e-gpon](http://www.slideshare.net/ThiagoReis7/redes-ticas-de-acesso-padro-epon-e-gpon)
5. Ernesto Ariganello, E. B. (2014). *Redes Inalambricas; Telefonía IP; Spanning Tree Protocol; Convergencia de enlaes redundantes; Acceso remoto; Introduccion a IPv6*. En E. B. Ernesto Ariganello, *Redes Cisco CCNP a fondo* (págs. 241; 323; 358;350;360;364;197; 199; 200; 201;202;203; 445; 446; 447; 450; 451;452). E-Books pdf.org .

6. Fabián Montealegre, M. S. (Junio de 2010). *propuesta de requerimientos técnicos para la implementación de redes móviles con la tecnología “long term evolution (lte)” en costa rica*. Recuperado el 23 de Agosto de 2014, de [dc203.4shared.com/doc/UgxSIS7d/preview.html](http://dc203.4shared.com/doc/UgxSIS7d/preview.html)
7. Flavia E. Felicioni, S. J. (16 al 18 de Octubre de 2007). *Control de Tráfico de Redes de Comunicación de sistemas distribuidos de control*. Recuperado el 2014 de Agosto de 2014, de [hal.inria.fr/docs/00/19/37/56/PDF/control\\_congestion\\_rpic\\_FF\\_SJ.pdf](http://hal.inria.fr/docs/00/19/37/56/PDF/control_congestion_rpic_FF_SJ.pdf)
8. Mikrotik. (19 de Marzo de 2013). *Mikrotik*. Recuperado el JUNIO, JULIO, AGOSTO de 2014, de [wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:Packet\\_Flow](http://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:Packet_Flow)
9. óptica, T. t. (3 de Noviembre de 2010). *Taringa*. Recuperado el 23 de Agosto de 2014, de [www.taringa.net/posts/info/7744473/Tecnologias-de-banda-ancha-por-fibra-optica.html](http://www.taringa.net/posts/info/7744473/Tecnologias-de-banda-ancha-por-fibra-optica.html)
10. S.C, N. I. (2011). *Network Information Center México S.C*. Recuperado el 23 de Agosto de 2014, de [www.ipv6.mx/index.php/informacion/fundamentos/ipv4](http://www.ipv6.mx/index.php/informacion/fundamentos/ipv4)
11. (Mikrotik, Mikrotik- NetworkPro on Quality of Service, 2014)
12. (Mikrotik, Mikrotik-Traffic Priortization, RouterOS QoS Implemetation, 2009)

13. (Mikrotik, Mikrotik- Manual:Queue, 2014)
14. (Mikrotik, Mikrotik-Balanceo de carga por tipo de trafico, 2008)
15. (Mikrotik, Mikrotik-Manual:Packet Flow, 2013)

## GLOSARIO DE TERMINOS

**Texto plano:** Es la información en la que los datos no varían en la transmisión.

**Reglas Mangle:** Característica que permite realizar el marcado de paquetes.

**Jitter:** Es la variación de tiempo durante el envío de información.

**PON:** Es una Red Óptica Pasiva.

**Ethernet:** Es una tecnología de red de área local.

**Segmentar:** Priorizar o clasificar tipos de tráfico obteniendo con un patrón.

**Mikrotik:** Empresa y marca de dispositivos de redes.

**Interface:** Tarjetas de red que permiten las conexiones de redes.

**MAC:** Control de Acceso al medio.

**TCP:** Protocolo orientado a la conexión, el mismo trabaja en la capa de transporte.

**SSH:** Protocolo de administración remota segura secure shell.

**Telnet:** Protocolo de administración remota.

**Winbox:** Software de administración.

**Bridge:** Puente de red, interconecta segmentos de red.

**Cloud:** Paradigma utilizado para representar el internet.

**DNS:** Servidor de Nombre de Dominio

**OSPF:** Open Shortest Path First es el protocolo de enrutamiento dinámico de estado enlace.

**RIP:** Protocolo vector distancia de información de enrutamiento RIP.

**BGP:** Protocolo de enrutamiento de Gateway Border.

**Spanning Tree Protocol:** Protocolo de control de lasos en capa 2.

**OSI:** Estándar de sistema de Interconexión abierta.

**PDU:** Unidad de datos de Protocolos

**Full-duplex:** Tipo de comunicación que envía y recibe datos al mismo tiempo.

**Half-duplex:** Tipo de comunicación que solo puede enviar o solo puede recibir datos.

**Streaming:** Se utiliza para optimizar la descarga y reproducción de archivos de audio y video las cuales tienen un determinado peso.

**CRC:** Control de Redundancia Cíclica

**Softswitch:** Dispositivo de la capa de control de una red de siguiente generación NGN.

**Best-Effort:** Mecanismo de mejor esfuerzo que no garantiza la entrega de los datos a su destino.

**IDU:** Es la unidad de datos de la interfaz. Un modem que interconecta una radio con un backbone.

**ODU:** Se define por la frecuencia de sintonización.

**HFC:** Es una red de fibra híbrida coaxial para crear una red de banda ancha.

**MPEG-1:** Estándar de codificadores de audio y video.

**Codecs:** Plugin instalado en un sistema para reproducir audio o video comprimido.

**H.264:** Es un formato de video.

**VC1:** Nombre informal que se le asigna al código de video del estándar SMPTE.

**HTB:** (jerárquica Token Bucket) es un método de gestión de colas con clases que es útil para el manejo de diferentes tipos de tráfico. Permite crear una estructura de cola jerárquica y determinar las relaciones entre las colas, como "padre-hijo"