

1. **TIPO DE DOCUMENTO:** PROYECTO DE GRADO
2. **TÍTULO:** ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE SERVICIO (QOS) SOBRE LA TECNOLOGÍA DE VIDEOSTREAMING MEDIANTE SIMULACIÓN DE PARÁMETROS EN LAS VERSIONES IPV4 E IPV6
3. **AUTOR:** JUAN ALBERTO MORALES MORALES
4. **LUGAR:** UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA, Bogotá. COLOMBIA
5. **FECHA:** 2014
6. **PALABRAS CLAVES:** Tecnologia Streaming de video, Protocolo de Internet (IP), Calidad de Servicio (QoS), IPv4, IPv6
7. **DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO:** Este proyecto de grado fue realizado con el fin de validar, mediante la tecnología Streaming, y con factores de calidad de servicio, el funcionamiento de las dos versiones del protocolo de Internet (IP). Con la intención de analizar el comportamiento de estas, fue necesario realizar la implementación de laboratorios que simulaban ambientes de redes y comunicaciones, para así tener los resultados más acertados posibles. Al finalizar el proyecto se observó cómo se comportaron las dos versiones, encontrando las diferencias mínimas entre una y otra.
8. **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Videostreaming es una tecnología que viene creciendo desde años atrás, por ser innovadora diferentes empresas y entidades han mostrado interés en su implementación y en utilizarla como un recurso nuevo dentro de cada una; es por esto que nació la idea de un trabajo analítico donde se evidencie con respecto a la calidad del servicio (QoS) la viabilidad y el impacto que este servicio genere en el entorno donde se pretende empezar a utilizarse.
9. **METODOLOGÍA:** Este proyecto se encausa en gran parte a la investigación, es por esto que la primera etapa metodológica del proyecto será la recopilación de información, donde se utilizarán como fuentes primarias las bibliotecas y las principales bases de datos, donde pueda obtener artículos, proyectos de grado y documentos especializados, los cuales fortalecerán el proyecto aportándole lo necesario para realizar el estado del arte propuesto en el primer objetivo específico; aunque la investigación que se realice también se relacionará con la simulación de manera directa, desde la elección del software apropiado hasta los aspectos técnicos para realizarla.
10. **CONCLUSIONES:**
  - La migración de IPv4 a IPv6 es un proceso que se debe hacer con paciencia y cautela, puesto que el ambiente de producción en que se utiliza es demasiado grande y día tras día sigue creciendo de manera exponencial.
  - El rendimiento de los equipos para el tráfico streaming, implementando las dos versiones del protocolo IP, es absolutamente parecido. Puesto que el tráfico generado a nivel de Hardware y Software realizó la misma cantidad de procesos tanto para una versión como para la otra.
  - En cuanto a los aspectos de CPU y memoria, (la cual es usada de manera activa para el almacenamiento del Buffer descargado), no se evidenció mayor impacto, pues el comportamiento que se registró para las dos versiones no diferenciaba aumentos importantes a nivel de los equipos, tanto de seguridad como periféricos.
  - El período de la trama en IPv6 no es inferior a IPv4. Sin embargo, se espera que sea afinado el aspecto del campo de etiqueta de flujo en la cabecera, en la versión 6. Para facilitar la prestación de servicios en el futuro. En los equipos de prueba se permite la definición de una política de calidad de servicio común para el tráfico IPv6 e IPv4. Esto

ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE SERVICIO (QOS) SOBRE LA TECNOLOGÍA DE  
VIDEOSTREAMING MEDIANTE SIMULACIÓN DE PARÁMETROS EN LAS  
VERSIONES IPV4 E IPV6

PRESENTADO POR:

JUAN ALBERTO MORALES MORALES

PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR TITULO DE  
INGENIERO DE TELECOMUNIOACIONES

UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES  
BOGOTÁ D.C  
2014

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

**Presidente del jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

**Bogotá, Octubre de 2014**

## **DEDICATORIA**

El resultado del esfuerzo y la dedicación en cada uno de los pasos dados para llegar a este punto, se han materializado, y este trabajo es fiel evidencia de esto. Dedico no solo el proyecto de grado, documentado en las siguientes hojas, o la investigación realizada para culminar este, a mi familia fuente de fuerza y amor. Mi padre y mi madre como experiencia, conocimientos, guías fundamentales; mi hermana como amor, alegría, como motivación primordial. Dedico a su vez este trabajo de grado a Nuestro padre creador y a su hijo nuestro señor, que durante todos los años de mi vida me han llenado de eso maravilloso y único.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco en primer lugar a mi familia. A mi padre y a mi madre que con su esfuerzo y dedicación me han ayudado en todos los aspectos necesarios relacionados con la crianza y la educación; Quienes que con consejos y experiencia, con amor y comprensión han logrado brindarme todo lo necesario para surgir como ser humano y como Ingeniero.

Agradezco a su vez a mi hermana, quien con su amor y forma de ser ha logrado construir con migo un relación indestructible que aporta a mi vida ese lado humano y sensible, que debe tener todo ser humano. Agradezco a ella porque es mi inspiración y razón de salir adelante.

A todos los miembros de mi familia, que han confiado en mí, y para los cuales mis logros son sus logros. A todos ellos que con su cariño me han fortificado, y para los cuales el salir adelante es una meta que se alcanza, en familia.

Y por último pero no menos importante, Agradezco a todos y cada uno de los Ingenieros que en el trascurso de los diferentes cursos aprobados, compartieron sus conocimientos y experiencia en mi formación como profesional. Quiero de manera especial agradecer a la Ingeniera y profesora Johana Carolina Martínez B. Quien compartió su experiencia conmigo y con este proyecto, para poder complementarlo y culminarlo.

## RESUMEN

Dentro de los diferentes avances a nivel de comunicaciones, hoy por hoy se tiene la posibilidad de observar video en tiempo real o material pregrabado, en cada uno de los hogares, oficinas o en cualquier parte del mundo, desde la cual se cuenta con conexión a Internet. Esta tecnología es conocida como Streaming de video, y facilita que cada usuario tenga la posibilidad de disfrutar de estos contenidos. A su vez también se cuenta con un avance significativo a nivel del protocolo de Internet (IP), pues se está en el proceso de la migración de una versión que maneja un gran estándar y ofreció grandes beneficios en cuanto a redes (IPv4), a una versión que augura entregar y duplicar este rendimiento (IPv6).

El trabajo que se realizó y se documenta a continuación, presenta la unión de estos tres ítems, buscando encontrar diferencias en el uso de esta tecnología implementando las dos versiones del protocolo de Internet. Para esto es necesario conocer de manera apropiada cada una de las dos versiones, tanto en aspectos generales como en aspectos específicos, realizando después la simulación de un escenario común (Es decir, una topología sencilla que se puede encontrar en las principales oficinas y hogares alrededor del mundo), desde la cual se pueda concluir el que tan buen cambio será para los usuarios empezar a usar esta versión 6 del protocolo IP. La simulación de este escenario, se realiza con equipos que brinden el mejor desempeño en las redes (desde equipos finales como lo son computadoras, hasta equipos de seguridad informática), y con la conexión a Internet brindada por dos proveedores de telecomunicaciones, que actualmente entrega un servicio estable y de gran calidad. Los resultados obtenidos son

analizados y evaluados desde parámetros básicos de Calidad del servicio (Qos), para así poder brindar las conclusiones de manera fundamentada.

## CONTENIDO

1	Introducción .....	¡Error! Marcador no definido.
2	OBJETIVOS .....	10.
2.1	Objetivo Especifico .....	10.
2.2	Objetivos Generales .....	10.
3	Problema .....	11.
4	Justificación .....	11.
5	Alcances .....	12.
6	Limitaciones .....	12.
7	Metodología .....	13.
<b>8</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b>	
8.1	Antecedentes .....	15.
8.2	Marco Teorico y Conceptua.....	17.
8.3	Estado del arte .....	26.
<b>9</b>	<b>DESARROLLO INGENIERIL - ASPECTOS TECNICOS</b>	
9.1	Topología planteada e implementada para la simulación.....	31.
9.2	Herramientas usadas en el desarrollo del proyecto.....	33.
9.3	Configuración de los ambientes de simulacion .....	37.
10	Resultados .....	46.
11	Conclusiones .....	55.
12	Recomendaciones .....	56.
	Referencias .....	57.
	ANEXOS .....	66.

## IMÁGENES

Imagen 1. Topología básica planteada para el desarrollo del trabajo .....	32.
Imagen 2. Topología de una empresa u oficina, planteada para el desarrollo del trabajo .....	33.
Imagen 3. Dispositivo ZTE w 300, Modem Router.....	35.
Imagen 4. Firewall Fortinet, serie 200 D. ....	36.
Imagen 5. Switch Cisco 3900 Catalyst. ....	38.
Imagen 6. Toma de pantalla del direccionamiento asignado mediante DHCP.....	40.
Imagen 7. Ping con la versión 6 del protocolo IP, hacia uno de los destino de streaming .....	40.
Imagen 8. Conexión entre los equipos usados en la topología que implementa los equipos de seguridad perimetral y los equipos de red .....	43.
Imagen 9. Cconfiguración de las Interfaces que conectaran la red LAN con el Firewall.....	44.
Imagen 10. Configuración del perfil de navegación, mediante el cual se realiza el filtro del aplicativo y acceso al servidor con que se ejecutará la simulación .....	44.
Imagen 11. Configuración del perfil de navegación, mediante el cual se efectúa el filtro del aplicativo y acceso al servidor con que se realiza la simulación.....	45.
Imagen 12. Imagen 11. Ejemplo de uno de los eventos analizados durante el proceso posterior de realizar el montaje y la simulación del tráfico.....	51.
Imagen 13. Imagen 12. Widgets que se encargan del monitoreo, de los parámetros mencionados, en uno de los equipos usados.....	52.

Imagen 14. Imagen 13. Eventos recolectados y analizados desde el equipo  
encargado de la recolección..... 53.

Imagen 15. Pruebas de conectividad realizadas mediante comandos, PING y  
TELNET..... 53.

## TABLAS

Tabla 1. Comparación general entre las versiones del protocolo de Internet, observadas al momento de realizar los laboratorios de simulación. ....	32.
--	-----

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo avanzado que se ha evidenciado en las comunicaciones y en la tecnología, ha dado lugar a la interacción entre aplicaciones que se tenían por separado e incluso a la creación de nuevas aplicaciones o tecnologías; este es el caso de la tecnología videostreaming, la cual permite *“la retransmisión de archivos multimedia (audio o audio y video) a través de Internet. La diferencia principal con los métodos tradicionales es que para poder ver un video (o escuchar un audio) no hace falta descargarse el fichero entero en el ordenador”*<sup>1</sup>, para lograr utilizar y acceder a esta tecnología como usuario es necesario utilizar una red de datos, la cual es vital para la difusión de este servicio. Es con esta red que sucede la integración entre la tecnología videostreaming y el protocolo de internet, con las dos versiones del protocolo (IPV4 e IPV6); con esta relación directa nace el proyecto que se realizará, ya que se evaluará la calidad del servicio (QoS) videostreaming en parámetros específicos con las dos versiones del protocolo de internet (IP), para obtener un resultado concreto que mostraré en un documento que le aporte a entidades o empresas una idea general sobre la migración de la versión del protocolo IP, y así poder tomar la decisión en migrar o no migrar de versión.

---

<sup>1</sup> (Crawley E, 1998)

<sup>2</sup> (Andino, 2006)

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar un análisis comparativo de la calidad de servicio sobre la tecnología de videostreaming, en las dos versiones del protocolo IP (IPV4 e IPV6), por medio de una simulación de los parámetros de calidad de servicios definidos por la UIT.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Realizar el estado del arte sobre las dos versiones del protocolo de internet IP, teniendo en cuenta las aplicaciones que se han desarrollado en el campo de videostreaming y el análisis de los parámetros de calidad de servicio definidos por la UIT.

Definir los aspectos técnicos que se utilizan actualmente en el desarrollo de aplicaciones de streaming, teniendo en cuenta los parámetros calidad de servicio.

Simular los paquetes de la aplicación de videostreaming, para calcular el grado de servicio de IPV4 e IPV6, usando como referencia una red punto multipunto.

Comparar los resultados obtenidos, de acuerdo a las características del protocolo y las necesidades de los usuarios, para analizar la calidad del servicio en la implementación.

### **3 PROBLEMA**

Con avances presentados en los últimos años a nivel de comunicaciones y tecnología, se han creado nuevos servicios que se pretenden implementar en diferentes espacios, como empresas o entidades que se vean beneficiadas con cada una de estas creaciones; Cada entidad o empresa que pretende implementar nuevos servicios debe hacer primero una investigación, la cual usa como base y guía a la hora de la implementación. Para la tecnología de videostreaming no se encuentra documento alguno, donde se analice la calidad de este servicio con respecto a la versión 6 del protocolo de internet (IPV6) y la versión 4 (IPV4), teniendo así sustentada la decisión ser implementada esta aplicación.

¿Qué tan favorable para una entidad, que como recurso utilice la tecnología videostreaming, será el cambio de versión del protocolo IP, con respecto a parámetros específicos de calidad del servicio (QoS) ?

### **4 JUSTIFICACIÓN**

Videostreaming es una tecnología que viene creciendo desde años atrás, por ser innovadora diferentes empresas y entidades han mostrado interés en su implementación y en utilizarla como un recurso nuevo dentro de cada una; es por esto que nació la idea de un trabajo analítico donde se evidencie con respecto a la calidad del servicio (QoS) la viabilidad y el impacto que este servicio genere en el entorno donde se pretende empezar a utilizarse.

Para lograr realizar este análisis se efectuará una simulación detallada, la cual tendrá como guía una red punto multipunto. En términos generales esta simulación será la base del análisis que se ejecutará y con el cual se compararan las versiones del protocolo IP, para que así se utilice el trabajo como guía de implementación de esta tecnología en empresas o entidades.

## **5 ALCANCES**

El proyecto culmina con el análisis comparativo, obtenido mediante la simulación y en el cual se tienen en cuenta parámetros de calidad del servicio, los cuales son: los servicios en tiempo real, que hace que la información se genere y se envíe de manera inmediata; y los servicios multimedia, lo cual hace referencia a la interacción que esta aplicación tiene con la red, para esto es necesario dividir los parámetros multimedia en aspectos más pequeños que faciliten verificar y calificar este tipo de servicios, la primera será la información que se transmitirá por la red con la tecnología videostreaming, la siguiente es el volumen de información que al transmitir ocupará la red y por último se debe estudiar los recursos que se utilizarán dentro de la red para garantizar la calidad del servicio (QoS). Son estos aspectos los que darán lugar a una buena comparación entre las versiones IPV4 e IPV6 con respecto a la calidad del servicio en la tecnología de videostreaming.

## **6 LIMITACIONES**

El proyecto a realizar se enfoca en un análisis comparativo a nivel de calidad del servicio (QoS) entre las versiones del protocolo IP para videostreaming, es por esto que las limitaciones se relacionaran con los objetivos y las actividades que se enfocan en la simulación, ya que al simular se podrán presentar retrasos en el cronograma, con problemas a nivel del software de simulación, con respecto a los equipos donde se instale este software e incluso con la veracidad de los resultados obtenidos, haciendo que dichos resultados se acerquen a la realidad que tienen las empresas o entidades que pueden tomar el proyecto como guía para la implementación de esta tecnología.

## **7 METODOLOGÍA**

Este proyecto se encauza en gran parte a la investigación, es por esto que la primera etapa metodológica del proyecto será la recopilación de información, donde se utilizarán como fuentes primarias las bibliotecas y las principales bases de datos, donde pueda obtener artículos, proyectos de grado y documentos especializados, los cuales fortalecerán el proyecto aportándole lo necesario para realizar el estado del arte propuesto en el primer objetivo específico; aunque la investigación que se realice también se relacionará con la simulación de manera directa, desde la elección del software apropiado hasta los aspectos técnicos para realizarla.

La simulación será la segunda etapa metodológica a realizar, donde con ayuda de la información investigada se realizarán los pasos para obtener resultados concretos, estos pasos se basarán principalmente en aspectos técnicos, pues son estos los que permitirán culminar la simulación sin inconvenientes y con resultados específicos para así terminar con el análisis comparativo, lo cual será el tercer nivel metodológico, en donde desde la calidad de servicios para la tecnología videostreaming en las dos versiones del protocolo se culminará el documento final.

## 8 MARCO TEÓRICO

### 8.1 ANTECEDENTES

El estudio propuesto, no tiene un antecedente directo, el cual sea parecido y se ocupe de analizar o plantear una investigación similar a la que se realizará, es por esta razón que los antecedentes que se encontraron en la búsqueda son proyectos de grado, documentos e incluso artículos tecnológicos que hablan solo de alguno de los aspectos del trabajo.

Es así como se utilizan tesis de grado donde se realiza un estudio de calidad de servicios para redes informáticas e incluso para redes de nueva generación (NGN) como guía a nivel de calidad de servicio y los parámetros necesarios para hacer una medición concreta y efectiva en determinado servicio ofrecido a usuarios en el mundo.

una de las tesis que le aporta a el proyecto que se desarrolla es *“Implementación de control de calidad de servicio (QoS) en redes locales virtuales (VLAN) mediante las normas 802.1D y 802.1Q en la Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga”*<sup>2</sup>, en la cual se realiza un estudio de QoS para las VLAN´s que se han

---

<sup>2</sup> (Andino, 2006)

implementado como solución a los mayores distribuidores de equipamiento de redes de área local (LAN) en la Escuela Politécnica del Ejército sede Latacunga, de este proyecto de grado fue valioso el aporte de algunos parámetros que se utilizaran para el desarrollo de este análisis, aunque esta no fue la única tesis que se utilizó como guía a nivel de QoS, ya que también se utilizó otra tesis de grado donde se plantea el análisis de calidad de servicios en la red de la universidad Colima de la ciudad de México, esta tesis se enfoca en parámetros especiales que complementarán los que el trabajo anterior proponía, esta tesis de grado tiene como título: *“Análisis y propuesta de un esquema de calidad de servicio (QoS) para la red de la universidad de colima”*.

Y como último antecedente a nivel de QoS, se utilizó un artículo de telemedicina, donde se plantea la evaluación de servicios de telemedicina específicos con aspectos de calidad de servicio, los cuales tenían un patrón similar a los que en la tesis se utilizaron, haciendo que se seleccionarán de manera definitiva, éste artículo es el publicado por el Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A), el cual lleva de título *“Evaluación de QoS en escenarios de telemedicina basados en servicios multimedia y nuevas tecnologías”*<sup>3</sup>.

Aparte de estos antecedentes, relacionados con la calidad de servicios, fueron revisados otros, donde: Se habla de las versiones del protocolo de internet, las cuales se analizaron en conjunto con el servicio de videostreaming. Para saber por donde abordar el enfoque de las dos versiones (IPV4 e IPV6) se utilizó como guía

---

<sup>3</sup> (Martínez & García, 2013)

una tesis de grado que se enfoca en la evolución de las redes de Guatemala, la tesis "*Evolución de redes fijas del protocolo IPv4 a IPv6 en Guatemala*"<sup>4</sup> menciona los parámetros técnicos principales que se presentan en las redes IPV6 y los cuales fueron tenidos en cuenta para esta evolución.

Aparte de esta se encontró, otro proyecto de grado, que especificaba los parámetros de la versión 6 del protocolo con respecto a una red de la UTFSM (Universidad Técnica Federico Santa María) que se desea implementar en Chile, en este proyecto se encuentra información técnica importante para la transmisión de un servicio en redes migradas de versión en el protocolo, ésta tesis desarrollada en Universidad Técnica Federico Santa María de Chile, tiene como título "*Estudio e implementación de una red IPv6 en la UTFSM*"<sup>5</sup>

## **8.2 MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL**

Para el desarrollo de este propósito, es necesario tener presente la definición de tres enfoques principales, en los cuales se basa el análisis comparativo. Estos enfoques principales fueron agrupados en el proyecto. Los tres enfoques de los que se está hablando son: de manera principal y como patrón para verificar los otros dos, se tiene la calidad de servicio (QoS), la cual se encarga de medir el grado de satisfacción que tiene un usuario un servicio específico, como es

---

<sup>4</sup> (García, 2003)

<sup>5</sup> (Jara , 2009)

mencionado en el documento de CONATEL<sup>6</sup>. El efecto global de calidad de servicio es dividido en ramificaciones, las cuales fueron usadas para medir la transmisión y el comportamiento de la tecnología streaming.

Como otro enfoque especial y necesario para el trabajo desarrollado, se tiene la tecnología de videostreaming, a la cual se le realiza las mediciones de calidad de servicio pertinentes, descritas anteriormente (los alcances del proyecto), es por ser el “servicio a medir” que se debe tener presente su funcionamiento y su definición, la cual según la Universidad Politécnica de Madrid, *se engloban en un conjunto de productos y técnicas cuyo objetivo es la difusión de contenidos multimedia tales como audio y video. Este sistema de distribución se caracteriza por la visualización de los contenidos en el cliente sin la necesidad de esperar la descarga completa de un fichero*<sup>7</sup>. Implementando las dos versiones del Protocolo de Internet (IP), el cual es el tercer enfoque del trabajo, ya que es mediante éste que se realiza la difusión del servicio de videostreaming. Protocolo que está en el respectivo proceso de migración entre su versión insignia y líder.

Dentro de los paquetes que se transmiten mediante las dos versiones del protocolo, se identifica el orden mediante el cual se realiza este envío, que da espacio a la comunicación y uso de la tecnología. En primer lugar el encabezado que pone la aplicación, el cual tiene como destino una web en Internet, después de esta capa se empiezan a poner los encabezados uno a uno y capa por capa para luego ser entregado, analizado, descryptado y al igual que el anterior ser

---

<sup>6</sup> (CONATEL, 2006)

<sup>7</sup> (Universidad Politécnica de Madrid, Gabinete de Tele-Educacion, 2013)

capa por capa y encabezado por encabezado abierto. Este mismo paquete pasa por diferentes equipos a lo largo del trayecto, que debe de hacer mientras llega a ese servidor destino, el cual se encuentra publicado en la WAN; pasa por equipos perimetrales, luego por equipos que cumplen el papel para una o más capas del modelo mediante el cual se debe realizar, como lo son los Routers, Switches, Firewalls, Proxys, balanceadores, he incluso puede llegar a pasar por equipos que cumplan papeles específicos de análisis como IPSs o IDSs.

El recorrido que debe de realizar este paquete, no es el proceso final que se debe de realizar cuando se hace una consulta a un servidor o como se dice de manera informal “se navega en Internet”. De acuerdo al destino que se está consumiendo se debe realizar diferentes acciones, una de las que se realiza de manera general es el descargar determinados archivos, como una página HTML, una imagen JPG o algún audio (sin importar el formato que tenga). El proceso de descarga genera mayor retrasos y consumo de los recursos necesarios para la comunicación, es por esta razón que se empezó a hablar de tecnología streaming, ya que mediante esta se pueden optimizar los procesos de descarga en archivos que contengan formatos de audio, imagen o video.

Dentro del proceso que se debe de realizar para aplicar esta tecnología, se tiene en primer lugar que efectuar ese proceso básico y sumamente importante de establecer la conexión con el servidor, levantando esta comunicación directamente desde la aplicación. Cuando los paquetes SYN que se envían para empezar esta

comunicación tiene su ASK y se comienza a recibir el fichero<sup>8</sup>, y se construye un buffer o espacio donde se almacena y se empieza a guardar. Cuando el buffer se ha llenado con una pequeña fracción inicial del archivo original, el reproductor cliente comienza a mostrarlo mientras continúa en segundo plano con el resto de la descarga.

Dentro de toda comunicación se cuenta con un ambiente de producción, el cual como todo ambiente no ideal, puede presentar fallas inesperadas. En el caso de la tecnología Streaming, este tipo de fallas se relacionan con caídas del servicio, las cuales son relacionadas con terceros (Por ejemplo, los proveedores de Servicios o ISP) y casi imposibles de evitar; otro tipo de fallas que afectan de manera directa son las relacionadas con la velocidad de la conexión, ya que si la conexión experimenta ligeros descensos de velocidad durante la reproducción, el cliente podría seguir mostrando el contenido consumiendo la información almacenada en el buffer. Si llega a consumir todo el buffer se detendría hasta el punto que se empieza a llenar de nuevo el buffer y se pueda reproducir el contenido.

Adicional a la descarga que realiza el usuario final, es necesario conocer que el Streaming tiene dos variables de aplicativos, uno de ellos se relaciona con la descarga progresiva del contenido, esto quiere decir que se reproduce en servidores web que disponen de Internet Information Server (IIS), Apache, Tomcat o afines. El archivo de vídeo o audio solicitado por el cliente es enviado por el servidor como cualquier otro archivo utilizando el protocolo http o HTTPS. Sin

---

<sup>8</sup> (Gozdecki , 2003)

embargo, si el archivo ha sido especialmente empaquetado para streaming, al ser leído por el reproductor cliente, se iniciará en streaming en cuanto se llene el buffer. Y por otro lado se cuenta con la Transmisión por secuencias<sup>9</sup>. Se reproduce en servidores multimedia que disponen de un software especial para gestionar más óptimamente el streaming de audio y vídeo: Windows Media Server, Flash Communication Server, entre otros softwares que se consiguen en la red. La utilización de un servidor multimedia ofrece múltiples ventajas frente al servidor web. Las más destacadas son: La mayor rapidez en la visualización de este tipo de contenidos. Una comunicación entre el servidor y el cliente, que se puede realizar por protocolos alternativos al HTTP<sup>10</sup>. Aunque se tiene el inconveniente de los bloqueos impuestos por Firewalls pero tiene la ventaja de una mayor rapidez. Se cuenta con una mejor gestión del procesador y ancho de banda de la máquina del servidor ante peticiones simultáneas de varios clientes del mismo archivo de audio o vídeo, lo cual disminuye las posibilidades de ataques activos de denegación de servicio. También se cuenta con un control predefinido sobre la descarga que pueden realizar los clientes: autenticada, filtrada por IP, sin almacenarla en el caché del cliente, e incluso una mayor garantía de una reproducción ininterrumpida gracias al establecimiento de una conexión de control inteligente entre servidor y cliente.

---

9 (ITU-T, 2002)

10 (Braden , Clark, & Shenker, 1994)

## PROTOCOLO DE INTERNET (IP)

Dentro de los estándares diseñados para cumplir a la perfección el papel de conexión en las redes informáticas, se encuentra el que brindó, durante años, el papel preciso a nivel de seguridad, con gran calidad la comunicación, el envío de paquetes entre aplicativos origen y destino. El protocolo de Internet versión 4 (IPv4) es la cuarta versión del Protocolo de Internet, pero la primera versión del protocolo en ser ampliamente desplegado, pues se debe recordar que una de las causales por las cuales se empezó a desarrollar la nueva versión de éste protocolo es por la falta de direccionamiento público, después de haberse entregado todo el que se había planeado desde sus inicios<sup>11</sup>. Aunque el último direccionamiento de este protocolo fue entregado meses atrás, IPv4 sigue siendo de lejos el protocolo de capa de Internet más utilizada, su funcionamiento se basa en 32 bits de direccionamiento los cuales se dividen en 4 octetos que permiten brindar 4'294.967.296 direcciones únicas.

Aunque el nombre indica que se trata de la cuarta versión del Protocolo de Internet, la versión 4 de IP fue la primer versión que se utilizó ampliamente en las capas del modelo TCP/IP o modelo OSI. IPv4, como se mencionó anteriormente, es la versión del protocolo de Internet que actualmente se tiene en uso, y la cual se ejecuta en cientos de millones de ordenadores. Esta versión proporciona las capacidades básicas de envío y entrega de datagramas en los protocolos TCP y UDP, y esto se evidencia en la calidad en el uso durante un período de más de dos décadas.

---

<sup>11</sup> (Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), 2005)

Después de todo el tiempo en que la versión 4 de este protocolo fue implementada, y después de ver que su cantidad de Host era totalmente finita, se empezó a revisar la forma de mitigar esta y otras limitaciones que se tenían, es en ese momento donde nace el protocolo de Internet versión 6 (IPv6), el cual es una versión de este protocolo a la que se le augura un éxito similar y en la medida de lo posible mejor al que se tuvo con IPv4. IPv6 significa Protocolo de Internet versión 6 o como también es conocido IPng<sup>12</sup> (próxima generación IP, por sus siglas en Ingles), Esta nueva versión fue diseñada para tomar un paso evolutivo de IPv4, ya que no se tenía como objetivo de diseño para dar un paso radical lejos de IPv4, Es decir que diferentes funciones que son trabajadas en IPv4 se mantuvieron en IPv6, y obviamente se depuraron aquellas que no representaban mayor aporte al protocolo actual.

El funcionamiento de Internet se basa en la transferencia de datos, desde un host, y en forma de paquetes, que se envían a través de redes como se especifica en los protocolos de enrutamiento, Estos paquetes requieren un esquema de direccionamiento, tal como IPv4 o IPv6, para especificar sus direcciones de origen y de destino.

Cada host, ordenador u otro dispositivo a través de Internet requiere una dirección IP mediante la cual sea viable establecer la comunicación. Como IPv4, IPv6 es un

---

<sup>12</sup> (Grossetete & Ciprian, 2008)

protocolo de la capa de Red (Modelo OSI) o de la capa de Internet en otros modelos usados actualmente, esto quiere decir que el papel que éste cumple es la interconexión de redes, conmutación de paquetes y transmisión de datagrama de extremo a extremo a través de múltiples redes IP.

Aunque IPv4 permite 32 bits para una dirección IP, y por lo tanto tiene 4.294`967.296 posibles direcciones, IPv6 utiliza direcciones de 128 bits, para un espacio de direcciones de aproximadamente  $3,4 \times 10^{38}$  direcciones.<sup>13</sup> Esta expansión permite muchos más dispositivos y usuarios en la Red, así como una mayor flexibilidad en la asignación de direcciones y eficiencia para el tráfico de enrutamiento. También elimina la necesidad primaria para la traducción de direcciones de red (Network Address Translation), que obtuvo un amplio despliegue como un esfuerzo para aliviar el agotamiento de direcciones IPv4.

Desde la década de 1980 fue evidente que el número de direcciones IPv4 disponibles estaba siendo agotado a un ritmo que no se había previsto inicialmente en el diseño de la red. Este era el factor determinante para la introducción de redes con clase, para la creación de enrutamientos entre dominios sin clase de direccionamiento. Pero a pesar de éstas medidas las direcciones IPv4 se consumieron a un ritmo alarmante. Razón principal para el agotamiento de IPV4 fue el enorme crecimiento en el número de usuarios de Internet, los dispositivos móviles que utilizan la conexión a Internet y siempre en los

---

<sup>13</sup> (Kozierok, 2005)  
(Shenker, Partridge, & Guerin, 1997)

dispositivos tales como módems ADSL y módems de cable. Esto nos lleva a la elaboración y adopción de IPv6 como una solución alternativa. Una solución que cuenta con un espacio de direcciones suficientes, los ISP tendrán suficientes direcciones IP para asignar a cada cliente, con el fin que cada dispositivo cuente con una dirección IP única - ya sea detrás de un firewall o un NAT<sup>14</sup> (traducción de direcciones de red), técnica usada con el fin de hacer frente a la escasez de direcciones IP. Desafortunadamente, los NATs no funcionan muy bien en muchas aplicaciones de Internet, como NFS y DNS, o aplicaciones más recientes, como las conferencias de grupo.

Al hacer la migración de una versión a otra, se pretende mejorar la conectividad total brindando a las comunicaciones por medio de redes una gran fiabilidad y flexibilidad. IPv6 restablecerá la transparencia y el tráfico de extremo a extremo a través de la Internet. Un segundo objetivo importante de IPv6 es reducir el tiempo total que la gente tiene que pasar la configuración y administración de sistemas.

Un sistema IPv6 puede participar en la configuración de manera automática, donde se cree una dirección IP con garantía única mediante la combinación de la dirección MAC, de la LAN y un prefijo proporcionado por el router o un equipo que cumpla papel capa 3 dentro del segmento de red LAN, todo esto quiere decir que el DHCP no sería necesario. Aunque obviamente el DHCP es todavía útil para

---

<sup>14</sup> (Hitesh & Francis, 2010)

otros parámetros, tales como servidores de DNS, los cuales se configurarían como DHCPv6 cuando sea necesario. La versión 6 del protocolo ofrece un punto medio entre los dos extremos con protocolos como SLP ("Service Location Protocol"), que pueden hacer la vida de los administradores de red más fácil. Aplicaciones multimedia y de tolerancia a fallos de alto ancho de banda son el foco de la cuarta meta importante de IPv6. Las aplicaciones multimedia pueden tomar ventaja de multidifusión: la transmisión de un solo datagrama a varios receptores logrará entregar mejor rendimiento en diferentes aplicativos. Aunque IPv4 tiene algunas capacidades de multidifusión, estos son opcionales y no todos los routers o equipos de red lo soportan.

Adicional a esto, con esta versión se empieza a hablar de una nueva modalidad de difusión llamada "anycast", la cual como multicast, anycast<sup>15</sup> tiene grupos de nodos que envían y reciben paquetes. Pero cuando se envía un paquete a un grupo anycast en IPv6, sólo se entrega a uno de los miembros del grupo. Esta nueva capacidad es especialmente apropiado en un entorno de alta disponibilidad: servidores web y servidores de DNS.

Y por último se debe mencionar uno de los aspecto con mayor importancia en esta nueva versión, la calidad del servicio o QoS (Quality of Service). IPv6 soporta las mismas características de calidad de servicio que IPv4, pero adicional a estas se ha incluido la indicación de DiffServ, así como un nuevo campo de flujo de tráfico de 20 bits. Aunque el uso de esta parte de IPv6 no se definió, con el fin que

---

<sup>15</sup> (Wroclawski, 1997)

proporciona una base sólida para construir protocolos de QoS. Adicional a la calidad del servicio es importante reconocer que otro ideal de IPv6 está enfocado con las VPNs, redes privadas virtuales. Los nuevos protocolos de seguridad IPsec, ESP (protocolo de seguridad de encapsulación) y AH (encabezado de autenticación) son add-ons para IPv4. IPv6 se basa y requiere estos protocolos, lo que significa que las redes seguras, serán más fáciles de construir y desplegar en un mundo IPv6<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> (Wroclawski, 1997)

### 8.3 ESTADO DEL ARTE

Durante los últimos años se ha evidenciado una competencia estricta en los parámetros de los diferentes servicios que involucran a un usuario final. Se ha observado la evolución en aspectos de atención al usuario, de tendido de infraestructura, de implementación de tecnología, en cada rama de los servicios prestados a los clientes, y quizás la más importante de todas, la evolución en la calidad del servicio; Esto revisando algunos parámetros tomados de manera general, pero a nivel de comunicaciones, el término calidad del servicio amplía su definición y se filtra en diferentes campos, los cuales estudian de manera directa los parámetros que se ven relacionados con la prestación de un servicio como el de telefonía, de transmisión de imagen y video, o quizás un servicio de datos y acceso a Internet. De manera formal se puede explicar a la calidad del servicio (QoS), como esa tecnología enfocada en evaluar el rendimiento de diferentes aplicaciones o servicios, con el fin de conocer el grado de satisfacción de los usuarios. Entendiendo que todo esto converge en el conjunto de requisitos necesarios para el tráfico de este mismo.

Dentro de toda la gama de aplicaciones y servicios que se pueden adquirir por medio de las comunicaciones, se encuentra el crecimiento continuo en los servicios y aplicaciones multimedia. El streaming de vídeo se ha convertido en una solución importante y efectiva para dar respaldo y soporte a diferentes situaciones, que en algunos casos pueden ser de prioridad alta y gran impacto, por ejemplo el uso de aplicaciones que permitan la comunicación mediante una video conferencia, el uso de video sobre demanda, e incluso el “*e-learning*”; todas pilares importante para el crecimiento de empresas, negocios y obviamente el crecimiento personal de quien las utilice. Se sabe que la calidad del streaming de

video puede verse afectada por diversos factores como la red, aplicaciones específicas, el contenido, los negocios y el contexto orientado a los diferentes factores que rodean el uso que se le da a este aplicativo. Comúnmente los parámetros relacionados con la red (por ejemplo, la pérdida de paquetes) se agrupan en un parámetro de QoS para los proveedores de servicios multimedia. Con videostreaming, por ejemplo, los servicios se basan en general en las experiencias perceptivas de los usuarios, los cuales hacen juicios estéticos rápidamente. La calidad del servicio para un usuario puede ser una amplia gama de emociones y actitudes. Esas emociones y percepciones impactan la calidad del usuario hacia el contenido, los productos e incluso el precio. el mayor reto es ser capaces de medir los factores QoS para diferentes servicios multimedia con precisión y exactitud.

Al plantear todo el uso de estas aplicaciones y servicios, y posteriormente el buscar gran calidad con estos mismos, es necesario remontarse a su transmisión, y en especial a eso tan importante que hace posible su transmisión. El protocolo de Internet está diseñado para su uso en sistemas interconectados de redes de comunicaciones informáticas de conmutación de paquetes. El protocolo de Internet (IP) facilita la transmisión de bloques de datos llamados datagramas procedentes de orígenes, donde las fuentes y los destinos son hosts identificados por direcciones de longitud fija. Adicional a esto este protocolo de Internet también proporciona ese proceso de fragmentación y re-ensamblaje de datagramas largos, si es necesario, para la transmisión a través de redes de paquetes "pequeña".

Teniendo esto se puede deducir que el protocolo IP está específicamente limitado en su alcance para proporcionar las funciones necesarias para ofrecer un paquete de bits desde un origen a un destino a través de un sistema de redes

interconectadas. No existen mecanismos para aumentar la confiabilidad de datos de extremo a extremo, el control, la secuenciación, u otros servicios que se encuentran comúnmente en los protocolos "host a host" de flujo. Con este protocolo se puede sacar provecho de los servicios de sus redes de apoyo para proporcionar varios tipos y calidades de ayuda dentro de los diferentes usos que se le brindan, ya sea en aplicativos o en navegación simple.

Al conocer el objetivo que tiene el protocolo de Internet desde el momento en que fue creado, hasta estos días en donde aún se utiliza la versión 4 de este protocolo, se deben ahora revisar y conocer los cambios que fueron aplicados en el momento de trascender y presentar la versión 6. Puesto que con la versión 4 se dieron a conocer las diferentes aplicaciones que se tienen hoy en día, en especial las aplicaciones de streaming.

Dentro de los cambios aplicados en la nueva versión se cuenta con capacidades de direccionamiento más ampliadas, esto quiere decir que con IPv6 incrementa el tamaño de la dirección IP de 32 bits a 128 bits, para apoyar más niveles de jerarquía de direccionamiento, con un mayor número de nodos direccionable. Junto con esto la escalabilidad de enrutamiento multicast mejora, y se configura como novedad un campo "alcance" de las direcciones de multidifusión. Y un nuevo tipo de dirección llamada "anycast", direccionamiento que se utiliza para enviar un paquete a uno cualquiera de un grupo de nodos. Otra novedad se relaciona con el formato de cabecera, esto debido a que algunos campos de la cabecera IPv4 se han caído o hecho opcional, para reducir el costo de procesamiento de los casos comunes de manejo de paquetes y para limitar el costo del ancho de banda de la cabecera IPv6. Logrando con esto una nueva capacidad a la hora de agregar el etiquetado de los paquetes pertenecientes a flujos particulares de tráfico, con lo

que se logra que el remitente experimente una experiencia mejor y especial, como la calidad en el servicio.

De acuerdo con esto, se evidencia que la difusión de vídeo sobre internet en tiempo real ha crecido espectacularmente en los últimos años. Permitiendo aplicaciones en conjunto con desarrolladores y sitios webs, los cuales han querido llevar ideas un paso más allá por caminos muy diversos. Todo esto ha llegado hasta el punto que la difusión de contenidos multimedia es precisamente lo que ha hecho desbancar, especialmente en el caso de los jóvenes, a la televisión en favor del ordenador como medio de comunicación e información.

## **9 DESARROLLO INGENIERIL - ASPECTOS TECNICOS**

### **9.1 TOPOLOGÍA**

La topología que se implementó en el desarrollo del proyecto, tenía como objetivo simular, en un ambiente de pruebas, de la mejor manera el comportamiento de una red básica que pueda ser encontrada en diferentes establecimientos, con la intención de observar la respuesta de estos dos protocolos de la mejor manera posible. Es por esta razón que se planteó una topología básica (Topología diseñada y expuesta en la Imagen 1), donde la conexión que el proveedor de servicio aterrice directamente en un equipo que sea el encargado de crear y administrar una red LAN, dentro de las cuales se encuentren equipos como computadoras, tabletas e incluso dispositivos móviles; el equipo encargado de realizar esta LAN, es un equipo configurado y administrado por el mismo proveedor de servicios, haciendo así la simulación de los segmentos de red que se tienen en una casa. Es pertinente recordar que para esta topología, tanto en IPv4 como en IPv6, se tiene configurado un NAT mediante el cual se accede a los servicios de la WAN.



Imagen 1. Topología básica planteada para el desarrollo del trabajo, diseñada en un software especializado en topologías (Microsoft Visio).

Y la siguiente topología planteada para desarrollar el proyecto, es una que se puede encontrar en producción actualmente en cualquier empresa del mundo, dentro de esta topología se ha pensado en la seguridad informática que tendrá como objetivo el salvaguardar la integridad de la red LAN.

Esta reflexión está compuesta por un equipo capa dos, la cual será el encargado de realizar la división de esta red en sub redes, las cuales serán asignadas en diferentes sectores de la empresa, de acuerdo a las necesidades que se tengan y obviamente de acuerdo a los parámetros propuestos en las respectivas normativas que se tienen, esto debido a que por seguridad se deben tener diferenciados los segmentos de red que realizan publicación de servidores, los que brindan navegación a usuarios invitados o usuarios que no son parte de esta red, y obviamente al orden jerárquico que se tiene en cualquier oficina, donde de mayor a menor se cuenta con diferentes permisos.

De acuerdo a esto, la segunda topología planteada, cuenta con un equipo de seguridad informática, el cual es un cluster de Firewall, que se encuentra conectado directamente a dos canales de acceso a Internet, mediante dos proveedores diferentes, lo cual permite la redundancia y el respaldo pertinente a la red. Le sigue un equipo que cumpla un papel capa 2 y capa 3, a nivel de modelo OSI, el cual sería un Switch que permite realizar enrutamiento y segmentar la red, y detrás de este las diferentes VLANs creadas para el acceso a los dispositivos periféricos de los usuarios finales. Como se puede observar en la Imagen 2, la cual se diseñó para este proyecto mediante un software especializado en la construcción de topologías a nivel de redes.

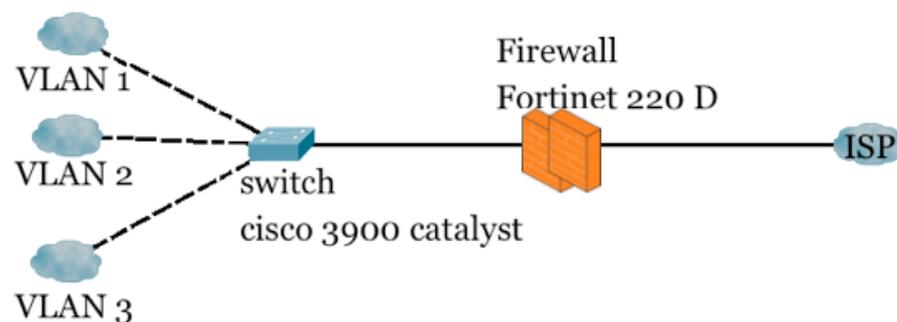


Imagen 2. Topología de una empresa u oficina, planteada para el desarrollo del trabajo, diseñada en un software especializado en estudios (Microsoft Visio).

## 9.2 HERRAMIENTAS

Dentro de los equipos usados para la simulación de un ambiente de pruebas, se implementaron tres tipos diferentes de equipos de red. En la primera topología se implementó un Modem Router ZTE de la serie W 300, el cual es el que el proveedor de servicio instala en los diferentes abonados. Este Modem Router es un dispositivo orientado a todo lo que sea SOHO (Small Office and Home Office).

Este dispositivo cumple el papel de enrutador de banda ancha, el cual de manera integrada soporta tecnología inalámbrica DSL, todo con el fin de cumplir papel de AP y conmutador LAN necesario en los abonados de usuarios particulares. Proporciona servicios de triple play, como los datos de Internet, acceso de voz y acceso a video.

W300 proporciona un acceso prioritario para los diferentes servicios con QoS ATM-basados y basadas en IP sofisticados para satisfacer los diferentes requerimientos para el acceso a Internet de alta velocidad, IPTV de vídeo bajo demanda (VoD), acceso directo a la radiodifusión y el acceso de voz. El cifrado inalámbrico y firewall integrado, el cual tiene la tarea de evitar que usuarios no autorizados accedan a la red, asegurando la seguridad de la red LAN. W300 soporta TR-069 protocolos para permitir la gestión global de la red remota.<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> (ZTE Corporation, 2010)



Imagen 3. Dispositivo ZTE w 300, Modem Router.<sup>18</sup>

Para el estudio que simula el ambiente de producción de una compañía, se implementaron dos equipos, como se mencionó antes. El primero de los equipos y el cual cumple el papel de brindar la topología de manera perimetral en la red, es el Firewall Fortigate 200 D, del fabricante Fortinet.

Esta serie ofrece una seguridad de alta velocidad y el rendimiento para el perímetro de la red LAN y diferentes redes inalámbricas. Cuenta con procesadores especialmente diseñados para proporcionar hasta 4 Gbps de rendimiento en firewall, lo que permite la protección de sus aplicaciones y de la red sin afectar a la disponibilidad o el rendimiento. Las interfaces GbE de alta densidad facilitan el crecimiento de la red y la expansión.

La serie FortiGate-200D ofrece una protección completa frente a amenazas con una incomparable gama de tecnologías de Fortinet, todas estas especializadas en

---

<sup>18</sup> (ZTE Corporation, 2010)

seguridad de nivel empresarial. Cumplen el papel general de un firewall, soporta la configuración de VPNs (IPSec y SSL), prevención de intrusiones, antivirus / antispyware, antispam y filtrado web tecnologías. Estas plataformas también proporciona control de aplicaciones, prevención de pérdida de datos, enrutamiento dinámico para IPv4 e IPv6, NAC punto final y la inspección del tráfico cifrado con SSL. Estos componentes integrales de seguridad le permiten desplegar tecnologías necesarias más adecuadas para su entorno único.<sup>19</sup>

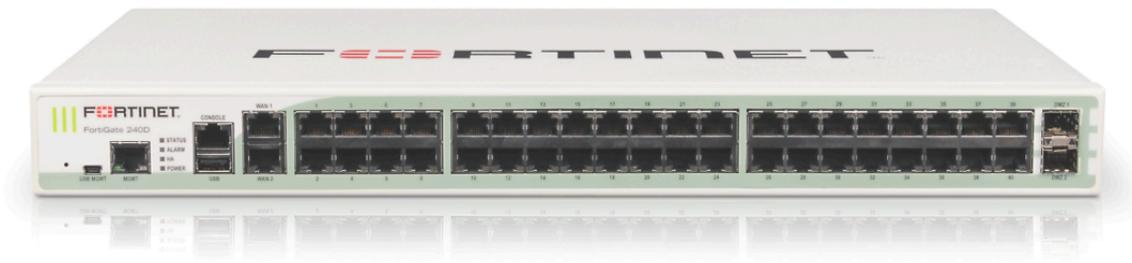


Imagen 4. Firewall Fortinet, serie 200 D.<sup>20</sup>

El siguiente equipo que se utilizó para formar reflexión y realizar las pruebas pertinentes, es el Switch cisco 3900 Catalyst, este equipo cumple el papel de ampliar en gran medida las capacidades del router al integrar el switching de capa

---

<sup>19</sup> (Fortinet, Inc, 2012)

<sup>20</sup> (Fortinet, Inc, 2012)

2 y capa 3, con conjuntos de funciones idénticos a los de los switches Cisco Catalyst® 3560-E y Catalyst 2960 Series.

Los nuevos módulos de servicio Cisco Enhanced EtherSwitch son los primeros en aprovechar las capacidades mejoradas de los routers Cisco ISR 3900 y 2900 Series. Además, estos módulos de servicio habilitan las iniciativas de energía de Cisco líderes en el sector: Cisco EnergyWise®, Cisco ePoE y monitoreo de alimentación PoE por puerto; todas ellas mejoran la capacidad de la sucursal para escalar a requisitos de próxima generación y, a la vez, alcanzan iniciativas importantes para que los equipos de TI operen una red de energía eficiente. Más aún, los módulos de servicio Cisco Enhanced EtherSwitch no sólo ofrecen routing y switching locales a velocidad de línea, sino que también permiten la comunicación directa entre módulos de servicio a través de la estructura multigigabit (MGF) de routers ISR de segunda generación (ISR G2), que separa el tráfico de la LAN de los recursos de la WAN.<sup>21</sup>

---

<sup>21</sup> (Cisco Systems, Inc, 2013)



Imagen 5. Switch Cisco 3900 Catalyst.<sup>22</sup>

Dentro de los estudios planteados, se implementan diferentes equipos finales, como lo fueron dispositivos móviles, tabletas y computadores de escritorio y portátiles. Estos equipos usados son equipos comerciales con especificaciones nada diferentes a las que se consiguen en cualquier equipo de esta gama y de los diferentes fabricantes. Son equipos periféricos que soportan la implementación de la nueva versión del protocolo de internet, y mediante los cuales se realizó un monitoreo del tráfico generado, con el fin de realizar el respectivo análisis.

#### 9.4 CONFIGURACIÓN

Durante la configuración realizada, tanto en los equipos perimetrales de la red LAN, como de los equipos internos, se empezó con la configuración de la

---

<sup>22</sup> (Cisco Systems, Inc, 2013)

topología que menciona la red de un usuario final mediante el abonado del ISP. La intención de esta configuración fue usar la herramienta DHCP (protocolo de configuración dinámica de host), la cual es un protocolo de red que permite a los clientes de una red IP obtener sus parámetros de configuración automáticamente. Se trata de un protocolo de tipo cliente/servidor en el que generalmente un servidor posee una lista de direcciones IP dinámicas y las va asignando a los clientes conforme éstas van quedando libres, sabiendo en todo momento quién ha estado en posesión de esa IP, cuánto tiempo la ha tenido y a quién se la ha asignado después.

Al implementar esta herramienta para que sea el mismo Modem Router quien asigne el direccionamiento, se contó con un direccionamiento que no se segmentaba en ningún momento, puesto que solo se tenía un segmento de red, y que sin importar si era IPv4 o IPv6, iba a ser asignada. Cabe recordar que la implementación para este estudio fue mediante un NAT Hide, el cual se encarga de realizar varias conexiones simultáneas con un dispositivo remoto con una misma IP pública. Para realizar esto, dentro de la cabecera del paquete, existen campos en los que se indica la dirección origen y destino. Esta combinación de números define una única conexión.

La mayoría de los NAT, realizan el proceso con diferentes IPs privadas a una dirección IP conocida en la WAN. Esto quiere decir que la configuración típica, se relaciona con una red local, la cual utiliza unas direcciones IP dentro de los rangos privados para la respectiva LAN o las diferentes subredes. Un equipo de red que realiza el NAT cuenta con una dirección privada en este espacio de direcciones, y también cuenta con una conexión a Internet por medio de una dirección pública asignada por un proveedor de servicios de Internet.

Como el tráfico pasa desde la red local a Internet, la dirección de origen en cada paquete se traduce sobre la marcha, de una dirección privada a una dirección pública. El equipo sigue la pista de los datos básicos de cada conexión activa (en particular, la dirección de destino y el puerto). Cuando una respuesta llega al equipo utiliza los datos de seguimiento de la conexión almacenados en la fase de salida para determinar la dirección privada de la red interna a la que remitir la respuesta.<sup>23</sup>

Al obtener el direccionamiento tanto con IPv4 como con IPv6, se realizan los respectivos procesos de validación, en donde se comprueba que la IP entregada tenga acceso a los destinos necesarios en Internet, y con los cuales se realizarán las pruebas, como se observa en la imagen 6 (Imagen tomada en el momento en que se hace la solicitud de direccionamiento dinámico al equipo de red), donde mediante el comando “ifconfig” se conoce la dirección obtenida. La siguiente prueba realizar es la herramienta ICMP PING, mediante la cual se valida conectividad con los servidores a usar, Imagen 7.

---

<sup>23</sup> (ITU-T, 2002)

```

iMac-morales:~ ifconfig
lo0: flags=8049<UP,LOOPBACK,RUNNING,MULTICAST> mtu 16384
    options=3<RXCSUM,TXCSUM>
    inet6 ::1 prefixlen 128
    inet 127.0.0.1 netmask 0xff000000
    inet6 fe80::1%lo0 prefixlen 64 scopeid 0x1
    nd6 options=1<PERFORMNUD>
gif0: flags=8010<POINTOPOINT,MULTICAST> mtu 1280
stf0: flags=0<> mtu 1280
en0: flags=8863<UP,BROADCAST,SMART,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 1500
    options=b<RXCSUM,TXCSUM,VLAN_HWTAGGING>
    ether c4:2c:03:05:e1:90
    inet6 fe80::c62c:3ff:fe05:e190%en0 prefixlen 64 scopeid 0x4
    inet 192.168.0.4 netmask 0xfffff00 broadcast 192.168.0.255
    nd6 options=1<PERFORMNUD>
    media: autoselect (100baseTX <full-duplex>)
    status: active
en1: flags=8823<UP,BROADCAST,SMART,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 1500
    ether d8:30:62:54:32:7e
    nd6 options=1<PERFORMNUD>
    media: autoselect (<unknown type>)
    status: inactive
fw0: flags=8863<UP,BROADCAST,SMART,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 4078
    lladdr e8:06:88:ff:fe:e8:ba:46
    nd6 options=1<PERFORMNUD>
    media: autoselect <full-duplex>
    status: inactive
p2p0: flags=8802<BROADCAST,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 2304
    ether 0a:30:62:54:32:7e
    media: autoselect
    status: inactive
utun0: flags=8051<UP,POINTOPOINT,RUNNING,MULTICAST> mtu 1380
    inet6 fe80::61b4:4e1:969:d540%utun0 prefixlen 64 scopeid 0x8
    inet6 fdea:eda9:ae61:f0a3:61b4:4e1:969:d540 prefixlen 64
    nd6 options=1<PERFORMNUD>

```

Imagen 6. Toma de pantalla del direccionamiento asignado mediante DHCP.

```

iMac-morales:~ ping6 2001:4860:4860::8888
PING 2001:4860:4860::8888 : 56 data bytes
64 bytes from 2001:4860:4860::8888 icmp_seq=0 ttl=49 time=100.190 ms
64 bytes from 2001:4860:4860::8888 icmp_seq=1 ttl=49 time=220.394 ms
64 bytes from 2001:4860:4860::8888 icmp_seq=2 ttl=49 time=258.283 ms
64 bytes from 2001:4860:4860::8888 icmp_seq=3 ttl=49 time=269.277 ms
64 bytes from 2001:4860:4860::8888 icmp_seq=4 ttl=49 time=272.530 ms
64 bytes from 2001:4860:4860::8888 icmp_seq=5 ttl=49 time=229.995 ms
64 bytes from 2001:4860:4860::8888 icmp_seq=6 ttl=49 time=236.186 ms
64 bytes from 2001:4860:4860::8888 icmp_seq=7 ttl=49 time=101.511 ms
^C
--- 2001:4860:4860::8888 ping statistics ---
9 packets transmitted, 8 packets received, 11.1% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 100.190/211.046/272.530/65.924 ms

```

Imagen 7. Ping con la versión 6 del protocolo IP, hacia uno de los destino de streaming.

Al realizar esta configuración, y validar el respectivo y correcto funcionamiento, se procede a realizar las pruebas de conexión mediante el protocolo http a los servidores de Streaming que se utilizan para las pruebas pertinentes. Estos servidores serán los pertenecientes al sitio web “Youtube”, y las pruebas a realizar serán la reproducción de un video aleatorio, y el posterior análisis de los paquetes que se ven cursar por las herramientas de análisis de tráfico. Obviamente este proceso se ejecuta con la implementación de las dos versiones del protocolo IP.

Para el estudio donde se implementan los equipos de seguridad perimetral, se realiza una configuración de manera diferente, puesto que es necesario, primero realizar la configuración del Firewall, el cual utiliza 4 de las interfaces que tiene en uso. Estas 4 interfaces se utilizan de la siguiente manera: Primero se configura la interface de sincronización, la cual es la que permite que los dos módulos que hacen parte del cluster se comuniquen y sincronicen los cambios que sean aplicados en la interface web. La siguiente interface que se configuró fue la interface que se comunicaba con el primer ISP utilizado, para este caso el este proveedor es Telefónica, y el direccionamiento que se configura en el Firewall siempre debe de ser un direccionamiento IPv4, esto debido a que el canal que se tiene con ellos, cuenta con un segmento de red de IPs públicas, el cual fue adquirido y no permite modificación, al configurar esta interface se habilitaron permisos de PING, con el fin de validar que la interface esté arriba tanto física como administrativamente. Luego fue configurada la interface del siguiente canal de acceso a la WAN, en la cual se cuenta con el proveedor de servicios *Lebel 3 Communications*, quien al igual que con la interface anterior, se ha configurado un

direccionamiento IPv4, ya que los contratos con estos ISPs mencionan segmentos de IPs públicas, los cuales fueron entregados en la versión 4.

Al tener la configuración de las dos interfaces, mediante las cuales se efectúa la conexión a Internet, se realiza un proceso básico de configuración en el equipo, donde se indica que el tráfico por defecto será enviado a Internet, teniendo como Interface principal la que va con el proveedor *Lebel 3 Communications*. Esto se hace con el fin de tener una ruta por defecto para el tráfico que se genere desde la red LAN y que busque direcciones públicas, al realizar las respectivas configuraciones en el enrutamiento, se procede a configurar las políticas donde se especifica que de los diferentes segmentos de red, los cuales se dividieron en VLANs, se tendrá acceso sin bloqueos a destinos específicos, dentro de los cuales están especificados los servidores de Youtube, esta política se configura con las respectivas interfaces origen y destino, mencionando los servicios que utilizan, y aplicando perfiles de navegación, donde por URL y por aplicaciones se brindan los permisos necesarios para acceso a este destino.

Para facilitar la simulación, se utiliza un direccionamiento estático, con esto también se optimiza el performance del equipo, puesto que para el Firewall es más fácil hacer un filtro por IP que por segmento de red, en caso de haber implementado y configurado un DHCP en el mismo equipo.

Después de realizar la respectiva configuración en el Firewall, se debe ahora configurar las 3 VLANs, las cuales tendrán un direccionamiento diferente cada una, esto con el fin de validar cómo se comporta el protocolo, tanto Versión 4 como Versión 6, cuando se tiene una red segmentada, es decir cuando dentro de una misma LAN se cuenta con diferente direccionamiento.

Para realizar esta configuración se debe recordar que de los 24 puertos disponibles en el Switch, se debe hacer una división entre 3 VLANs y se debe de dejar reservado un puerto específico que cumpla el papel de puerto Trunk, o puerto troncal, mediante el cual pasa todo el tráfico de las VLANs en la cual, las VLANs podrán conectarse, discriminando la diferencia de los segmentos de red que cada una de ellas tiene configurado. Al realizar la respectiva configuración de las VLANs, se procede a realizar la conexión física de los equipos con el equipo final, que realizan la respectiva captura de información, lo cual se puede observar en la imagen a continuación.

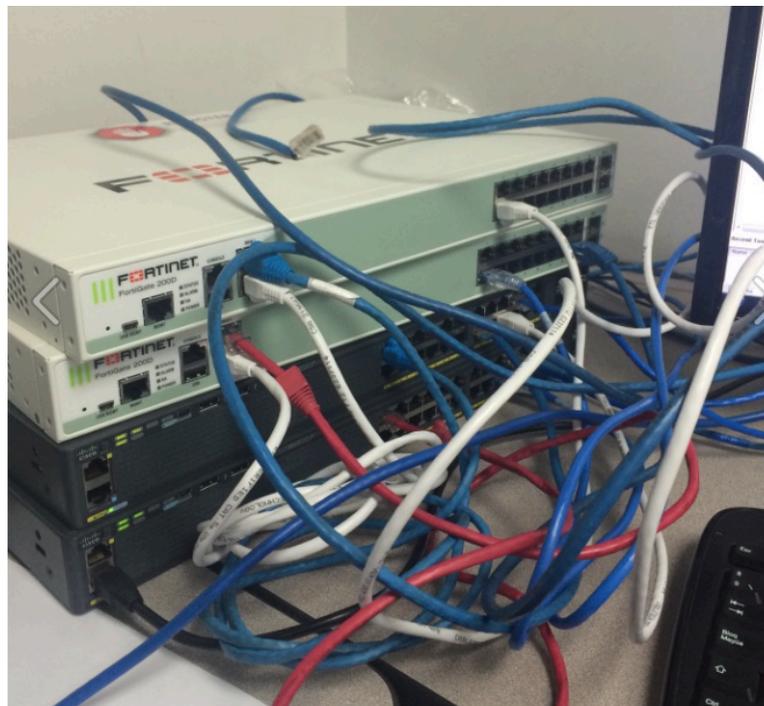


Imagen 8. Conexión entre los equipos usados en la topología que implementa los equipos de seguridad perimetral y los equipos de red

Al tener la topología montada, de manera física, se procede a realizar la configuración respectiva a nivel de los equipos. En esta configuración fue necesario especificar el direccionamiento que se utilizó, en los segmentos de red LAN. Como se observa en la imagen 9, se configuró una de las interfaces que se tienen en el equipo, con direccionamiento IPv6, el cual es el que se utilizó para la comunicación con el usuario final. Las demás interfaces del Firewall (Interfaces que conectan los proveedores de Servicio) fueron configuradas con direccionamiento IPv4, puesto que el servicio que brindan los proveedores esta sobre este protocolo.

The screenshot shows the 'Edit Interface' configuration page for an interface named 'internal'. The interface is configured with a manual addressing mode and an MTU value of 1500 bytes. Administrative access is enabled for HTTPS, PING, HTTP, and SSH.

Name	internal (00:09:0F:9A:CE:35)
Alias	
Link Status	Up
Addressing mode	<input checked="" type="radio"/> Manual <input type="radio"/> DHCP <input type="radio"/> PPPoE
IP/Netmask:	
<input type="checkbox"/> Dedicate this interface to FortiAP connection	
<input type="checkbox"/> Enable Explicit Web Proxy	
<input type="checkbox"/> Override Default MTU Value	1500 (bytes)
Administrative Access	<input checked="" type="checkbox"/> HTTPS <input checked="" type="checkbox"/> PING <input checked="" type="checkbox"/> HTTP <input checked="" type="checkbox"/> FMG-Access <input checked="" type="checkbox"/> SSH <input type="checkbox"/> SNMP <input type="checkbox"/> TELNET
Weight	0
Spillover Threshold	0 kbit/s

Imagen 9. Configuración de las Interfaces que conectaran la red LAN con el Firewall.

Cuando se probó conectividad entre las VLANs configuradas y el equipo capa tres, se procede a realizar la configuración de los aspectos de seguridad que permitieron realizar la toma del tráfico usado para el análisis. Estos parámetros son configuración básica, donde se otorgan permisos de navegación sin

restricciones (Es decir sin bloqueos por contenido, servicio o aplicación) hacia los servidores de la página web, que se utilizó. Uno de los parámetros configurados fue el de los perfiles de seguridad, que se encargan del filtrado web o control de contenido, en la imagen 10 se observa cómo se brindaron los permisos al perfil de navegación “Default”, el cual se aplicó para los usuarios finales, sin discriminar la VLAN a la que pertenecían, este perfil tenían navegación total, con enfoque especial a la categoría “Streaming and media”, que donde se encuentra categorizado el destino “Youtube”.

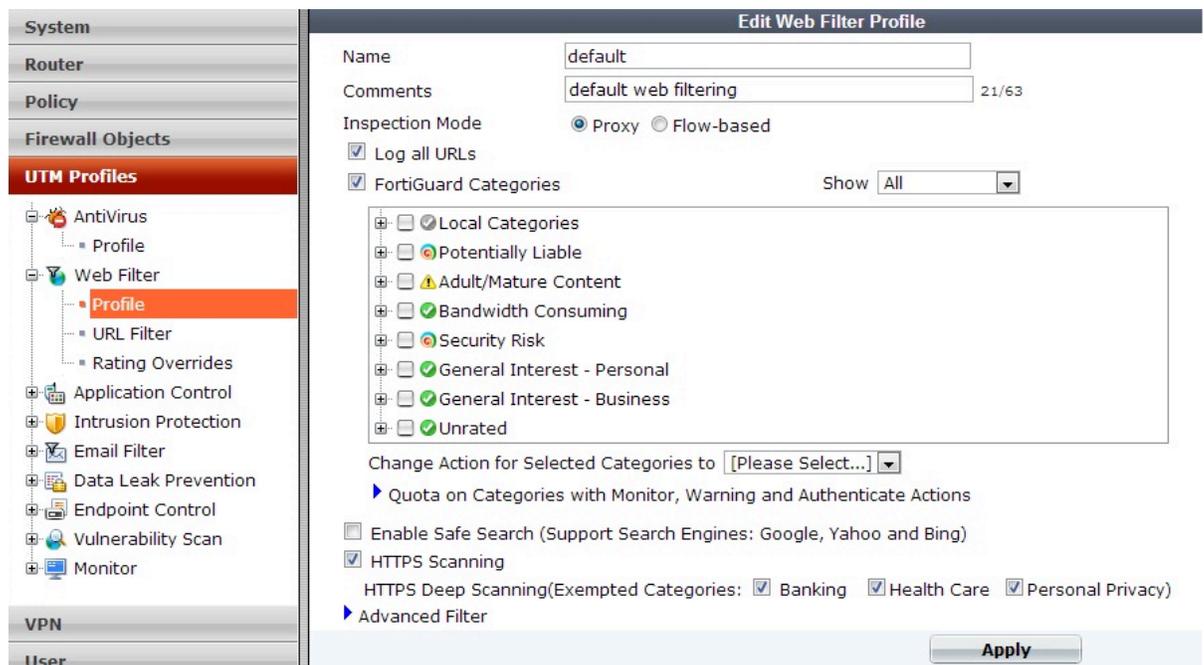


Imagen 10. Configuración del perfil de navegación, mediante el cual se realiza el filtro del aplicativo y acceso al servidor con que se realiza la simulación.

## 10 RESULTADOS

Al obtener los resultados se tuvo como reto principal entender mediante el comportamiento de los protocolos la complejidad del comportamiento humano relacionado; debido a que no todos los seres humanos tienen preferencias similares, sentimientos o percepciones acerca de un determinado servicio y, además, sus percepciones y preferencias cambian continuamente a lo largo del tiempo. Este reto se toma debido a que son los seres humanos los que evaluarán la calidad del servicio, pues la diferencia específica está dada por datos significativos. Parámetros fáciles de comparar con aspectos diferentes como los fisiológicos y de QoS Humanos, debido a que no son monitoreados fácilmente o fabricados por su naturaleza cuantitativa, sino que todo lo contrario, son las percepciones y sentimientos humanos los que de manera subjetiva ayudan a que los niveles de expectativas sea diferentes entre los usuarios.

Durante el desarrollo del trabajo se evaluó principalmente el caso de la transmisión de vídeo, la calidad de servicio significa que el usuario debe ver un determinado contenido, sin interrupción (rebuffering), y sin degradación de la calidad de vídeo causada por el proceso de entrega (pérdida de fotogramas, los problemas en la reconstrucción de las B-frames y P-frames por pérdida de paquetes)<sup>24</sup>. Es por esto que el parámetro más conocido para la evaluación de la calidad de un servicio de streaming es la longitud del búfer, que es la capacidad

---

<sup>24</sup> (ITU-T, 2002)

de mantener el búfer del usuario siempre en un nivel aceptable, siendo suficiente para garantizar una experiencia continua independiente de las pequeñas variaciones en el ancho de banda disponible, y en la tasa de bits de vídeo codificado. Asociado con este parámetro, se presentó la tasa media de almacenamiento en búfer, que consiste en una relación entre el tiempo total utilizado llenado de la memoria intermedia, y el tiempo total de reproducción. Este parámetro fue un pilar para evaluar la calidad del servicio para la transmisión en video, donde los usuarios pueden mantenerse en contacto durante mucho tiempo, y, por supuesto, que le gustaría reproducir el contenido sin interrupciones.

Un servicio de streaming de alta calidad siempre debe mantener la velocidad de almacenamiento en búfer por debajo del 0,5%, descartando el tampón inicial, a la disponibilidad normal de ancho de banda. Por otra parte, este parámetro fue muy útil para identificar los cuellos de botella en el proceso de distribución de contenido.

Adicional, se observó la tasa media de trama y el ritmo de pérdida de tramas, valores obtenidos al realizar el Sniffer y al analizar los eventos recolectados con la herramienta que trae implícita el Firewall, como se puede observar en la imagen 11 donde se muestra uno de los eventos generados. Estos dos parámetros nos dan una visión general de la capacidad, del servidor para transmitir el contenido de vídeo, y, de los usuarios para recibir y decodificar la secuencia. En caso de sobrecarga del servidor, una de las primeras alternativas que se utilizan para mantener una experiencia continua es reducir la velocidad de cuadro, o, básicamente, la caída de frames. Estos parámetros suelen indicar que el servidor no es capaz de servir el contenido, o bien, los clientes no tienen las condiciones mínimas para recibir y decodificar el video. Estos problemas se asocian generalmente con el uso intensivo de la CPU, por un exceso de los clientes en el

lado del servidor, o por falta de recursos para la decodificación del vídeo en el cliente.



Details	
Log Number	1
Hostname	www.youtube.com
Level	Info
Type	webfilter
Subtype	urfilter
Log ID	13317
Message	URL has been visited
Src	10.1.48.68
Dst	173.194.37.9
User	N/A
Src Port	41836
Dst Port	80
Device ID	FG300C3912602490
VDom	root
Status	passthrough
Service	http
Src Port	41836
Dst Port	80
Src Interface	VLAN_41_Users
Dst Interface	port2
Policy ID	2
Serial	1605059792
URL	/watch?v=ruz6Ot4k5NY
Carrier End Point	N/A
Profile	Perfil_Basico
Group	N/A
Profile Type	Webfilter_Profile
Profile Group Name	N/A
Identity Index	0
Last Activity	
Request Type	direct
Method	domain
Class	0
Class Description	N/A
Category	25
Category Description	Streaming Media and Download
Sent	138 B
Received	767 B
Message	URL has been visited
63 Empty fields (Show)	

Imagen 11. Ejemplo de uno de los eventos analizados durante el proceso posterior de realizar la montaje y la simulación del tráfico.

Por último, tenemos los parámetros, no menos importantes, para complementar el conjunto de puntos de control básico para garantizar la calidad de servicio de streaming de vídeo, incluyendo el tiempo para establecer la conexión, la velocidad de reconexión, la sincronización entre audio y video, y la relación directa entre el vídeo decodificado por el usuario y el vídeo que sale del codificador (ya que la pérdida de paquetes puede influir en la reconstrucción de los marcos, especialmente para la compresión de vídeo temporal)<sup>25</sup>. Medir y evaluar todos estos parámetros podemos identificar con mucha más eficiencia cualquier problema que pueda poner en peligro la calidad del servicio, que es esencial para los profesionales de negocios de transmisión multimedia.

Al revisar la respuesta que se tiene con las dos versiones del protocolo IP, y observar que las diferencias entre una y otra a nivel de QoS, en cuanto a la tecnología Streaming, no varía en mucho. Es pertinente recordar y revisar esas tramas capturadas en la herramienta de análisis de tráfico de la red, la cual se utilizó para observar el comportamiento de las dos versiones del protocolo IP cuando hace solicitudes a servidores que implementan la tecnología streaming.

Dentro de los parámetros relevantes y usados como punto y referencia de comparación, se evidencio una similitud casi total en el datagrama IP, está encapsulado en la trama de red subyacente (que suele tener una longitud máxima,

---

<sup>25</sup> (Masaki, 2004)

dependiendo del hardware usado). Los fragmentos de datagramas tienen todos una cabecera, copiada básicamente del datagrama original, y de los datos que la siguen. Se tratan como normales mientras son transportados a su destino. Nótese, sin embargo, que si uno de los fragmentos se pierde, todo el datagrama se considera perdido, como los restantes fragmentos.

Al revisar el tiempo de vida del paquete (TTL), se especifica el tiempo (en segundos) en que se trasmite el datagrama. Cada equipo por el que pase ha de sustraer de este campo el tiempo tardado en procesarlo. Es en este valor donde se evidenciaron diferencias, que no son relevantes para el análisis del tráfico con respecto a la calidad del servicio, pero que generaron la inquietud de si los equipos de red procesan en el mismo tiempo un paquete del protocolo IPv4 y uno del protocolo IPv6. Esto recordando que cada equipo por donde pasa el datagrama tarde cierto tiempo en analizarlo y procesarlo.

Como los protocolos de transporte implementan checksums, y como IPv6 incluye una cabecera opcional que se puede usar para asegurar la integridad, Esta versión del protocolo no proporciona monitorización del checksum de sus paquetes. Tanto TCP como UDP incluyen una pseudocabecera IP en los checksums que utilizan, por lo que en estos casos, la cabecera IP en IPv4 se chequea dos veces. TCP y UDP, y cualquier otro protocolo que use el mismo mecanismo, seguirán usando una pseudocabecera en Ipv6, obviamente, el formato de la pseudocabecera IPv6 será distinto de IPv4<sup>26</sup>. ICMP e IGMP y

---

<sup>26</sup> (Kozierok C. , 2005)

cualquier otro protocolo que no emplee la pseudocabecera en IPv4 tendrán que usarla en Ipv6 para su checksums.

Teniendo presente estos cambios evidenciados en la herramienta de recolección de eventos, y analizados con ayuda de los RFC 791. En el cual se observa y se entiende mejor la trama capturada, debido a los ejemplos presentados; y con el RFC 2460, el cual se relaciona con el protocolo versión 6, y desde donde se analizó la trama encontrada. Se observa que este tráfico, relacionado con la tecnología Streaming garantiza gran calidad del servicio en cuanto al rendimiento, pues para el tráfico IPv6 siguen siendo los mismos parámetros, bajo diferentes niveles de congestión de la red. Adicional de diferentes mecanismos de clasificación, la cola de prioridad y políticas funcionan como se esperaba. Debido a que mediante las mejores no se encuentran limitaciones en el soporte de IPv6 QoS.

En cuanto al consumo de recursos de las maquinas usadas para la correcta comunicación y descarga del bufer y la tecnología streaming. No se observa gran carga a nivel de la CPU, en cuanto a la implementación y conmutación basadas en IPv6. Esto quiere decir que el nivel de los equipos que usan esta tecnología no marca mayor diferencia. Se puede comprobar esto debido a que en el momento de realizar la comunicación se implementó la herramienta de monitoreo de la CPU, memoria e incluso el espacio en Disco, recordando que en esta tecnología se implementa gran uso del cache, Imagen número 19, donde mediante widgets se controla y se revisa el comportamiento en tiempo real de cada uno de los parámetros mencionados.

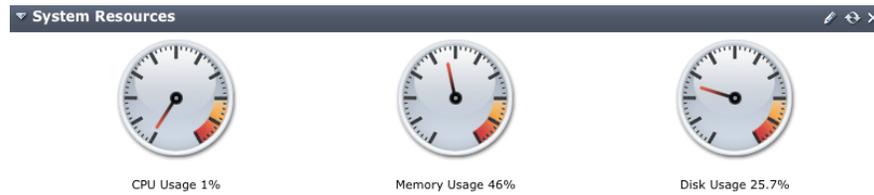


Imagen 12. Widgets que se encargan del monitoreo, de los parámetros mencionados, en uno de los equipos usados.

Teniendo los valores monitoreados, se realiza la recolección de la información, mediante la herramienta encargada de esta Labor (Como se observa en la Imagen 13). Estos eventos fueron recolectados cuando se realizaron las pruebas de conectividad, las cuales se observan en la imagen 15, e incluso cuando se realizó la comunicación de manera directa con el servidor, desde el aplicativo, que en este caso es el navegador que se utiliza, como se observa en la Imagen 14, donde se ve como se accede al servidor que brinda el servicio de Streaming, y se reproduce uno de los ficheros que este tiene almacenados.

Src	Dst	Hostname	Carrier End Point	URL	Message
10.3.82.3	173.194.37.0	s.youtube.com	N/A	/api/stats/watchtime?ns=yt&el=detailpage&cpn=vZSo9mwV61Tc6FPB&docid=Vzxsu__khxw&ver=2&referrer=...	URL has been visited
10.3.82.3	173.194.37.0	s.youtube.com	N/A	/stream_204?event=streamingstats&fmt=244&cpn=vZSo9mwV61Tc6FPB&ei=hRrMU5fXCMLd0wH5uYGwBg&el...	URL has been visited
10.3.82.3	173.194.37.7	www.youtube.com	N/A	/ptracking?html5=1&video_id=Vzxsu__khxw&cpn=vZSo9mwV61Tc6FPB&plid=AAT-pR-rvX-dWrKX&ei=hRrMU5fXCMLd0wH5uYGwBg&el...	URL has been visited
10.3.82.3	173.194.37.0	s.youtube.com	N/A	/api/stats/playback?ns=yt&el=detailpage&cpn=vZSo9mwV61Tc6FPB&docid=Vzxsu__khxw&ver=2&referrer=ht...	URL has been visited
10.3.82.3	173.194.37.7	www.youtube.com	N/A	/gen_2047a=guide-toggled&module-id=guide-main&expanded=true&auto=false&page-class=%20%20watch...	URL has been visited
10.3.82.3	173.194.37.0	s.youtube.com	N/A	/stream_204?event=streamingstats&fmt=244&cpn=vZSo9mwV61Tc6FPB&ei=hRrMU5fXCMLd0wH5uYGwBg&el...	URL has been visited
10.3.82.3	173.194.37.7	www.youtube.com	N/A	/gen_2047a=memory&navCounter=1&heapLimit=0&usedHeapSize=0&totalHeapSize=0	URL has been visited
10.3.82.3	173.194.37.7	www.youtube.com	N/A	/annotations_invideo?cta=2&video_id=Vzxsu__khxw	URL has been visited
10.3.82.3	173.194.37.0	s.youtube.com	N/A	/stream_204?event=streamingstats&fmt=243&cpn=vZSo9mwV61Tc6FPB&ei=hRrMU5fXCMLd0wH5uYGwBg&el...	URL has been visited
10.3.82.3	173.194.37.7	www.youtube.com	N/A	/watch?v=Vzxsu__khxw&spf=navigate	URL has been visited
10.3.82.3	173.194.37.7	www.youtube.com	N/A	/results?search_query=friv+juegos	URL has been visited
10.1.46.30	173.194.37.2	www.youtube.com	N/A	/	URL has been visited

Imagen 13. Eventos recolectados y analizados desde el equipo encargado de la recolección.

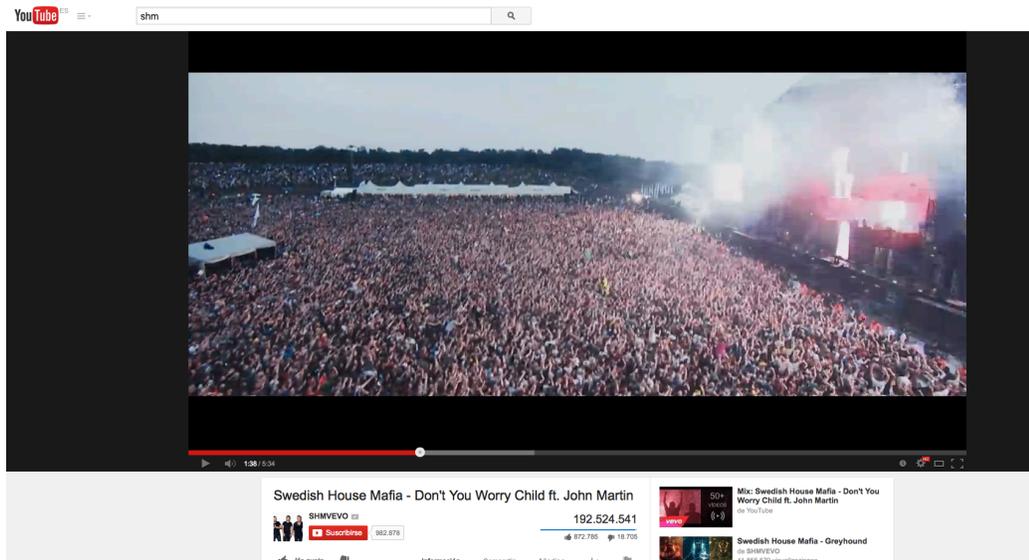


Imagen 14. Ejecución de uno de los archivos almacenados en el servidor, mediante el aplicativo instalado en el usuario final (Navegador), mediante los servicios HTTP y HTTPS.

```
iMac-morales:~ moralesmorales$ ping www.youtube.com.co
PING youtube-ui.l.google.com (173.194.37.14): 56 data bytes
64 bytes from 2001:4860:4860::1244 icmp_seq=0 ttl=55 time=88.126 ms
64 bytes from 2001:4860:4860::1244 icmp_seq=1 ttl=55 time=89.099 ms
64 bytes from 2001:4860:4860::1244 icmp_seq=2 ttl=55 time=89.387 ms
64 bytes from 2001:4860:4860::1244 icmp_seq=3 ttl=55 time=89.205 ms
64 bytes from 2001:4860:4860::1244 icmp_seq=4 ttl=55 time=88.882 ms
64 bytes from 2001:4860:4860::1244 icmp_seq=5 ttl=55 time=88.452 ms
64 bytes from 2001:4860:4860::1244 icmp_seq=6 ttl=55 time=88.716 ms
64 bytes from 2001:4860:4860::1244 icmp_seq=7 ttl=55 time=89.391 ms
64 bytes from 2001:4860:4860::1244 icmp_seq=8 ttl=55 time=88.900 ms
^C
--- youtube-ui.l.google.com ping statistics ---
9 packets transmitted, 9 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 88.126/88.906/89.391/0.401 ms
iMac-morales:~ moralesmorales$ telnet 2001:4860:4860::1244 80
Trying 2001:4860:4860::1244...
```

Imagen 15. Pruebas de conectividad realizadas mediante comandos, PING y TELNET.

Al realizar el respectivo monitoreo, y al conocer mejor las tramas capturadas mediante los equipos recolectores de eventos, se validaron las conexiones necesarias entre los equipos (Red LAN) y la WAN, para acceder a los servidores con los que se realizaron las pruebas. Al tener esto implementado como se planteó desde el principio, se ha logrado llegar a diferentes conclusiones, las cuales se enlistan a continuación.

## 11 CONCLUSIONES

La migración de IPv4 a IPv6 es un proceso que se debe de hacer con paciencia y cautela, puesto que el ambiente de producción en que se utiliza es demasiado grande y día tras día sigue creciendo de manera exponencial. Todo esto debido a que muchas organizaciones se están volviendo cada vez más dependientes de Internet para su trabajo diario, y por lo tanto no pueden tolerar tiempos de inactividad para la sustitución e implementación del protocolo IP.

El rendimiento de los equipos para el tráfico streaming, implementando las dos versiones del protocolo IP, es absolutamente parecido. Puesto que el tráfico generado a nivel de Hardware y Software realizo la misma cantidad de procesos tanto para una versión como para la otra. Es decir que todo el tráfico generado mediante este protocolo depende directamente de la configuración realizada en los equipos, y en aspectos tales como la velocidad de trasmisión y el servicio prestado por el proveedor o ISP.

En cuanto a los aspectos de CPU y memoria, (la cual es usada de manera activa para el almacenamiento del Buffer descargado), no se evidencio mayor impacto, pues el comportamiento que se registró para las dos versiones no diferenciaba aumentos importantes a nivel de los equipos, tanto de seguridad como periféricos e incluso de capa 2 (Switches). La pérdida de paquetes y las falencias evidenciadas, no son tan relevantes, puesto que se implementan protocolos que buscan el mejor esfuerzo a nivel de tráfico, y el cual se relaciona de manera directa en cuanto a hardware y demás plataformas. Con esto se demuestra que no hay diferencia en cuanto a Calidad del servicio en las versiones IPv6 e IPv4.

El período de la trama en IPv6 no es inferior a IPv4. Sin embargo, se espera que sea afinado el aspecto del campo de etiqueta de flujo en la cabecera, en la versión 6. Para facilitar la prestación de servicios en el futuro. En los equipos de prueba se permite la definición de una política de calidad de servicio común para el tráfico IPv6 e IPv4. Esto simplifica la entrega de QoS en redes de producción.

## 12 RECOMENDACIONES

Es recomendable realizar la implementación de la nueva versión del protocolo de manera lenta y buscando generar el menor trauma posible, en todo lo que se relacione con la WAN. Esto con el fin de no generar afectación en el uso cotidiano y normal de las troncales principales, por donde el tráfico que pasa, es vital, no puede afectarse, debido al impacto que esto podría generar.

Al tener dos versiones que comparten tantos parámetros, se debe de implementar en los servidores que aplican la tecnología streaming (En todos los que utilicen esta tecnología para brindar sus contenidos), dos tipos de canales, por donde puedan dar respuesta a los usuarios que consuman sus servicios. Esto con el fin de realizar una transición de una versión a la otra, encontrando antes de aplicarla de manera definitiva, los aspectos que de manera inesperada se presenten.

Conociendo los paquetes que se tienen en la versión 6 del protocolo de internet, es pertinente el empezar a implementar las modificaciones que se harán en estos paquetes y con estas tramas, para mejorar el aspectos de esta tecnología, aspectos que se relacionen con la calidad del video transmitidos o con una mayor cantidad de servicios brindados al realizar la descargada del buffer del servicios consumido por parte del usuario. Esto con el fin de explorar cosas nuevas con esta tecnología.

## REFERENCIAS

- [1] (Andino, 2006)
- [2] (Braden , Clark, & Shenker, 1994)
- [3] (CONATEL, 2006)
- [4] (Cisco Systems, Inc, 2013)
- [5] (Crawley E, 1998)
- [6] (Fortinet, Inc, 2012)
- [7] (García, 2003)
- [8] (Gozdecki , 2003)
- [9] (Grossetete & Ciprian, 2008)
- [10] (Hitesh & Francis, 2010)
- [11] (ITU-T, 2002)
- [12] (ITU-T, 2002)
- [13] (Jara , 2009)

- [14] (Kozierok C. , 2005)
- [15] (Martínez & García, 2013)
- [16] (Masaki, 2004)
- [17] (Shenker, Partridge, & Guerin, 1997)
- [18] (Universidad Politécnica de Madrid, Gabinete de Tele-Educacion, 2013)
- [19] (Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), 2005)
- [20] (Wroclawski, 1997)
- [21] (ZTE Corporation, 2010)

## ANEXOS

Conforme al análisis realizado en las tramas de la versión 4 y la versión 6 del protocolo de Internet. Se encuentra que los valores que marcan la diferencia entre una y otro, para la transmisión de tráfico relacionado con Streaming, son valores específicamente de formato y aspectos generales entre una y otra. Esto puesto que los encabezados que las aplicaciones asignan al paquete (El navegador que el usuario final utiliza), son exactamente iguales entre la Versión 4 y la Versión 6.

A continuación se detallaran estos valores en la tabla 1, donde se especifica de manera general los aspectos que hacen gran diferencia entre versiones. Teniendo como aspecto principal y con mayor relevancia, la cantidad de direcciones que IPv6 entrega, a comparación con el direccionamiento IPv4. Adicional a esto se relacionan parámetros de QoS, los cuales para IPv4 son aspectos configurables en los equipos de redes que son usados en la LAN, mientras que para IPv6 se cuenta con estos parámetros de manera nativa, Es pertinente recordar que para el laboratorio de simulación realizado, los aspectos relacionados con calidad de servicio (QoS) fueron configurados y usados como se plantea en el documento.

Aunque para el laboratorio de simulación, tanto en la topología básica como en la topología que referencia una empresa, fue configurado el direccionamiento estático y dinámico (DHCP), respectiva mente, en el protocolo de internet versión 6 no se hace necesaria esta configuración, debido que el direccionamiento se realiza de manera automática. Esta y las características enlistadas en la tabla 1, son las que hacen la diferencia a nivel general entre una versión y otra.

Version 4 (IPv4)	Version 6 (IPv6)
Direccionamiento de 32 bits	Direccionamiento de 128 bits.
IPsec opcional	IPsec nativo en el protocolo
QoS y CoS optativas o no soportados por la mayoría de los routers y elementos de routers y elementos de interconexión	QoS y ToS nativos en el protocolo y soportados por los routers y elementos de routers y elementos de interconexión
Fragmentación soportada por los routers	Fragmentación no soportada por nodos intermedios.
La cabecera incluye un campo de checksum	La cabecera no incluye checksum.
Las opciones son campos de la cabecera	Las opciones se pasan a las cabeceras opcionales.
Potocolo ARP para resolver las direcciones	Multicast Neighbor Discovery las direcciones. para resolver direcciones.
Protocolo IGMP para el mantenimiento de grupos multicast	Se incluye en el protocolo ICMPv6 el mantenimiento de grupos mullicast.
Protocolo ICMP para el control de mensajes	Se amplia ICNIP a ICMPV6 con mayores capacidades.
Las direcciones Broadcast para enviar mensajes a todos los nodos de una subred.	La definicion de Broadcast se acaba y se implementa el Multicast
Se establecen dos tipos de configuracion. Manual o dinamico (DHCP)	No es necesaria la configuracion manual o el uso de direccionamiento dinamico, Se utiliza la autoconfiguración.

Tabla 1. Comparación general entre las versiones del protocolo de Internet, observadas al momento de realizar los laboratorios de simulación.