

RED DE VOZ CORPORATIVA EN ENTIDADES FINANCIERAS: UN ESTUDIO DE TRÁFICO

VOICE NETWORK OF CORPORATE FINANCIAL INSTITUTIONS: A STUDY OF TRAFFIC

Óscar A. Contreras*

Elizabeth Zorro**

Luis A. Rojas C.***

Fecha de envío: Junio 2011
Fecha de recepción: Junio 2011
Fecha de aceptación: Diciembre 2011

Resumen

Las necesidades tecnológicas del sistema financiero, surgidas de las expansiones en infraestructura, conducen a la innovación de sus plataformas de telecomunicaciones. En tal sentido, se ha incrementado la demanda por los denominados análisis de tráfico de las redes de voz corporativa (ATRVC). Ellos implican el montaje de topologías, simulaciones y estudios descriptivos basados en estadísticas, buscando predecir el comportamiento de los recursos, de manera que, a partir de estos, los bancos, asertivamente, se adapten o amplíen eficientemente su infraestructura y garanticen la disponibilidad y fiabilidad de las plataformas a sus usuarios internos y externos. En este artículo, se describe un ATRVC, utilizando como apoyo el software Opnet Modeler®. Las simulaciones comparan la ocupación propia de la plataforma antes y después de algún proceso de ampliación proyectado e identifican puntos de saturación o subutilización de ancho de banda, compresión y canales, para adecuar los flujos de tráfico a los elementos físicos de la red.

Palabras clave

Redes de voz corporativa, tráfico, compresores, ancho de banda, canales, Opnet Modeler®.

Abstract

The technology needs of the financial system arising from expansions in infrastructure,

leading to the innovation of its telecommunications platforms. In this regard, it has increased the demand for so-called: analysis of network traffic Corporate Voice—ATRVC—. They involve the assembly of topologies, simulations and statistics based on descriptive studies, seeking to predict the behavior of

* Ingeniero en Telecomunicaciones. Road Track de Colombia. Correo: osman8329@hotmail.com

** Ingeniera en Telecomunicaciones. Axede. Correo: carlizbeth@yahoo.es

***Ingeniero Electricista, Universidad Nacional de Colombia, M.Sc. en Economía, Universidad de los Andes, Colombia. Docente Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo: la-rojasc@udistrital.edu.co

resources, so that from these, banks, assertive, adapt or extend their infrastructure efficiently and ensure the availability and reliability platforms to their internal and external users. This article describes a ATRVC, using Opnet Modeler software support®. The simulations, compared's occupation of the platform before and after a projected expansion process, identifying points of congestion or underutilization of bandwidth, compression and channels to accommodate traffic flows to the physical elements of the network.

Key Words

Corporate Voice network, traffic, compressors, bandwidth, channels, Opnet Modeler®.

Introducción

El pasado 12 de octubre de 2006 se conoció la negociación más grande y exitosa de la historia del sistema financiero registrada en Colombia. Su costo superó los 925 millones de dólares y, a través de ella, se unieron dos grandes entidades bancarias. Esta transacción implicó que a la red de voz corporativa se sumaran más de 4.000 usuarios, provenientes del proceso de fusión, a los 6.000 usuarios que ya soportaba. Esta situación creó la necesidad de optimizar los recursos de la red, para que la prestación del servicio no se vea impactada negativamente con este crecimiento y los nuevos usuarios disfruten los beneficios que prestan las facilidades de esta plataforma. En consecuencia, el diseño y la planeación de los recursos es esencial para la satisfacción de los usuarios que acceden a ellos, y ello requiere un dimensionamiento acorde con las necesidades cambiantes de la organización.

El presente documento analiza el tráfico de la red de voz corporativa (ATRVC) de la entidad fusionada, para reconocer posibles pun-

tos de congestión y/o los recursos sin utilizar o subutilizados, mejorar el diseño de la red y proporcionar un uso eficiente de los canales, del ancho de banda y de los compresores, de manera que se pueda predecir y minimizar la saturación de la red. Para el desarrollo de este estudio, se utilizó como herramienta de apoyo el software Opnet Modeler® para simular el tráfico de la red. Los resultados analizados orientan la comprensión del comportamiento de la red, pues son confiables y veraces. Este artículo se estructura así: se hace repaso panorámico de los antecedentes que llevaron a realizar el estudio; se realiza un breve marco teórico acerca de la ingeniería de tráfico, para contextualizar el escenario; se describe la metodología usada en el desarrollo de la investigación; y se presentan los resultados y conclusiones alcanzados a partir de esta.

Antecedentes

Actualmente, en el país existen empresas que brindan el servicio de estudios ATRVC a sus clientes, como parte de su portafolio. Es el caso de Daxa Colombia® y Damovo®, las cuales realizan auditorías e informes de desempeño de las redes. Adicionalmente, trabajos de grado en varias universidades nacionales e internacionales han realizado investigaciones, en ocasiones a manera de pasantías, en las cuales, a partir del conocimiento adquirido en cátedras de tráfico y teoría de colas, los estudiantes han podido proporcionar soluciones de optimización de recursos a las compañías donde están prestando sus servicios [1-5].

Para el caso que nos ocupa, la red de voz corporativa del banco se encontraba soportada en una plataforma de hardware Alcatel® de diferentes modelos, para soportar alrededor de 24 gerencias y 242 oficinas de captación

y canales de diversos operadores (Telmex®, ETB®, EPM®, entre otros), y la red de la entidad financiera comprada operaba con hardware marca Nortel®, que se encuentra desactualizado y con problemas de funcionamiento en varias sedes.

Debido a que la mayoría de nuevas oficinas funcionan en áreas rurales, existían ciertas limitaciones por parte de los operadores proveedores, debido a que sus redes no llegaban a estas áreas apartadas. Para solventar este inconveniente, es necesario realizar enrutamientos dentro de la red a gerencias o sedes más robustas, lo que exige un mayor rendimiento de los canales. Por lo anterior, y ante la ausencia de una investigación soportada en un ATRVC de la entidad financiera, se han realizado ajustes para necesidades inmediatas e igual se han implementado de modo disperso, acorde con la experiencia del área de canales y comunicaciones del banco y de los proveedores. En consecuencia, ante una alternativa de solución a los problemas de congestión que se pueden presentar en la red debido a la ampliación que se tiene proyectada, se espera que la probabilidad de éxito sea total.

Ingeniería de Tráfico

La Ingeniería de Tráfico (TE, por sus siglas en inglés) busca la solución óptima con respecto a costo y eficiencia en el diseño, planeación, operación y mantenimiento de sistemas de telecomunicaciones, mediante la aplicación de la teoría de probabilidades. Procura la optimización del desempeño de las redes operativas y abarca la aplicación de la tecnología y los principios científicos a la medición, modelado y control de tráfico que circula por la red [6]. La ingeniería de tráfico se subdivide en dos ramas, diferenciadas principalmente por sus objetivos [7]:

ORIENTADA A TRÁFICO: tiene como prioridad la mejora de los indicadores relativos al transporte de datos, o sea, minimizar la pérdida de paquetes, maximizar el rendimiento y obtener distintos niveles de acuerdo para brindar un servicio de calidad.

ORIENTADA A RECURSOS: se plantea como objetivo optimizar la utilización de los recursos de la red de manera que no haya algunos que estén suprautilizados, con puntos calientes y cuellos de botella, mientras otros puedan estar infrautilizados, y se centra principalmente en el ancho de banda como recurso a optimizar.

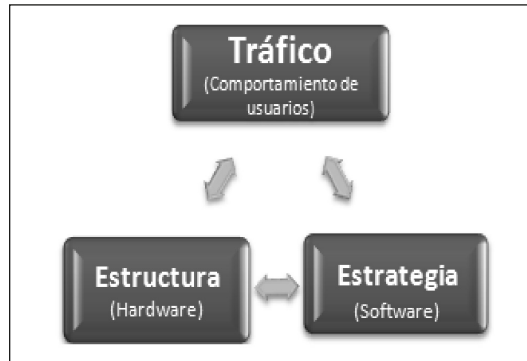
Ambas ramas convergen en un objetivo global, que es minimizar la congestión. Los paquetes luchan por el uso de los recursos cuando se transportan a través de la red. Un recurso se considera que está congestionado si la velocidad de entrada de paquetes excede la capacidad de salida de recurso en un intervalo de tiempo [8].

La ingeniería de red consiste básicamente en establecer la capacidad de mover el tráfico a través de una red, de modo que, si existe tráfico en un enlace congestionado, este sea movido a un enlace cuya capacidad está en desuso, lo que facilita operaciones eficientes y confiables de la red mientras que simultáneamente optimiza la utilización de los recursos de la red y el rendimiento del tráfico [9].

Modelo de un sistema de telecomunicaciones

Los componentes del modelo de un sistema de telecomunicaciones (Figura 1) que interactúan entre sí son básicamente tres:

Figura 1. Componentes del modelo.



ESTRUCTURA: está relacionada con la forma de construcción de la parte técnica del sistema a modelar.

ESTRATEGIA: consiste en la manipulación de los elementos a tratar; se materializa en los programas de control de los recursos del sistema.

TRÁFICO: aborda la generación de elementos a procesar por el sistema dependiendo de los usuarios de éste. Modelamiento del tiempo que tarda el servicio que se le da al sistema.

La TE, busca obtener modelos que describan la relación entre los tres elementos de estudio (Figura 2):

Figura 2. Elementos de estudio.

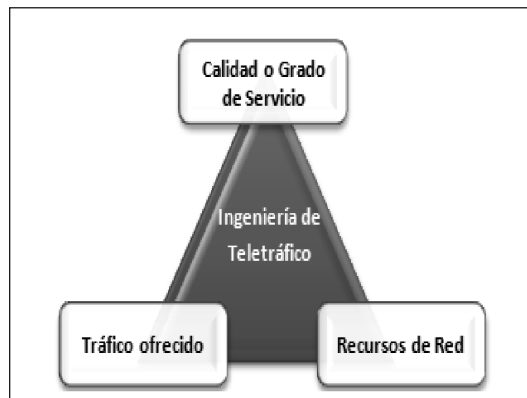


Figura 3. Escenario a modelar.



El escenario que se pretende modelar en una red (Figura 3) está compuesto por:

FUENTES: que suelen ser los usuarios que generan las solicitudes de comunicación.

RECURSOS: que atienden las solicitudes. Por lo general son limitados en cantidad y capacidad debido a sus altos costos.

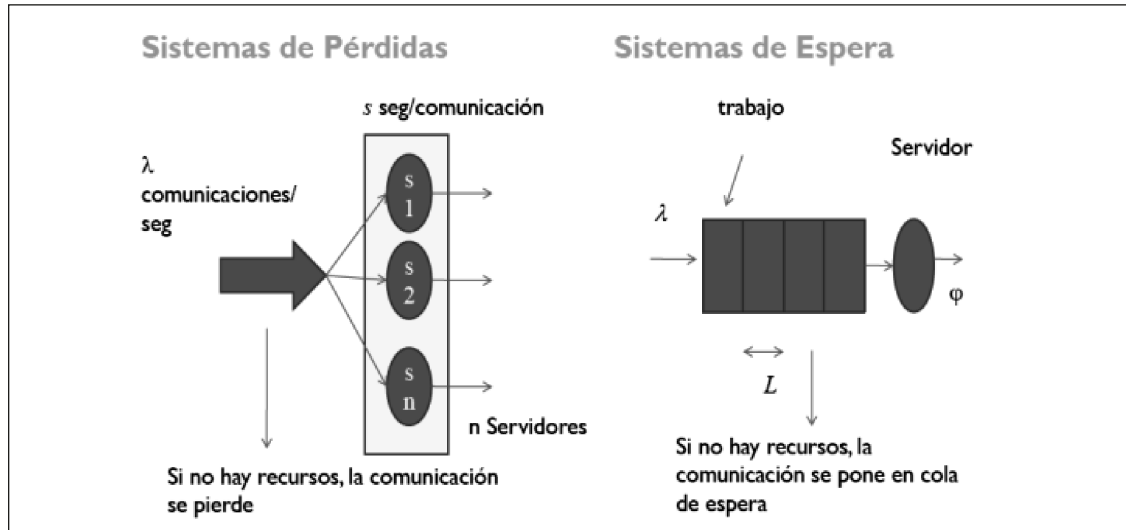
Conceptos de tráfico

INTENSIDAD DE TRÁFICO: es el promedio de llamadas realizadas simultáneamente durante un período particular de tiempo [10], que puede ser visto como el número de recursos ocupados en un instante dado. Está medido en Erlangs, en honor al matemático danés Agner Krarup Erlang, creador de la teoría de teletráfico [11], donde 1 Erlang equivale a un circuito en uso por 3.600 segundos y suele representarse con la letra A.

$$Erlang = \frac{\text{Número de llamadas} \times ACHT(seg)}{3600} \quad (1)$$

Para su cálculo se utilizan dos parámetros importantes: el número total de llamadas que pueden ser procesadas para un tráfico determinado. Y el ACHT (Average Call Holding Time) o promedio de duración de cada llamada. En esta sección se presentan las instrucciones de edición para las figuras, tablas, abreviaturas y acrónimos.

Figura 4. Tipos de sistemas.



CONGESTIÓN: esta sucede cuando el número de comunicaciones que se transmite por una red comienza a acercarse al límite de la capacidad de gestión de esta. Como consecuencia, las prestaciones de la red disminuyen drásticamente.

CAPACIDAD DEL CANAL: se puede definir como la capacidad del sistema para ofrecer canales libres a sus suscriptores. Resulta importante debido al dimensionamiento que se realiza para obtener circuitos de comunicación equilibrados que no estén sub o sobre provistos.

CALIDAD DEL SERVICIO: efecto colectivo del rendimiento del servicio, que determina el grado de satisfacción de un usuario del servicio. Las redes de voz tradicionales están diseñadas para admitir un único tipo de transmisión y, por tanto, pueden producir un nivel aceptable de calidad.

GRADO DE SERVICIO (GOS): número de variables de ingeniería de tráfico que proveen una medida de la adecuación de un grupo de recursos a unas condiciones específicas [12]. Es la probabilidad de que una llamada falle.

Tipos de sistemas

Según la respuesta del sistema a los usuarios que solicitan el establecimiento de una llamada y se presenta congestión, las redes se clasifican en los siguientes tipos (Figura 4):

SISTEMA DE PÉRDIDAS: una comunicación que encuentra una situación de congestión recibe el tono de ocupado y abandona el sistema, lo que ocasiona que se “pierda” la llamada y deba intentarse posteriormente.

SISTEMA DE ESPERA: cuando se aprecia la congestión, la solicitud queda en una cola de espera hasta que haya recursos disponibles para atender la solicitud. Esta cola puede ser finita al limitarla con un temporizador o infinita.

Metodología

La metodología utilizada para alcanzar los objetivos planteados en este proyecto está basada en el método propuesto por Sampieri [13], que consta de las siguientes etapas:

PASO 1: concebir la idea de investigación. La idea desarrollada en esta investigación es estudiar si los recursos que se quiere implementar en la ampliación de la red de voz corporativa del banco son adecuados y suficientes para brindar el servicio a los nuevos usuarios.

PASO 2: plantear el problema de investigación. Se planteó como problema de investigación la necesidad detectada en el banco al ingresar a la red de voz corporativa 330 oficinas producto de la adquisición de la nueva entidad. Efectuar un estudio de la capacidad de la infraestructura de la plataforma de la red de voz corporativa del banco para la ampliación del servicio en oficinas de captación y filiales.

PASO 3: elaborar el marco teórico.

PASO 4: definir si la investigación se inicia como exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa, y hasta qué nivel llegará. La investigación inicia y concluye de modo descriptivo, ya que se mide el estado en el que se

encuentran los recursos de la plataforma de la red de voz de la entidad en ancho de banda, compresión y cantidad de canales.

El nivel de impacto al que se llegó con este estudio estima una serie de sugerencias y recomendaciones propuestas al banco, con respecto al uso de sus recursos tecnológicos, de tal manera que cuando se realice la ampliación de la red de voz se implementen en su infraestructura actual y se obtenga el mayor aprovechamiento de sus resultados. **PASO 5:** establecer las hipótesis, detectar las variables, definir conceptual y operacionalmente las mismas. Este proyecto no tiene como base una hipótesis. Variables:

- *Número de llamadas:* “Número total de llamadas que pueden ser procesadas para un tráfico determinado”.
- *ACHT (Average Call Holding Time):* “Tiempo promedio de la duración de cada llamada”.

Tabla 1. Tráfico mensual de la red de voz IP, noviembre 2009-octubre de 2010.

	TRAFICO IP						Grupos de enlace
	Grupos de enlace	Llamadas entrantes	Llamadas salientes	Total	Fallos	Ocupación	
NOVIEMBRE	83	1381353	1482445	2863798	9253	120920:42:18	313
DICIEMBRE	82	1716481	1967753	3684234	11037	113990:29:39	309
ENERO	82	1405892	1522674	2928566	8948	109320:53:06	310
FEBRERO	84	1386563	1459620	2846183	7722	91546:01:45	329
MARZO	84	2187332	2290771	4478103	8756	125454:19:08	390
ABRIL	86	1887121	2089785	3976906	5494	120151:32:09	446
MAYO	86	1888332	2231024	4119356	9065	116270:32:55	471
JUNIO	87	2001722	2311588	4313310	8204	132621:54:13	475
JULIO	88	1095233	2365553	4463874	7047	155321:52:22	513
AGOSTO	86	2500800	2700542	5201342	7131	185476:03:41	541
SEPTIEMBRE	89	2342269	2470026	4812295	6535	153007:56:53	551
OCTUBRE	91	2228373	2338431	4566804	7086	132382:49:36	569

- *Probabilidad de bloqueo*: “Probabilidad de encontrar N canales ocupados” [14].

Definición operacional de las variables: utilizando el número de llamadas y el ACHT se consigue el parámetro conocido como *carga ofrecida*, cuya medida se encuentra en Erlangs y que posteriormente, junto a la probabilidad de bloqueo, servirá para encontrar en las tablas de distribución la cantidad de canales necesarios para brindar el servicio requerido.

Paso 6: seleccionar el diseño apropiado de investigación. El diseño seleccionado para dar solución al problema tratado en este proyecto fue no experimental, debido a que se observó el comportamiento de las variables en su contexto natural proporcionado por los informes entregados por el banco, que luego se analizaron.

Paso 7: selección de la muestra. La red actual de voz corporativa del banco cuenta actualmen-

te con 266 sitios, distribuidos en la siguiente topología: 11 nodos de enrutamiento de red, marca Alcatel Hardware ACT, que están intercomunicados y se ubican en siete sedes de la ciudad de Bogotá para las contingencias; 79 nodos de borde, marca Alcatel Hardware Alize Large, que permiten tener su propio licenciamiento y funcionar localmente en caso de fallas de los nodos de enrutamiento; 176 cristales (IP Media Gateway) marca Alcatel Hardware Alize Small, que dependen del licenciamiento de los nodos de red principales.

El universo definido para seleccionar la muestra fue el comportamiento de los usuarios de la red de voz corporativa. Los funcionarios del área de Canales y Comunicaciones del banco suministraron el consolidado de tráfico mensual a partir de noviembre de 2009 hasta octubre de 2010, como se muestra en la Tabla 1.

Verificando el total de llamadas y la ocupación por cada uno de los grupos de enlace progra-

TRAFICO EXTERNO					TRAFICO TOTA			
Llamadas entrantes	Llamadas salientes	Total	Fallos	Ocupación	Grupos de enlace	Total	Fallos	Ocupación
1072470	1154753	2227223	17480	115748:48:19	396	5091021	26733	236669:30:37
1170448	1268649	2439097	18249	121557:59:14	391	6123331	29286	235548:28:53
1071527	1217773	2289300	15789	119857:04:18	392	5217866	24737	229177:57:24
1640234	1356166	2996400	20298	133332:00:03	413	5842583	28020	224878:01:48
2507080	2167725	4674805	45276	198887:43:42	474	9152908	54032	324342:02:50
2186563	1988581	4175144	105626	186706:59:54	532	8152050	111120	306858:32:03
2224371	1893808	4118179	13562	157126:14:30	557	8237535	22627	273396:47:25
2211232	1875303	4086535	8801	150797:07:08	562	8399845	17005	283419:01:21
2713967	2019517	4287778	34002	164867:24:57	601	8751652	41049	320189:17:19
2344303	2902730	5247033	114366	205876:02:00	627	10448375	121497	391352:05:41
2215974	4343181	6559155	73657	204692:19:47	640	11371450	80192	357700:16:40
2200461	4222240	6422701	30409	197317:52:06	660	10989505	37495	329700:41:42

Tabla 2. Total mensual de llamadas.

MES	TOTAL LLAMADAS	TOTAL LLAMADAS / GRUPOS DE ENLACE
MARZO	9206940	19423,92405
SEPTIEMBRE	11451642	17893,19063
AGOSTO	10569872	16857,85008
OCTUBRE	11027000	16707,57576
DICIEMBRE	6152617	15735,59335
ABRIL	8263170	15532,27444
JUNIO	8416850	14976,60142
MAYO	8260162	14829,73429
JULIO	8792701	14630,11814
FEBRERO	5870603	14214,53511
ENERO	5242603	13373,98724
NOVIEMBRE	5117754	12923,62121

mados en la red relacionados en las Tablas 2 y 3, respectivamente, se selecciona marzo como el mes con mayor tráfico en la red de voz.

Tabla 3. Tiempo de ocupación mensual.

MES	TOTAL LLAMADAS	OCUPACIÓN PROM / GRUPOS DE ENLACE
MARZO	9206940	684:15:57
AGOSTO	10569872	624:09:58
DICIEMBRE	6152617	602:25:33
NOVIEMBRE	5117754	597:39:01
ENERO	5242603	584:38:16
ABRIL	8263170	576:48:06
SEPTIEMBRE	11451642	558:54:24
FEBRERO	5870603	544:29:56
JULIO	8792701	532:45:39
JUNIO	8416850	504:18:16
OCTUBRE	11027000	499:32:47
MAYO	8260162	490:50:17

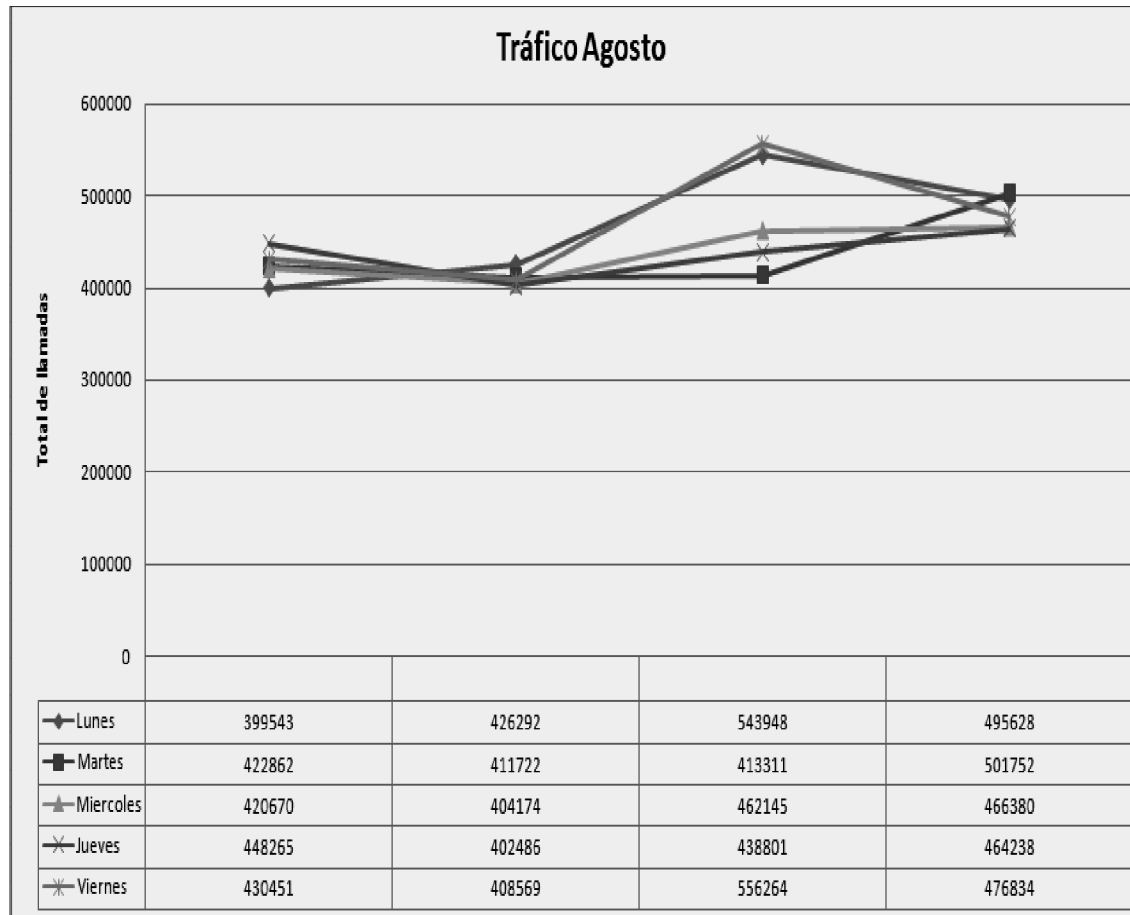
Debido a que en la red se almacenan los informes detallados de cada mes de los últimos seis meses, solo se encuentran disponibles de mayo en adelante; por tal motivo los funcionarios del banco deciden que se trabaje con la información de agosto, que es un mes que presenta también un alto volumen de tráfico y una cantidad considerable de grupos de enlaces. Se identifica el día del mes y de la semana con más volumen de llamadas y se lo toma como la muestra a trabajar (Figura 5).

PASO 8: recolección de los datos. Como instrumento de medición, se trabajó con el software Opnet Modeler®, en el cual, a partir de una perspectiva empírica, se verificó el comportamiento del tráfico de la red como respuesta. Mediante la herramienta ofimática Excel se desarrolló un complemento que permite utilizar una función con la fórmula para Erlang B, para realizar de manera automática este cálculo, equivalente a la búsqueda en las tablas de distribución.

El método de recolección es observación no participante, donde solamente se realizó la observación de los resultados sin manipularlos, por lo cual no estimula su comportamiento, de esta manera únicamente se registra la información y se puede trabajar con grandes volúmenes de datos. Adicionalmente, para la recolección de datos, se acudió a archivos que contienen datos consolidados proporcionados por el personal del banco que reflejan el comportamiento del tráfico que cursa en la red actual.

PASO 9: análisis de datos. Un usuario de la red realiza un único intento de llamada, el cual, si no logra establecerla, será tomado como una pérdida, por lo cual se elimina del sistema. Para el análisis estadístico de los datos se aplicó la fórmula de Erlang B.

Figura 5. Comportamiento de tráfico en la semana de mayor congestión.



En la vida real, para que un sistema telefónico sea eficiente y rentable, se estima una probabilidad de bloqueo del 0,02 y, de acuerdo con lo decidido por el personal del banco, este será el valor a tener en cuenta para los cálculos de la red en el modelado de tráfico.

La fórmula de Erlang B es:

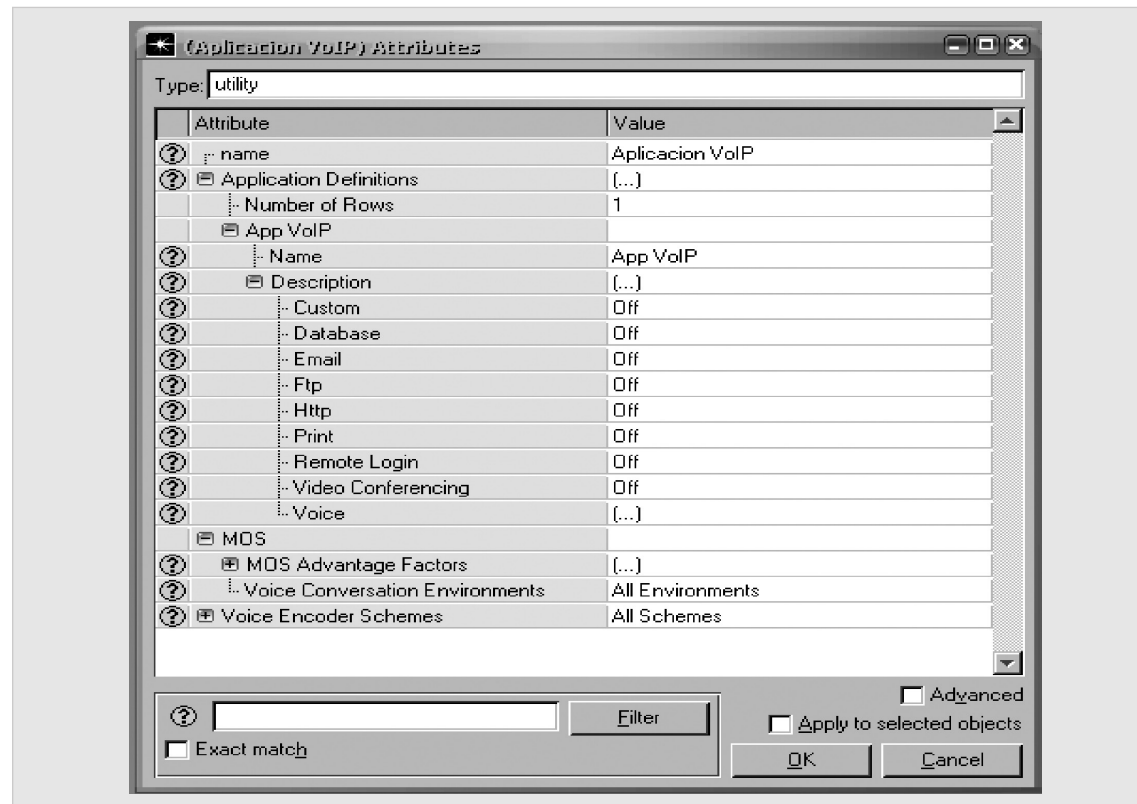
$$B(N, A) = \frac{A^N}{A! \sum_{i=0}^N \frac{A^i}{i!}} \quad \text{donde}$$

N = Número de canales de servicio

A = Carga ofrecida (2)

$B(N, A)$ = Probabilidad de bloqueo

En Opnet Modeler se procede a realizar el montaje de la topología actual y nueva de la red con respecto al tráfico IP, de acuerdo con la información recibida por el área de Canales y Comunicaciones. Se define la aplicación que va a utilizar el perfil para trabajar en el Opnet (Figura 6). Para esto se seleccionó la aplicación Voice y se deshabilitaron las restantes, debido a que el objetivo era evaluar el comportamiento de la red de voz del banco.

Figura 6. Selección de aplicación de voz IP en Opnet.


La red de voz actualmente está configurada con codificación G.723.1 y supresión de silencios, ya que, debido a su topología, es importante la compresión por el paso de los paquetes a través de varios nodos, de manera que los paquetes consuman el menor ancho de banda posible.

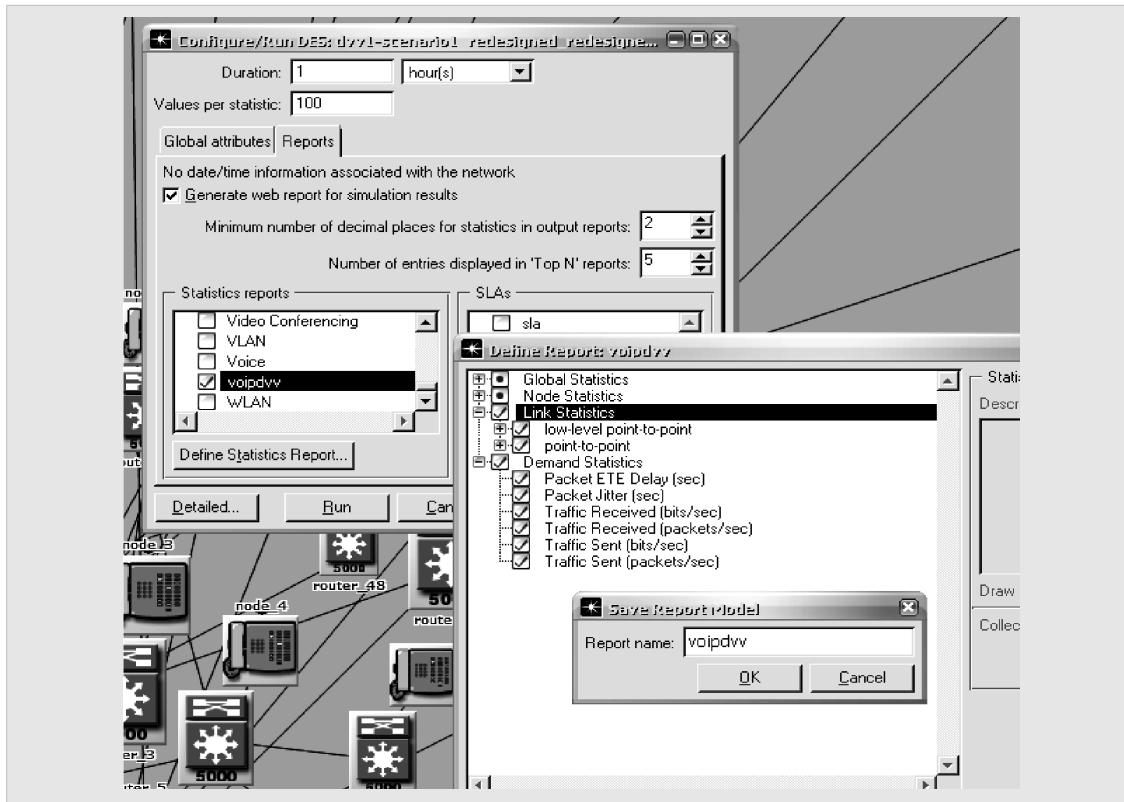
Se crea un perfil de nombre VoIP que se acondicionará en los nodos, seleccionando como aplicación Voice Over IP Call (Figura 8), que comienza a generar datos en la simulación a los 60 segundos de ser lanzada, con un *offset* de 10 segundos. Cada cinco (5) segundos se emitirán eventos a la red de acuerdo con el análisis de los datos obtenidos por el banco. A todos los nodos se les aplica el perfil de VoIP definido y se les asigna la cantidad de usuarios.

En cuanto a la simulación, técnica que permite reproducir el comportamiento de un sistema real a medida que pasa el tiempo, para poder analizar y observar sus características sin afectar el sistema real, se derivan dos conceptos:

Modelo de simulación: contiene las hipótesis sobre el funcionamiento del sistema a través de relaciones matemáticas o lógicas entre sus elementos, condiciones de funcionamiento y variables.

Proceso de simulación: ejecuta el modelo a través de una herramienta para generar las representaciones propias del comportamiento del sistema; se asignan valores a las variables referidos a ciertos parámetros.

Figura 10. Definición de reportes.



Por lo anterior, la simulación refleja cuál sería el comportamiento del sistema en las condiciones indicadas, con resultados sujetos a variaciones aleatorias, por lo que deben ser examinados y evaluados para determinar su validez.

Para el proceso de simulación, se definen las estadísticas que generan los reportes Web, denominado voipdvv (Figura 10). Se ejecuta una simulación de una hora, debido a que las unidades manejadas en Erlangs también son de este valor. Durante la simulación, se puede ver el comportamiento de la velocidad de los eventos, la memoria utilizada, el tiempo estimado de simulación y la consola.

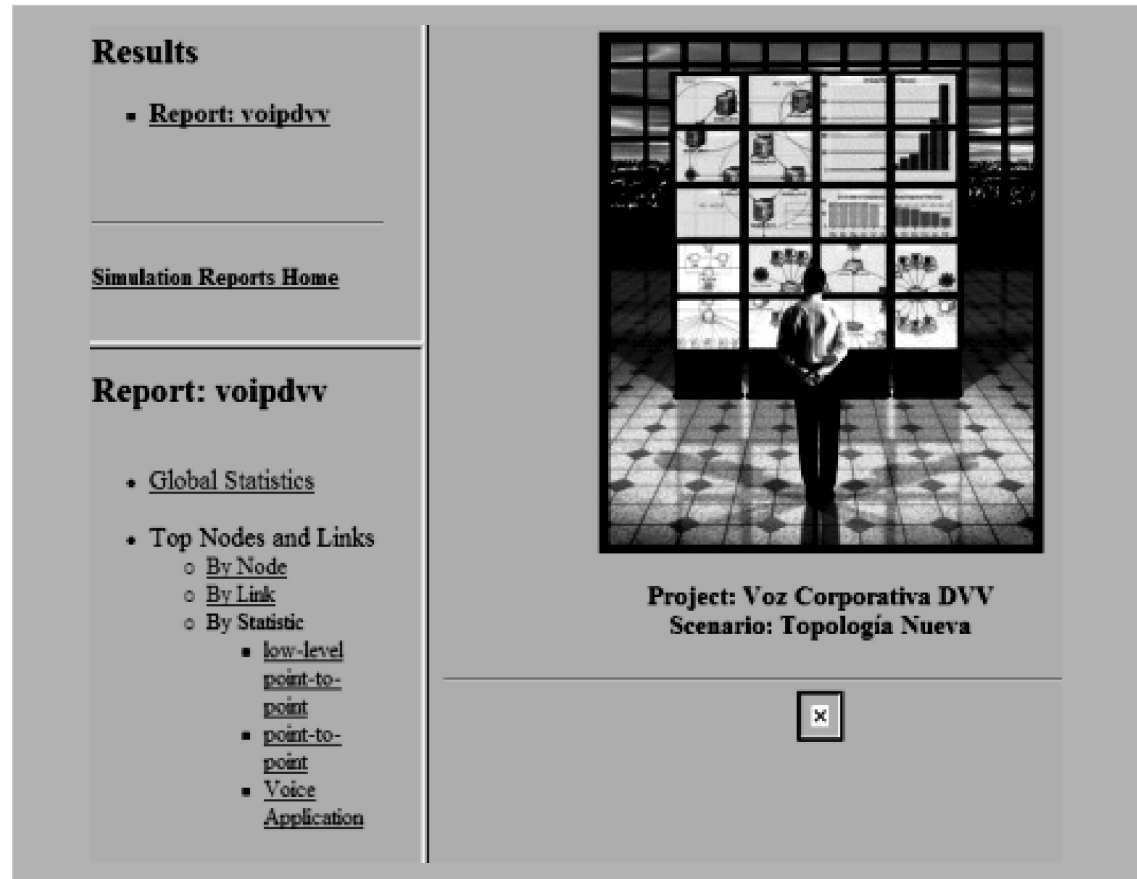
PASO 10: presentación de resultados. Como resultado del análisis, se entrega un docu-

mento impreso y en medio magnético al área de Canales y Comunicaciones del banco, con las recomendaciones y sugerencias que se pueden plantear después de analizar las estadísticas recopiladas en las hojas de codificación, a partir del cual se pueda tener un mejor aprovechamiento de los recursos tecnológicos de la red. Así mismo se entrega a la entidad los resultados de las simulaciones realizadas durante el desarrollo de este proyecto y la información consolidada en el archivo único.

Resultados

Como resultado del proceso de simulación de la red IP, en la herramienta se generan archivos Web con la siguiente presentación (Figura 11):

Figura 11. Presentación reportes web Opnet.



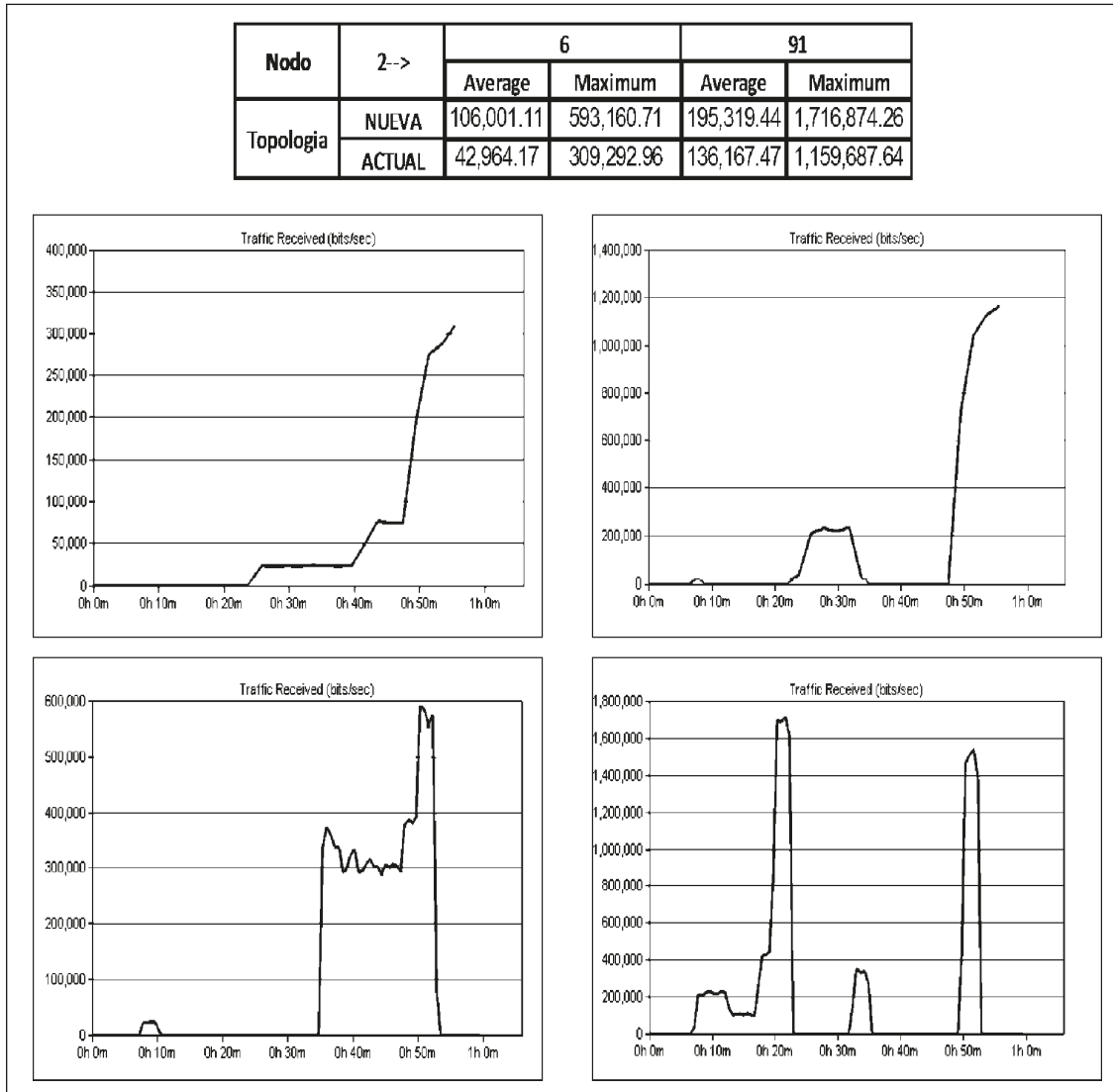
Se validan los resultados de las estadísticas globales de los nodos de la red para cada una de las topologías (Figura 12): al comparar los resultados de los nodos de enrutamiento de la red, que son los encargados de distribuir el tráfico a los nodos que contienen, mostrados en la Figura 12, se puede observar efectivamente el crecimiento del tráfico debido a los nuevos usuarios que ingresarían y que, al compararlo con las características de los equipos que el banco posee en su infraestructura, sirve de referencia para las recomendaciones pertinentes.

Al comparar los resultados de los nodos de enrutamiento de la red, que son los encargados

de distribuir el tráfico a los nodos que contienen, se desarrolló un cuadro en el que se puede observar efectivamente el crecimiento del tráfico debido a los nuevos usuarios que ingresarían y que, al compararlo con las características de los equipos que posee en su infraestructura el banco permite generar una serie de recomendaciones.

Con respecto al tráfico externo, se hizo la validación de los usuarios y el comportamiento que logra soportar la red, de acuerdo con lo definido por el personal del banco. El balance definitivo de costos muestra que para 130 líneas públicas directas se hace apenas una inversión equivalente al costo de tres primarios públicos.

Figura 12. Gráficas de tráfico recibido en los nodos.



Conclusiones

1. La red de voz corporativa del banco obtiene un crecimiento considerable y significativo en su infraestructura física, especialmente por la ampliación de los usuarios provenientes del banco adquirido; sin embargo, se puede concluir que la plataforma original soporta en buena medida el tráfico adicional de voz adquirido.
2. Se requiere realizar ajustes de enrutamientos y adquirir líneas físicas para poder solventar el problema de tráfico que se puede presentar en los nodos de enrutamiento y en las oficinas de las gerencias, para alcanzar un grado de servicio cercano a 0,02. Con los enrutamientos lógicos, a través de la red, se puede lograr un ahorro de 130 líneas, equivalentes a 4,3 primarios.

3. Esta investigación sirve al banco, y a su área de Canales y Comunicaciones como precedente del estado de la plataforma de la red de voz, ya que no se había realizado anteriormente ningún registro del funcionamiento estructurado de la red. Además, es un instrumento de control y verificación, porque suministra una herramienta para poder calcular los recursos requeridos, basándose en los fundamentos teóricos de la Ingeniería de Teletráfico.
4. El software de simulación de redes Opnet Modeler® es una herramienta robusta que requiere gran cantidad de recursos para su funcionamiento e implementación, preferiblemente en servidores. Provee, además, potentes elementos para la toma de decisiones con respecto a la planeación y diseño de las redes, por lo cual se recomienda su implementación licenciada para el banco y para la universidad, en el caso de alianzas estratégicas de investigación y desarrollo futuras.

Referencias

- [1] G. J. García D., “Desarrollo de plano de gestión para una red MPLS, Universidad Politécnica de Cataluña, proyecto final de carrera, Barcelona: 2005”. En línea: . [En línea]. Disponible en: <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3781/2/40628-2.pdf>
- [2] A. García T., “Diseño y desarrollo de un simulador Java de redes MPLS sobre IP, Universidad Politécnica de Cataluña”. Memoria proyecto final de carrera, Barcelona, 2008. . [En línea]. Disponible en: http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/5152/1/memoria_PFC_AlfredoGarciaTorres.pdf
- [3] W. A. Bulla B., Y. M. Cuspián, “Rediseño de la red de Toip de la empresa Recicla S.A.”, Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad Tecnológica, 2007.
- [4] J. A. Arias L., “Sistema de monitoreo de Red Telefónica secundaria”, Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad Tecnológica, 2008.
- [5] J. A. Muñoz C., “Diseño e implementación de una solución de voz sobre IP para una empresa del sector financiero”, Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad Tecnológica, 2009.
- [6] S. R. A. Delfino, M. San Martín, “Ingeniería de Tráfico en Redes MPLS, Instituto de Ingeniería Eléctrica”. Facultad de Ingeniería de la República, Uruguay: 2005. . [En línea]. Disponible en: http://iie.fing.edu.uy/investigacion/grupos/artes/fce/net-te/Ingenieria_de_Trafico_en_Red_MPLS.pdf
- [7] D. Awduche, J. Malcolm, J. Agogbua, M. O’Dell, J. McManus. *Requirements for Traffic Engineering Over MPLS*, 1999.
- [8] T. Kenyon. *Data Networks: Routing, Security, and Performance Optimization*. Quality of Service, 2002, cap 8.
- [9] J. A. Alfaro F y E. Echeverría P., “Aseguramiento de la calidad de servicio en las redes basadas en el protocolo internet IP por medio de la ingeniería de tráfico en MPLS”. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio Universidad de Costa Rica, Facultad de Ingeniería, 2007, p. 105.

- [10] M. Clark. "Networks and Telecommunications: Design and Operation", 2 ed. John Wiley and Sons, 1997, 530 p.
- [11] A. Reguera V. *Curso de teletráfico*. 2000.
- [12] Recomendación ITU-T E600. [En línea]. Disponible en: <http://www.itu.int>
- [13] R. Hernández S., et al., "Metodología de la investigación". México: McGraw-Hill, 1997.
- [14] H. Gilbert, "Data Communications Testing and Troubleshooting", Van Nostrand Reinhold, Universidad de California, 1992, pp. 157-177, 189.