

# Consideraciones de calidad de servicio para tráfico de video en redes wan<sup>1</sup>

Quality considerations in the service for video traffic over wan net

Considerações de qualidade de serviço para o tráfego de vídeo em redes wan

Recibido: noviembre de 2011

Aceptado: marzo de 2012

Saira Esperanza Carvajal Ladino<sup>2</sup>

Julio Barón Velandia<sup>3</sup>

## Resumen

Este artículo presenta la investigación realizada sobre consideraciones de calidad de servicio para tráfico de video en redes wan, realizado en la Facultad de Ingeniería, en el proyecto curricular de Ingeniería de Sistemas, en él se presentan las consideraciones para el despliegue de la calidad del servicio en una red en la que se transmite video streaming, incluida la información sobre la clase de servicio, las definiciones de diferentes grupos de tráfico y los procedimientos de buenas prácticas.

**Palabras clave:** calidad de servicio, clases de servicio, DSCP, probabilidad de pérdida, RFC-4594, TOS, video streaming

## Abstract

This paper is part of the research project that bears his name, held at the Faculty of Engineering, in the Engineering Curriculum Project Systems presents the considerations for deploying quality of service in a network in which transmits streaming video, including information on the service class, the definitions of different groups of traffic, and best practice procedures.

**Keywords:** classes of service, DSCP, loss probability, Quality of Service, RFC-4594, TOS, video streaming,

## Resumo

Este artigo é parte do projeto de pesquisa que leva seu nome, realizado na Faculdade de Engenharia, nos Sistemas de Projeto Curricular de Engenharia apresenta as considerações para a implantação de qualidade de serviço em uma rede na qual transmite streaming de vídeo, incluindo informações sobre a classe de serviço, as definições dos diferentes grupos de tráfego e os procedimentos de melhores práticas.

**Palavras Chave-** Qualidade de serviço, tipos de serviço, DSCP, probabilidade de perda, RFC-4594, TOS, vídeo Streaming.

1 Artículo de investigación. Resultado del proyecto de investigación realizado en Facultad de Ingeniería de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

2 Ingeniera de Sistemas. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. Contacto: [sairaekl@yahoo.com](mailto:sairaekl@yahoo.com)

3 Profesor Facultad de Ingeniería. Universidad Distrital Francisco José de Caldas Bogotá, Colombia. Contacto: [jbaron@udistrital.edu.co](mailto:jbaron@udistrital.edu.co)

## Introducción

El acelerado crecimiento de la Internet y la intranet corporativa, la extensa variedad de nuevas aplicaciones que consumen una gran cantidad de ancho de banda, y la convergencia de datos, voz y tráfico de vídeo sobre la infraestructuras IP, han tenido un gran impacto en la capacidad de las redes para proporcionar servicios garantizados a estas aplicaciones. Para lograr el buen manejo de una infraestructura sobre la que trabajan las aplicaciones de negocio de extremo a extremo es necesario obtener la calidad de servicio requerida a través de una adecuada gestión de los retrasos en la red, requisitos de ancho de banda y parámetros de pérdida de paquetes, mientras que se mantiene la simplicidad y escalabilidad (Cisco System, 2003)

La calidad de servicio QoS (Quality of Service), es un conjunto de estándares en desarrollo que proporcionan procedimientos para dar un trato preferente a determinados tipos de tráfico IP (IBM, 2012).

Ninguna técnica proporciona QoS suficiente y confiable de manera óptima, en su lugar, se han desarrollado una variedad de estrategias con soluciones prácticas que con frecuencia combinan múltiples técnicas (Tanenbaum and Wetherall, 2010).

Para implementar QoS se cuenta con una arquitectura básica que consta de tres elementos fundamentales:

- Técnicas de identificación y marcado para la coordinación de QoS de extremo a extremo entre los elementos de la red.
- QoS en un sólo elemento de red —por ejemplo, colas, y herramientas de modelado de tráfico—.
- Políticas de QoS, gestión, así como funciones de control y administración de extremo a extremo a través de una red de tráfico (Cisco System, 2012).

## Precedencia ip y servicios diferenciados (diffserv)

DiffServ divide el flujo de tráfico en diferentes clases y asigna los recursos de la red con base en las

clases definidas en las políticas de QoS. El flujo de tráfico está definido por cinco elementos: dirección IP de origen, dirección IP de destino, puerto de origen, puerto de destino y el protocolo de transporte (Wittenberg, 2009).

La cabecera IP tiene un campo llamado Tipo de Servicio (TOS) que se encuentra entre el campo longitud de la cabecera y el total de longitud de campo. Tradicionalmente, la precedencia IP ha utilizado los tres primeros bits del campo TOS para dar ocho valores posibles de prioridad (DARPA, 1981):

- 000 (0)- Routine (Rutina)
- 001 (1)- Priority (Prioridad)
- 010 (2)- Immediate (Inmediata)
- 011 (3)- Flash
- 100 (4)- Flash Override (Anular Flash)
- 101 (5)- Critical (Crítico)
- 110 (6)- Internetwork Control (Control de Internetwork)
- 111 (7)- Network Control (Control de Red)

DiffServ introduce el concepto de Punto de Código DiffServ (DSCP) que utiliza los seis primeros bits del campo TOS dando  $2^6 = 64$  valores diferentes. En Nichols, Blake, Baker y Black (1998) se describen los servicios diferenciados (DS) y el campo DiffServ Code Point (DSCP).

Con DiffServ, los routers manejan cada paquete de forma diferente dando lugar al concepto de comportamiento de reenvío por salto (PHB), esto es en realidad una forma de transmisión de un flujo particular o grupo de flujos —de agregado de comportamiento— de tráfico en un nodo DiffServ. Un flujo o flujos de paquetes marcados con un DSCP particular en el campo DS se sujeta a un determinado método de envío y reglas que encapsula en el agregado de comportamiento. Este agregado tiene tres elementos, que determinan si la interfaz del router: 1) libera el datagrama, 2) envía el datagrama o 3) se reclasifica, este marcador se detalla en Heinanen, Finland y Guerin (1999). Por ejemplo, cinco flujos pueden ser tratados como un agregado de comportamiento para que sean tratados de manera similar. Cada flujo

se caracteriza por una probabilidad adicional de descarte y comportamiento de reenvío. La tabla 1 ilustra los valores DSCP. La precedencia IP es definida por los primeros tres bits del campo y la probabilidad

de pérdida es definida por los siguientes tres bits; por consiguiente, todos los flujos marcados AF1X tienen la misma precedencia de 1 y todos los flujos marcados AFY2 tienen una probabilidad de pérdida media.

Comportamiento por salto (PHB)	Binario	Precedencia IP	Probabilidad de pérdida
Default	000 000	0	
CS1	001 000	1	
AF11	001 010		Baja
AF12	001 100		Media
AF13	001 110		Alta
CS2	010 000	2	
AF21	010 010		Baja
AF22	010 100		Media
AF23	010 110		Alta
CS3	011 000	3	
AF31	011 010		Baja
AF32	011 100		Media
AF33	011 110		Alta
CS4	100 000	4	
AF41	100 010		Baja
AF42	100 100		Media
AF43	100 110		Alta
CS5	101 000	5	
EF	101 110		
CS6	110 000	6	
CS7	111 000	7	

**Tabla 1.** Valores DSCP

Fuente: elaboración propia

## Requerimientos de QoS para video streaming

El video streaming es una tecnología basada en el modelo Cliente-Servidor que permite la distribución de multimedia en vivo o grabado previamente. El programa se transmite por la red como un flujo continuo de información que es reproducida por las aplicaciones cliente. Algunas de las aplicaciones son: transmisión de audio y video a través de la Internet o una red privada, entretenimiento, conciertos musicales, eventos deportivos, congresos, video conferencia, telefonía sobre IP, educación, turismo y promociones. Video streaming es usado

para broadcasting de canales de video, el cual es comúnmente entregado como IP multicast, y para video bajo demanda (VOD), el cual es entregado como IP unicast.

Si no se emplean técnicas en contra de la pérdida de paquetes, se genera un impedimento visible en el resultado final, pero todo depende de la trama que se pierda en el camino (Rijo Sciara, 2004).

Los valores de la tabla 2 corresponden al informe de ITU-T Y.1541 (International Telecommunication Union, 2011) para requerimientos del video streaming.

Aplicación	Límite superior de parámetros QoS			
	Retardo	Jitter	Pérdida	Error
Transacciones pequeñas, bulk data, video streaming, VoD en disco local	1 s	Indefinido	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-4}$

**Tabla 2.** Control QOS RED IP[ITU-T Y.1541]

Fuente: elaboración propia

## Identificación y marcado de QoS

Para proporcionar servicio preferencial a un tipo de tráfico este debe: en primer lugar, ser identificado y en segundo lugar, el paquete puede o no estar marcado. Estas dos tareas constituyen la clasificación. Cuando el paquete es identificado, pero no marcado, se dice que la clasificación está en una base por salto (per hop). Es decir, cuando la clasificación se mantiene sólo en el router en el que se realiza, pero no pasa al siguiente router, esto ocurre con Priority Queuing (PQ) y Custom Queuing (CQ). Cuando los paquetes están marcados para uso en toda la red, los bits de precedencia IP pueden ser establecidos.

Entre los métodos más comunes de identificación de los flujos se incluyen: listas de control de acceso (ACL), enrutamiento basado en políticas, tasa de acceso comprometido (CAR), y reconocimiento de aplicaciones basados en la red (NBAR) (Cisco Systems, 2012).

Durante un tiempo, las normas RFC (Request for Comments) del IETF (Internet Engineering Task Force) proporcionaron un conjunto coherente de PHBs para el marcado de aplicaciones, pero no especificaron los valores DSCP para marcar las aplicaciones, generando confusión y desacuerdo sobre los valores que debían asignarse a los diferentes tipos de aplicaciones; para solucionar este problema, en el año 2002 Cisco definió una línea base (Cisco System, 2005). Como se presenta en la tabla 3, al video streaming se le asignó un comportamiento por salto de CS4 (Nichols, Blake, Baker y Black, 1998), esto quiere decir que tiene una precedencia IP de 4 y no tiene asignada probabilidad de pérdida.

Application	L3 Classification		Referencing Standard
	PHB	DSCP	
IP Routing	CS6	48	RFC 2474-4.-2.-2
Voice	EF	46	RFC 3246
Interactive-Video	AF41	34	RFC 2597
Streaming Video	CS4	32	RFC 2474-4.2.2
Mission Critical	AF31	26	RFC 2597
Call-Signaling	CS3	24	RFC 2474-4.2.2
Transactional Data	AF21	18	RFC 2597
Network Mgmt	CS2	16	RFC 2474-4.2.2
Bulk Data	AF11	10	RFC 2597
Scavenger	CS1	8	Internet 2
Best Effort	0	0	RFC 2474-4.1

**Tabla 3.** Línea base QoS DE CISCO Cisco.

Fuente: Cisco System, 2005

Cuatro años después de que Cisco presentó su documento de línea de base de calidad de servicio, el RFC-4594 (Babiarz, Chan y Baker, 2006) fue explícitamente aceptado como un conjunto formal de las mejores prácticas de configuración de DiffServ de QoS. Entre las modificaciones más significativas realizadas en relación con el video están:

- Cambio de los nombres de Interactive Video a Multimedia Conferencing y de Streaming Video a Multimedia Streaming
- La recomendación de Cisco para la marcación Streaming Video, CS4, para marcar Multimedia Streaming con AF31, que se presentan en la tabla 4. Este cambio implica que se le da un tratamiento inferior a los paquetes y que se le asigna una probabilidad de descarte.
- Se adicionó una nueva clase de video “Real-Time Interactive”, la cual se marcó CS4. Esto se hizo para diferenciar entre un video de telefonía de menor calidad, referida como Multimedia Conferencing y una aplicación de video de mayor calidad como la telepresencia (Verdantix, 2010). Multimedia Conferencing es marcada como AF41.
- La segunda clase de video adicionado fue “Broadcast Video”, marcada como CS3. Esto se hizo para diferenciar entre video streaming de escritorio de menor calidad (Multimedia Streaming) y aplicaciones de difusión de video de mayor calidad como broadcast TV. Multimedia Streaming utiliza la clase AF31 y Broadcast Video utiliza la clase CS3 (Cisco System, 2012).

Application	L3 Classification		IETF RFC
	PHB	DSCP	
Network Control	CS6	48	RFC 2474
VoIP Telephony	EF	46	RFC 3246
Call Signaling	CS5	40	RFC 2474
Multimedia Conferencing	AF41	34	RFC 2597
Real-time interactive	CS4	32	RFC 2474
Multimedia Streaming	AF31	26	RFC 2597
Broadcast Video	CS3	24	RFC 2474
Low-Latency Data	AF21	18	RFC 2597
OAM	CS2	16	RFC 2474
High-Throughput Data	AF11	10	RFC 2597
Best Effort	DF	0	RFC 2474
Low-Priority Data	CS1	8	RFC 3662

**Tabla 4.** Recomendaciones de marcado.

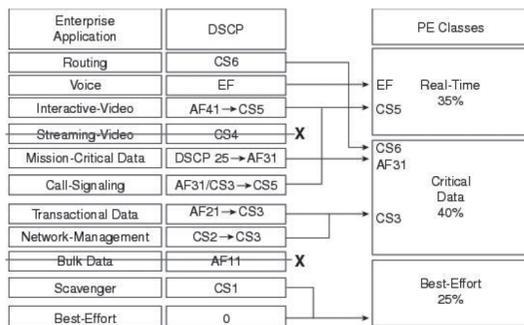
Fuente: Cisco System, 2005

En la práctica, el número de clases en una red empresarial es mucho menor que el número de clases definidas, tanto en la línea base de Cisco como en la del modelo RFC-4594. Por lo general una red empresarial trabajará entre tres y siete clases de tráfico.

### Modelos de provisión de servicio

A continuación se muestra el mapeo del modelo de oncetipos de aplicaciones de Cisco a modelos de aprovisionamiento de ancho de banda de tres, cuatro y cinco clases.

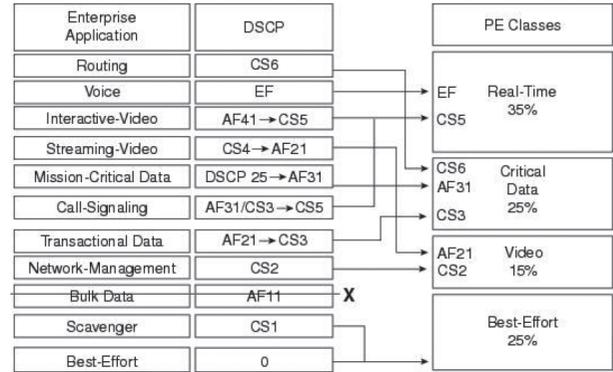
El problema con el modelo de tres clases radica en que carece de recomendación para abastecer al tráfico de video streaming, como se presenta en la figura 1. Por lo tanto este modelo no es adecuado para una red que transmite tráfico de video streaming.



**Figura 1.** Modelo de provisión de servicios de tres clases.

Fuente: Cisco System, 2012

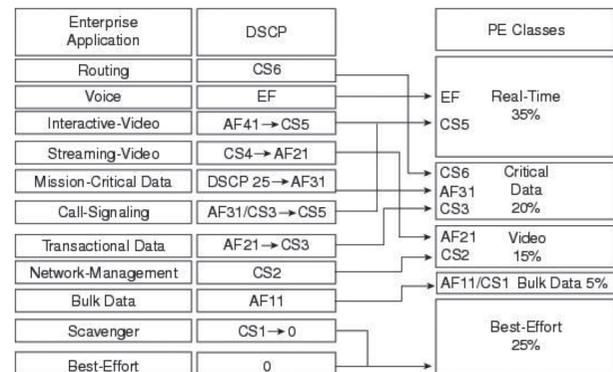
Con base en el modelo anterior, se construyó un modelo de cuatro clases, como se ve en la figura 2, la clase adicionada abastece el tráfico de video streaming y el tráfico de Network Management, el cual se encontraba en la clase de Critical Data del modelo anterior.



**Figura 2.** Modelo de provisión de servicios de cuatro clases.

Fuente: Cisco System, 2012

Con el modelo anterior es suficiente para realizar la clasificación del tráfico de red, pero si la red transmite otro tipo tráfico diferente a video streaming se requiere un mayor nivel de detalle, la figura 3 se presenta un modelo de cinco clases, dando aprovisionamiento a la clase Bulk Data, lo cual no se había realizado con los modelos anteriores; en esta clase, se encuentran el flujo de aplicaciones FTP y de e-mail (Giusto, Lera, Morabito y Atzori, 2010).



**Figura 3.** Modelo de provisión de servicios de cinco clases.

Fuente: Cisco System, 2012

## Discusión

Con el paso del tiempo, la clasificación para el marcado y el aprovisionamiento de ancho de banda del tráfico de streaming de video ha variado, permitiendo mejorar la calidad de servicio de los diferentes flujos transmitidos por la red. Dado que la calidad de servicio está altamente relacionada con el tipo de red donde debe ser aplicado, el estudio de los actuales modelos y recomendaciones es fundamental para proponer mejoras y generación de nuevos modelos que proporcionen condiciones exigentes de calidad a los diferentes flujos requeridos por los nuevos tipos de aplicaciones que demandan los diferentes tipos de clientes.

El manejo y caracterización de los flujos de tráfico permitirá el desarrollo de aplicaciones que faciliten la negociación dinámica de recursos en las diferentes topologías involucradas en el consumo de video streaming.

## Referencias

- Babiarz, J.; Chan, K. and Baker, F. (2006). *Guidelines for DiffServ Service Classes*. The Internet Society.
- Cisco System, Inc. (2003). *Service Provider Quality-of-Service Overview*.
- Cisco System, Inc. (2005). *The QoS Baseline*. Available: [http://www.cisco.com/en/US/technologies/tk543/tk759/technologies\\_white\\_paper0900aecd80295a9b.pdf](http://www.cisco.com/en/US/technologies/tk543/tk759/technologies_white_paper0900aecd80295a9b.pdf)
- Cisco System, Inc. (2012). *Enterprise Medianet Quality of Service Design 4.0—Overview*. Available: [http://www.cisco.com/en/US/docs/solutions/Enterprise/WAN\\_and\\_MAN/QoS\\_SRND\\_40/QoSIntro\\_40.html](http://www.cisco.com/en/US/docs/solutions/Enterprise/WAN_and_MAN/QoS_SRND_40/QoSIntro_40.html)
- Cisco Systems, Inc. (2012). *Internetworking Technology Handbook*.
- DARPA. (1981). *IETF TOOLS*. Acces: septembre. Available: <http://tools.ietf.org/html/rfc791>
- Giusto, D.; Lera, A.; Morabito, G. and Atzori, L. (2010). *The Internet of Things: 20th Tyrrhenian Workshop on Digital Communications*. New York: Springer-Verlag.
- Heinanen, J.; Finland, T. and Guerin, R. (1999). *A Single Rate Three Color Marker*. Acces: septembre. Available: <http://tools.ietf.org/html/rfc2697>
- IBM. (2012). *Modelos QoS*. Acces: 23 noviembre, 2012. Available: [http://publib.boulder.ibm.com/infocenter/pseries/v5r3/index.jsp?topic=/com.ibm.aix.commadmn/doc/commadmndita/sctp\\_tcpip\\_qos\\_models.htm](http://publib.boulder.ibm.com/infocenter/pseries/v5r3/index.jsp?topic=/com.ibm.aix.commadmn/doc/commadmndita/sctp_tcpip_qos_models.htm)
- International Telecommunication Union. (2011). *Network performance objectives for IP-based services*. ITU-T.
- Nichols, K.; Blake, S.; Baker, F. and Black, D. (1998). *Definition of the Differentiated Services Field (DS Field)*. Acces: diciembre. Available: <http://tools.ietf.org/html/rfc2474>
- Rijo Sciara, D. (2004). *Fundamentos de Video Streaming*. Montevideo: Uruguay.
- Tanenbaum, A. S. and Wetherall, D. S. (2010). *Computer Networks*. Boston: Prentice Hall.
- Verdantix. (2010). *The Telepresence Revolution*. Carbon Disclosure Project.
- Wittenberg, N. (2009). *Understanding Voice Over IP Technology*. New York: Cengage Learning.