

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN

INFORME FINAL CASO DE ESTUDIO PARA UNIDAD DE TITUALCIÓN ESPECIAL

TEMA:

“Estudio de la implementación de Calidad de Servicio (QoS) para el mejoramiento de la red de datos que optimice el acceso a los servicios en la Planta de Producción de la Compañía Yanbal Ecuador S.A.”

PABLO SANTIAGO JUCA JARA

Quito – 2016

AUTORÍA

Yo, Pablo Santiago Juca Jara, portador de la cédula de ciudadanía No. 1709995318, declaro bajo juramento que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y que se he respetado las diferentes fuentes de información realizando las citas correspondientes. El presente trabajo no contiene plagio alguno, es propio desarrollo, todo el resultado del presente trabajo es desarrollado por mi persona.

Pablo Santiago Juca Jara

Contenido

1.	Introducción	5
2.	Justificación	7
3.	Antecedentes	8
4.	Objetivos	12
5.	Desarrollo Caso de Estudio	13
5.1	Estudio de la implementación de Calidad de Servicio (QoS) para el mejoramiento de la red de datos que optimice el acceso a los servicios en la Planta de Producción de la Compañía Yanbal Ecuador S.A.....	13
5.1.1.	Introducción	13
5.1.2.	Definición de QoS.....	14
5.1.3.	CoS: Clase de Servicio.....	15
5.1.4.	ToS: Tipo de Servicio	15
5.1.5.	Parámetros de QoS	16
5.1.5.1.	Ancho de Banda (Bandwith).....	16
5.1.5.2.	Retardo (Delay)	16
5.1.5.3.	Variación del retardo (Jitter)	17
5.1.5.4.	Pérdida de Paquetes (Packet Loss)	17
5.2.	Análisis de la Red de Datos	18
5.2.1.	Ancho de banda utilizado en la Planta de Producción Yanbal Ecuador.....	18
5.2.2.	Tipo de tráfico que circula por la red de datos de la Planta de Producción	19
5.2.3.	Tiempos de respuesta	20
5.2.4.	Desempeño de los equipos de red.....	21
5.3.	Diseño de la propuesta de QoS.....	22
5.3.1.	Análisis de requerimientos para las aplicaciones.	22
5.3.1.1.	Aplicaciones de Prioridad Crítica.....	23
5.3.1.1.1.	Requisitos de calidad de Servicio para VoIP.....	23
5.3.1.1.2.	Requisitos de calidad de Servicio para Video.....	25
5.3.1.2.	Aplicaciones de Prioridad Alta	26
5.3.1.3.	Aplicaciones de Prioridad Media.....	27
5.3.1.4.	Aplicaciones de Prioridad Baja	27
5.4.	Diseño del Esquema de Calidad de Servicio.....	27
5.4.1.	Elección del Modelo de QoS	28
5.4.2.	Elección del Método de Clasificación del Tráfico.....	29

5.4.2.1. Lista de Control de Acceso ACL	29
5.4.2.2. Reconocimiento de Aplicaciones Basadas en Red (NBAR).....	30
5.4.2.3. Marcado de Tráfico	32
5.4.3. Administración de Congestión	34
5.4.3.1. Encolamiento FIFO (Fisrt-in, first-out).....	35
5.4.3.2 Encolamiento de Prioridad PQ (Priority Queuing)	36
5.4.3.3. Encolamiento WFQ (Weighted Fair Queuing).....	36
5.4.3.4. Encolamiento por espera equitativa ponderada en clase CWFQ (Class Based Weighted Fair Queuing)	38
5.4.3.5. Encolamiento de baja latencia LLQ (Low latency Queuening).....	39
5.4.4. Evasión de Congestión	42
5.4.4.1. Tail Drop	43
5.4.4.2. Random Early Detection (RED).....	44
5.4.4.3. Weighted Random Early Detection (WRED)	44
5.4.5. Modelamiento de Tráfico.....	46
5.4.5.1. Traffic Policing	46
5.4.5.1.1. Token Bucket.....	47
5.4.5.1.2. Traffic Shaping.....	48
5.4.5.1.3. Policing vs Shaping	49
6. Conclusiones	53
7. Recomendaciones	54
Bibliografía	56
Anexos:.....	59
Anexo 1:	60
Anexo 2:	61
Anexo 3:	66
Anexo 4:	70
Anexo 5:	71

Índice de Figuras

Figura 1: Diagrama Lógico de la Red de Yanbal Ecuador S.A.....	9
Figura 2: Diagrama Distribución Red Planta de Producción	10
Figura 3: Diagrama del Tráfico utilizando el software PRTG	19
Figura 4: Detalle de Protocolos	20
Figura 5: Consumo de canal con Videoconferencia.....	21
Figura 6: Códec de Audio.....	24
Figura 7: Tabla con recomendaciones para marcar tráfico.....	25
Figura 8: Requerimientos de CISCO para videoconferencia	26
Figura 9: Campos de DSCP y precedencia.....	34
Figura 10: Valores del Campo DSCP.....	34
Figura 11: Cola FIFO	35
Figura 12: Operación de Priority Queuing	36
Figura 13: Encolamiento WFQ.....	37
Figura 14: Encolamiento CBWFQ	39
Figura 15: Encolamiento LLQ.....	40
Figura 16: Funcionamiento de Tail Drop	44
Figura 17: Funcionamiento del Token Bucket	48
Figura 18: Policing vs Shaping.....	50
Figura 19: Switch de Core Cisco Catalys 4510R	66
Figura 20: Switch de Acceso Cisco Catalyst 2960-S	67
Figura 21: Gateway de Voz Celular	67
Figura 22: Cisco 2951 Router de Borde	68
Figura 23: Cisco 1121 Access Control System	68
Figura 24: Servidor de Videoconferencia WEBEX	69

Figura 25: Tráfico con Videoconferencia.....	70
Figura 26: Consumo de ancho de banda servicio Webex.....	70
Figura 27: Tráfico Enlace de Internet.....	70
Figura 28: Consumo Transferencia de Archivos	70
Figura 29: Números de Usuarios por Oportunity's.....	71

Índice de Tablas

Tabla 1: Prioridad y Puertos usados por las Aplicaciones en la Planta.....	23
Tabla 2: IntServ vs. DiffServ.....	28
Tabla 3: Ventajas y Desventajas ACL y NBAR	32
Tabla 4: Ventajas y Desventajas entre los tipos de encolamiento.....	42
Tabla 5: Comparación entre RED y WRED.....	46
Tabla 6: Shaping vs Policing	50
Tabla 7: Algoritmos para implementar QoS.....	51
Tabla 8: Valores DSCP para la configuración de QoS.....	52
Tabla 9: Listado de Equipos Cisco en la Planta de Producción	60
Tabla 10: Ancho de banda utilizado por otros servicios	65
Tabla 11: Listado de Equipos por Oportunity	71

1. Introducción

Las redes de comunicaciones han progresado con el paso del tiempo ante la evidente necesidad de satisfacer la alta demanda de servicios de telecomunicaciones, en la actualidad se requiere un mayor ancho de banda para el despliegue de aplicaciones, lo que ha llevado a realizar o implementar una mejor Calidad de Servicio QoS, con la finalidad de permitir a las nuevas aplicaciones o servicios que se han desarrollado se desenvuelvan de manera óptima.

Calidad de Servicio QoS es la habilidad de un elemento de red (una aplicación, un proveedor) para mantener un nivel de tratamiento del tráfico y del servicio satisfactorio. (Semeria, 1999)

En los actuales momentos es imperativo tener o implementar Calidad de Servicio (QoS) en las empresas sean públicas o privadas en las que utilizan servicios como videoconferencia, transmisión de datos, multimedia, envío de información en tiempo real, lo que les permita mantener un desempeño eficiente.

Uno de los grandes desafíos en las modernas redes de comunicaciones de servicios integrados es transportar información entre los usuarios, asegurando una cierta calidad de servicio o QoS (Quality of Service) y garantizando su propia naturaleza multiservicio.

Es decir, estas redes deberían ser diseñadas para poder transportar una multiplicidad de servicios distintos con requisitos heterogéneos y soportar futuros servicios con requisitos todavía desconocidos. Este escenario diverge enormemente de la situación planteada hasta hace poco, donde para cada servicio existía una red dedicada. Estas circunstancias exigen nuevas maneras de plantear el control y gestión del tráfico cursado.

Los servicios convergentes en la actualidad se han convertido en un recurso muy importante dentro de las diferentes compañías o empresas, instituciones educativas, etc., para las diferentes actividades que desarrollan, ante lo cual requieren tener implementado

QoS, para de esta manera poder ofrecer servicios prioritarios tales como telefonía IP, transmisión de video o de datos, de acuerdo al manejo de los parámetros críticos que causan problemas de rendimiento en ellos, como ancho de banda, pérdida de paquetes, delay y jitter.

En los ambientes donde convergen varias redes (VLAN's) y aplicaciones (VoIP, Bases de datos, Servicios WEB, etc.) se ve la necesidad de establecer mecanismos que nos permitan definir niveles de calidad de servicio que sean adecuados para un óptimo uso de ancho de banda, en la red de datos. (Murazzo, Maria A., Rodríguez, Nelson R., s.f.), los mecanismos o parámetros de QoS se consiguen implementando o configurando mediante la inserción de extensiones de calidad de servicio a los protocolos conocidos o también mediante una adecuada gestión de tráfico, lo que nos permitirá priorizar el tráfico derivado de aplicaciones críticas, para la aplicación de QoS se recomienda dentro de este trabajo seguir con el proceso que consiste en la marcación y clasificación de paquetes, basándose en el campo ToS de la cabecera IP; administrar la congestión, aplicando técnicas de encolamiento; y, prevención de congestión. (Cadena, 2010)

Ante lo expuesto y para la realización del estudio, se debe verificar las características de cada una de las aplicaciones, de igual manera es necesario realizar una auditoría de tráfico de la red, auditoría del negocio, para de esta manera determinar los niveles de servicio que se requieren implementar.

Adicionalmente se realizará una descripción de cada uno de los métodos de QoS que se pueden aplicar en los equipos que se posee en la Planta de Producción como también conociendo los diferentes tipos de tráfico que circula por cada uno de los puntos de la infraestructura.

2. Justificación

El crecimiento desarrollo tecnológico es directamente proporcional con el incremento de aplicaciones Web o Cliente Servidor. Con el recorrer de los tiempos las redes de datos se han tornado críticas, debida a que se requiere obtener mayor disponibilidad, sin importar que se trate de empresas públicas o privadas, instituciones educativas, etc.

Con la aparición de nuevas aplicaciones y servicios que trabajan en tiempo real como telefonía o voz sobre IP (VoIP), videoconferencias, entre otros; la actual dorsal de la red de datos necesita proveer los niveles de Servicio, adecuados con sus equipos de red que tienen este potencial, pero que aún no se explotan al 100%. De allí que es necesario proponer y desarrollar nuevos esquemas para que la red de datos de la Planta de Producción asegure una buena Calidad de Servicio QoS) acorde a la importancia de los datos que se envían y reciben.

En la red se puede causar altos impactos solamente con la aplicación de pequeños cambios, los mismos que son considerados como negativos, en este punto podemos citar algunos ejemplos como la saturación o congestión de un enlace de datos o al utilizar recursos que han sido asignados para ser utilizados en otra aplicación que se considera más prioritaria o importancia, lo que provoca que aumente el costo de operación o administración de la red, esto trae como consecuencia degradación del servicio. Las nuevas aplicaciones o herramientas tecnológicas como *VoIP*, videoconferencia, son sensibles al desempeño de la red, lo que ha provocado que obtener un óptimo desempeño de las redes en los actuales momentos sea cada vez más importante. (Soto, 2012)

En la evolución hacia una red de servicios múltiples uno de los principales objetivos es optimizar la red respondiendo de forma eficiente a inconvenientes, como la pérdida de paquetes, retardos, variaciones en la entrega del tráfico de voz, congestión, etc. Considerando todos éstos escenarios, es necesario plantear condiciones de solución para

aumentar y satisfacer los requisitos de Calidad de Servicio (QoS) en sistemas basados en IP. (Soto, 2012)

La implementación de Calidad de Servicio (QoS) en la red de datos, ayuda a solucionar el problema de congestión y retardos en la información así como también a distribuir el ancho de banda (AB) según las prioridades que tiene la Red en la Planta de Producción Yanbal Ecuador S.A.

3. Antecedentes

Yanbal Ecuador S.A. inició sus operaciones en el Ecuador en el año 1979, comenzando con una sola oficina en la ciudad de Quito, con el paso de los años la compañía fue expandiéndose a nivel nacional ante la gran acogida que tuvo los diferentes productos que comercializa la empresa.

La compañía abrió varias oficinas a nivel de todo el país, en Guayaquil, Manta, Cuenca, Loja, Machala, Esmeraldas, Quevedo, Ambato, Ibarra, Sto. Domingo, Aloag, NNUU, ante el creciente número de oficinas u opportunity's que fueron implementadas en el país, se vio la necesidad de realizar o de implementar enlaces dedicados para estar interconectados todas la oficinas con el centro de datos principal que se encuentra ubicado en la Planta de Producción.

La distribución lógica de la red de Yanbal Ecuador de comunicaciones se detalla en la Figura 1, en la cual podemos observar cómo se encuentra distribuido los enlaces de datos a nivel nacional, servicio que lo presta la empresa Level 3, cada sucursal cuenta con enlace principal y backup, esta configuración se la configuró en activo – activo para de esta manera no perder conectividad cuando se produzca algún problema en los enlaces.

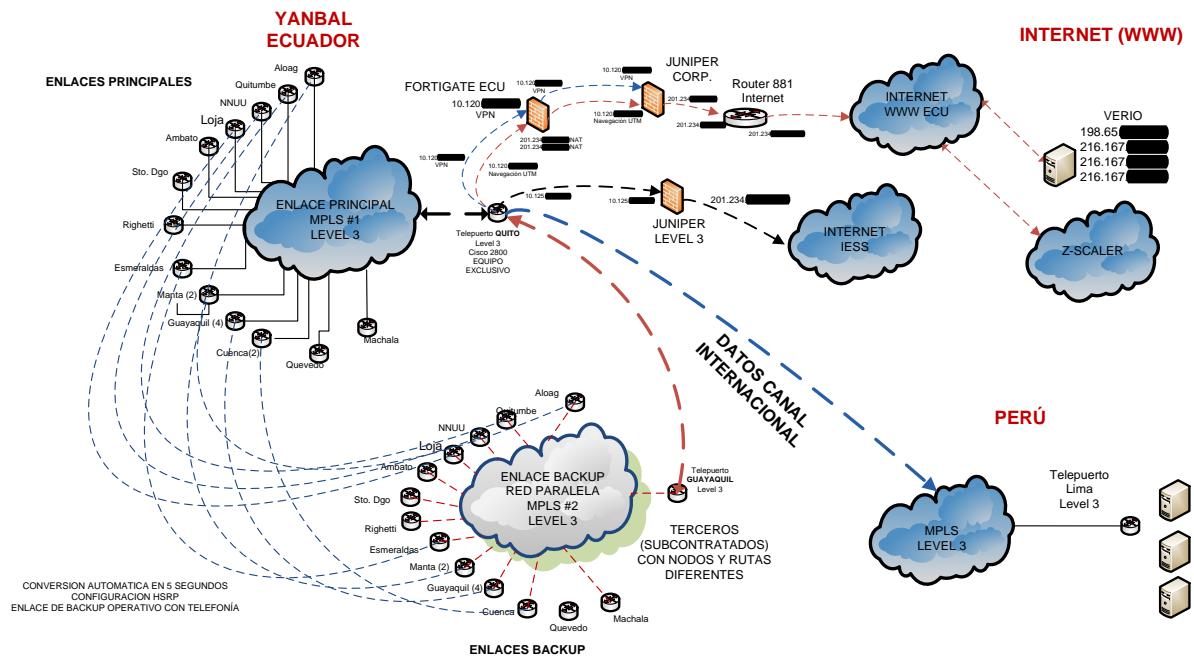


Figura 1: Diagrama Lógico de la Red de Yanbal Ecuador S.A.
Fuente: Coordinación de Redes y Comunicaciones Yanbal Ecuador

Como consecuencia del crecimiento continuo de los servicios que presta la compañía se ha visto la necesidad de implementar calidad de servicio para así poder obtener una red eficiente y con la disponibilidad adecuada de la red para todas las aplicaciones y servicios, ya que se pretende incorporar en la red atractivas ofertas de servicios como telefonía IP, videoconferencia entre otras.

En las instalaciones de la Planta de Producción se encuentra ubicado el centro de datos principal desde el cual se entrega todos los servicios que utiliza la compañía, lo que ha ocasionado congestión en los canales de comunicación, dando como resultado lentitud en los servicios que presta la compañía hacia los diferentes opportunity's a nivel nacional provocando inconvenientes y quejas entre los usuarios de la compañía.

A continuación se detalla la distribución lógica de la red de la Planta de Producción de la compañía, Figura 2.

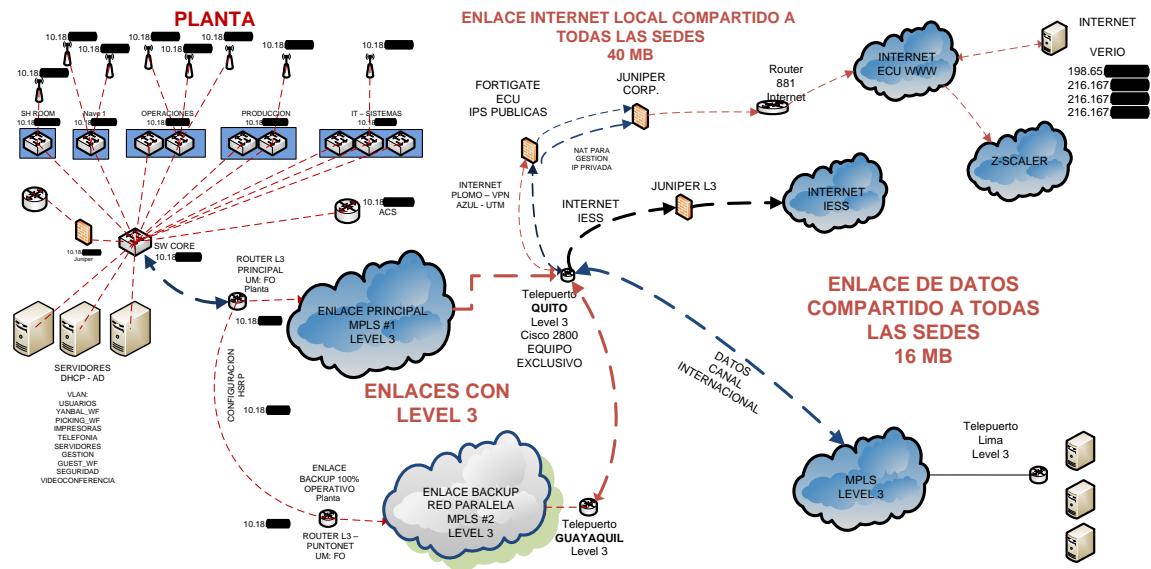


Figura 2: Diagrama Distribución Red Planta de Producción
Fuente: Coordinación de Redes y Comunicaciones Yanbal Ecuador

Adicionalmente con la implementación de QoS se pretende acelerar los procesos internos de la empresa y mejorar la comunicación con cada una de las sucursales u opportunity's.

Como podemos observar en la figura todo el tráfico pasa por el router principal de planta, tanto el tráfico de VoIp, videoconferencia, servicios de DNS, HTTP, HTTPS, etc, este router se conecta con el switch de core de la Planta el mismo que se conecta con toda la infraestructura de servidores, networking (switch's, Access point), telefonía.

Debido al problema que se presenta en la infraestructura de comunicaciones de la compañía se está presentando lentitud de la red de datos, los tiempos de respuesta son elevados llegando a tener tiempos de hasta 2500 ms, lo cual ocasiona molestias a los usuarios de la compañía, ocasionando retrasos en los ingresos de los productos que la empresa comercializa, como también problemas en la comunicación telefónica teniendo cortes de conexión en las llamadas que se realizan tanto locales como internacionales.

Otro problema que se presenta es la realización de las videoconferencias, tanto por medio de la infraestructura de Polycom, WEBEX o por Skype Empresarial, son tres herramientas que maneja la compañía no solamente a nivel local o nacional, sino que también se presenta problemas cuando se realizan videoconferencia internacionales, en este caso se maneja tanto por enlace de datos como por acceso a internet, en este punto el video se presenta pixelado, retraso en el audio, no se realiza la conexión a tiempo, etc.

La transferencia de archivos es otra causa de la congestión de la red de datos, ya sea por ftp o por Windows, este procedimiento se lo realiza entre los opportunity's a nivel nacional como también hacia las oficinas matrices que se encuentran en Lima – Perú, presentando problemas en los enlaces tanto nacionales como internacionales. En los actuales momentos se encuentra configurado con Auto-QoS, funcionalidad que funciona bien para lo que es telefonía IP, desde el año anterior se desea utilizar el concepto de Comunicaciones Unificadas, para lo cual se debe diseñar una nueva configuración para poder usar todos los servicios sin tener interferencia en la red de datos.

A más de la congestión que existe en los enlaces de datos locales y regionales se debe tomar en cuenta también el tema de la navegación por internet, el cual siendo una de las principales herramientas hoy por hoy en todas las compañías, se debe evaluar la necesidad de realizar o implementar políticas de calidad de servicio en el enlace a internet, a más de los permisos o accesos que se los define a los usuarios, por medio de firewalls.

Cabe indicar que en la actualidad se tiene 40 MB de ancho de banda para el acceso al internet para todo el país, es requirente tener o implementar políticas de calidad de servicio para poder obtener o mejorar los tiempos de respuesta cuando se realiza la navegación al internet.

Siendo los principales problemas que se presentan en la red de datos de la compañía, se ve la necesidad de realizar el estudio para la implementación de calidad de servicio

QoS en la red de datos de la Planta de Producción de Yanbal Ecuador S. A., siendo el punto central de las comunicaciones a nivel nacional se debe empezar o iniciar en este sitio con las políticas de calidad de servicio, para que luego poder replicar las mismas políticas a nivel nacional.

4. Objetivos

Objetivo General:

Analizar la configuración de la Red de datos para optimizar el acceso a los diferentes Servicios y su influencia en la congestión y retardos de información en la Planta de Producción de la Compañía Yanbal Ecuador S.A.

Objetivos Específicos:

1. Recolectar información de la infraestructura de red y el dimensionamiento actual de los enlaces de datos
2. Determinar los niveles de congestión y retardos de tráfico en los servicios de telefonía IP, videoconferencia, Internet, Sistema SAP, para la red de datos en la Planta de Producción.
3. Diseñar una propuesta de esquema de Calidad de Servicio en la infraestructura de red.
4. Realizar un artículo sobre Calidad de Servicio en redes convergentes.

5. Desarrollo Caso de Estudio

5.1 Estudio de la implementación de Calidad de Servicio (QoS) para el mejoramiento de la red de datos que optimice el acceso a los servicios en la Planta de Producción de la Compañía Yanbal Ecuador S.A.

5.1.1. Introducción

A lo largo de la historia de las telecomunicaciones se ha dado la rápida evolución de las redes de computadoras, han surgido tecnologías y técnicas para hacer más eficiente el uso de los servicios que se despliegan sobre los propios sistemas de red. En la actualidad estas con redes convergentes que corren sobre si muchos servicios y si el administrador o el ingeniero de red se preocupan por asegurar calidad en los servicios, las redes tendrán un funcionamiento óptimo en desempeño de sus servicios.

Un sistema de red convergente está dotado de tecnologías capaces de unificar el tráfico de voz, video y datos, sobre un solo canal de comunicaciones. Anexando además al entorno los servicios y aplicaciones que integran las propias tecnologías, dándole un extra de utilidad y beneficios. Tal como telefonía IP, videoconferencia, tráfico de grandes volúmenes de información a velocidades altas (Redes de alta velocidad).

Algunos de los beneficios de implementar este tipo de red son:

- Óptimo aprovechamiento del ancho de banda debido a la capacidad de subdividir canales de acuerdo al uso, planeación o requerimiento de cada segmento o servicio de red.
- Redes más seguras debido a la mejor señalización, además del buen manejo de tráfico y flujos que existan sobre la red.

- Simplicidad en cuanto al uso de aplicaciones y compartir información ya que al viajar los diferentes tipos de información por el mismo canal, hay compatibilidad en las aplicaciones integradas a los mismos sistemas de comunicación.
- Reducción en la latencia y caídas de la red que originan pérdidas en la información y mala conectividad.

Para soportar las aplicaciones que consumen grandes anchos de banda en especial el tráfico multimedia, no basta con dotar a la red de mayor capacidad. Es preciso, además, añadir determinados niveles de inteligencia (software y hardware) que permitan controlar los tráficos dando prioridad al más crítico para la actividad o actividades que se están realizando en la empresa. En este punto la tecnología de calidad de servicio (QoS) son necesarias para el desarrollo del presente objetivo.

Implementar Calidad de Servicio QoS nos asegura la entrega de la información crítica, dando preferencia a aplicaciones críticas sobre otras no críticas. QoS permite hacer uso eficiente de los recursos ante la situación de congestión, seleccionando un tráfico específico de la red y priorizando según su importancia. (Álvarez, Sebastián Andrés – González, Agustín José, 2005)

5.1.2. Definición de QoS

Se entiende por “Calidad de Servicio”, a la capacidad de una red para sostener un comportamiento adecuado del tráfico que transita por ella, cumpliendo a su vez con los requerimientos de ciertos parámetros relevantes para el usuario final, esto puede entenderse también como el cumplimiento de un conjunto de requisitos estipulados en un contrato (SLA: Service Level Agreement) entre un ISP (Internet Service Provider, proveedor de servicios de Internet) y sus clientes. (Álvarez, Sebastián Andrés – González, Agustín José, 2005)

También puede ser definida como un conjunto de tecnologías que permiten a los administradores de red manejar los efectos de la congestión del tráfico usando óptimamente los diferentes recursos de la red, en lugar de ir aumentando la capacidad. En este punto es necesario prestar una atención especial al hecho de que la QoS no es aumentar el ancho de banda sino distribuirlo de acuerdo a las necesidades de la empresa. (Semeria, 1999)

El término QoS engloba toda la técnica que se refiere a ella y a menudo se confunde con los términos Clase de Servicio (CoS) y Tipo de Servicio (ToS), técnicas que son utilizadas para su obtención. A continuación se detalla cada una de ellas:

5.1.3. CoS: Clase de Servicio

Es un esquema de clasificación con que son agrupados los tráficos que tienen requerimientos de rendimiento similares. Involucra dos procedimientos: en primer lugar la priorización de los distintos tipos de tráfico claramente definidos a través de la red y, en segundo lugar la definición de un pequeño número de clases de servicio a las que aplicara. (Semeria, 1999)

CoS no garantiza ancho de banda o latencia, en cambio permite a los administradores de red solicitar prioridad para el tráfico basándose en la importancia de este. (Azogue, 2015)

5.1.4. ToS: Tipo de Servicio

Originalmente, para el protocolo IPv4 se diseñó el campo ToS (Type of Service) para capacitar el marcado de paquetes con un nivel de servicio requerido. Esta definición no se utilizó mayormente debido a la ambigüedad de su significado, por lo que más tarde se convirtió en el denominado campo DSCP (Differentiated Services Code Point). (Álvarez, Sebastián Andrés – González, Agustín José, 2005)

Parte del protocolo IP Versión 4 reserva un campo de 8 bits en el paquete IP para el tipo de servicio (ToS). En este campo se pueden especificar los atributos de fiabilidad, throughput y retardos del servicio.

Este campo puede emplearse para soportar CoS, siempre y cuando los routers hayan sido programados para ello.

5.1.5. Parámetros de QoS

Calidad de Servicio recoge varios parámetros que se detallan a continuación:

5.1.5.1. Ancho de Banda (Bandwith)

Garantiza que se transmita cierta cantidad de datos en un tiempo determinado. Permite que los ISP puedan garantizar un mínimo de ancho de banda y de servicios, se logra mediante identificadores de cabecera de los paquetes y se utiliza para dar prioridad al tráfico de un determinado tipo de archivos (video, sonido, voz, etc), reservando en el momento del envío un determinado ancho de banda para estos archivos, siempre y cuando estos los soliciten. (Guerrero, s.f.)

5.1.5.2. Retardo (Delay)

Se define retardo o latencia al tiempo que se demora de los paquetes entre el envío de paquetes y su recepción. Los retardos que se producen en la red se pueden medir o captar con varias herramientas de monitoreo como (CACTI, Cisco Prime, PRTG, etc), herramientas que son parametrizables o ajustarse de acuerdo a la infraestructura de los componentes físicos de la red que por lo general se pasan por alto o no se toman en consideración tales como: conectores en mal estado, campos eléctricos o magnéticos, que se encuentren cercanos, como por ejemplo: lámparas o focos fluorescentes que se cruzan por la ruta que se encuentra el cableado de datos y demás. (Wong, 2007) Lo óptimo para la aplicación de QoS es necesario que este parámetro sea reducido al mínimo.

5.1.5.3. Variación del retardo (Jitter)

Es la variación en los tiempos de retardo de los diferentes paquetes que conforman un mismo flujo de datos, dentro de las causas podemos indicar las siguientes:

- Paquetes de un mismo flujo son procesados, encolados, desencolados, etc., de manera independiente y diferente.
- En consecuencia cada paquete puede llegar al destino fuera de secuencia y con un retardo diferente cada uno.
- Para aplicaciones de tiempo – real es esencial que en el destino los paquetes lleguen en el orden correcto y con la misma velocidad que fueron generados.

(Armenta, s.f.)

5.1.5.4. Pérdida de Paquetes (Packet Loss)

Es la medida de los paquetes que no se han transmitido con éxito sobre la red en relación con todos los paquetes enviados sobre la misma. Usualmente detectada por métodos ARQ (Automatic Repeat-reQuest) y medidos en bits sobre segundo (bps).

Principalmente existen cuatro causas principales de perder paquetes en la red:

- Debido a la mala calidad del medio ya sea por interferencias físicas o electromagnéticas (esto se da muy frecuentemente en medios inalámbricos).
- Debido a la congestión de enlaces, causando desbordamiento de buffer en los dispositivos de red usados.
- Fallos en los dispositivos de la red.
- Cambios en el esquema de enrutamiento o protocolos de red, causando pérdida o daños en los paquetes. (Armenta, s.f.)

5.2. Análisis de la Red de Datos

En la red se ha realizado un continuo análisis del ancho de banda, así como del tráfico circulante en la red para poder determinar los siguientes parámetros:

- Ancho de banda utilizado en la Planta de Producción Yanbal Ecuador.
- Tipo de tráfico y puertos utilizados
- Tiempos de respuesta
- Desempeño de los dispositivos de la red. (Darwin Quevedo, Carina Vaca, s.f.)

5.2.1. Ancho de banda utilizado en la Planta de Producción Yanbal Ecuador.

Para la medición de este parámetro se ha utilizado la herramienta PRTG que permitirá mediante gráficos verificar el consumo de ancho de banda de cada equipo de los diferentes switches ubicados en cada uno de los bloques de la Planta de producción. También se utiliza la herramienta Wireshark para la captura del tráfico en los picos, para clasificar el tipo de tráfico que circula en la red.

Se tomaron muestras por 1 mes, las cuales nos permitirán ver el comportamiento del consumo de ancho de banda; conseguidas las muestras procedemos a realizar la comparación por días y por horas para de esta manera determinar los picos de utilización de la red; una vez obtenidos los picos se procede a clasificar el tráfico capturado con wireshark para determinar el porcentaje de utilización por IP, por puerto y por protocolo. Todo este proceso ayudará en el diseño de QoS. A continuación se ejemplificará el proceso realizado con muestras tomadas aleatoriamente de dos semanas, se muestra en las siguientes tablas.

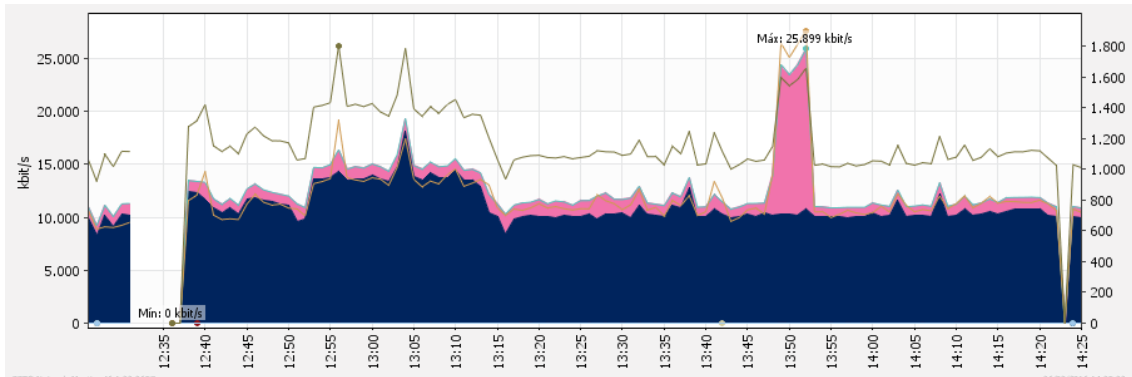


Figura 3: Diagrama del Tráfico utilizando el software PRTG
Fuente: Coordinación de Redes y Comunicaciones Yanbal Ecuador

Como se puede observar en el gráfico el tráfico de salida es mayor que el de entrada, lo que evidencia que existe una mayor actividad en el nodo, razón por la cual se tendrá que priorizar el tráfico de salida en el equipo principal, tomando en cuenta que es equipo CORE de la Planta por donde circula las aplicaciones para todos las sucursales de la compañía a nivel nacional.

El Anexo 4 podemos observar el tráfico de salida y entrada en un rango de 7 días, en donde podemos observar que existe un tráfico de entrada como de salida de similar capacidad.

5.2.2. Tipo de tráfico que circula por la red de datos de la Planta de Producción

En la Figura 4 se muestra el tipo de tráfico que circula en la red de datos de la Planta de producción, en este gráfico se puede determinar qué porcentaje de paquetes pertenece a un determinado tipo de tráfico, así se establece que el tráfico http tiene 51.5% el cual es el mayor tráfico de todos e indica que la mayoría de servicios que se usa son aplicaciones web.

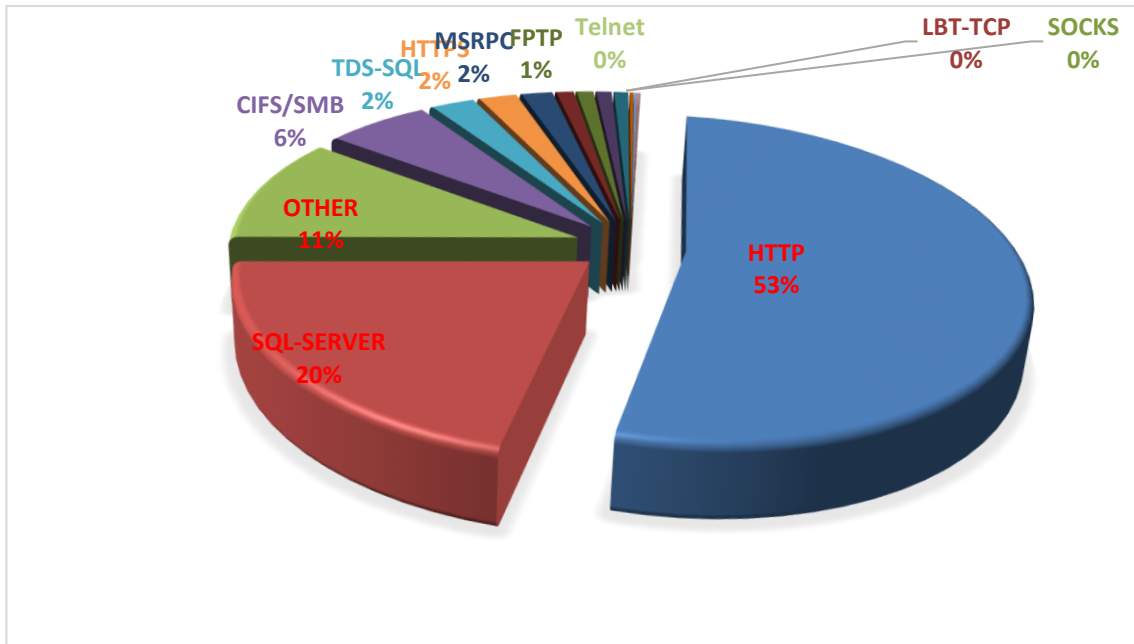


Figura 4: Detalle de Protocolos

Fuente: Coordinación de Redes y Comunicaciones Yanbal Ecuador

5.2.3. Tiempos de respuesta

A continuación se presenta los resultados obtenidos durante una prueba de congestión del canal en el cual se procedió a correr una aplicación de videoconferencia más el envío de paquetes ICMP y la interacción de un cliente-servidor FTP.

Se pudo determinar los niveles máximos de transferencia del canal antes de que llegue a su saturarse y la variación de los tiempos de respuesta, lo que nos ayudará a determinar qué tan eficiente es la implantación de QoS sin tener la necesidad de aumentar el ancho de banda del canal.

Podemos observar en la Figura 5 la cantidad de ancho de banda utilizada durante un videoconferencia y el intercambio de paquetes en el que se determinó que sin QoS, la videoconferencia presenta desfase y degradación entre la imagen y el sonido. Los

tiempos de respuesta son muy altos lo que da como resultado la pérdida de paquetes que no pueden ser soportables para las aplicaciones en tiempo real que posee la compañía.

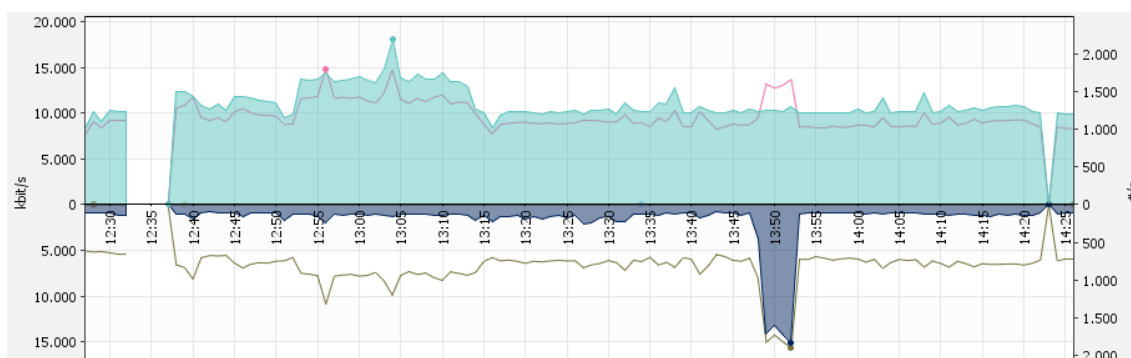


Figura 5: Consumo de canal con Videoconferencia

Fuente: Coordinación de Redes y Comunicaciones Yanbal Ecuador

En el Anexo 4 se presenta los consumos y el tráfico que produce los diferentes servicios que se utilizan en la Planta de producción.

5.2.4. Desempeño de los equipos de red

Se realizó un análisis de las características de todos los equipos o dispositivos de comunicación con los que cuenta la Planta de producción de Yanbal Ecuador, se pudo determinar que cuentan con la tecnología requerida para la implantación de QoS, lo que facilitarán la integración de nuevas aplicaciones que con el avance de la comunicaciones se vuelven necesarias día a día, como videoconferencia, streaming de video y telefonía IP.

La compañía cuenta con una gran cantidad de aplicaciones que se transporte por la red de datos, que con la implementación de QoS se desea que se vuelva más eficiente el acceso a las aplicaciones y ofrecerán mayores garantías al tráfico más relevante de la organización. Cabe indicar que el estudio de la implementación de QoS se realizará inicialmente en los equipos de comunicación de la Planta de Producción.

5.3. Diseño de la propuesta de QoS

En este punto se describe el diseño del esquema que se propone para priorizar el tráfico de red para lo cual se analizarán los datos obtenidos en el punto anterior, y así determinar los requerimientos de QoS de las aplicaciones de la compañía.

5.3.1. Análisis de requerimientos para las aplicaciones.

En este punto se lo realizará manteniendo el esquema de distinción de las aplicaciones más críticas analizadas en el punto anterior en el cual están incluidas las aplicaciones de videoconferencia y VoIP.

En el Anexo 2 podemos visualizar el consumo del Ancho de banda que las diversas aplicaciones que se utilizan en la compañía soporta la red de datos, en los cálculos que se realizaron se tomaron los datos de la Planta de Producción.

La Tabla 1 muestra las aplicaciones con su prioridad y los principales puertos usados por cada aplicación.

APLICACIÓN	PRIORIDAD	PUERTOS PRINCIPALES USADOS
VoIP	CRÍTICA	UDP: 16384-32767 1720 para señalización
REHOSTING (Softlayer – IBM)	CRÍTICA	5000 - 5160
SKYPE EMPRESARIAL Y WEBEX (VIDEOCONFERENCIA)	CRÍTICA	80, 135, 389, 1001, 3268, 3269, 3389, 5060- 5065, 5724, 8057, 443, 444, 5071-5074 UDP: 49152-65335, 3478, 5061
APLICACIONES WEB	ALTA	80,8080, varios puertos
BASES DE DATOS	ALTA	1520,1521,1525-1527,1530,8014, 1433- 1440, 50000
SAP APPLICATION	ALTA	50000 - 59900, 3200 - 3399
DNS, DHCP	MEDIA	53, 67, 68
DIRECTORIO ACTIVO	MEDIA	123,135,137,139,443,636,1025,1026,3268,3389, 3269, 88, 445
ANTIVIRUS	MEDIA	2121,2846-2848,2221-2224,2967,2968
FTP	MEDIA	21, 22, 2021 - 2030

Tabla 1: Prioridad y Puertos usados por las Aplicaciones en la Planta

Esta clasificación se la realizó de acuerdo a la importancia que tienen determinados servicios y aplicaciones que son utilizados por los usuarios finales y en base a las consideraciones de la Coordinación de Redes y Comunicaciones.

5.3.1.1. Aplicaciones de Prioridad Crítica

Son aquellas que posibilitan el funcionamiento de la compañía, tomando en cuenta que se trata de una compañía de carácter comercial cuya función es la comercialización de productos de belleza de consumo masivo, razón por la cual se ha considerado como la aplicación más crítica al “REHOSTING”, el cual es un servicio que proporciona IBM en la nube, como se trata de una aplicación o servicio a nivel de toda la corporación lo utilizan todos los países donde se encuentra establecida YANBAL, como también es el servicio de VoIP como política corporativa se lo maneja a nivel de los 10 países, así como también el servicio de videoconferencia, debido a que estas aplicaciones corren en tiempo real se las considera como críticas.

A continuación se hará una breve descripción de los requerimientos que tienen la VoIp y la videoconferencia que son las aplicaciones que se necesita tener una determinada prioridad por su importancia dentro de la organización.

5.3.1.1.1. Requisitos de calidad de Servicio para VoIP

El servicio de VoIP se lo implementó en Yanbal Ecuador en el año 2010, desde su implementación no se ha realizado un análisis de los requerimientos de este servicio, lo cual se requiere que se realice la provisión del servicio de prioridad explícita para VoIP y poder garantizar un ancho de banda para el tráfico de señalización.

Este tipo de tráfico necesitará un ancho de banda garantizado de 31,2 a 87 kbps por llamada, debido a que la compañía tiene como estándar corporativo la utilización de productos CISCO, en el Anexo 3 se detalla los equipos que se tiene instalado en la Planta de Producción, la Corporación dispuso como política de infraestructura la utilización de esta marca de equipos para el tema de comunicaciones, ante lo cual se utiliza los códec G.711 y G.729 para las llamadas. La Figura 6 muestra algunos de los códec de audio.

CODEC	Codec Bitrate	Intervalo	A.Banda(Ethernet)
G.711	64 Kbps	10ms	87 Kbps
G.729	8 kbps	10ms	31,2 Kbps
Speex	4-44,2 Kbps	30	17,63 – 59,63 Kbps
ILBC	13,3 Kbps	30	30,83 Kbps
G.723.1	6,3 Kbps	37	21,9 Kbps
GSM	13,2 Kbps	20	28,63Kbps

Figura 6: Códec de Audio

Fuente:http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/107/1074/1074091_sec_access_list_ov_ps6922_TSD_Products_Configuration_Guide_Chapter.pdf

La calidad de la comunicación de voz se ve deteriorada por varios factores, pero se toman en cuenta los tres factores anteriormente mencionados: pérdida de paquetes, la latencia y el jitter. La pérdida de paquetes causa problemas en la señal de la voz cuando se realiza una llamada telefónica. La latencia puede causar la degradación de la calidad de voz si es excesiva. A partir de cierto umbral puede empezar a ser incómodo mantener una conversación, para una conversación de alta calidad, la pérdida de paquetes no debe exceder más de 1 por ciento y su latencia no debe ser mayor a 150 ms y el jitter debe ser menor de 30 ms. (Systems, Implementing Cisco Quality of Service, Volumen 1 - 2, Versión 2.2, 2014)

Este diseño debe distribuir este valor entre los diferentes componentes de la demora de la red (retardo de propagación a través de la red, retardo de la congestión y retardo en el acceso a la central).

El tráfico de voz de acuerdo a varias recomendaciones, debe marcar con DSCP EF, por la calidad de servicio de línea de base, y RFC 3246. La Figura 7 muestra algunas de las recomendaciones de CISCO para marcar tráfico.

Application Class	PHB	Admission Control	Queueing and Dropping	Application Examples
VoIP Telephony	EF	Required	Priority Queue (PQ)	Cisco IP Phones
Broadcast Video	CS5	Required	Optional (PQ)	Cisco IP Surveillance, Cisco Enterprise TV
Realtime Interactive	CS4	Required	Optional (PQ)	Cisco TelePresence
Multimedia Conferencing	AF4	Required	BW Queue + DSCP WRED	Cisco Unified Personal Communicator
Multimedia Streaming	AF3	Recommended	BW Queue + DSCP WRED	Cisco Digital Media System (VoD)
Network Control	CS6		BW Queue	EIGRP, OSPF, BGP, HSRP, IKE
Call-Signaling	CS3		BW Queue	SCCP, SIP, H.323
OAM	CS2		BW Queue	SNMP, SSH, Syslog
Transactional Data	AF2		BW Queue + DSCP WRED	Cisco WebEx, Cisco MeetingPlace, ERP Apps
Bulk Data	AF1		BW Queue + DSCP WRED	Email, FTP, Backup Apps, Content Distribution
Best Effort	default		Default Queue + RED	Default Class Traffic
Scavenger	CS1		Min BW Queue (Deferential)	YouTube, iTunes, BitTorrent, Xbox Live

Figura 7: Tabla con recomendaciones para marcar tráfico

Fuente: Montañana, R. (Octubre 2011).

Calidad de Servicio (QoS). Universidad de Valencia

5.3.1.1.2. Requisitos de calidad de Servicio para Video

Existen dos tipos de tráfico de video, los cuales son los siguientes:

- Video-Interactivo (videoconferencia)
- Streaming de video (tanto unicast y multicast)

Cuando se recomienda la implementación de video conferencia se debe tomar en cuenta lo siguiente:

De acuerdo a las recomendaciones que se indican en la Figura 7, el tráfico de video debe ser marcado con DSCP AF41 para aplicar QoS, el exceso de tráfico de la videoconferencia puede ser marcado por un filtro de control AF42 o AF43. Además la pérdida de paquetes no debe exceder 1 por ciento, la latencia de una vía no debe ser mayor

de 150 ms. (Systems, Implementing Cisco Quality of Service, Volumen 1 - 2, Versión 2.2, 2014)

En la Figura 8 podemos apreciar los requerimientos de CISCO para implementar QoS en videoconferencia.

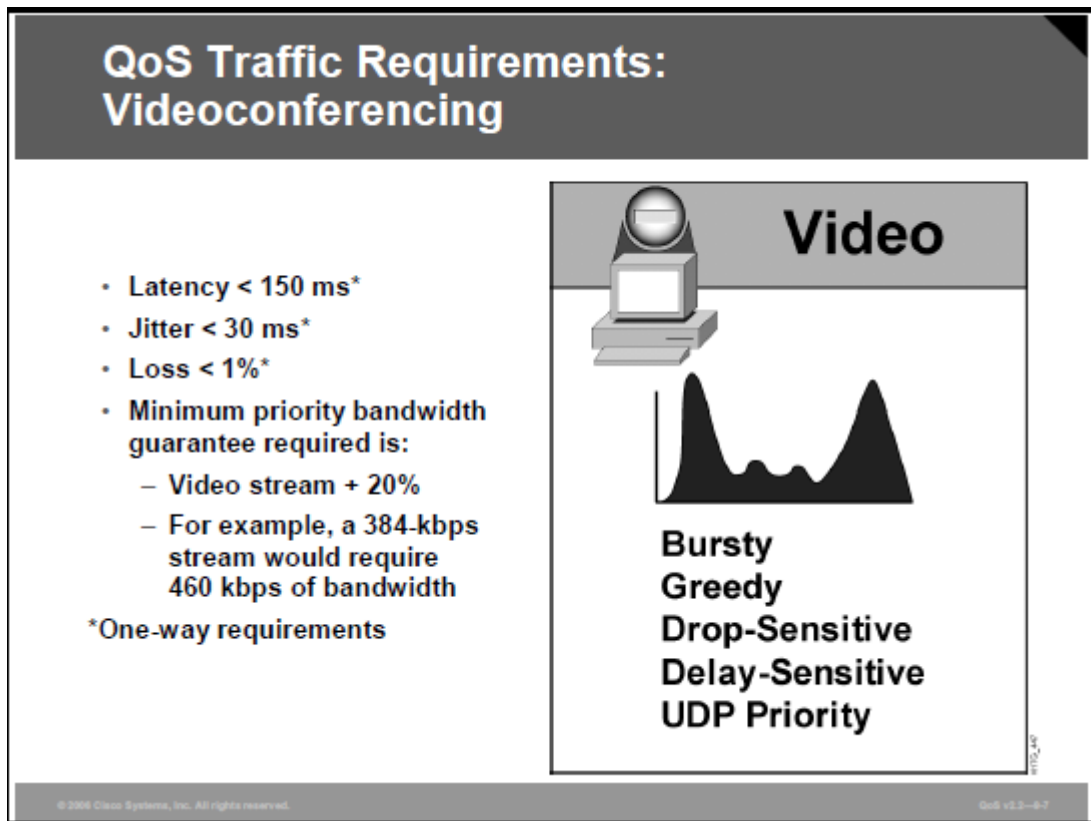


Figura 8: Requerimientos de CISCO para videoconferencia
Fuente: Cisco Systems, *Implementing Cisco Quality of Service, Volumen 1 - 2, Versión 2.2*

5.3.1.2. Aplicaciones de Prioridad Alta

Estas aplicaciones son aquellas que intervienen diariamente en el desarrollo de las actividades de los usuarios de la compañía, pero no necesitan de un ancho de banda grande como las bases de datos y aplicaciones con las que trabajan los usuarios finales, accediendo a servidores transaccionales (aplicaciones web y bases de datos), de igual manera no debemos olvidar que son sensibles al tiempo y tienen impacto directo sobre el usuario final.

5.3.1.3. Aplicaciones de Prioridad Media

Son aquellas que permiten que todos los recursos de red se identifiquen entre sí y que se encuentren accesibles a los usuarios según el nivel de acceso que tengan (DNS, DHCP, FTP o Directorio Activo). Los problemas en las aplicaciones de prioridad media afectan la capacidad de los usuarios de realizar operaciones normales, debido a que si un usuario no está dentro del directorio activo o no recibe los parámetros de red adecuados no podrá acceder a los recursos de red que dispone la compañía. Estas aplicaciones son tolerantes al retardo porque la asignación de parámetros de red pueden tomar varios segundos los cuales son tolerantes para los usuarios; sin embargo, el tiempo que debe tomar esta asignación no debe ser muy alta, máximo 4 segundos, debido a que los usuarios requieren acceder a los recursos compartidos de manera inmediata.

5.3.1.4. Aplicaciones de Prioridad Baja

Son aquellas que son útiles para la compañía pero que tienen mayor resistencia al retardo y que en caso de falla no afectan al correcto funcionamiento de la misma, no tienen impacto en la capacidad de los usuarios de realizar operaciones normales.

Para poder especificar el trato que se le dé a cada tipo de tráfico se ha monitoreado las aplicaciones para determinar que puertos usan, y con ello poder manejar una clasificación de tráfico más específica.

5.4. Diseño del Esquema de Calidad de Servicio

Para el diseño del esquema de QoS en la Planta de Producción de Yanbal Ecuador, se ha decidido trabajar básicamente sobre el parámetro del ancho de banda, aunque sin descuidar los otros parámetros porque del correcto funcionamiento de todos ellos dependerá el eficaz y eficiente funcionamiento de la red de la compañía.

5.4.1. Elección del Modelo de QoS

TCP/IP fue diseñado para dar un servicio “Best Effort” por tal razón no ofrece ningún nivel de servicio para aplicaciones en tiempo real por lo cual no funcionan bien en una red congestionada. Ej. Videoconferencia, VoIP. (Darwin Quevedo, Carina Vaca, s.f.)

Se tiene dos modelos que permiten obtener QoS en una red convergente, cada una claramente diferenciada por su modo de operación y denominadas como Servicios Integrados (IntServ) y Servicios Diferenciados (DiffServ). Ambas arquitecturas son soportadas por la tecnología IP, por este motivo se realizó la comparativa de ventajas y desventajas entre los modelos que permiten manejar QoS, mostrada en la Tabla 2

Servicio	IntServ (Integrated Services)	DiffServ (Differentiated Services)
Ventajas	<p>Facilita que la red mantenga políticas de red integrada.</p> <p>La posibilidad de crear reglas de QoS para flujos discretos, lo que permite conocer a los nodos extremos sobre la disponibilidad de ancho de banda.</p>	<p>Sin reservación del canal</p> <p>Reducción de la carga de la red</p> <p>Se basa en el marcado de paquetes.</p> <p>No hay reserva de recursos por flujo, no hay protocolo de señalización, no hay información de estado en los routers. (Guerrero, s.f.)</p> <p>No distingue flujos individuales, clasifica los paquetes en categorías (según el ToS solicitado).</p>
Desventajas	<p>Todos los elementos deben mantener el estado e intercambiar mensajes de señalización por cada flujo. (Saldaña, s.f.)</p> <p>Se necesitan mensajes periódicos de refrescos para mantener la sesión, lo que aumenta el tráfico en la red.</p>	<p>Los servicios no hay reserva (no están garantizados)</p> <p>Las garantías de QoS no son tan severas como en IntServ pero en muchos casos se consideran suficientes.</p>

Tabla 2: IntServ vs. DiffServ

Una vez que se ha determinado las ventajas y desventajas entre los modelos que permiten implementar QoS, se puede concluir que DiffServ ofrece varias ventajas sobre IntServ, como su flexibilidad, escalabilidad, distinción de diferentes clases de servicio mediante el marcado de paquetes, entre otras. Por tal razón se escogió al modelo DiffServ como base para el desarrollo del diseño de implementación de QoS.

Debido a que todos los equipos con los que cuenta la Planta de Producción, son CISCO se ha buscado métodos compatibles tanto con el IOS de CISCO como con el modelo DiffServ. Por ello se escogerán los métodos que ayudarán a desarrollar QoS en la red de la Planta de Producción.

5.4.2. Elección del Método de Clasificación del Tráfico

Para proveer un servicio preferencial a un tipo de tráfico, primero debe ser identificado, después el paquete puede o no ser marcado. Los métodos comunes para identificar flujos incluyen listas de control de acceso (ACL) y por reconocimiento de aplicaciones basadas en red (NBAR), estos dos métodos se los detalla a continuación:

5.4.2.1. Lista de Control de Acceso ACL

Las ACL se utilizan para cuestiones de seguridad, para controlar qué paquetes se desplazan por la red y dónde. Este control proporciona la seguridad que se requiere proporcionando límites al tráfico de la red, a restringir el acceso de los usuarios y de los dispositivos a la red, y a evitar que el tráfico deje una red (Cisco, Descripción General de la Lista de Acceso IP, 2006). Para nuestro estudio se las utilizará para clasificar el tráfico que entra o sale de una interfaz de red, el cual nos permitirá a cada clase de tráfico recibir un trato diferente y de esta forma dar paso a QoS.

Las ACL's son un grupo de instrucciones que define como los paquetes ingresan, se reenvían o salen de cualquier interfaz de un router o switch. El proceso de comunicación

es el mismo ya sea que se esté usando o no ACL's, ya que cuando un paquete entra en una interfaz el router verifica sus cabeceras para ver donde debe ser entregado. Mientras que si existen ACL's aplicadas a dicha interfaz, está primero verifica si el paquete cumple o no con las condiciones en la lista permitiéndole o negándole el siguiente salto.

Cabe mencionar que las ACL's actúan en un orden secuencial ya que si el paquete cumple con la primera condición no se verifican las siguientes, por lo cual existe una sentencia implícita en caso de que un paquete no cumpla con ninguna de las sentencias verificadas, que permite o niega el tráfico según corresponda en cada caso.

En el diseño que se plantea se realizarán sentencias solo del tipo permisivo, debido que no se desea denegar un tipo de tráfico al contrario se desea más bien darle una debida prioridad, aunque debido a la sentencia implícita se denegará todo tipo de tráfico que no cumpla con ninguna sentencia. (Cisco, Descripción General de la Lista de Acceso IP, 2006)

5.4.2.2. Reconocimiento de Aplicaciones Basadas en Red (NBAR)

Proporciona clasificación de la red inteligente para la infraestructura de la red. NBAR es un motor de clasificación que puede reconocer una amplia variedad de aplicaciones, incluyendo aplicaciones basadas en la Web y las aplicaciones cliente / servidor que asignan dinámicamente los números de puerto TCP o User Datagram Protocol (UDP). (Systems, Implementing Cisco Quality of Service, Volumen 1 - 2, Versión 2.2, 2014)

Después de haber reconocido la aplicación, la red puede invocar servicios específicos para esa aplicación particular. NBAR actualmente trabaja con la calidad de servicio (QoS) para ayudar a asegurar que el ancho de banda de la red es la mejor opción para cumplir con los objetivos de la empresa. Estas características incluyen la capacidad de garantizar el ancho de banda para las aplicaciones críticas, limitar el ancho de banda para otras

aplicaciones, descartar paquetes selectivos para evitar la congestión, y marcar los paquetes de manera adecuada para que la red del proveedor de servicio de red y puede proporcionar calidad de servicio de extremo a extremo (Felici, 2011)

Una de las características de NBAR es la capacidad de descubrimiento del protocolo, que permite a NBAR definir una referencia para pasar los protocolos de una interfaz determinada. Lista los protocolos que pueden identificar y provee estadísticas de cada uno, otra característica es el módulo de descripción de lenguaje (PDLM) que permite que protocolos adicionales pueden ser agregados fácilmente a la lista de protocolos identificables, estos módulos se cargan en la memoria volátil del enrutador que cuando se reinicia no se pierden esos datos. Mediante el uso de PDLM, podemos agregar protocolos adicionales a la ACL sin necesidad de reiniciar el enrutador.

La Tabla 3 muestra las ventajas y desventajas que tiene ACL y NBAR para la clasificación de tráfico, luego de que se han descritos los diversos métodos para poder clasificar el tráfico deberemos escoger uno de los métodos para ser implementados en nuestro diseño.

ALGORITO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
ACL	Proporciona control de flujo del tráfico que debe pasar por el router. Suministra un nivel básico de seguridad de acceso a la red. El administrador puede decidir qué tipo de tráfico se envía o bloquea en las interfaces del router. Corresponden a la categoría de cortafuegos de filtrado de paquetes (capa 3 y 4).	Antes de aplicar ACL se debe realizar un exhaustivo análisis de tráfico ya que hay una condición implícita que deniega o permite todo lo que no se haya configurado en las ACL.
NBAR	Mejoran la capacidad en aplicaciones críticas.	No es soportada en interfaces que utilizan

	<p>Permite identificar las páginas WEB y el tipo de contenido WEB que se considere importante.</p> <p>Para los protocolos clasificados por número de puerto estático, NBAR realiza casi lo mismo que las listas tradicionales de control de acceso (ACL).</p>	<p>túneles o encriptación. (Chiarella, s.f.)</p> <p>Requiere IP CEF (Cisco Express Forwarding). (Chiarella, s.f.)</p> <p>Es un protocolo propietario de Cisco.</p> <p>Dispone de una extensa lista de aplicaciones pero para cargar adicionales se requiere de PDLM (Packet Description Language Module de Cisco)</p> <p>No es posible inspeccionar paquetes IP fragmentados.</p>
--	---	--

Tabla 3: Ventajas y Desventajas ACL y NBAR

Una vez que se ha determinado las ventajas y desventajas entre los métodos que permiten clasificar tráfico, se ha decidido usar ACL's ya que es compatible con toda marca de equipos, además comparte las mismas ventajas de NBAR pero las ACL's es el método conocido y utilizado.

5.4.2.3. Marcado de Tráfico

Debido a que se escogió trabajar con el modelo de servicios diferenciados (DiffServ) para desarrollar el esquema de QoS, el marcado de tráfico será mediante DiffServ Code Point (DSCP), el cual está especificado por este modelo de servicios.

Los servicios diferenciados (DiffServ) se basan en un modelo en el cual el tráfico es tratado por sistemas intermedios con prioridades relativas en función del campo tipo de servicio (TOS), definido en los RFC 2474 y RFC 2475. La norma de DiffServ sustituye la especificación original para definir la prioridad del paquete descrito en el RFC 791. DiffServ aumenta el número de niveles de prioridad mediante la reasignación de bits de un paquete IP para la identificación de prioridad. (Cisco, Implementación de políticas de Calidad de Servicio (QoS) con DSCP, 2008) Para distinguir el tipo o nivel de calidad de servicio debe recibir un paquete IP que usa un campo dentro del encabezado del mismo.

El TOS (Type of Service) de longitud un byte, era el campo original, después se decidió cambiar su especificación y usar solo 6 bits más significativos. Se conocía como “IP Precedence” a los tres bits más significativos.

DiffServ mantiene la interoperabilidad con dispositivo que aún utiliza la precedencia de IP. La arquitectura de DiffServ define el campo del DiffServ (DS), que reemplaza el campo de la TOS en el IPv4 para tomar las decisiones del Per-Hop Behavior (PHB) sobre la clasificación de paquetes y las funciones de condicionamiento del tráfico, tales como medición, marcar, shaping, y policing. (Cisco, Implementación de políticas de Calidad de Servicio (QoS) con DSCP, 2008)

Los RFC no dictan la manera de implementar los PHB; ésta es la responsabilidad del vendedor. Cisco implementa las técnicas de colocación en cola que pueden basar su PHB en el IP precedence o el valor del DSCP en el encabezado IP de un paquete. De acuerdo con el DSCP o el IP precedence, el tráfico se puede poner en una clase del servicio determinado. A los paquetes incluidos en una clase de servicio se los trata del mismo modo. (Cisco, Implementación de políticas de Calidad de Servicio (QoS) con DSCP, 2008)

La entrada de DSCP sustituye al “IP Precedence”, un campo de 3 bits en el byte ToS de la cabecera IP, originalmente utilizada para clasificar y priorizar los tipos de tráfico como se muestra en la Figura 9.

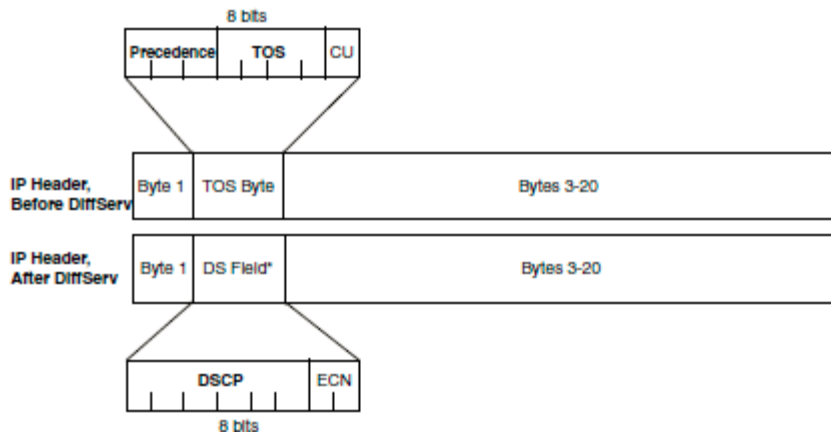


Figura 9: Campos de DSCP y precedencia
Fuente: Estudio de priorización de tráfico para VoIP,
http://www.vilarrasa.com.ar/qos_para_voip.htm

DiffServ se puede implementar gradualmente en redes grandes debido a que mantiene la interoperabilidad con dispositivos que aun utilizan la precedencia de IP.

En resumen para realizar el marcado de los paquetes se pueden utilizar varias técnicas, pero la más extendida y estandarizada es utilizar DSCP con la asignación de valores tal como se puede visualizar en la Figura 10.

Dec.	Binario	Significado
62	111110	Reserv.
60	111100	Reserv.
58	111010	Reserv.
56	111000	Preced. 7 (routing y control) Reserv.
54	110110	Reserv.
52	110100	Reserv.
50	110010	Reserv.
48	110000	Preced. 6 (routing y control) Reserv.
46	101110	EF (Premium)
44	101100	Config. Usuario
42	101010	Config. Usuario
40	101000	Preced. 5
38	100110	AF43
36	100100	AF42
34	100010	AF41
32	100000	Preced. 4

Dec.	Binario	Significado
30	011110	AF33
28	011100	AF32
26	011010	AF31
24	011000	Preced. 3
22	010110	AF23
20	010100	AF22
18	010010	AF21
16	010000	Preced. 2
14	001110	AF13
12	001100	AF12
10	001010	AF11
8	001000	Preced. 1
6	000110	Config. usuario
4	000100	Config. Usuario
2	000010	Config. Usuario
0	000000	Preced. 0 (Best Effort, default)

Figura 10: Valores del Campo DSCP
Fuente: Montañana, R. (Octubre 2011).
Calidad de Servicio (QoS). Universidad de Valencia

5.4.3. Administración de Congestión

Cisco maneja la expresión “*administración de la congestión*” refiriéndose a los sistemas de encolamiento que se utilizan para manejar situaciones donde la demanda de

consumo de ancho de banda requerida por las aplicaciones, de esta manera se va manejando o tratando la inyección de tráfico a la red, para que ciertos flujos tengan prioridad sobre otros. (Álvarez, Sebastián Andrés – González, Agustín José, 2005)

Por otra parte los sistemas de encolamiento tienen un impacto en las características mencionadas anteriormente como son ancho de banda, retardo, jitter y pérdida de paquetes. (Ana Carápi, Alvaro Camacho, Jiménez Rodríguez, s.f.)

5.4.3.1. Encolamiento FIFO (Fisrt-in, first-out)

Es el tipo más simple, se limitó a indicar que el primer paquete de entrar en la interfaz será el primer paquete para salir de la interfaz. El mecanismo se compone de una sola cubeta con goteo que se encarga de todo el tráfico de la interfaz de salida.

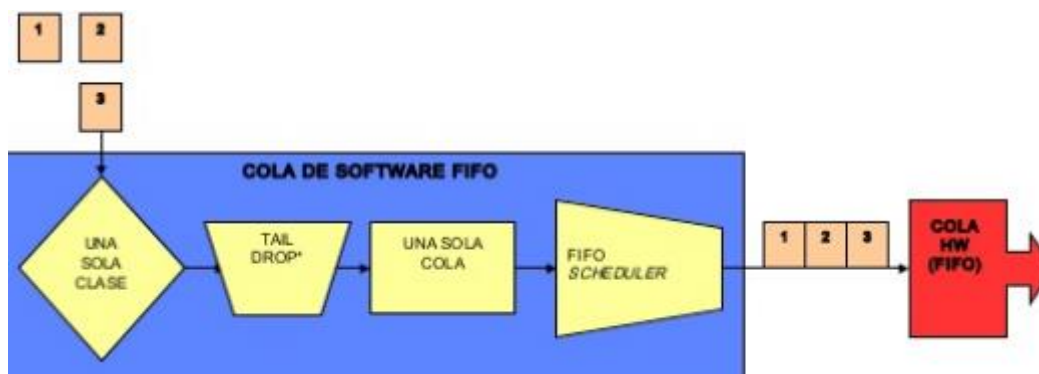


Figura 11: Cola FIFO

Fuente: <http://es.slideshare.net/GianpietroLavado/calidad-de-servicio-ip-mpls-v22>

El propósito principal de FIFO es manejar los paquetes de entrada a una interfaz, colocarlos en la cola en el orden en que fueron recibidos, y alimentarlos a la interfaz de salida a una velocidad constante que la interfaz puede manejar. Es apropiado para interfaces de alta velocidad, no obstante, no es adecuado para bajas, ya que FIFO es capaz de manejar cantidades limitadas de ráfagas de datos. Si en el caso llegase un número superior de paquetes cuando la cola está llena, éstos son descartados. (Ana Carápi, Alvaro Camacho, Jiménez Rodríguez, s.f.) Los paquetes simplemente fluyen a través de

la cola, ya que si no estaba allí, de manera similar a una línea de espera vacía en una atracción de feria. (Durand, 2001)

5.4.3.2 Encolamiento de Prioridad PQ (Priority Queuing)

Priority queuing (PQ) permite a los administradores de red priorizar el tráfico asado en criterios específicos, estos criterios incluyen protocolos o sub – tipos de protocolo, interfaz fuente, tamaño de paquete, fragmentos o cualquier parámetro de identificación a través de un estándar o lista de acceso extendida. PQ ofrece cuatro colas diferentes:

- Low priority
- Normal priority
- Medium priority
- High priority

A través de la configuración adecuada de PQ, cada paquete es asignado a una de estas colas. Si ninguna clasificación se asigna a un paquete, se coloca en la cola de prioridad normal. (Durand, 2001)

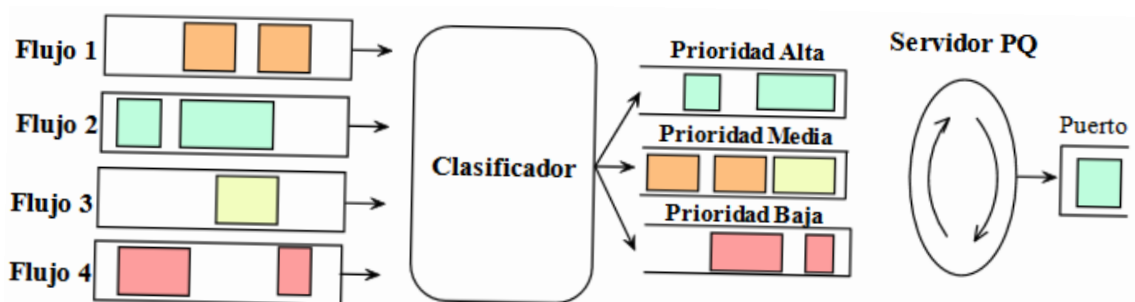


Figura 12: Operación de Priority Queuing

Fuente: Balliache, L (2012). Priority Queuing discipline Recuperado de <http://opalsoft.net/qos/DS-23.htm>

5.4.3.3. Encolamiento WFQ (Weighted Fair Queuing)

Ordena el tráfico en flujos, utilizando una combinación de parámetros, podemos indicar como ejemplo que para una conversación TCP/IP, se utiliza como filtro el protocolo IP, dirección IP fuente, dirección IP destino, puerto de origen, puerto destino.

Una vez distinguidos estos flujos, el enrutador determina cuáles son de uso intensivo o sensibles al retardo, priorizándolos y asegurando que los flujos de alto volumen sean empujados al final de la cola, y los volúmenes bajos, sensibles al retardo, sean empujados al principio de la cola. En la Figura 13 se puede visualizar el encolamiento WFQ. (Darwin Quevedo, Carina Vaca, s.f.)

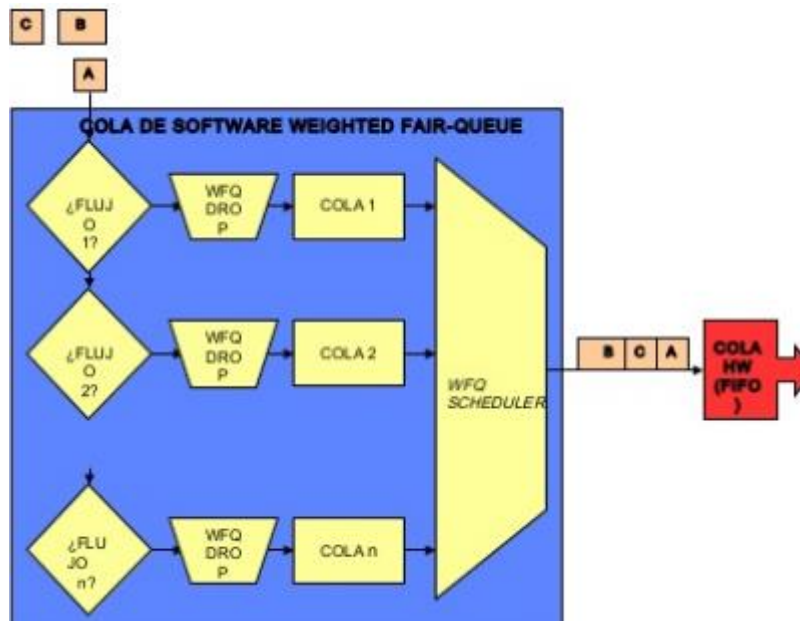


Figura 13: Encolamiento WFQ

Fuente: <http://es.slideshare.net/GianpietroLavado/calidad-de-servicio-ip-mpls-v22>

El paquete se clasifica y se coloca en la cola, el servidor calcula y asigna un tiempo de fin a cada paquete. Cuando el servidor WFQ sirve sus colas, selecciona el paquete con el tiempo de fin menor como el próximo paquete a transmitir por el puerto de salida. Por ejemplo, si WFQ determina que el paquete A tiene un tiempo de fin de 30, el paquete B tiene un tiempo de fin de 70 y el paquete C tiene un tiempo de fin de 135, entonces el paquete A se transmitirá antes que el paquete B o que el paquete C.

WFQ es apropiado en situaciones donde se desea proveer un tiempo de respuesta consistente ante usuarios que generen altas y bajas cargas en la red, ya que WFQ se adapta a las condiciones cambiantes del tráfico en ésta. Sin embargo, la carga que significa para el procesador en los equipos de enrutamiento, hace de esta metodología poco escalable,

al requerir recursos adicionales en la clasificación y manipulación dinámica de las colas. (Álvarez, Sebastián Andrés – González, Agustín José, 2005)

5.4.3.4. Encolamiento por espera equitativa ponderada en clase CWFQ (Class Based Weighted Fair Queuing)

CBWFQ está basada en colas por espera equitativa ponderada basadas en clases, fue desarrollada para evitar limitantes y extender la funcionalidad del algoritmo WFQ, admitiendo la incorporación de clases definidas por el usuario, que admiten una mayor intervención sobre las colas de tráfico y asignación de ancho de banda.

En CBWFQ se definen las clases de tráfico sobre la base de criterios de coincidencia con inclusión de protocolos, listas de control de acceso (ACL), y las interfaces de entrada. Esto es de gran utilidad en el proceso de implementación de calidad de servicio en la Planta de Producción de Yanbal Ecuador, y como ya se mencionó anteriormente, se escogió ACLs como método de clasificación de tráfico y CBWFQ acepta las clases que se definieron como parte de este proceso. Para implementar QoS se requiere certificar una determinada tasa de transmisión para cierto tipo de tráfico, para lo cual no es dable usando WFQ, todo lo contrario de usar CBWFQ. (Álvarez, Sebastián Andrés – González, Agustín José, 2005)

Las clases que se pueden implementar con CBWFQ pueden ser definidas según las ACL, valor DSCP o interfaz de ingreso. Cada clase posee una cola separada y todos los paquetes que cumplen con el criterio definido para una clase en particular son asignados a dicha cola. (Álvarez, Sebastián Andrés – González, Agustín José, 2005)

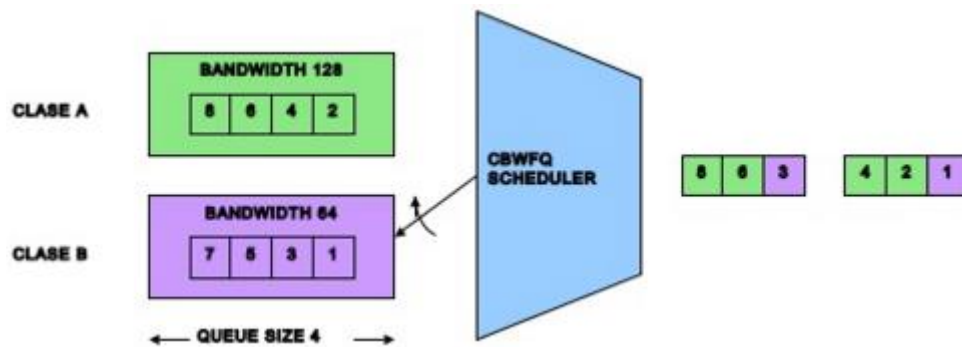


Figura 14: Encolamiento CBWFQ

Fuente: <http://es.slideshare.net/GianpietroLavado/calidad-de-servicio-ip-mpls-v22>

Las clases que se utilizan en CBWFQ se pueden referir a:

- Flujos
- Prioridades
- Interfaces entrada / salida
- VLAN's

En base de esta clasificación se crea una política de servicio para luego aplicarla a una interfaz, pero debido a que este método es solo aplicable a paquetes que no son susceptibles a retardo y que soportan el descarte de paquetes se usará para las aplicaciones en tiempo real el método de encolamiento LLQ.

5.4.3.5. Encolamiento de baja latencia LLQ (Low latency Queuing)

Es una mezcla entre PQ y CBWFQ, es actualmente el método de encolamiento recomendado para voz sobre IP (VoIP) y telefonía IP, además también trabajará apropiadamente con videoconferencia.

Consta con colas de prioridad personalizada, basada en clase de tráfico, en grupos con una cola de preferencia, tiene prioridad absoluta sobre las otras colas ya que este tipo de tráfico es susceptible al retardo y al descarte de paquetes por ser aplicaciones que trabajan en tiempo real. Si existe tráfico en la cola de prioridad, esta es atendida antes que las otras colas de prioridad personalizadas. Si la cola de prioridad no está encolando paquetes, se procede a atender a otras colas según su prioridad en este momento

empezaría a funcionar el método CBWFQ. (Álvarez, Sebastián Andrés – González, Agustín José, 2005)

Ante este comportamiento es demandante establecer un ancho de banda límite reservado para la cola prioridad, evitando la debilidad del resto de las colas.

Para tráfico multimedia se recomienda la aplicación de unas características específicas como son bajo retardo y de jitter, adicionalmente este método se complementa usando el resto de colas CBWFQ puesto que se trata de una cola más incorporada a una clase determinada. En la Figura 15 se muestra el encolamiento LLQ.

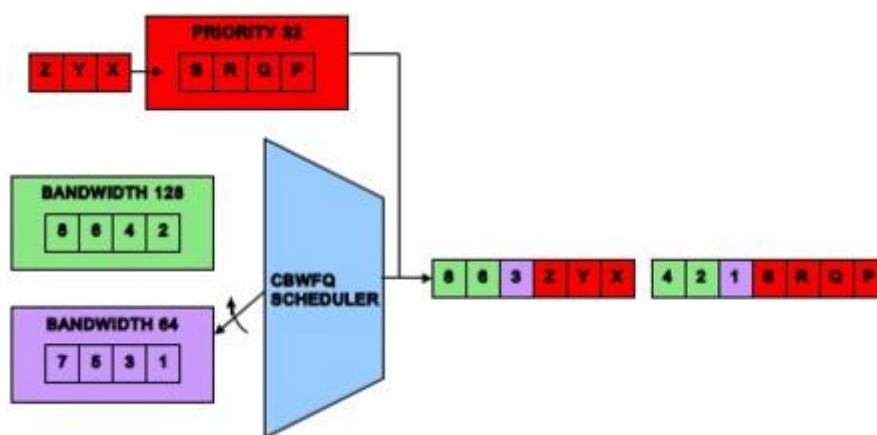


Figura 15: Encolamiento LLQ

Fuente: <http://es.slideshare.net/GianpietroLavado/calidad-de-servicio-ip-mpls-v22>

Las comparaciones entre los diferentes tipos de encolamiento se pueden visualizar en la Tabla 4.

ALGORITMOS	VANTAJAS	DESVENTAJAS
FIFO, First-In, First-out	<p>El encolamiento <i>FIFO</i> supone una carga mucho menor en procesamiento del equipo de red en comparación con los demás algoritmos que tienen colas más elaboradas.</p> <p>El comportamiento de una cola <i>FIFO</i> es muy predecible. Los paquetes no son reordenados y el retardo máximo viene determinado por el tamaño máximo de la cola.</p>	<p>FIFO no permite organizar los paquetes almacenados ni darles un trato diferenciado.</p> <p>FIFO puede incrementar el retardo (delay), la varianza del retardo (jitter) y las pérdidas (loss) en aplicaciones de tiempo real.</p> <p>Un flujo de ráfaga puede consumir completamente el espacio de memoria de una cola FIFO y esto produce, que al resto de los flujos se les niegue el</p>

		servicio hasta que la cola quede vacía.
Priority Queuing (PQ)	Organiza los paquetes almacenados y coloca prioridades a las aplicaciones de tiempo real, como voz y video interactivo, para que se traten de forma prioritaria.	Si el volumen de tráfico de alta prioridad llega a ser excesivo, se puede descartar el tráfico de baja prioridad. Un mal comportamiento de un flujo de tráfico de alta prioridad, puede añadir un aumento significativo del retardo y del jitter experimentado por otros flujos de tráfico de alta prioridad con los que comparte la cola. (Darwin Quevedo, Carina Vaca, s.f.)
Fair Queuing (FQ)	El primer beneficio de FQ es que un flujo con demasiadas ráfagas no degradará la calidad de servicio que reciban otros flujos debido a que se aísla a cada flujo en su propia cola. Si un flujo intenta consumir más de su ancho de banda, esto sólo afectará a su cola y por lo tanto no influirá en la ejecución de las otras colas. (Landeros, s.f.)	El objetivo de FQ es reservar la misma cantidad de ancho de banda a cada flujo. FQ no está diseñado para soportar un número de flujos con diferentes requerimientos de ancho de banda. FQ es sensible al orden de llegada de los paquetes. Si un paquete llega a una cola vacía inmediatamente después de que la cola sea visitada por el servicio round-robin, el paquete tendrá que esperar en la cola hasta que todas las otras colas se vacíen antes de poder ser transmitido. FQ no proporciona un mecanismo que permita implementar fácilmente servicios de tiempo real como VoIP. FQ asume que se puede clasificar el tráfico de la red en flujos bien definidos fácilmente.
Weighted Fair Queuing (WFQ)	Proporciona la protección de cada clase de servicio asegurando un nivel mínimo del ancho de banda del puerto de salida independientemente del comportamiento de otras clases de servicio. (Landeros, s.f.) Cuando se combina con acondicionadores de tráfico en las entradas de una red, WFQ	WFQ implementa un algoritmo complejo que requiere el mantenimiento de una cantidad significativa de estados de clases de servicio y escaneos del estado en cada paquete que llega. La complejidad computacional impacta en la escalabilidad de WFQ cuando intenta mantener un gran número de clases de

	garantiza un reparto equitativo del ancho de banda del puerto de salida de cada clase de servicio con un retardo limitado	servicio en interfaces de alta velocidad.
Class-Based WFQ(CBWFQ)	Permite al sistema tener un número limitado de colas que llevan un conjunto de flujos de tráfico. Para esta configuración el sistema utiliza políticas de QoS o los tres bits de IP Precedence Para cada una de las colas se reserva un porcentaje diferente del ancho de banda. Permite reservar cantidades incrementales de ancho de banda para cada cola cuando se incrementa el valor de IP Precedence.	Asigna paquetes a colas basándose en criterios de clasificación de paquetes definidos por el administrador de red. <i>CBWFQ</i> implementa un algoritmo complejo que requiere el mantenimiento de una cantidad significativa de estados de clases de servicio y escaneos del estado en cada paquete que llega.
LLQ (Low-Latency Queuing)	Es actualmente el método de encolamiento recomendado para aplicaciones en tiempo real. Posee colas de prioridad personalizadas, que están basadas en clases de tráfico, en conjunto con una cola de prioridad, la que tiene prioridad absoluta sobre las otras colas. Agrega una cola de preferencia estricta a CBWFQ.	Se requiere configurar un ancho de banda límite, el cual es reservado hacia la cola de prioridad, para de esta manera evitar la degradación del resto de las colas.

Tabla 4: Ventajas y Desventajas entre los tipos de encolamiento

Los tipos de encolamiento que se escogieron para el diseño de QoS de acuerdo a la tabla 4 son: CBWFQ integrado con LLQ.

5.4.4. Evasión de Congestión

Las metodologías de evasión de congestión se basan en la manera que los protocolos operan, con el fin de no llegar a la congestión de la red, lo que conlleva a una sincronización global, donde todos los flujos comienzan a incrementar su tasa de transmisión nuevamente para llegar a otro estado de congestión. Este ciclo es repetitivo,

creando picos y valles en la utilización del ancho de banda del enlace. Es debido a este comportamiento que no se utiliza los máximos recursos de la red. A medida que se alcanza el estado de congestión en la red, más paquetes entrantes son descartados con el fin de no llegar al punto de congestión en el enlace. Lo que limita a estas técnicas de evasión de congestión es que sólo sirve para tráfico basado en TCP, ya que otros protocolos no utilizan el concepto de ventana deslizante. (Sebastián Andrés Álvarez Moraga, Agustín José González Valenzuela, 2005)

Las técnicas de RED y WRED, evitan el efecto conocido como Sincronización Global. Cuando múltiples conexiones TCP operan sobre un enlace común, todas ellas incrementaran el tamaño de su ventana deslizante a medida que el tráfico llega sin problemas. Este aumento gradual consume el ancho de banda del enlace, hasta congestionarlo. En este punto las conexiones TCP experimentan errores de transmisión, lo que hace que disminuyan su tamaño de ventana simultáneamente. Los métodos de evasión de congestión tratan con este tipo de situación, descartando paquetes de forma aleatoria. RED fuerza a que el flujo reduzca el tamaño de su ventana de transmisión, disminuyendo la cantidad de información enviada. (Álvarez, Sebastián Andrés – González, Agustín José, 2005)

5.4.4.1. Tail Drop

Es la forma más simple de gestionar la memoria de la cola ya que trata todo el tráfico de igual forma y no hace diferencias entre clases de servicio. Cuando se presenta una situación de congestión las colas se llenan; cuando la cola de salida está llena y este mecanismo entra en acción, los paquetes que llegan son descartados hasta que la congestión es eliminada y la cola no está muy llena, como nos indica la Figura 16. (Darwin Quevedo, Carina Vaca, s.f.)

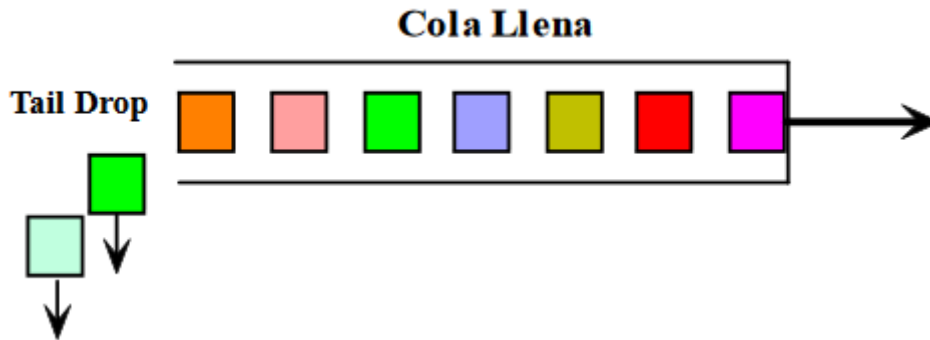


Figura 16: Funcionamiento de Tail Drop

Fuente: Queuing and Scheduling (QOS-Enabled Networks) Part 1, <http://what-when-how.com/qos-enabled-networks/queuing-and-scheduling-qos-enabled-networks-part-1/>

5.4.4.2. Random Early Detection (RED)

Provee a los operadores de la red la posibilidad de aplicar normas para el manejo del tráfico y maximizar el throughput bajo condiciones de congestión. Trabaja junto a protocolos a nivel de transporte como TCP, evitando la congestión aplicando una serie de algoritmos; distingue entre ráfagas de tráfico temporal que pueden ser absorbidas por la red, y cargas excesivas de tráfico que pueden saturar la red. Trabaja en cooperación con el extremo generador de tráfico, para evitar la oscilación producida por el protocolo TCP, que puede causar ondas de congestión en la red. (Anónimo, s.f.). RED utiliza TCP para predecir y manipular la congestión cuando el tráfico es excesivo, por otro lado maximiza u optimiza el throughput mediante el descarte de paquetes.

5.4.4.3. Weighted Random Early Detection (WRED)

Combina las capacidades de RED y de IP Precedence, para proveer diferentes clases de servicio en función de las características de la información, proporciona manejadores para tráfico prioritario en momentos de congestión. Por otro lado posee todas las capacidades anteriormente citadas para RED, y también como también puede colaborar con RSVP proporcionando un controlador de carga, o indicando si es factible una reserva de espacio en alguna cola. (Felici, 2011)

Realiza dos aproximaciones para resolver el inconveniente de descartar paquetes linealmente:

- Cataloga el tráfico que ingresa en flujos basados en parámetros como la dirección IP de entrada y de salida y los puertos de entrada – salida que usa.
- Conserva el estado de los flujos activos, manteniendo paquetes en las filas de espera.

WRED usa esta clasificación para asegurar que cada flujo no consume más de lo que tiene permitido en los búfer de salida, por lo que determina que flujo está monopolizando recursos y penaliza estos flujos, así asegura la igualdad entre flujos y mantiene una cuenta del número de flujos activos que están en una interfaz de salida con la que se determina el número de búferes disponibles por flujo. (Darwin Quevedo, Carina Vaca, s.f.)

A continuación en la Tabla 5 se realiza la comparación entre RED y WRED.

ALGORITMOS	VENTAJAS	DESVENTALAS
RED	<p>Identifica las etapas tempranas de congestión y responde con descartes aleatorios de paquetes.</p> <p>Si la cantidad de congestión se sigue incrementando, RED descarta paquetes de manera más agresiva para evitar que la cola alcance el 100% de su capacidad.</p> <p>Debido a que RED no espera hasta que la cola se llene para comenzar a descartar paquetes, permite a la cola aceptar ráfagas de tráfico y no descartar todos los paquetes de una ráfaga.</p> <p>RED trata bien al tráfico TCP ya que no descarta muchos paquetes de una misma sesión TCP y ayuda a evitar la sincronización.</p>	<p>Puede ser difícil de configurar si se quiere alcanzar una ejecución predecible.</p> <p>Si no se ponen los parámetros de configuración adecuados de red puede que la utilización del ancho de banda de salida sea peor que si se usa Tail Drop.</p> <p>Cuando se descarta un paquete que no es de TCP con RED la fuente no sabe que el paquete se ha descartado y no altera su tasa de transmisión. Por esta razón se recomienda no usar RED con tráfico basado en UDP.</p> <p>Se recomienda utilizar tamaños de cola pequeños para este tipo de tráfico para evitar grandes retardos.</p>
WRED	Es una extensión de RED que permite asignar diferentes	Si el valor de n alcanza valores demasiado altos, WRED no

	<p>perfiles de descarte a diferentes tipos de tráfico. Habilidad para definir diferentes perfiles de descarte a diferentes colas o diferentes tipos de tráfico en la misma cola proporciona una precisión mayor de control que el RED clásico. Asigna un perfil de descarte de RED menos agresivo para ciertos paquetes y más agresivo para otros dado un mismo nivel de congestión.</p>	<p>reacciona a la congestión. Donde N es el factor de peso exponencial (exponential weight factor), configurada por el usuario. Si el valor de n llega a ser demasiado bajo, WRED reacciona muy fuerte a ráfagas temporales de tráfico y descarta paquetes innecesariamente.</p>
--	--	---

Tabla 5: Comparación entre RED y WRED

5.4.5. Modelamiento de Tráfico

5.4.5.1. Traffic Policing

Es un mecanismo de regulación de tráfico que se utiliza para limitar la velocidad de flujos de tráfico. Vigilancia le permite controlar la velocidad máxima de tráfico enviado o recibido en una interfaz. Vigilancia propaga ráfagas de tráfico y se aplica al tráfico entrante o saliente en una interfaz. Cuando la tasa de tráfico excede la tasa máxima configurada, gotas o policiales comenta el exceso de tráfico. Aunque la policía no almacena el exceso de tráfico, un mecanismo de cola configurado se aplica a los paquetes conformes que podría ser necesario en cola a la espera de ser serializado en la interfaz física.

Utiliza un algoritmo de cubetas de fichas para administrar la tasa máxima de tráfico. Este algoritmo se utiliza para definir la tasa máxima de tráfico permitido en una interfaz en un momento dado en el tiempo. El algoritmo de cubetas de fichas es especialmente útil en la gestión de ancho de banda de la red en caso de varios paquetes grandes se envían en el mismo flujo de tráfico. El algoritmo pone tokens en el cubo a una velocidad determinada. Cada símbolo es el permiso para que la fuente de enviar un

número específico de bits en la red. Con la policía, el colector de testigos determina si un paquete excede o se ajusta a la tasa aplicada. En cualquiera de los casos, la policía implementa la acción se configura como el establecimiento de la precedencia IP o el punto de código diferenciado de servicios (DSCP). (Systems, Cisco 10000 Series Router Quality of Service Configuration Guide, Febrero 2013)

Token Buket es uno de los algoritmos que más se utiliza en la actualidad para implementar Traffic Policing.

5.4.5.1.1. Token Bucket

Es una definición formal de una tasa de transferencia. Tiene tres componentes: un tamaño de ráfaga, una tasa media, y un intervalo de tiempo (Tc). Aunque la tasa media se representa generalmente como bits por segundo, cualquiera de los dos valores se pueden derivar de la tercera por la relación se muestra como sigue:

$$\text{Tasa media} = \text{tasa tamaño ráfaga} / \text{intervalo tiempo significaría}$$

Estas son algunas de las definiciones de estos términos:

- **La tasa media.** También se llama la tasa de información comprometida (CIR), que especifica la cantidad de datos pueden ser enviados o remitidos por unidad de tiempo en promedio.
- **Tamaño de ráfaga.** También llamado Committed Burst (Bc), especifica en bits o bytes (por ráfaga) la cantidad de tráfico que puede ser enviado dentro de una unidad de tiempo determinada para no crear problemas de programación.
- **Intervalo de tiempo.** También llamado el intervalo de medición, que especifica el tiempo en segundos por ráfaga.

Por definición, a través de cualquier múltiplo entero del intervalo, la velocidad de bits de la interfaz de no exceder la tasa media. La velocidad de bits, sin embargo, puede ser arbitrariamente rápido dentro del intervalo.

Cuando el cubo se llega a llenarse, las nuevas fichas que ingresan son tiradas. Cada ficha es un permiso para que la fuente pueda enviar un cierto número de bits a la red. Para transmitir un paquete, el regulador debe borrar del cubo un número de fichas igual al tamaño del paquete. Si no existen suficientes fichas para enviar un paquete pueden ocurrir dos alternativas; que el paquete espere hasta que el cubo tenga suficientes fichas o que el paquete se descarte. Si el cubo está lleno de fichas, las fichas que ingresen o lleguen se desbordarán y no estarán disponibles para futuros paquetes. Así una gran ráfaga puede ser enviada a la red si es aproximadamente proporcional el tamaño del cubo. (Darwin Quevedo, Carina Vaca, s.f.)

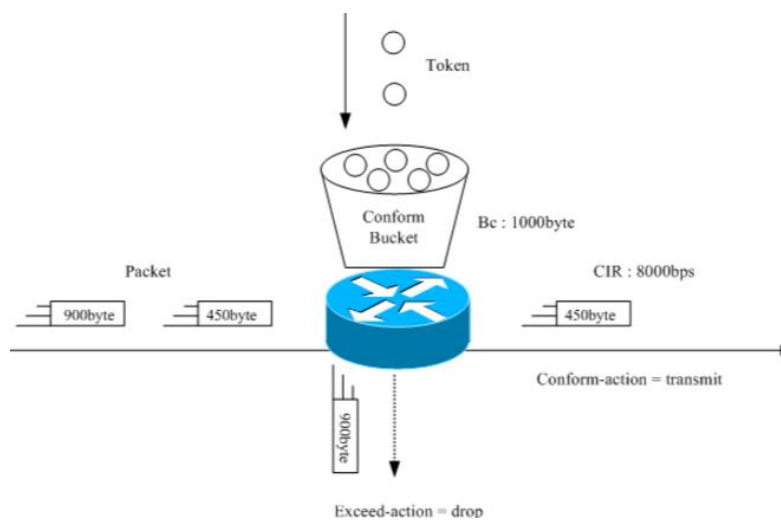


Figura 17: Funcionamiento del Token Bucket
Fuente: <http://www.infraexpert.com/study/qos16.htm>

5.4.5.1.2. Traffic Shaping

Es un poco más diplomático en el sentido en que opera, en vez de descartar el tráfico que excede cierta tasa determinada, atrasa parte del tráfico sobrante a través de

colas, con el fin de modelarla a una tasa que la interfaz remota pueda manejar, lo que permite eliminar o no tener los cuellos de botella en las topologías.

Dispone de un mecanismo de token bucket y de memorias para almacenar paquetes. Cuando llega una ráfaga de tráfico le almacena y le sirve a una tasa con lo que suaviza las crestas de tráfico producidas por estas ráfagas, esparciendo los paquetes que le llegan en el tiempo.

Traffic Shaping (TS) es una buena herramienta en situaciones en las cuales el tráfico de salida debe respetar una cierta tasa máxima de transmisión, este proceso es realizado independientemente de la velocidad real del circuito. Lo que quiere decir que podemos modelar tráficos Web o Ftp a velocidades inferiores a las del receptor. (Álvarez, Sebastián Andrés – González, Agustín José, 2005)

5.4.5.1.3. Policing vs Shaping

EN la Tabla 6 se indica las diferencias entre Policing y Shaping

	SHAPING	POLICING
OBJETIVO	Almacena temporalmente paquetes que exceden las velocidades establecidas	Elimina los paquetes que exceden las velocidades establecidas
REFRESCO	Las tasas de velocidad de los paquetes se evalúan en intervalos. Se configuran en bits por segundo.	Funcionamiento continuo. Se configura en bytes
COLAS SOPORTADAS	CQ, PQ, FCFS, WFQ	No se usan
EFFECTOS SOBRE LAS RÁFAGAS	Suaviza los cambios de tráfico tras varios intervalos.	No se alteran las ráfagas de tráfico. (Paspuel, 2014)
VENTAJAS	Si no hay exceso de tráfico, no elimina paquetes y no requiere retransmitir	Evita los retardos de los paquetes en las colas.
DESVENTAJAS	Puede incluir retardos en los paquetes sobre todo con colas grandes.	Cuando se elimina varios paquetes, TCP se ajusta a valores más pequeños lo

		que disminuye el rendimiento.
REMARCADO	No	Permite un remarcado de paquetes procesados.

Tabla 6: Shaping vs Policing

En la Figura 18 se muestra la diferencia clave: Traffic Policing propaga la ráfaga, cuando la tasa de tráfico alcanza la tasa máxima configurada, el exceso de tráfico se descarta o se remarca. En cambio Traffic Shaping retiene el exceso de paquetes en una cola y entonces programa ese exceso para posteriores transmisiones a costa de incrementar el tiempo. El resultado del Traffic Shaping es una tasa de paquetes de salida suavizada. (Durand, 2001)

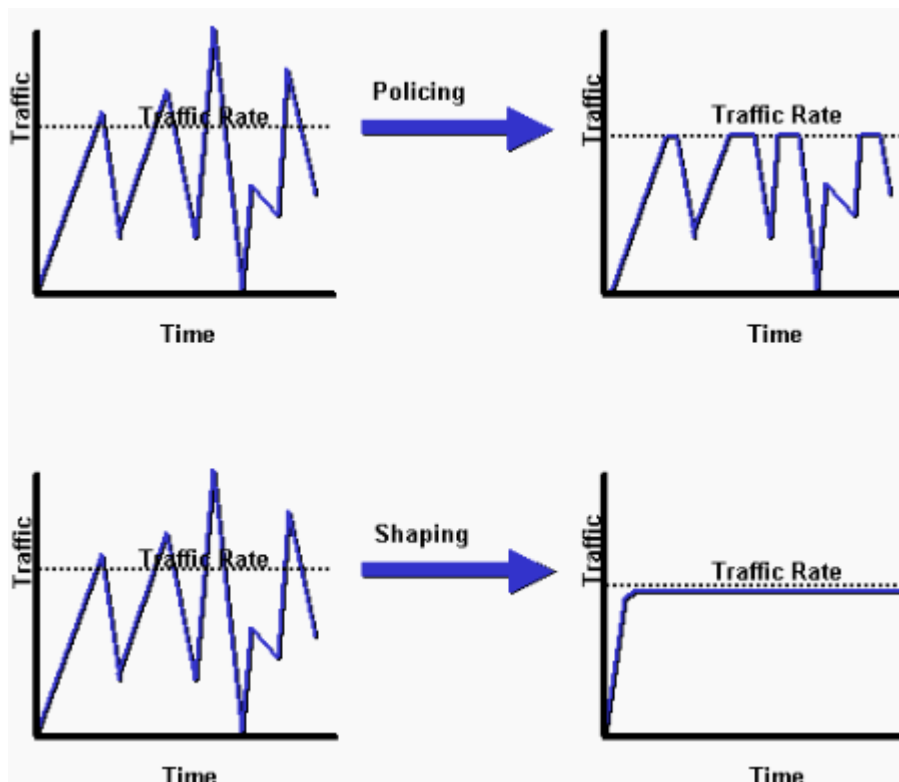


Figura 18: Policing vs Shaping
Fuente: End-to-End QoS Network Design, Second Edition, 2014

Shaping implica la existencia de una cola con suficiente memoria para almacenar los paquetes retardados, mientras que Policing no. Debemos asegurarnos de tener

suficiente memoria disponible cuando se activa Shaping. (Systems, Quality of Service – The Differentiated Services Model , s.f.)

Luego del análisis de las características de cada uno de los métodos que ayuda a la implementación de QoS en la Tabla 7 se muestra los métodos que se escogieron para realizar el diseño para la implementación de Calidad de Servicio (QoS) en la Planta de Producción de Yanbal Ecuador.

REQUERIMIENTOS	PARÁMETROS	MÉTODO
Asignar ancho de banda en forma diferenciada	Clasificación de tráfico	• ACL
	Marcado de tráfico	• DSCP
Evitar y/o administrar la congestión de la red	Administración de la congestión del tráfico	• CBWFQ • LLQ
	Control de la congestión del tráfico	• WRED

Tabla 7: Algoritmos para implementar QoS

Una vez que ya se eligieron los métodos para el esquema de implementación de QoS y tomando en cuenta las consideraciones del área de Redes y Comunicaciones de la compañía y los requerimientos de QoS de los diferentes tipos de tráfico. La Tabla 8 indica la clasificación de tráfico y los respectivos valores DSCP que se utilizarán para marcarlo.

PRIORIDAD	APLICACIÓN	VALOR DSCP
	VoIP	EF, AF31 para la señalización
	REHOSTING	AF43

CRÍTICA	SKYPE EMPRESARIAL Y WEBEZ	AF42
ALTA	APLICACIONES WEB	AF33
	BASES DE DATOS	CS3
	SAP	CS3
MEDIA	DNS, DHCP	AF22
	DIRECTORIO ACTIVO	AF21
	ANTIVIRUS	CS2
	FTP	CS1
BAJA	OTROS PUERTOS	DEFAULT

Tabla 8: Valores DSCP para la configuración de QoS.

6. Conclusiones

- Los parámetros tomados como referencia para mejorar la calidad de servicio, de los diferentes servicios que utilizan en la Planta de Producción son el ancho de banda y la velocidad, debido a que a partir de estos es posible mejorar otros factores como el retardo, el jitter y el tiempo empleado para la transmisión de los paquetes, llegando a obtener una mejor prestación de los servicios para los usuarios que laboran en el lugar.
- Calidad de servicio (QoS) nos presentan una amplia gama de técnicas y mecanismos, por medio de los cuales nos permitirá cumplir el objetivo de optimizar el ancho de banda en la Planta de Producción, luego de lo cual se realizará la replicación a todos los opportunity's a nivel nacional, de esta manera obtener una solución integral.
- Los mecanismos más destacados dentro QoS podemos referir o nombrar a IntServ, DiffServ y las teorías de encolamiento como PQ (Priority Queuing) y WFQ (Weighted Fair Queuing). Para nuestro estudio se escogió DiffServ al igual que LLQ y CBWFQ, permitiéndonos optimización de recursos (ancho de banda), para de esta manera ofrecer servicios eficientes a la compañía, evitando congestión en las transmisiones de videoconferencia y de telefonía IP principalmente, servicios que son primordiales en la corporación Yanbal.
- El esquema propuesto para asegurar la calidad de servicio en la red de datos de la Planta de Producción se caracteriza por ser redundante, lo que asegura que en todo momento se evitará que se presente congestión o retardos en el tráfico de los servicios que se utilicen en la Planta de Producción, tomando en cuenta que se tiene una red IP, las aplicaciones tienen una gran flexibilidad para su adaptación y ejecución.

- De acuerdo a la recolección de información sobre la infraestructura física instalada en la Planta de Producción, se pudo validar que los equipos actuales soportan sin ningún problema los protocolos o mecanismos que se especifican en el esquema que se propone implementar.

7. Recomendaciones

- Ante un cambio de personal técnico que pueda presentarse en la coordinación de redes y comunicaciones, se ve necesario el establecimiento de plantillas de configuración y la constante actualización de la documentación técnica; como también esta información debe estar disponible en una base de datos corporativa CMDB.
- Es importante el monitoreo de los diferentes segmentos de la red y la depuración en la configuración de las VLANs, esto con el objetivo de que en operación la red de la Planta de Producción no presente configuraciones innecesarias.
- Algo a tomar en cuenta en la configuración es el filtrado de los paquetes, tormentas de *broadcast* y la verificación de la publicación de *mac-address*, ya que una *mac-address* duplicada puede generar *loops*, produciendo que se sobrecargue la red y como resultado que la misma llegue a “caerse”.
- Para que la implementación de Calidad de Servicio tenga mayor efectividad se recomienda que el proceso implementado de QoS para la Planta de Producción, la cual está ubicada en la zona norte de la ciudad sector de Carapungo, se extiendan para todas las demás sucursales o opportunity’s a nivel nacional, así se podrá ofrecer servicios integrados voz, datos y video eficientes y eficaces.
- Es importante incorporar políticas de seguridad internas que estén ligadas a la aplicación de la Calidad de Servicio, ya que con esto se puede controlar el acceso

a los servicios y el uso eficiente del Internet, ya que un usuario no autorizado podría estar haciendo uso indiscriminado de los recursos de la red.

Bibliografía

- Álvarez, S. A.–G. (2005). *Estudio y Configuración de Calidad de Servicio para protocolos IPV4 e IPV6 en una red de fibra óptica WDM*. Chile: Universidad de Tarapacá. Obtenido de <http://docplayer.es/4088776-Revista-facultad-de-ingenieria-issn-0717-1072-facing-uta-cl-universidad-de-tarapaca-chile.html>
- Ana Carápia, A. C. (s.f.). *Redes Convergentes*. Obtenido de <http://documents.mx>: <http://documents.mx/documents/qos5571f96d49795991698f8bd1.html>
- Anónimo. (s.f.). *Calidad de Servicio y Seguridad*. Obtenido de <http://docplayer.es>: <http://docplayer.es/2127342-Viii-calidad-de-servicio-y-seguridad.html>
- Armenta, A. (s.f.). *Calidad de Servicio*. Obtenido de <http://telematica.cicese.mx>: http://telematica.cicese.mx/i2/presentaciones/CUDI_final_files/frame.htm
- Azogue, L. (2015). *CALIDAD DE SERVICIO (QoS) EN LA RED MAN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A(E.E.A.S.A) Y SUS SUCURSALES*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO. Obtenido de <http://docplayer.es/3277696-Universidad-tecnica-de-ambato-facultad-de-ingenieria-en-sistemas-electronica-e-industrial-carrera-de-ingenieria-en-electronica-y-comunicaciones.html>
- Cadena, C. (2010). *Control de Tráfico en redes TCP/IP fundamentado en procedimientos y técnicas de calidad de servicio a lo largo de una infraestructura de telecomunicaciones*. ESPE. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/128/1/T-ESPE-029520.pdf>
- Chiarella, G. L. (s.f.). *Configuración y manejo de calidad de servicio en enrutadores Cisco*. Obtenido de <http://myslide.es>: <http://myslide.es/documents/ciscoqosv1.html>
- Cisco. (18 de Agosto de 2006). *Descripción General de la Lista de Acceso IP*. Obtenido de www.cisco.com: http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/107/1074/1074091_sec_access_list_ov_ps6922_TSD_Products_Configuration_Guide_Chapter.pdf
- Cisco. (23 de Marzo de 2008). *Implementación de políticas de Calidad de Servicio (QoS) con DSCP*. Obtenido de www.cisco.com: http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/7/73/73469_dscpvalues.pdf
- Cisco. (25 de Agosto de 2015). *Implementación de políticas de calidad del servicio (QoS) con DSCP*. Obtenido de www.cisco.com: http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/102/1024/1024269_dscpvalues.pdf
- Darwin Quevedo, Carina Vaca. (s.f.). <http://bibdigital.epn.edu.ec>. Obtenido de www.epn.edu.ec: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4409/1/CD-4028.pdf>
- Durand, B. (2001). *Administering CISCO QoS for IP Networks*.

- Felici, S. (s.f.). *Evaluación de mecanismos de calidad de servicio en los routers para servicios multimedia*. Obtenido de <http://es.scribb.com>:
<http://es.scribd.com/doc/76489835/docto-2-qos>
- Guerrero, E. (s.f.). *Universo Sistemas*. Obtenido de Wordpress.com:
<https://universosistemas.files.wordpress.com/2011/02/clase-10-calidad-de-servicio.pdf>
- Landeros, R. H. (s.f.). *Resumen de los mecanismos para llevar a cabo la administración de la congestión (Colas, FIFO, LLQ, PQ, WFQ, CBWFQ, RED y CBWRED)*. Obtenido de <http://myslide.es/download/link/resumen-de-los-mecanismos-para-llevar-a-cabo-la-administracion-de-la-congestion>
- Montañana, R. (Octubre 2011). *Calidad de Servicio (QoS)*. Universidad de Valencia.
- Murazzo, Maria A., Rodríguez, Nelson R. (s.f.). *UNLP*. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar>:
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/27094?show=full>
- Orea, S. V. (s.f.). *Redes Convergentes Antología*. Obtenido de Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros Mtro: <http://docslide.us/documents/antologia-redes-convergentes-562d11c0142f4.html>
- Paspuel, D. (2014). *OPTIMIZACIÓN DEL ANCHO DE BANDA DE ACCESO A INTERNET Y CONTROL DE TRÁFICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE APLICANDO*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec>:
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/3770/1/04%20RED%20036%20TE SIS.PDF>
- S. Shenker, C. P. (Mayo 1997). *Specification of Guaranteed Quality of Service*. *IEEE Communications Magazine*.
- Saldaña, M. (s.f.). *Calidad de Servicios en Redes IP*. Obtenido de www.monografias.com:
<http://www.monografias.com/trabajos82/calidad-servicios-redes-ip/calidad-servicios-redes-ip2.shtml>
- Sebastián Andrés Álvarez Moraga, Agustín José González Valenzuela. (4 de Marzo de 2005). *ESTUDIO Y CONFIGURACIÓN DE CALIDAD DE SERVICIO PARA PROTOCOLOS IPV4 E IPV6 EN UNA RED DE FIBRA ÓPTICA WDM*. Obtenido de <https://www.researchgate.net>:
https://www.researchgate.net/publication/28141295_Estudio_y_configuracion_de_calidad_de_servicio_para_protocolos_IPv4_e_IPv6_en_una_red_de_fibra_optica_WDM
- Semeria, C. (1999). *Traffic engineering for the new public network, Juniper networks white paper*. juniper.net.
- Soto, J. G. (2012). *Enfoque comparativo entre IPv4 e IPv6 de la QoS en redes Inalámbricas*. Universidad Católica de Guayaquil.
- Systems, C. (2014). *Implementing Cisco Quality of Service, Volumen 1 - 2, Versión 2.2*.
- Systems, C. (Febrero 2013). *Cisco 10000 Series Router Quality of Service Configuration Guide*.

Systems, C. (s.f.). *Implementación de políticas de calidad de Servicio (QoS) con DSCP*. Obtenido de www.cisco.com:

http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/7/73/73469_dscpvalues.html

Systems, C. (s.f.). *Quality of Service – The Differentiated Services Model* . Obtenido de

www.cisco.com: http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/ios-nx-os-software/differentiated-services/product_data_sheet0900aecd8031b36d.html

Systems, C. (s.f.). *Quality of Service Networking*. Obtenido de www.cisco.com:

http://docwiki.cisco.com/wiki/Quality_of_Service_Networking

Wong, J. (7 de Septiembre de 2007). *VOIP y más*. Obtenido de <http://voip-peru.blogspot.com>:

<http://voip-peru.blogspot.com/2007/09/porque-la-mala-calidad-de-las-llamadas.html>

Anexos:

Anexo 1

EQUIPOS YANBAL ECUADOR S.A						
SEDE	IP SW	MODELO	SERIE SW	UBICACIÓN	SW IMAGE	SW VERSION
PLANTA DE PRODUCCIÓN RIGHETTI	10.18.128.6	WS-C4510R-E	FOX1504G020	DATA CENTER		
	10.18.128.14	WS-C2960S-48FPD-L	FOC1501X0P1	NAVE 1	C2960S-UNIVERSALK9-M	12.2(53)SE2
	10.18.128.10	WS-C2960S-48FPD-L	FOC1502W1FM	PRODUCCION	C2960S-UNIVERSALK9-M	12.2(53)SE2
			FOC1502W1FT	PRODUCCION	C2960S-UNIVERSALK9-M	12.2(53)SE2
	10.18.128.12	WS-C2960S-48FPD-L	FOC1502Y1GE	OPERACIONES	C2960S-UNIVERSALK9-M	12.2(53)SE2
			FOC1502Y1GK	OPERACIONES	C2960S-UNIVERSALK9-M	12.2(53)SE2
	10.18.128.7	WS-C2960S-48FPD-L	FOC1502W1FL	IT	C2960S-UNIVERSALK9-M	12.2(53)SE2
			FOC1502Y1GM	IT	C2960S-UNIVERSALK9-M	12.2(53)SE2
	10.18.128.15	WS-C2960S-48FPD-L	FOC1502Y1GH	IT	C2960S-UNIVERSALK9-M	12.2(53)SE2
	10.18.128.29	WS-C2960S-48FPD-L	FOC1502W1FF	SH ROOM	C2960S-UNIVERSALK9-M	12.2(53)SE2
10.18.128.29	CISCO ACS 1121	KQ2V5KL	DATA CENTER	24x7x4		

Tabla 9: Listado de Equipos Cisco en la Planta de Producción
Fuente: Coordinación de Redes y Comunicaciones Yanbal Ecuador

Anexo 2

CÁLCULO DEL ANCHO DE BANDA

Los valores de ancho de banda se obtuvieron en base a estimaciones y según el siguiente cálculo de tráfico:

Cálculo de Ancho de Banda para VoIP

Para el cálculo del Ancho de Banda para esta aplicación se usa la siguiente formula:

$$AB = V_{tx} \times N_{llam} \times 2$$

Dónde:

- AB = Ancho de banda.
- V_{tx} = velocidad de transmisión de la llamada telefónica, que para este caso es de aproximadamente 87,2 Kbps porque el códec que se usa para la VoIP es el G711.
- N_{llam} = número de llamadas simultaneas. (Dato proporcionado por la Coordinación de Infraestructura de la Dirección de Tecnología) y se le multiplica por dos debido a que la llamada es bidireccional.

$$AB = 87,2 \text{ Kbps} \times 68 \times 2 = 11,6 \text{ Mbps}$$

Una vez que se ha calculado el consumo del ancho de banda para el servicio de telefonía VoIP en la infraestructura de la Planta de Producción debemos obtener el porcentaje que ocupa en la red, el cual se lo calcula de la siguiente forma:

$$\%AB = \frac{11,6 \text{ Mbps}}{97 \text{ Mbps}} \times 100 = 11,93\% \rightarrow 12\%$$

Cálculo de Ancho de Banda para Aplicaciones Rehosting (SOFTLAYER – IBM, PERÚ):

Para el cálculo del Ancho de Banda para esta aplicación se usa la siguiente formula:

$$AB = Vtx \times N$$

Dónde:

- AB = Ancho de banda
- Vtx = velocidad de transmisión de una consulta a este servidor, que para este caso es de aproximadamente 80 Kbps (Dato proporcionado por área de Producción de Dirección Corporativa de Tecnología en Perú).
- N=número de consultas simultaneas. (Dato proporcionado por la Coordinación de Aplicaciones de la Dirección de Tecnología).

$$AB = 80 \text{ Kbps} \times 120 = 9,38 \text{ Mbps}$$

Procedemos a calcular el porcentaje que representa el consumo de AB en la red de datos de la Planta de Producción:

$$\%AB = \frac{9,38 \text{ Mbps}}{97 \text{ Mbps}} \times 100 = 9,66\% \rightarrow 10\%$$

Cálculo de Ancho de Banda para el Comunicaciones Unificadas (SKYPE Empresarial y WEBEX (Videoconferencia)):

Para el cálculo del Ancho de Banda para esta aplicación se usa la siguiente formula:

$$AB = Vtx \times Nu$$

Dónde:

- AB = Ancho de banda
- Vtx = velocidad de transmisión para una videoconferencia, que para este caso es de aproximadamente 350 Kbps.

- Nu = número de participantes simultáneos. (Dato proporcionado por la Coordinación de Mesa de Ayuda de la Dirección de Tecnología) y se le multiplica por tres debido a que se realizan las llamadas de video tres ubicaciones.

$$AB = 350 \text{ Kbps} \times 15 \times 3 = 15,4 \text{ Mbps}$$

Se calcula el porcentaje que representa si la capacidad de la red de datos es de 97 Mbps:

$$AB = \frac{15,4 \text{ Mbps}}{97 \text{ Mbps}} \times 100 = 15,85\% \rightarrow 15,9\%$$

Cálculo de Ancho de Banda para la Aplicaciones Web:

Para el cálculo del Ancho de Banda para el servicio WEB aplicamos la siguiente formula:

$$AB = T \times tcarga \times N$$

Dónde:

- AB = Ancho de banda
- T = Tamaño promedio de un sitio web.
- tcarga = tiempo de carga de un sitio web.
- N = número de visitas simultaneas. (Dato proporcionado por la Coordinación de Seguridad de la Dirección de Tecnología)

$$AB = \frac{310 \text{ KBytes}}{1 \text{ sitio web}} \times \frac{1 \text{ sitio web}}{10 \text{ s}} \times \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} \times 45 = 11,16 \text{ Mbps}$$

Se calcula el porcentaje que representa si la capacidad de la red de datos es de 97 Mbps:

$$\%AB = \frac{11,6 \text{ Mbps}}{97 \text{ Mbps}} \times 100 = 11,95\% \rightarrow 12\%$$

Cálculo de Ancho de Banda para las Bases de Datos:

Para el cálculo del Ancho de Banda para el servicio de consultas a la Base de datos aplicamos la siguiente formula:

$$AB = T \times t_{\text{consulta}} \times N$$

Dónde:

- AB = Ancho de banda
- T = Tamaño promedio de una consulta, este valor fue proporcionado por el área de Desarrollo de la Dirección de Informática (Local).
- t_{consulta} = tiempo de carga de una consulta.
- N = número de consultas simultaneas. (Dato proporcionado por la Coordinación de BI de la Dirección de Tecnología)

$$AB = \frac{12KBytes}{1sitio\ webconsulta} \times \frac{1consulta}{3s} \times \frac{8\ bits}{1\ Byte} \times 300 = 9,6Mbps$$

Se calcula el porcentaje que representa si la capacidad de la red de datos es de 97 Mbps:

$$\%AB = \frac{9,6Mbps}{97\ Mbps} \times 100 = 9,89\% \rightarrow 10\%$$

Cálculo de Ancho de Banda para el Correo Electrónico:

Para el cálculo del Ancho de Banda para esta aplicación se usa la siguiente formula:

$$AB = T \times t_{\text{mail}} \times N$$

Dónde:

- AB = Ancho de banda

- T = Tamaño promedio de un correo electrónico.
- tmail = tiempo de carga de un correo electrónico.
- N = número de usuarios simultáneos.

$$AB = \frac{30KBytes}{1mail} \times \frac{1mail}{5s} \times \frac{8 bits}{1 Byte} \times 80 = 3,84Mbps$$

Se calcula el porcentaje que representa si la capacidad de la red de datos es de 97 Mbps:

$$\%AB = \frac{3,84Mbps}{97 Mbps} \times 100 = 3,95\% \rightarrow 4\%$$

El valor de ancho de banda de las demás servicios de red que se utilizan en la red de la Planta de Producción, se las calculó de acuerdo al monitoreo que se realizó de los servicios en mención:

APLICACIÓN	AB Mbps	%AB
DNS, DHCP	7	7,21
DIRECTORIO ACTIVO	7	7,21
ANTIVIRUS	7	7,21
FTP	4	3

Tabla 10: Ancho de banda utilizado por otros servicios

Anexo 3

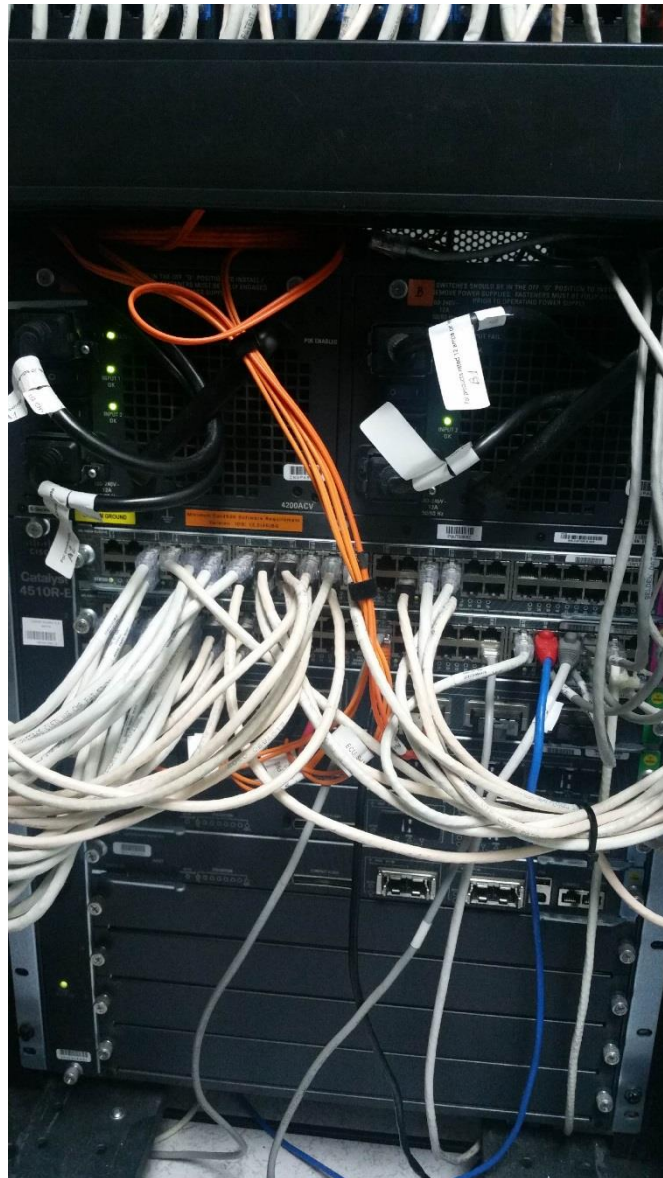


Figura 19: Switch de Core Cisco Catalys 4510R
Fuente: Coordinación de Redes y Comunicaciones Yanbal Ecuador

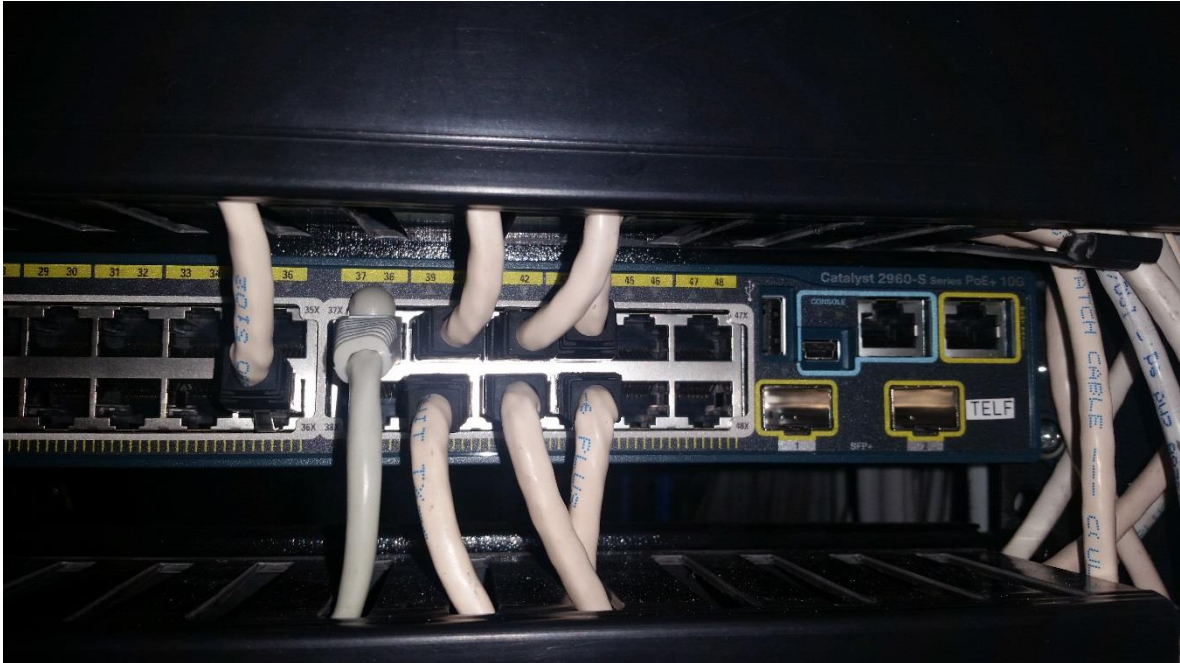


Figura 20: Switch de Acceso Cisco Catalyst 2960-S
Fuente: Coordinación de Redes y Comunicaciones Yanbal Ecuador

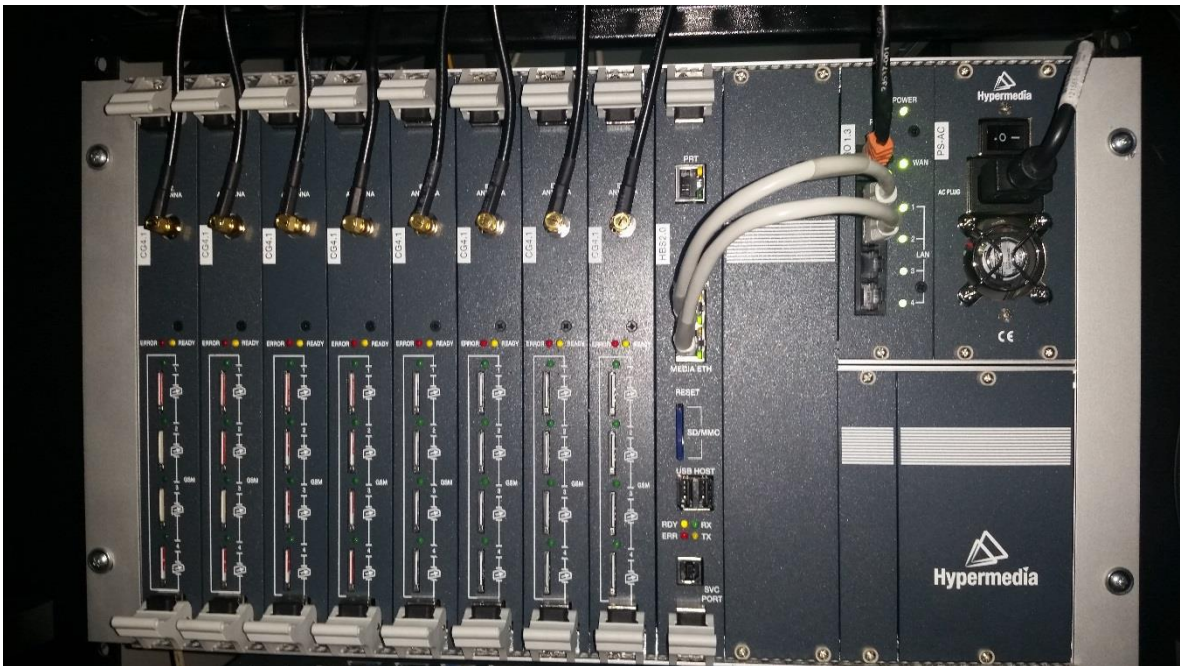


Figura 21: Gateway de Voz Celular
Fuente: Coordinación de Redes y Comunicaciones Yanbal Ecuador

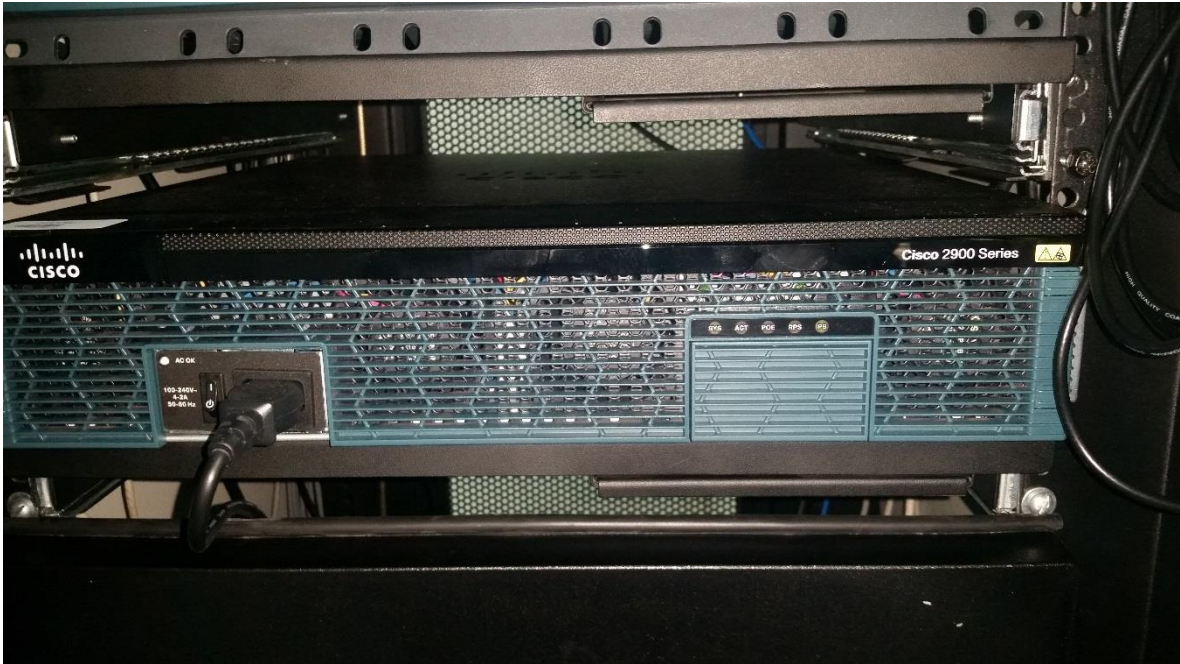


Figura 22: Cisco 2951 Router de Borde
Fuente: Coordinación de Redes y Comunicaciones Yanbal Ecuador



Figura 23: Cisco 1121 Access Control System
Fuente: Coordinación de Redes y Comunicaciones Yanbal Ecuador

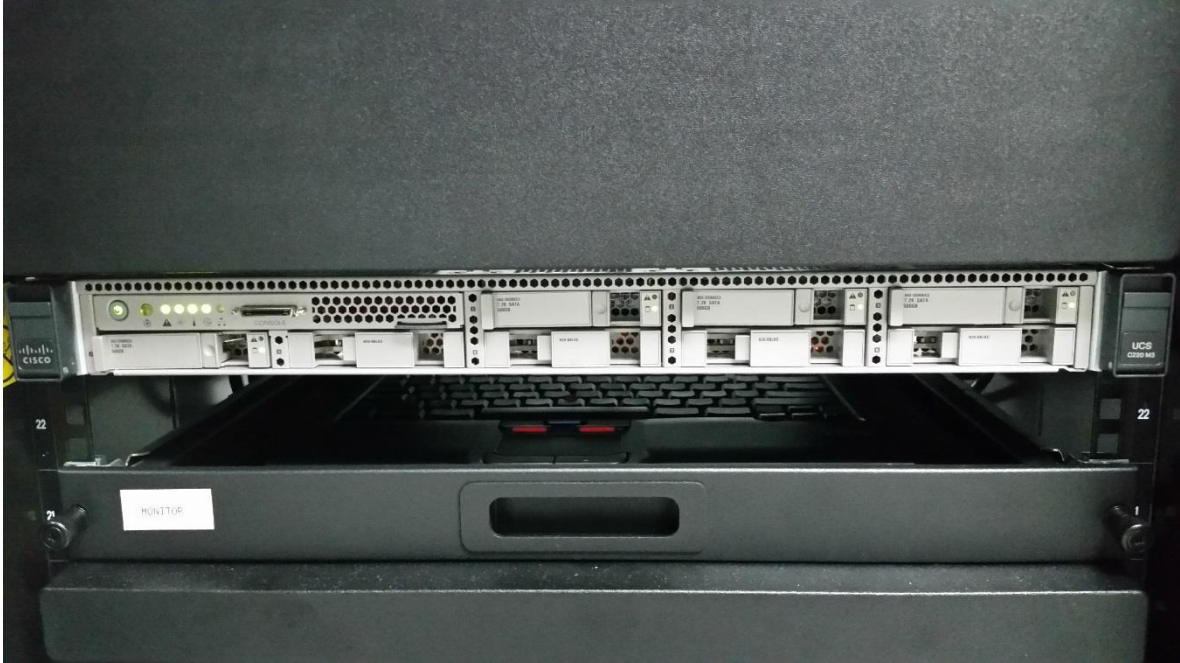


Figura 24: Servidor de Videoconferencia WEBEX
Fuente: Coordinación de Redes y Comunicaciones Yanbal Ecuador

Anexo 4

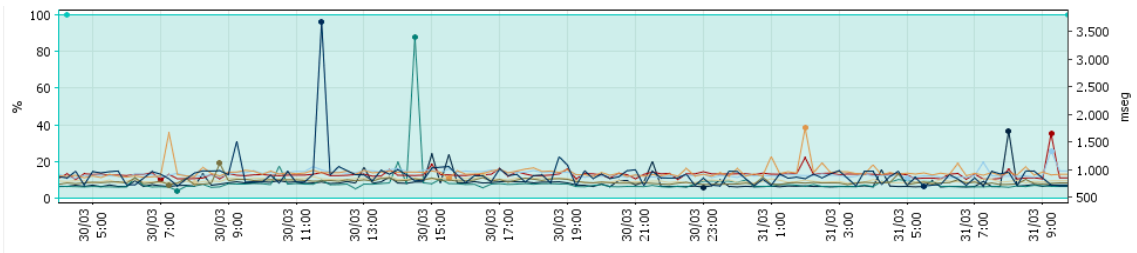


Figura 25: Tráfico con Videoconferencia

Fuente: Coordinación de Redes y Comunicaciones Yanbal Ecuador

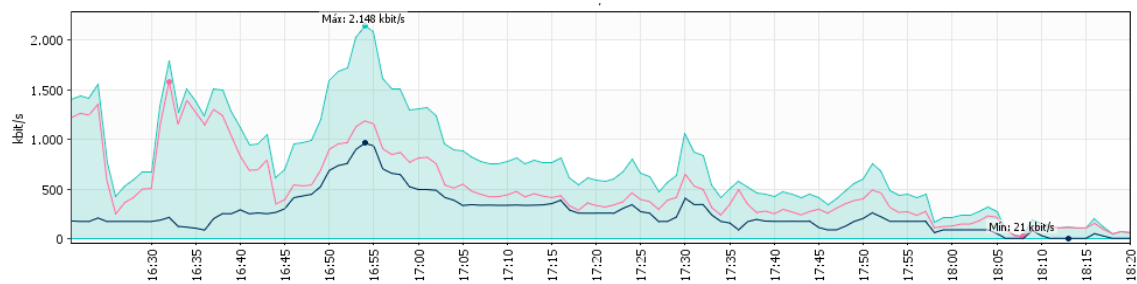


Figura 26: Consumo de ancho de banda servicio Webex

Fuente: Coordinación de Redes y Comunicaciones Yanbal Ecuador

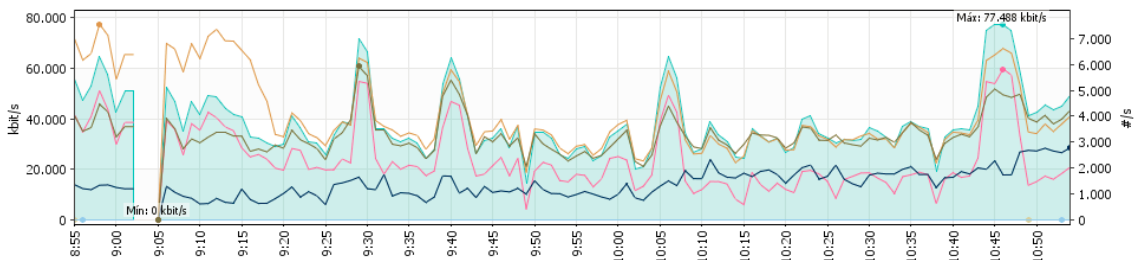


Figura 27: Tráfico Enlace de Internet

Fuente: Coordinación de Redes y Comunicaciones Yanbal Ecuador

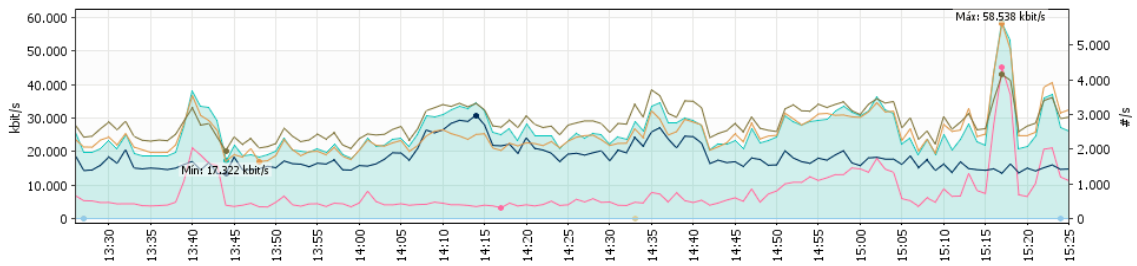


Figura 28: Consumo Transferencia de Archivos

Fuente: Coordinación de Redes y Comunicaciones Yanbal Ecuador

Anexo 5

NUMERO DE USUARIOS POR SUCURSAL

SUCURSAL	# EQUIPOS	%
NNUU	141	29
ALOAG	61	13
PLANTA	124	25
AMBATO	8	2
GUAYAQUIL	39	8
CUENCA	12	2
ESMERALDAS	3	1
LOJA	3	1
MACHALA	8	2
MANTA	11	2
QUEVEDO	4	1
QUITUMBE	13	3
STO. DOMINGO	7	1
SERVIDORES	54	11
TOTAL EQUIPOS	488	100

Tabla 11: Listado de Equipos por Oportunity

Fuente: Coordinación de Mesa de Servicio Yanbal Ecuador

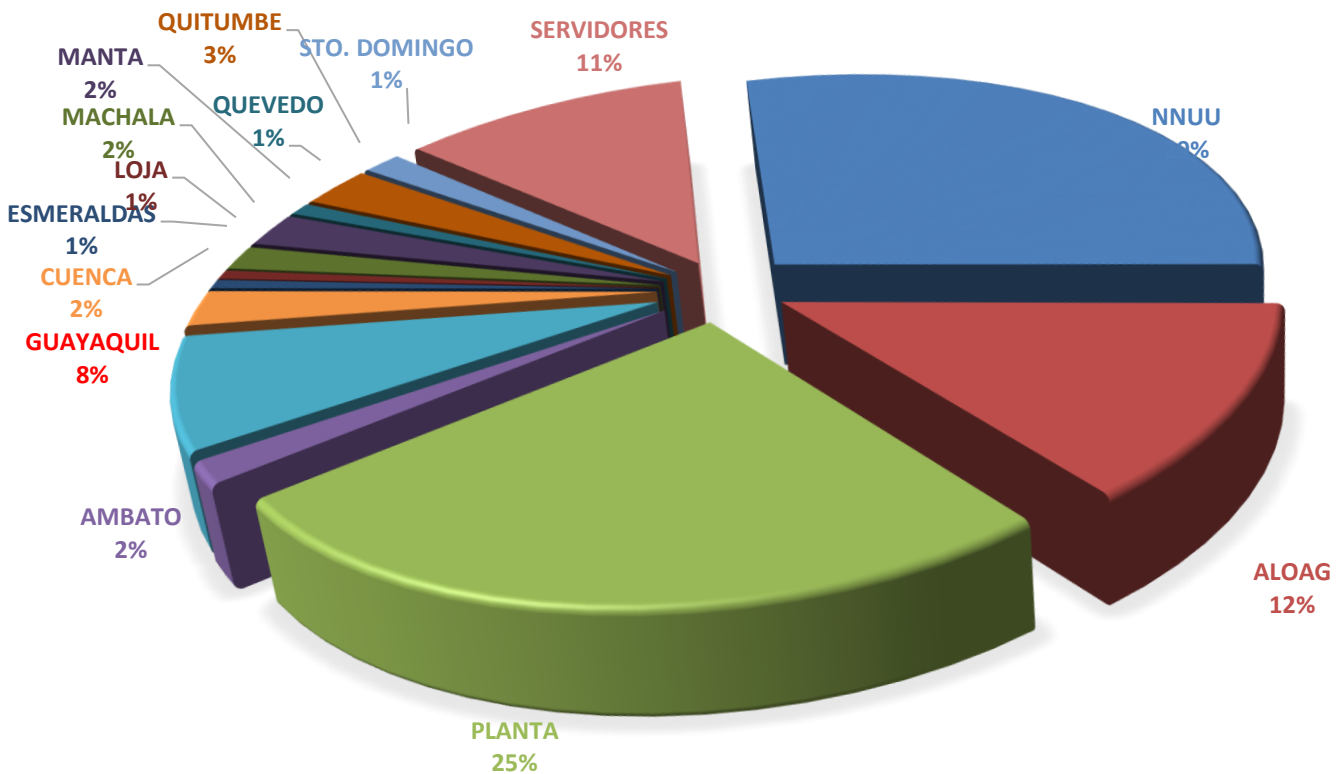


Figura 29: Números de Usuarios por Oportunity's

Fuente: Coordinación de Mesa de Servicio Yanbal Ecuador