

Desarrollo de métodos de medición para evaluar la calidad de servicio en el acceso a internet

TESIS para optar el Título Profesional de : INGENIERO ELECTRÓNICO
AUTOR

JOSÉ LUIS MUÑOZ MEZA

ASESOR: MILTON RIOS JULCAPOMA

LIMA – PERÚ 2003

Dedico este trabajo a la memoria de
Juan Muñoz Mino, mi padre; a doña
Alicia René Meza Miranda, mi madre
y a Adriana Arévalo, mi esposa.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al INICTEL por la facilidades que me ha brindado en el desarrollo de esta tesis, al OSIPTEL por haber motivado esta investigación. A mi asesor y amigo, Ing. Milton Ríos, por su colaboración y ayuda. Finalmente un reconocimiento especial a la Ing. Carmen Oriondo Gates por su apoyo constante en todos estos años de mi actividad profesional.

INDICE

Lista de Figuras
Lista de Tablas
Resumen
Abstract

PRIMERA PARTE: Marco teórico y determinación de indicadores de calidad

1	Introducción	1
1.1	Objetivos	1
1.2	Justificación	2
1.3	Metodología	3
1.4	Motivación	3
1.5	Estructura de la presentación	6
2	La Internet actual desde una perspectiva reguladora	7
2.1	La Internet como un conjunto de redes IP	9
2.2	Calidad de servicio en la Internet actual	10
2.3	Uso del esquema de tarifa plana	11
2.4	Calidad de interconexión entre ISP' s y en los sistemas finales	11
2.5	Problemas en la regulación de la calidad del servicio	14
3	Calidad de servicio en la Internet	16
3.1	Servicios Integrados	16
3.2	Servicios Diferenciados	16
3.3	MPLS	17
4	Ejemplos de mecanismos de regulación en el mundo	18
4.1	Regulación en los Estados Unidos	18
4.2	Regulación en Europa	19
4.3	Regulación en el Asia	20
4.4	Regulación en Latinoamérica	23
5	Calidad de servicio en las redes públicas IP del país	26
6	indicadores de calidad aplicables	31
6.1	Tasa de ocupación en los enlaces	31
6.2	Latencia de la red	32
6.3	Tasa de pérdida de datagrama	33
6.4	Disponibilidad de la red	34

SEGUNDA PARTE: Estudio de métodos y herramientas de verificación de la calidad de servicio

7	Métodos propuestos de verificación de la calidad en el servicio de acceso a Internet	35
7.1	Medición de la tasa de ocupación	35
7.2	Medición de la latencia de la red	37
7.3	Medición de la tasa de pérdida de datagramas	38
7.4	Medición de la disponibilidad de la red	39
7.5	Resumen de indicadores y valores recomendados	42
7.6	Requerimientos generales para la medición de los indicadores	43
7.7	Proceso de medición	45
8	Herramientas de hardware y software para verificación de niveles de calidad de servicio	47
8.1	Equipamiento de hardware	47
8.2	Herramientas de software	48
8.3	Comentarios sobre las herramientas de medición	58
8.4	Especificaciones mínimas del software de monitoreo	59
8.5	Comentarios sobre los "benchmarking"	59
9	Definición de requerimientos mínimos para la implantación de mecanismos de verificación	62

TERCERA PARTE: Implementación de una red piloto de medición

10	Configuración de una red piloto de pruebas	63
10.1	Elementos de la red	63
10.2	Configuración detallada	64
10.2.1	Activación del agente de gestión en el router de acceso	65
10.2.2	Instalación del software de gestión	66
10.2.3	Programas y scripts de medición	69
10.3	Relación entre los archivos de configuración y ejecución de las pruebas	84
11	Resultado de las pruebas. Evaluación	87
11.1	Mediciones de la tasa de ocupación	88
11.2	Mediciones de latencia	89
11.3	Mediciones de tasa de pérdida de datagramas	90
11.4	Mediciones de disponibilidad	91
11.5	Consumo de recursos en el servidor de medición	92
12	Conclusiones y recomendaciones	94
12.1	Conclusiones	94
12.2	Recomendaciones	95

Anexos

Anexo A:	Listado del archivo de configuración del MRTG y scripts de medición	96
Anexo B:	Ejemplo de contenido de los archivos de log de un día completo de medición)	106
Anexo C:	Formatos y ejemplos de los archivos de trabajo temporales	126
Anexo D:	Indicadores de calidad para acceso conmutado	128
Referencias Bibliográficas		131

Lista de Figuras

Figura 2.1	La Internet actual es un conjunto de redes interconectadas	9
Figura 2.2	Flujos de paquetes en los accesos a la Internet	12
Figura 2.3	Puntos de intercambio de tráfico entre ISP's	13
Figura 5.1	Esquema de la red pública IP de BellSouth del Perú	30
Figura 7.1	Esquema de configuración para medir la tasa de ocupación	36
Figura 7.2	Red de referencia para medición de la latencia	38
Figura 7.3	Red de configuración para medición de la pérdida de paquetes	39
Figura 8.1	Gráfica de Trafico del MRTG	50
Figura 8.2	Gráfica de Latencia del MRTG	50
Figura 8.3	Ejemplo de control de cobro por enlace Internet utilizando RRD	51
Figura 8.4	Ejemplo de uso de RRD para medición del ancho de banda	52
Figura 8.5	Reporte Generado por Open Master	53
Figura 8.6	Ejemplo de medición usando SiteScope	56
Figura 8.7	Reporte de gestión para múltiples monitores de SiteScope	56
Figura 8.8	indicadores de calidad de acceso a la Internet a nivel mundial	61
Figura 10.1	Esquema de la red piloto para medición de la calidad de servicio	64
Figura 10.2	Listado de la configuración del router	65
Figura 10.3	Instalación de programas en Linux usando GNORPM	67
Figura 10.4	Instalación del programa ucd-snmp	68
Figura 10.5	Instalación del programa mrtg	68
Figura 10.6	información referente a MRTG luego de ser instalado	69
Figura 10.7	Archivo de tareas creado por crontab	71
Figura 10.8	Directivas en mrtg.cfg para mediciones a intervalos de 5 minutos	72
Figura 10.9	Directivas en mrtg.cfg para medir el uso de ancho de banda.	72
Figura 10.10	Directivas adicionales en mrtg.cfg para medición de la tasa efectiva de uso del enlace.	73
Figura 10.11	Script en PERL para implantar la expresión de cálculo usada en la medición de la tasa efectiva de uso.	74
Figura 10.12	Directivas en mrtg.cfg para medición de la latencia	75
Figura 10.13	Listado del archivo mrtgping.pl invocado desde mrtg.cfg para medición de la latencia	76
Figura 10.14	Listado parcial de mrtg.cfg para medición de la pérdida de paquetes	77
Figura 10.15	Listado del archivo pkloss.pl	79
Figura 10.16	Listado de directivas en mrtg.cfg para el calculo de la disponibilidad	80
Figura 10.17	Listado de archivo mrtgdisp.pl	82
Figura 11.1	Página web generada por mrtg para medición de la tasa de ocupación	88
Figura 11.2	Página web generada por mrtg para medición de la latencia	89
Figura 11.3	Página web generada por mrtg para medición de tasa de paquetes perdidos	90
Figura 11.4	Página web generada por mrtg para medición de la disponibilidad	91
Figura 11.5	Reporte de uso de recursos del sistema. Notese el % de memoria empleado por el mrtg (proceso en negrita) y el servidor web (httpd)	93
Figura 11.6	Listado de los archivos log, generados por los procesos de medición. Los valores corresponden aproximadamente a un 1 mes.	93

Lista de Tablas

<i>Tabla 7.1 Indicadores y valores propuestos</i>	42
<i>Tabla 7.2 Variables MIB de SNMP que son empleadas en el cálculo de la calidad de servicio</i>	44
<i>Tabla 8.1 Comparación de indicadores de calidad de servicio.</i>	60

RESUMEN

El presente trabajo busca desarrollar métodos de medición para aquellos indicadores que caracterizan la calidad del servicio de acceso a la Internet. Estos métodos son factibles de implementar y lo suficientemente confiables tanto desde la perspectiva de los usuarios finales como de los proveedores del servicio Internet.

Se revisa el estado actual del problema de la medición de la calidad de servicio en Internet y se seleccionan un conjunto de indicadores básicos que, luego de analizar distintas técnicas encontradas durante el desarrollo del trabajo, son medidos usando un programa de monitoreo, el cual deber ser configurado mediante *scripts* diseñados para nuestros fines. El método requiere la existencia de agentes de gestión SNMP en los equipos bajo análisis, así como la capacidad de aceptar y responder a mensajes de pruebas ICMP.

Finalmente se implementa una red piloto aplicada a tráfico real y se muestran los resultados obtenidos.

ABSTRACT

This work develop measurement methods for those indicators that characterize the quality of service in the Internet access. These methods are possible to be implemented and they are exactly enough to be used by end users and Internet service providers.

The current status of the quality of access service measurement problem is revisited and a set of basic indicators are select. After analyze several techniques found during this study, the indicators are measured using a monitoring software configured by *scripts* designed to fulfill our purposes. The methods require the existence of SNMP management agents inside of the equipment under analysis, as well as the support for send and receive ICMP packets.

Finally, a testbed is implemented over a network with real traffic and the results are showed .

PRIMERA PARTE:

Marco teórico y determinación de indicadores de calidad

1 Introducción

La Internet en nuestro país al igual que en el resto del mundo viene experimentando un gran crecimiento y evolución, disponiéndose, a la fecha de realización de este trabajo, de 65 proveedores de acceso a Internet registrados en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones¹, con un número de usuarios que aumentan de manera acelerada.

Las modalidades de acceso a nivel de transporte físico incluyen: líneas dedicadas o conmutadas de cobre, cables de fibra óptica, accesos mediante tele-cable, enlaces inalámbricos terrestres y enlaces satelitales. En cuanto a los tipos de redes públicas usadas para este fin tenemos: la red telefónica convencional o RDSI, frame relay, ATM y enlaces digitales canalizados. Las aplicaciones encontradas en el medio van desde aquellas de carácter doméstico, pasando por cabinas públicas de Internet, usos corporativos o empresariales, para finalmente llegar a aplicaciones más recientes tales como redes privadas virtuales o VPN' s.

1.1 Objetivos

Objetivo general

Desarrollar métodos de medición para aquellos indicadores que caractericen la calidad del servicio de acceso a Internet. Estos deberán ser factibles de implementar y lo suficientemente

¹Ver la relación de proveedores de servicio de Internet publicada por la Unidad Especializada de Concesiones de Telecomunicaciones del MTC. Referencia [1].

confiables tanto desde la perspectiva de los usuarios finales como de los proveedores del servicio Internet.

Objetivos específicos

- Proponer indicadores de calidad de servicio genéricos, razonables, medibles y, de ser posible, aplicables a cualquier técnica de acceso.
- Determinar y especificar las herramientas y métodos de medición de los indicadores propuestos y establecer los valores objetivo que deberían alcanzarse para percibir una calidad de servicio buena o aceptable.
- Implementar una red piloto que valide tanto los indicadores como los métodos de medición propuestos.

1.2 Justificación

En el servicio de acceso a Internet, los usuarios de cualquier tipo, sean estos empresariales, cabinas públicas o domésticos, no siempre saben con certeza si el pago que realizan a los Proveedores del Servicio Internet está acorde con la calidad mínima aceptable. A diferencia de la telefonía, en una red operando con tecnología IP, no es tan clara la percepción de cortes o interrupciones en la comunicación, puesto que la esencia de su funcionamiento es mediante conmutación de paquetes, donde los recursos se comparten simultáneamente por muchos procesos de comunicación y no por conmutación de circuitos donde se tiene un uso exclusivo mientras dure la comunicación.

Resulta entonces, importante establecer que indicadores medir y como hacerlo.

1.3 Metodología

El desarrollo de esta tesis se ha tomado como estrategia dividir el problema en las tres siguientes partes:

Primero, estudiar los trabajos y la regulación existentes en distintas partes del mundo a fin de tener una base de conocimientos que sirva posteriormente para seleccionar los indicadores más apropiados.

Luego, Revisar las técnicas de monitoreo tanto en hardware como en software disponibles. Cuales de ellas ya existen en el mercado y cuales de ellas son aplicables a nuestro estudio.

Finalmente, usando básicamente software libre, escribir los scripts y programas necesarios para la medición de los indicadores; instalarlos en el hardware que sea necesaria (computador de monitoreo, routers, etc.) y así validar a través de esta red piloto la propuesta de este trabajo, con mediciones en tráfico real.

1.4 Motivación

La Internet en nuestro país al igual que en el resto del mundo ha experimentado un gran crecimiento, con varias decenas de proveedores de acceso a Internet registrados en la autoridad competente. Los distintos medios de acceso van desde circuitos dedicados o conmutados de cobre, enlaces de fibra óptica, enlaces inalámbricos terrestres, así como satelitales. Se emplean

además distintas tecnologías de transporte ya sean estas redes telefónicas convencionales o RDSI, frame relay, ATM, etc.

El uso final como ya se menciono, también es altamente variado como por ejemplo aplicaciones de entretenimiento, usos empresariales, cabinas de Internet, redes privadas virtuales, etc.

En este contexto queda sin embargo un factor a considerar: la calidad del servicio.

Desde el punto de vista regulatorio se debe distinguir entre los servicios ofrecidos a través de Internet y el servicio de acceso a la Internet. Mientras que el primero no se encuentra regulado, el segundo es considerado un servicio de valor añadido que debería estar sujeto al menos a mínimos controles que protejan a los usuarios de este servicio y a su vez no signifiquen un freno al desarrollo tecnológico de este sector ni mucho menos inhiba la inversión privada en el mismo.

El problema regulatorio entonces se vuelve complicado al depender de diversos factores y al no existir una uniformidad de criterios sobre los cuales trabajar (¿Qué se entiende por calidad de servicio en Internet?).

Existen sin embargo experiencias a nivel internacional que pueden usarse como punto de partida. Como se verá más adelante, tenemos casos como el de los EE.UU. donde se adopta el criterio de regulación "hands-off" (no intervención) y más bien se incentiva el uso de tecnologías de banda ancha, capacidad de transmisión basada en el costo, y precios de acceso basados en un servicio local. De otro lado, tenemos casos como el de la India donde se proponen tres tipos de indicadores, denominados

de desarrollo de la calidad, de performance de red e indicadores de calidad de servicio al cliente, los cuales deben ser reportados periódicamente a la entidad reguladora.

Es necesario además, luego de definirse los indicadores de calidad, el considerar que actitud debe tomarse, que métodos usar para auditarlos o medirlos, y que herramientas utilizar.

En el país, aun cuando no hay aun trabajos significativos en este tema se han venido observando iniciativas originadas dentro de las mismas empresas proveedoras motivadas por el hecho de que dentro de un ambiente de libre competencia, la diferenciación con relación a otros proveedores se vuelve importante. En este informe se enfoca básicamente el problema de la calidad de servicio en la Internet actual proponiendo el uso de algunos indicadores indispensables, así como niveles mínimos exigibles de calidad de servicio de acceso a la Internet que deben ser alcanzados por las empresas proveedoras; se revisan y proponen herramientas de verificación que sirvan para medir dichos indicadores y finalmente se implementa una red piloto de pruebas que permita validar las propuestas hechas.

El presente trabajo surgido como una iniciativa de OSIPTEL, es por un lado, una compilación de distintas experiencias mundiales y por otro un desarrollo de procedimientos que espero signifique un aporte a tomarse en cuenta para el desarrollo de una normatividad o regulación de la calidad de servicio de acceso a la Internet en nuestro país o incluso en otras realidades distintas a la nuestra.

1.5 Estructura de la presentación

Esta tesis ha sido estructurada en tres partes, siguiendo la metodología indicada en el punto 1.3:

Primera parte: Marco teórico y determinación de indicadores de calidad.

El capítulo 2 analiza la Internet desde una perspectiva reguladora. El capítulo 3 estudia el tema de la calidad de servicio en la Internet actual. Se revisa posteriormente en el capítulo 4 y 5 algunos ejemplos de regulación de la Internet en el mundo y control de la calidad en el país y en el capítulo 6 se identifican los indicadores que son aplicables a nuestra realidad.

Segunda parte: Estudio de métodos y herramientas de verificación de la calidad de servicio.

En el capítulo 7 desarrollan los métodos propuestos para medir la calidad del servicio Internet. A continuación, en el capítulo 8 se estudian distintas herramientas de hardware y software, para luego en el capítulo 9, determinar los requerimientos mínimos que permitan implantar los mecanismos de verificación.

Tercera parte: Implementación de la red piloto

En el capítulo 10 se describe la red piloto de pruebas, indicando sus elementos, y configuración detallada. En el capítulo 11 se muestran los resultados de las mediciones obtenidas y se finaliza con el capítulo 12 en el que se incluyen las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

Se añaden los anexos y referencias bibliográficas necesarias.

2 La Internet actual desde una perspectiva reguladora

Si bien es de interés conocer los aspectos técnicos que permiten el funcionamiento de la Internet, desde un punto de vista regulador se deben tomar otros detalles en cuenta. En la Fig. 2.1, se observa un esquema que refleja la situación actual en nuestro entorno.

Usualmente se dispone de un solo acceso a la Internet pública (Fig. 2.1 ①) y haciendo una gruesa generalización se identifican tres tipos básicos de usuarios:

- Usuarios de carácter doméstico conmutado
- Usuarios PYME o de cabina de pública; y
- Usuarios corporativos (entidades privadas o públicas, con una o más oficinas distribuidas geográficamente)

Cualquiera de estos usuarios puede a través de ese único acceso tener la posibilidad de emplear u ofrecer diversos servicios (Fig. 2.1 ②) tales como los siguientes:

- Servicios de datos IP (web servers, e-mail, ftp, etc.)
- Voz sobre IP (Net2Phone, DialPad, etc.)
- Uso de aplicaciones multimedia (MP3, Netmeeting, Real Player, etc.)
- Otros

Igualmente, la misma naturaleza de la Internet no restringe que alguno de estos usuarios pueda a su vez dar servicios de

conectividad a terceros, convirtiéndose entonces en un "nuevo ISP" aunque de menor nivel (Fig. 2.1^③); lo cual conducirá eventualmente a la congestión o saturación del único acceso que se está compartiendo.

Si bien este problema puede atribuirse a un "sobre uso" por parte de los usuarios, la congestión puede deberse a otras razones que son responsabilidad del ISP bajo estudio. Por ejemplo:

- Diferenciación del servicio a favor de ciertos usuario corporativos (Fig. 2.1 ^① y ^④)
- Capacidad insuficiente para soportar el tráfico ofrecido dentro de la red del ISP local; y
- Capacidad insuficiente de los puntos de intercambio de tráfico internacional (Fig. 2.1 ^⑤) y nacional (Fig. 2.1 ^⑥).

De hecho, la puesta en operación del primer punto de intercambio de tráfico nacional (NAP-Perú)², significa una mejora para aquellos ISP' s locales conectados al NAP, aliviando en parte la congestión del tráfico local.

A continuación se explican en mayor detalle³ aquellos puntos que se desprenden de la discusión hecha hasta este momento y que son necesarios a tomar en cuenta para poder caracterizar la calidad del servicio de acceso a Internet.

²El NAP-Perú entró oficialmente en operaciones el 10 de mayo del 2001.

³Existen diversos libros que describen en mayor detalle lo mencionado en los puntos 2.1 y 2.2, por ejemplo el indicado en la Referencia[2].

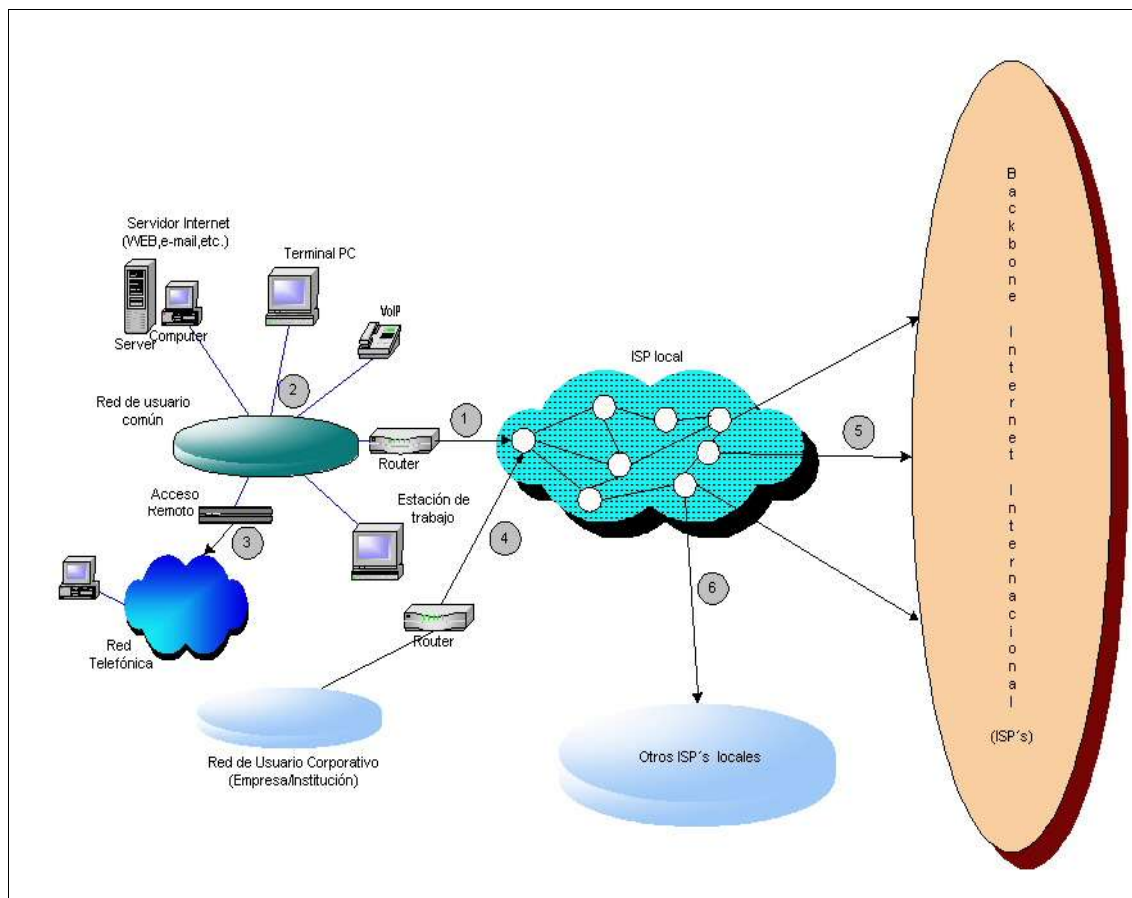


Figura 2.1 La Internet actual es un conjunto de redes interconectadas

2.1 La Internet como un conjunto de redes IP

Tecnológicamente, la Internet no es una red única sino un conjunto de redes interconectadas entre sí que usa la técnica de conmutación de paquetes, con los mismos protocolos y un único esquema de direccionamiento. En la actualidad no es una red jerárquica en un sentido estricto como la red telefónica. Opera bajo el esquema de "datagramas IP" lo cual significa que:

- No existen fases de establecimiento y liberación de las conexiones ; y

- Las distintas porciones que forman parte de un mismo mensaje pueden seguir caminos diferentes hasta llegar a su destino final.

El hecho de ser un conjunto de redes interconectadas de muy distintas maneras ha permitido llegar globalmente a un número cada vez más creciente de usuarios finales, pero este hecho a su vez ha vuelto difícil establecer una regulación uniforme al depender en gran medida de los otros proveedores con los cuales se interconecten. A diferencia de la red telefónica convencional donde existen contratos de interconexión entre las empresas proveedoras, en el caso de la Internet, siendo este un servicio de valor añadido, tales acuerdos no son supervisados por las entidades reguladoras y de existir estas regulaciones en cuanto a calidad de servicio y performance, sólo podrían ser hechas dentro del ámbito de un solo proveedor.

2.2 Calidad de servicio en la Internet actual

Otro factor tecnológico importante es que el paradigma empleado es el del "mejor esfuerzo" (*best effort*), sin garantía de envío y calidad. Este aspecto usualmente sólo es bien conocido y entendido por usuarios con cierto nivel de conocimiento técnico. El desconocimiento general puede dar lugar a que los proveedores de servicio Internet usen una infraestructura insuficiente (sub-provisionamiento de las redes) afectando la calidad del servicio final o por otro lado, los usuarios tengan demasiadas expectativas sobre el servicio y eso los lleven a usar la Internet en forma indiscriminada .

Las características del tráfico en la Internet también han cambiado drásticamente en los últimos años, antes no era tráfico en tiempo real, ahora si. Antes era sólo datos, ahora se desea y usa para servicios de voz (tipo telefónico o no).

2.3 Uso del esquema de tarifa plana

La forma predominante de tarificación es "plana", con las siguientes características⁴:

- Cobro fijo mensual en función al ancho de banda contratado

Los cobros fijos reducen los riesgos para los usuarios, y en alguna medida a los ISP' s dándoles una expectativa segura de los pagos y cobros requeridos facilitando la planificación y previsiones presupuestales. Las tarifas planas evitan además potenciales costos elevados de tipo administrativo para el seguimiento, asignación y facturación.

Una consecuencia negativa de este esquema plano es la emergencia de una congestión por "externalidad" conocida como la "tragedia de comunes".

La tragedia de comunes es una parábola en la cual COMUNES es una tierra compartida y donde a cada campesino se le da el derecho de pastar sus animales como le plazca. Desafortunadamente la capacidad de la tierra es sobrepasada cuando los campesinos incrementan sin medida el tamaño de sus rebaños.

2.4 Calidad de interconexión entre ISP's y en los sistemas finales

⁴Ver Referencia [3]:Internet Economics: DiffServ Business Model.

La calidad del servicio de acceso a la Internet está íntimamente vinculada a las características de la interconexión entre los ISP⁵ o expresado en otros términos, de las redes intermedias que atraviesan los flujos de paquetes IP (Fig. 2.2). Y aún más, está en función de las características de procesamiento y recursos de comunicaciones del terminal en el "otro extremo". Si hacemos una analogía con la red telefónica actual, el problema del control de la calidad es muy sencillo, pues todos los aparatos conectados son de similares características y además homologados.

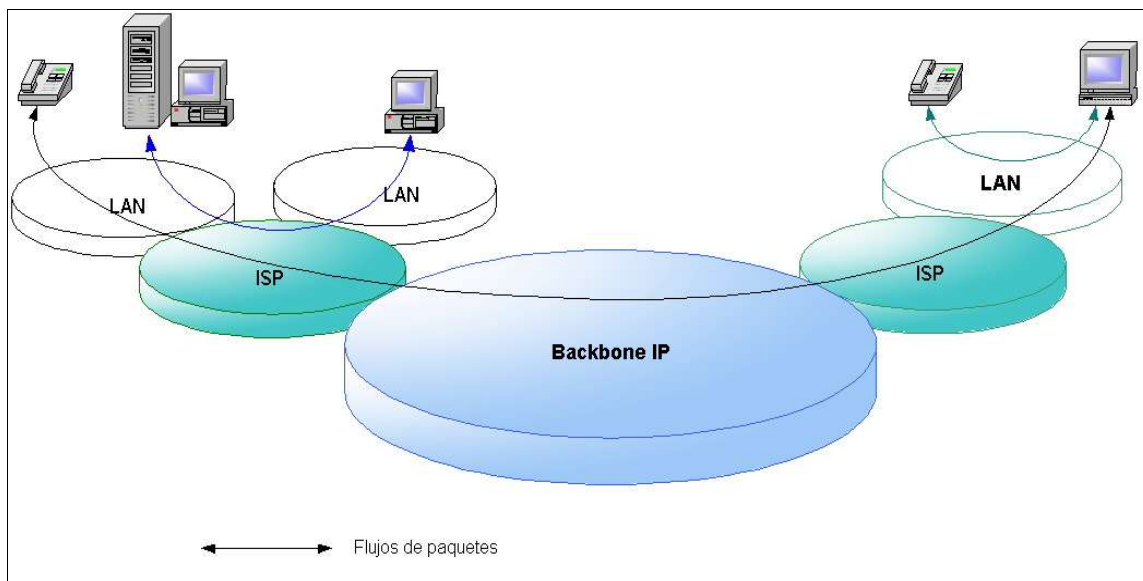


Figura 2.2 Flujos de paquetes en los accesos a la Internet

En resumen, como se muestra en la Figura 2.3, se deberá considerar lo siguiente:

⁵Existen diversas formas y condiciones para establecer las conexiones, "peering" o acuerdos entre ISP's. Ver Referencias [7] y [8].

- Los puntos de intercambio de tráfico nacionales
- Los puntos de intercambio de tráfico internacionales
- Las características del otro "extremo".

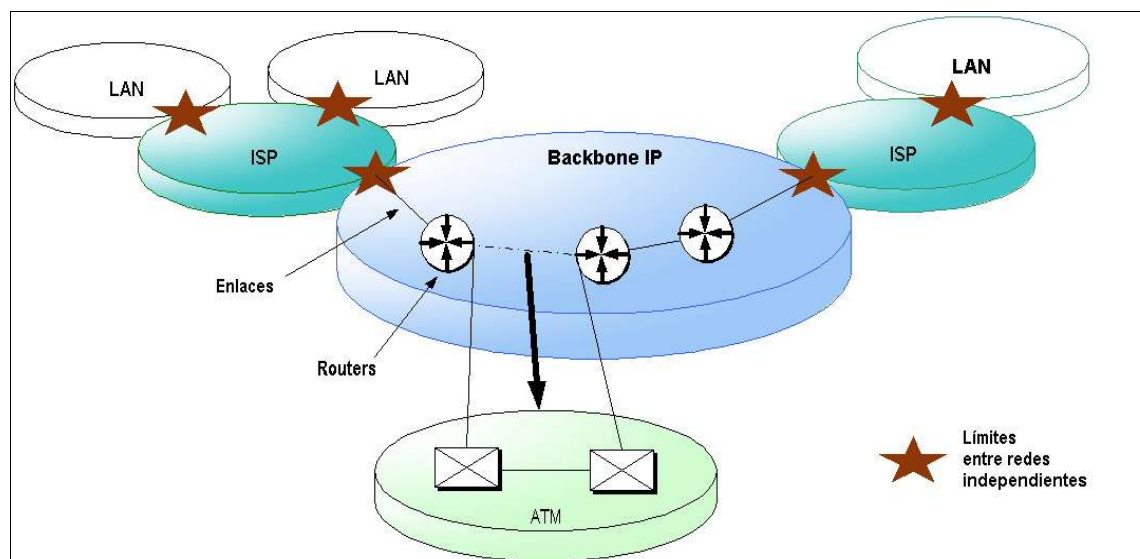


Figura 2.3 Puntos de intercambio de tráfico entre ISP's

Como podrá notarse, los contratos usuario-proveedor basados sólo en "velocidad de interconexión" no son suficientes, pues este acceso corresponde únicamente al primer punto de intercambio de tráfico.

Es útil saber entonces explícitamente el "overbooking" o "booking rate" de la red del proveedor, definido como la relación entre la suma de velocidades de usuario "final" y las velocidades de salida hacia otros ISP's nacionales e internacionales.

En nuestro país en general no existen acuerdos de nivel de servicio (SLA-Service Level Agreement) que consideren otros

aspectos, excepto cuando la empresa proveedora tiene algún nivel de control sobre los equipos del usuario ya sea por cuestiones de "outsourcing" de la red del cliente, o por el uso de la Internet para la implementación de VPN's

2.5 Problemas en la regulación de la calidad del servicio.

La regulación de un producto o servicio usualmente cubre tres aspectos: precio, acceso y calidad. La regulación de la calidad de servicio en Internet tiene como su punto de referencia más cercano el modelo de telecomunicaciones que históricamente ha estado fuertemente regulado en términos de acceso universal, precio y calidad. Esto es entendible puesto que el acceso a la Internet se obtiene a través de líneas de comunicación ya sean estas telefónicas, cables o uso del espectro electromagnético. Entre los problemas que podemos identificar para efectuar una regulación de la calidad del servicio de acceso a la Internet, podemos mencionar los siguientes⁶:

- Confiabilidad en las mediciones técnicas
- Auditoría independiente y transparente
- Necesidad de incentivos para complementar las multas
- Dificultad para distinguir entre los niveles de servicio y los valores percibidos subjetivamente

⁶Ver Referencia [11]: Issues in the Regulation of Internet.

A priori pueden encontrarse tres SLA's que pueden ser de utilidad:

- SLA's donde se incluya información explícita de la interconexión con otros ISP's
- SLA's indicando los niveles mínimos de calidad de servicio ofrecidos al usuario
- SLA's que consideren ambos aspectos anteriores.

Un organismo regulador podría entonces tomar dos posiciones:

- Conocer los términos de los SLA's suscritos y velar por el cumplimiento de los mismos.
- Dejar que el mercado se auto regule.

En todo caso, estos aspectos siendo interesantes no son el objetivo de este trabajo, sino más bien dar soluciones técnicas que puedan ser utilizadas para estos fines.

3 Calidad de servicio en la Internet

La Internet como tal, proporciona un mínimo soporte a la calidad de servicio puesto que como se indico anteriormente se basa en la técnica del mejor esfuerzo. Con el objeto de encontrar una solución a este problema se han producido avances tecnológicos que a continuación se revisan muy brevemente⁷.

3.1 Servicios Integrados

La arquitectura asume un manejo por parte de todos los elementos de una red en el manejo de tráfico basado en flujos. Por dicha razón se necesita reprogramar en el caso más favorable los routers de un ISP. Estos flujos mencionados en forma genérica pueden ser de dos tipos: Tráfico de aplicaciones en tiempo real y Tráfico de aplicaciones elásticas. Fácilmente podrá notarse que el primero de los mencionados exige una mayor calidad de servicio.

Este consiste en un sistema de señalización que garantiza ciertas condiciones antes del envío de la información propiamente dicha. Su principal aplicación es en redes de pequeño o mediano tamaño, si las redes son de características similares a las ISP' seste método muestra sus debilidades en términos de escalabilidad.

3.2 Servicios diferenciados

Empleando un mecanismo basado en la diferenciación y/o priorización del tráfico puede obtenerse igualmente condiciones favorables para la transmisión de la información. Como ya no se

⁷Ver Referencia [2], para un descripción más detallada de estos métodos.

trabaja tan granularmente como en el caso anterior, sino en el uso de "clases", la escalabilidad de este mecanismo es bastante grande y por dicha razón es una solución muy adecuada para los ISP' s de gran tamaño. En todo caso, no se requieren modificaciones traumáticas en las redes de los proveedores.

3.3 MPLS

Aunque no es una técnica específica para Calidad de Servicio, puede ser una herramienta importante para los proveedores de servicio Internet de mediano o gran tamaño. MPLS representa la convergencia de las técnicas orientadas a conexión y los protocolos de enrutamiento en la Internet. Básicamente consiste, similar al caso de servicios integrados, en el establecimiento previo al envío de información, de ciertas características mínimas de transmisión. Básicamente la creación de una ruta predeterminada, la cual se establece en función de diversos criterios (costo, prioridad, velocidad, o simplemente el destino final).

Una de las aplicaciones de esta técnica encontrada en nuestro país es en la implantación de redes VPN' s

Adicionalmente MPLS puede soportar tarificación, políticas de enrutamiento, mecanismos de colas o prioridades, contribuyendo a implementar tanto servicios integrados como diferenciados, explicados en los párrafos anteriores.

4 Ejemplos de mecanismos de regulación en el mundo

Para poder tener una base sobre la cual proponer un esquema de regulación consistente, se han revisado algunos casos de países que han trabajado en el aspecto de la calidad de servicio en la Internet. A continuación se explica cada uno de ellos

4.1 Regulación en los Estados Unidos

La Internet ha evolucionado tremendamente, en parte debido a la ausencia de regulaciones gubernamentales. Consecuente con la tradición de promover innovación en nuevos servicios de comunicaciones, el gobierno de los EE.UU. se abstenido de tomar acciones que pudiesen ahogar el crecimiento de la Internet. Para asegurar que la Internet este disponible a la mayor cantidad de personas posibles, la FCC ha adoptado la política de Internet "Hands off" lo cual significa la no intervención en la regulación de Internet⁸.

Sin embargo a fin de que se promueva en forma masiva los servicios de Internet se han establecido mecanismos de incentivo en tres áreas.

Acceso de Banda Ancha

Para utilizar mas eficazmente la potencialidad de la Internet en aplicaciones multimedia que incluyen voz, datos y video se necesita mayor ancho de banda, en tal sentido el gobierno americano estimula el desarrollo de tecnologías avanzadas y adoptan una posición de neutralidad tecnológica sin favorecer

⁸Ver la Referencia [4], documento de la FCC: A Regulator's Guide to Building a Global Information Community, Capítulo IX.

una sobre otra, promoviendo más bien la competencia entre ellas.

Capacidad basada en costo de transmisión

La capacidad de transmisión basada en el costo es necesaria para obtener menores precios por los servicios de Internet. Todos los ISPs alquilan o son dueños de la capacidad necesaria para desarrollar sus redes Internet. Si el precio de esta capacidad es alto, los ISPs deben absorber los costos extras o pasar estos costos directamente a los usuarios.

Precio de servicio local

Las tarifas telefónicas locales son parte del costo total por el uso de Internet, por lo tanto en los EE.UU. se consideran políticas que reducen el costo de acceso local evitando un incremento en el uso de este servicio.

4.2 Regulación en Europa.

En este país se emiten los denominados documentos de consulta a través de la NMA (Netherlands Competition Authority) y la OPTA (Independent Post and Telecommunication authority) los cuales posteriormente conducen a esquemas de regulación en telecomunicaciones.

En la actualidad se hace una diferencia entre accesos de banda angosta y banda ancha siendo el umbral establecido en 128 Kbps, igualmente se hacen diferencias entre los tipos de proveedores de servicios y los tipos de usuarios y suscriptores. En general se puede decir que aun se esta definiendo muchos

aspectos vinculados a la calidad de servicio, pero se adopta al igual que en los EE.UU. la posición de no intervención en la regulación del servicio de acceso a la Internet⁹.

4.3 Regulación en el Asia. Ejemplos de Singapur y la India

En ambos casos se presentan esquemas muy estrictos de regulación con la emisión de reportes de calidad por parte de los ISP, penalidades e indicadores diversos.

Singapur

Consideremos el caso de Singapur¹⁰.

Se disponen de los siguientes indicadores de calidad de servicio:

- Disponibilidad de Red (Indicador primario)
Es un porcentaje de las horas totales operativas en un mes, incluyendo el tiempo de acceso a los log-in servers o de e-mail y conexión al backbone de Internet. Debiendo registrarse los siguientes detalles de las incidencias:
 - La fecha del corte
 - Hora del corte
 - Hora del restablecimiento
 - Duración del corte
 - Tipo de equipo /subsistema que falló
- Accesibilidad del servicio(Indicador primario)
 - Acceso conmutado
 - Número de abonados al final del período (personas y redes)
 - Velocidad soportable de conexión
 - Número de modems (para acceso individual)
 - Número de ports (para acceso de redes)
 - Relación entre el número de modems y número de usuarios individuales
 - Relación entre el número de ports y número abonados de red.

⁹Ver Referencia [9]. Consultation Document Internet Access.

¹⁰Ver Referencia [11]. Issues in the Regulation of Internet.

- Periodo de uso pico
- Periodos cuando todos los modems están conectados activamente
- Periodos cuando la ocupación de los modems exceden del 95%
- Duración promedio de la llamada
- Acceso mediante línea dedicada
 - Numero de líneas dedicadas suscritas al final del periodo clasificadas por categoría de líneas.
 - Numero promedio de logins por día
 - Duración promedio de la llamada
- Conectividad Internacional
 - Velocidad de los circuitos internacionales hacia el backbone de los EE.UU. y otros destinos
 - Nivel de ocupación pico en porcentaje
 - Periodos cuando la ocupación excede del 95%
- Tiempo de Activación de Servicio
Desde el momento de la recepción de la solicitud o fecha especificada por los usuarios
 - Acceso conmutado
 - Numero total de solicitudes recibidas durante el periodo de reporte
 - Numero de cuentas de servicio activadas dentro de los tres días laborables
 - Numero de cuentas activadas en más de 3 días
 - Numero de cuentas activadas en la fecha especificada por el usuario
 - Acceso por línea Dedicada
Excluyendo el tiempo de instalación de línea
 - Numero total de solicitudes recibidas durante el periodo de reporte
 - Numero de cuentas de servicio activadas dentro de los 7 días laborables
 - Numero de cuentas activadas en más de 7 días
 - Numero de cuentas activadas en la fecha especificada por el usuario
- Soporte al Cliente
 - Consultas por teléfono
 - Horas operativas
 - Numero de líneas
 - Numero de operadores o posiciones de atención
 - Numero de llamadas manejadas en la hora pico
 - Duración promedio de la llamada

- Consulta via e-mail
 - Numero total de consultas recibidas
 - Tiempo promedio de respuesta
 - Numero de reclamos de usuario por cada 1000 abonados

India

En el caso de la India, se disponen de los siguientes indicadores de calidad de servicio¹¹:

- Indicadores de Desarrollo
 - Tipo de ISP (A, B, C): Número de Servidores y área atendida
 - Número de hosts Internet
 - Número de usuarios de diferentes tipos
 - Tarifa para los diferentes tipos de usuarios
 - Número de gateways a los que se conecta
 - Ubicación de los gateways
 - Ancho de Banda disponible entre servidores y gateways
 - Crecimiento de usuarios Internet
 - Duración promedio de ocupación (holding time) por usuario
 - Volumen de transferencia promedio por usuario
 - Up stream
 - Down stream
 - Ingreso promedio por usuario
 - Número de call centres
 - Número de Puestos de información (kioskos)
 - Cabinas públicas
 - Ancho de banda entre servidores
 - Vía satélite
 - Vía enlaces terrestres
 - Tipo de estaciones terrestres
 - Frecuencias de banda empleadas
 - Número de transpondedores (vía satélite)
 - Alquiladas
 - Disponibles
 - Mapa geográfica de las áreas cubiertas
- Indicadores de performance de red
 - Retardo de acceso al servicio
 - Retardo de acceso mediante acceso conmutado
 - Velocidad de conexión
 - Ancho de banda sobre-vendida (Bandwidth oversell)

¹¹El ente regulador en la India dispone de una página web, describiendo los indicadores. Ver Referencia [14].

- Congestión Upstream de gateway a ISP
- Aislamiento de comunidad (Acceso únicamente a sites del mismo ISP)
 - Número de incidencias
 - Número de abonados afectados
 - Tiempo acumulado de aislamiento de comunidad
 - Fallas y reclamos (% de reclamos por cada 100 abonados al mes)
 - Fallas por cada 100 abonados por mes
- Indicadores de nivel de servicio al usuario
 - Provisión de servicio
 - Performance de facturación
 - Devoluciones de dinero al usuario (cantidad y número)
 - Tiempo de resolución de fallas
 - Porcentaje de usuarios satisfechos en cuanto a performance
 - Porcentaje de usuarios satisfechos en cuanto a soporte al usuario
 - Porcentaje de usuarios satisfechos en cuanto a facilidades adicionales

4.4 Regulación en Latinoamérica.

Chile ha mostrado siempre un gran desarrollo en la liberación del mercado de las telecomunicaciones y sirve como un buen ejemplo de un esquema regulador bastante ligero que no inhibe la participación privada en este sector. Los indicadores de calidad utilizados son muy pocos (3) siendo a su vez suficientes para disponer de elementos de fiscalización por parte de la entidad reguladora¹².

- Tasa de Pérdida de Paquetes

¹²Existen un conjunto de normas relacionadas establecidas por la Subtel de Chile. Ver Referencia [13].

Porcentaje de la pérdida de paquetes enviados a un destino y que no reciben respuesta en un determinado período de tiempo.

- Latencia

Tiempo que demora un paquete en ir y volver hacia otro punto definido dentro de la red de Internet

- Tasa de ocupación de un enlace

Porcentaje de la capacidad del enlace de subida y de bajada, entre un ISP y su respectivo NAP o entre NAPs conectados, en un determinado período de tiempo.

Igualmente la norma que define los indicadores anteriores especifica que deberán publicarse en una pagina web lo siguiente:

- Tasa de ocupación del enlace de subida y bajada entre el ISP y el NAP
- Tasa de ocupación en los enlaces de entroncamiento entre los NAPs.
- Tasa de pérdida de paquetes entre cada ISP y su respectivo NAP.
- Tasa de pérdida de paquetes entre los NAPs entroncados.
- Latencia entre cada ISP y su respectivo NAP.
- Latencia entre los NAPs entroncados.

- Tasa de pérdida, latencia y tasa de ocupación de enlaces entre los ISPs no conectados a un mismo NAP.

5 Calidad de servicio en las redes públicas IP del país

Las empresas proveedoras de servicios de acceso a la Internet se han interesado en mejorar paulatinamente sus estándares de calidad mediante incrementos en sus capacidades de transmisión y conmutación¹³; así como mediante la implantación de un punto de intercambio de tráfico nacional (NAP-PERU). Sin embargo es necesario notar que estas mejoras suelen priorizarse a favor de usuarios corporativos (Bancos, financieras, grupos empresariales, etc.).

5.1 Telefónica Data del Perú

Como es de amplio conocimiento, se trata del proveedor más importante en la actualidad, seguido muy de cerca por AT&T del Perú. Igualmente es el ISP que cuenta con el mayor número de reclamos. Entre las medidas adoptadas por esta empresa relacionadas a la calidad de servicio se encuentran las siguientes

Reporte de uso a los usuarios

Telefónica ha implementado sistemas de gestión propios que permiten medir básicamente el uso promedio de las líneas de acceso de los usuarios. Ante cualquier reclamo por "lentitud" o indisponibilidad de servicio", se revisa en línea estos reportes y es el primer elemento de juicio a usar para aceptar o no los reclamos.

Medición de uso de los enlaces internacionales

¹³La información mostrada en este punto V, se ha obtenido de visitas hechas a las mismas empresas proveedoras de servicio de acceso.

Esta empresa monitorea en línea el estado de sus líneas internacionales de acceso. En función del porcentaje de ocupación, se planifica el incremento de sus capacidades.

Redundancia y gran ancho de banda en las líneas internacionales

A la fecha las velocidades de acceso son del orden de los 150 Mbit/s hacia 03 proveedores internacionales, mediante cable submarino o vía satélite. Esta configuración permite contar con redundancia en caso de fallas y es el que cuenta con la mayor capacidad instalada a la fecha.

Implementación de servicios avanzados de Internet

Esta empresa cuenta con el denominado TIC, que brinda entre otros servicios los de Hosting, Housing, Back-up, Gestión integrada, etc. Al estar este centro directamente conectado al backbone Internet de Telefónica, la velocidad de acceso es bastante elevada. Asimismo se ha suscrito acuerdos con empresas como AKAMAI, que permite disponer de mirrors a sitios de gran volumen de acceso (p.e. Yahoo, Altavista, etc.)

Red MPLS

Finalmente a través del uso de tecnología MPLS sobre su infraestructura ATM, se puede garantizar un alto nivel de calidad de servicio, orientado básicamente al servicio de "outsourcing" de datos e implantación de VPN' para entidades corporativas bastante grandes (Grupo Romero, Banco de la Nación, EsSalud, etc.). Este soporte se esta poniendo igualmente a disposición de otros usuarios mediante el nuevo servicio de InfolInternet,

habiéndose establecido los niveles de oro, plata y bronce, con tarifas en función no sólo de las velocidades de acceso, sino en cuanto a la calidad de servicio ofertada.

Política de reembolso

Si se comprueba que un reclamo tiene fundamento y es responsabilidad de esta empresa, se procede al reembolso o deducción del pago mensual del servicio. La determinación del monto es función del tiempo que el enlace físico (o lógico) con el usuario ha estado fuera de servicio.

5.2 AT&T del Perú

Esta empresa, similar al caso de Telefónica Data, cuenta con una gran infraestructura y es el competidor más directo en este mercado, aunque sólo a nivel de Lima.

Los esquemas empleados para soportar un adecuado nivel de servicio se cuenta con los siguientes:

Redes ATM con fibra óptica

La infraestructura de esta empresa es un factor muy importante a tomarse en cuenta. Basada en una red ATM con enlaces físicos de fibra óptica, brinda un excelente soporte a las conexiones de acceso al usuario final.

Overbooking especificado en los SLA

Este factor figura en los contratos suscritos con los usuarios, lo cual en alguna medida refleja la capacidad para soportar la velocidad contratada por el usuario

Enlaces de banda ancha internacionales y redundantes

AT&T del Perú cuenta con dos enlaces activos internacionales vía cable submarino y un enlace de respaldo satelital.

Implementación de servicios avanzados de Internet

Brinda entre otros servicios los de Hosting, Housing, Back-up, Gestión integrada, etc. directamente conectados al backbone Internet de la empresa.

5.3 BellSouth del Perú

En lo que respecta a BellSouth del Perú, la red está basada en cuatro nodos ATM unidos entre sí con enlaces STM-1. La salida internacional es en la actualidad vía satélite a 4 Mbit/s, muy lejos de los casos vistos en Telefónica Data y AT&T. El número de usuarios es de aproximadamente 25, mayoritariamente corporativos y sólo cubre la ciudad de Lima. Es parte integrante del Consorcio NAP-Perú y tiene previsto el empleo de un enlace mediante cable submarino en breve.

En resumen, es un ISP que aún no dispone de medidas que garanticen la calidad de servicio ofrecida, aunque debido al número de usuarios actuales con los que cuenta, no se perciben deterioros significativos en ese sentido.

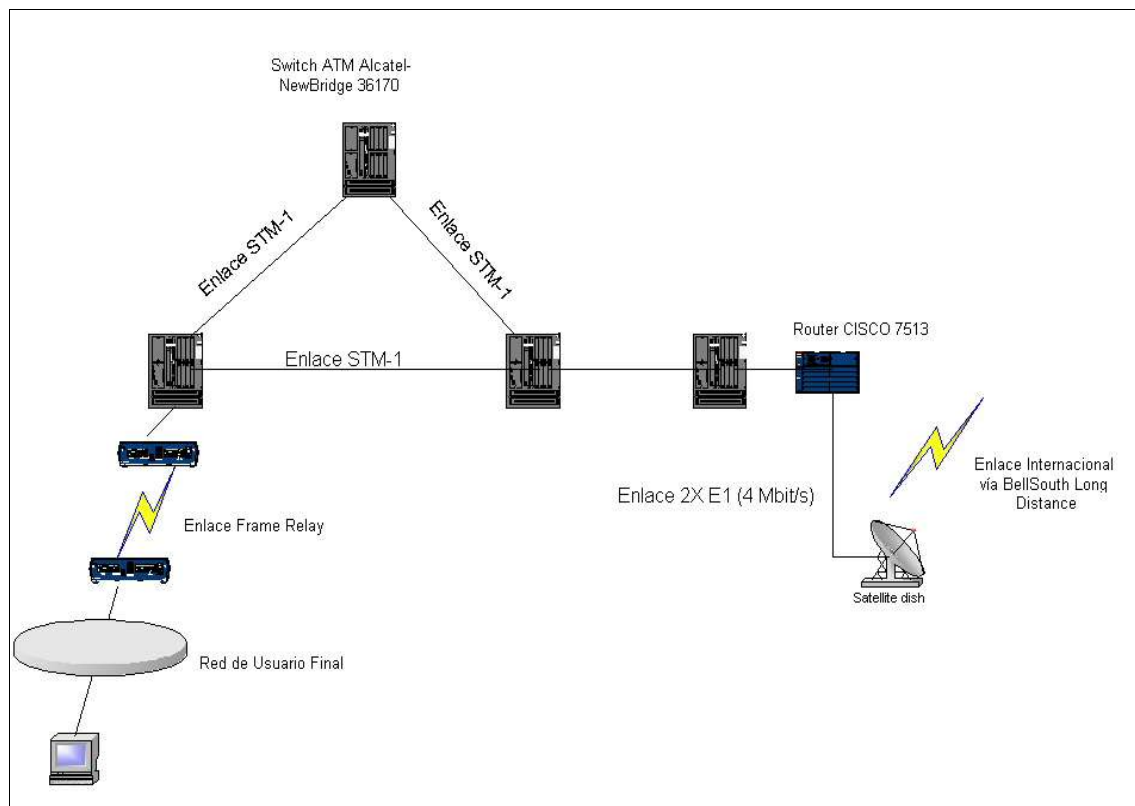


Figura 5.1 Esquema de la red pública IP de BellSouth del Perú.

6 Indicadores de calidad aplicables

Como ha podido notarse, las distintas perspectivas asumidas por las entidades reguladoras a nivel mundial abarcan un gran espectro y adoptar en forma directa alguna de ellas no resultaría necesariamente de mucha utilidad en nuestro medio.

Se proponen, en ese sentido, un enfoque conservador que por un lado no signifique una excesiva carga burocrática para los operadores y el ente regulador y por otro lado, sean factibles de poderse medir e implementar.

A continuación se hace una descripción de estos indicadores

6.1 Tasa de ocupación en los enlaces

Definida como el porcentaje de uso de los enlaces hacia los usuarios y otros proveedores de acceso, discriminada en ambos sentidos de transmisión (downstream y upstream). Debe añadirse que este parámetro es una forma diferente de expresar a otro empleado muy frecuentemente denominado "velocidad efectiva" del enlace

Se debe establecer además que se consideran tres tipos de enlaces, y por lo tanto se deberán medir los siguientes indicadores:

Tasa de ocupación del enlace de usuario final

Este es uno de los más sensibles desde la perspectiva del usuario, puesto que es su punto de ingreso a la Internet.

Tasa de ocupación de los enlaces hacia ISP¹ nacionales

Siendo este, el porcentaje de uso de las líneas de acceso hacia otros ISP' s nacionales.

Si bien, tecnológicamente la Internet no está obligada a garantizar un nivel de calidad de servicio en gran medida es función de las velocidades de acceso hacia otros ISP' s

Tasa de ocupación de los enlaces hacia ISP' s internacionales

Al igual que en el caso anterior, es un porcentaje de uso de las líneas de acceso hacia otros ISP' s internacionales (usualmente denominado genéricamente como "backbone Internet"). Después del parámetro indicado en el punto 6.2, resulta siendo de gran significación para el usuario final, puesto que la mayor cantidad de información es generada en países extranjeros, particularmente en los EE.UU. Como podrá notarse, no se propone o sugiere una velocidad mínima o máxima, pues dependerá de la tecnología y disponibilidad económica de los ISP' s pero si podría exigirse por ejemplo el de mantener la tasa de ocupación por debajo de ciertos límites (p.e. 80%).

6.2 Latencia de la red

Este parámetro mide el tiempo que demora un paquete IP en ir y volver desde un punto de la red a otro. Tal como se indicó, los valores de latencia dependen mucho de factores externos a la red del proveedor, como por ejemplo, la performance de los equipos de usuario, el tránsito por redes intermedias, etc.. Por esa razón se consideran puntos de medición específicos:

Latencia en el enlace de acceso del usuario final. Medida entre el router localizado en las instalaciones del usuario y el primer punto de acceso a la red del proveedor.

Latencia en los enlaces de interconexión con otros ISP's nacionales. Medida en el enlace que une los routers de borde de dos proveedores de acceso nacional.

Latencia en los enlaces de interconexión con otros ISP's internacionales. Medida en el enlace que une los routers de borde del proveedor local y un proveedores de acceso internacional.

6.3 Tasa de pérdida de datagramas

A fin de garantizar que las redes de los ISP's estén provisionadas y configuradas de manera tal que no se descarten en exceso los paquetes IP enviados y recibidos en los enlaces de la red, se propone como parámetro básico el porcentaje de paquetes IP rechazados o descartados en los puntos de interconexión con los usuarios y otros ISP's.

Al igual que en el caso anterior, siendo tres los tipos de enlaces se tendrán puntos de referencia para medir de las tasas de pérdidas:

Tasa de pérdidas en el punto de acceso del usuario final

Tasa de pérdidas en el punto de interconexión hacia ISP's nacionales

Tasa de pérdidas en el punto de interconexión hacia ISP's internacionales

6.4 Disponibilidad de la red

Entendida como el porcentaje de horas totales operativas en un mes, donde deberá tenerse en cuenta tres tipos de disponibilidad:

Disponibilidad de la línea de acceso del usuario

Disponibilidad de acceso a sitios nacionales

Disponibilidad de acceso a sitios internacionales

Este índice refleja básicamente los “cortes” en los enlaces de abonado, enlaces de acceso a puntos de intercambio de tráfico nacional (NAP´ sen el Perú) y en los enlaces de acceso a ISP' \$internacionales respectivamente. Debe entenderse tambien como un indicador que consolida los tres mencionados inicialmente.

Para concluir esta primera parte del informe, se debe reiterar que estos indicadores son los que mejor se ajustan a la realidad actual del mercado Internet nacional, aunque desde luego podrían emplearse otros igualmente válidos.

SEGUNDA PARTE:

**Métodos y herramientas de verificación de la
calidad**

7 Métodos propuestos de verificación de la calidad en el servicio de acceso a Internet

Una vez adoptados los indicadores de calidad que servirán a los propósitos de regulación, se deben buscar los mecanismos para proceder a realizar las mediciones correspondientes, ya que como se estableció en las condiciones iniciales de este trabajo, los indicadores propuestos de calidad de servicio fueron seleccionados precisamente tomando en cuenta esta consideración, además de los criterios técnicos mismos.

7.1 Medición de la tasa de ocupación

La tasa de ocupación es el porcentaje promedio utilizado del ancho de banda total disponible contratado por el usuario o ISP, es decir el grado de utilización del enlace¹⁴.

Indirectamente, el resultado de esta prueba podría expresarse a través de la "velocidad efectiva de transmisión". **El nivel umbral máximo de tasa de ocupación tolerable recomendado es de 75% durante la hora pico, sobre una base mensual**, tomando como referencia para ello lo encontrado en otra legislación¹⁵ y los patrones de tráfico nacionales en el nodo NAP-PERÚ¹⁶. Este valor umbral es para los tres tipos de enlaces de acceso: de usuario, nacionales e internacionales.

- En el punto de acceso de usuario

¹⁴Este parámetro es de amplio uso en la Internet, y se tienen a nivel de países los ejemplos de Chile, España, Singapur . A nivel de empresas y organismos los casos Matrix, CAIDA, IETF , entre otros.

¹⁵Véase la Consulta final al respecto aprobada en Singapur por el IDA. Referencia [7]

¹⁶Véase la página web del NAP-PERÚ. <http://206.223.130.60> Las coordinaciones de acceso se realizan directamente con el Consejo Directivo de la Asociación Civil NAP-PERÚ.

El punto donde realizar esta medición es el puerto físico entre el "router" instalado en el local del usuario y el adaptador al medio físico (Fig. No. 7.1), pudiendo ser este de cualquier naturaleza: cable metálico, de fibra óptica o inalámbrico.

- En los puntos de interconexión a otros ISP's nacionales e internacionales

Con respecto a estas mediciones las condiciones son similares al caso anterior pero en los enlaces respectivos de interconexión.

Como puede notarse, es necesario tener acceso a los equipos del ISP para llevar a cabo las pruebas respectivas. En el capítulo 9 de este informe se explica esta situación con mayor detalle.

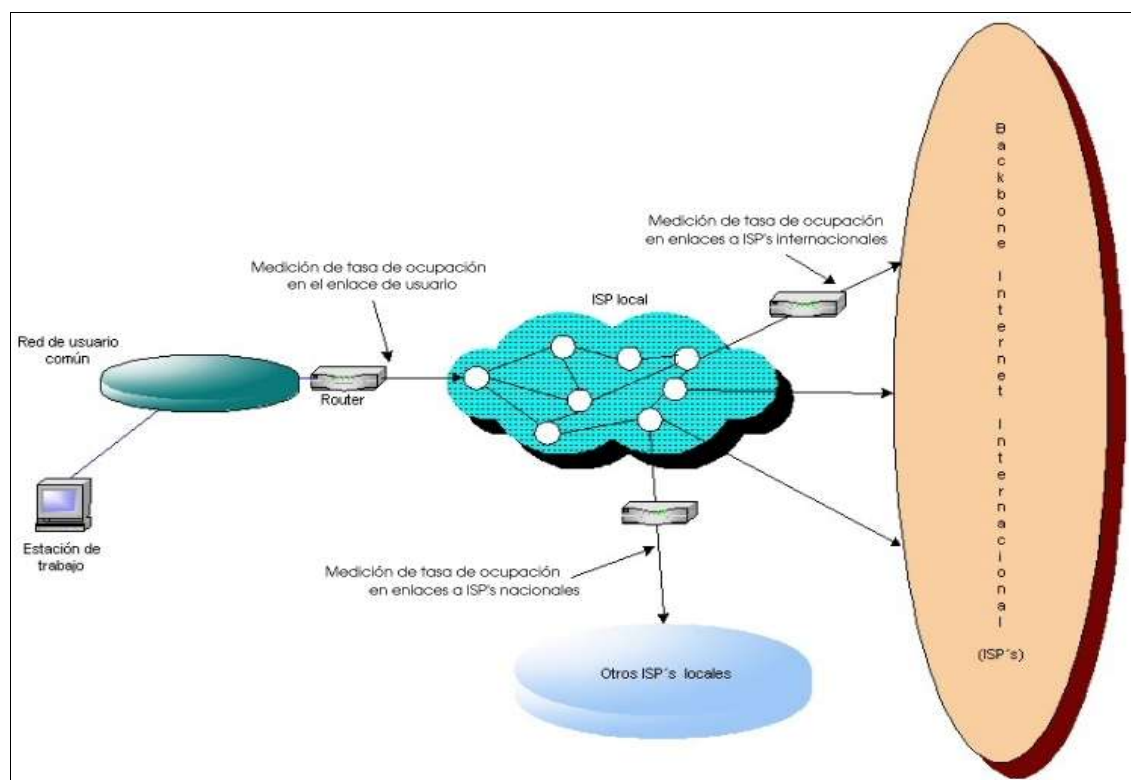


Figura 7.1 Esquema de configuración para medir la tasa de ocupación

7.2 Medición de la latencia de la red

Considerando que esta medición es altamente sensitiva a otros factores ajenos a la red misma, se establecen los puntos de referencia más apropiados para evaluar este indicador, así como cumplir un conjunto mínimo de condiciones en los equipos empleados para ello¹⁷.

Deberán considerarse aquellos nodos de la red del proveedor en los cuales se realicen intercambios de tráfico, por la facilidad de acceso a los mismos. Si se buscara medir los retardos dentro de la red del proveedor se necesitarían las máximas facilidades para la instalación de “beacons”, servidores exclusivos para responder a los mensajes de prueba¹⁸. La figura siguiente 7.2 muestra dichos puntos.

¹⁷Los factores que influyen entre otros son : localización local o internacional de los servidores accedidos, la capacidad de procesamiento de los mismos y las prioridades o restricciones impuestas en las routers o servidores (listas de acceso, firewalls, etc). Véase Referencia [8].

¹⁸Ver Referencia [6].

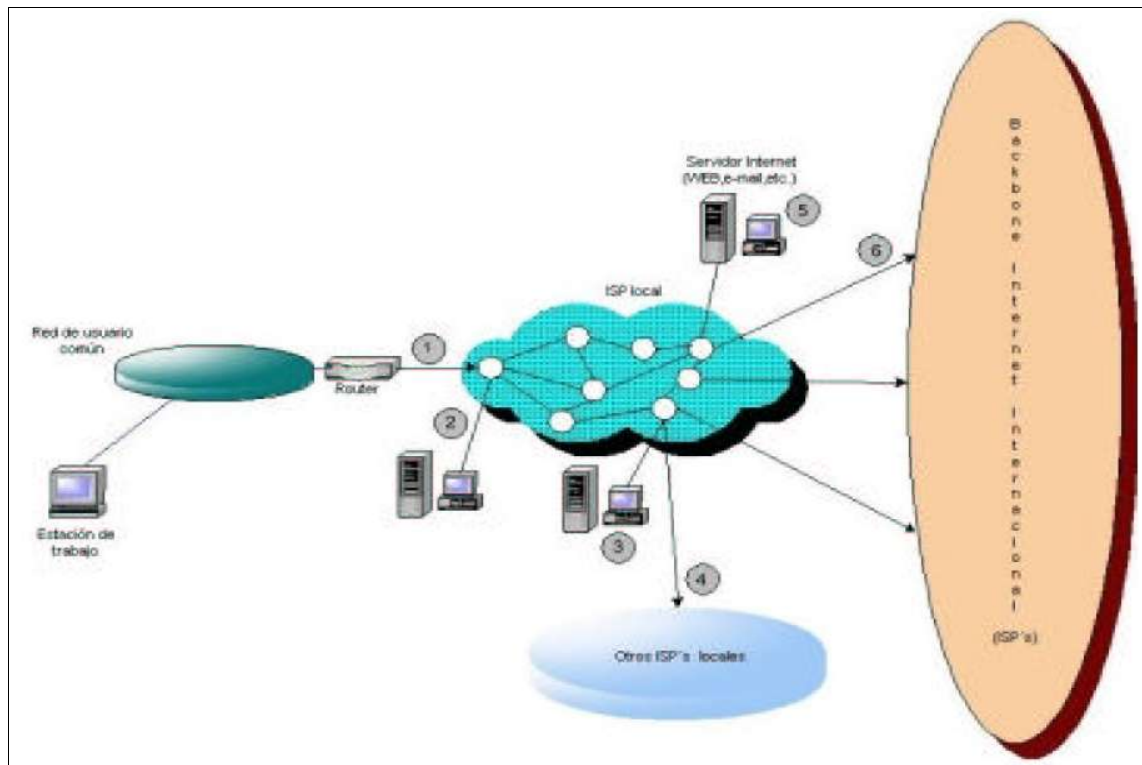


Figura 7.2 Red de referencia para medición de la latencia

7.3 Medición de la tasa de pérdidas de datagramas

En este caso se procede igual que en el proceso de medición de las tasas de ocupación. Para ello se emplean los mismos puntos de referencia que en las mediciones de tasas de ocupación. El período de cálculo es mensual y con **muestras** tomadas en intervalos de 5'.

La fórmula de medición en cada muestra será la siguiente:

$$\text{Porcentaje de pérdida} = \frac{\text{No. total de paquetes perdidos en el intervalo de } 5'}{\text{No. total de paquetes enviados en el intervalo de } 5'} \times 100\% \quad (7.1)$$

La cantidad total de muestras tomadas será por lo tanto, el producto del número de intervalos de 5 minutos en el lapso de un mes. El porcentaje de pérdidas será el promedio de tasa de pérdidas de las 8640 muestras tomadas en 30 días.

El **tasa máxima de paquetes perdidos** fijada es de **20%**, para todos los enlaces: de usuario, nacional e internacional¹⁵.

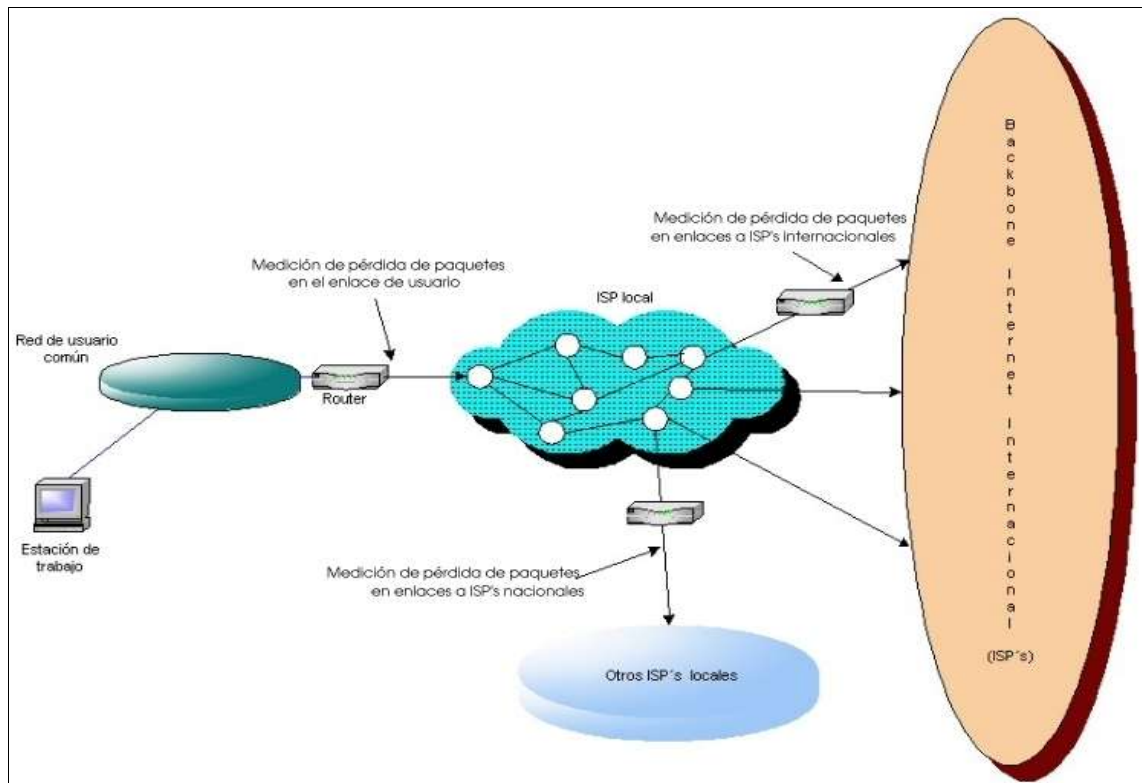


Figura 7.3 Red de configuración para medición de la pérdida de paquetes

7.4 Medición de la disponibilidad de la red

La disponibilidad de la red, definida en la primera parte de este informe, como la condición en la cual se pueden recibir y enviar datagramas desde y hacia la Internet, medida en los enlaces de acceso, es un indicador que resume en sí mismo todos los otros indicadores¹⁹.

¹⁹Ver Primera Parte del Informe, Capítulo VI, párrafo VI.1. Se toma como referencia al IDA, organo regulador de Singapur, país pionero en este tema, el cual lo define en ese sentido considerandolo además como parámetro primario. El IETF define indicadores similares bajo el nombre de *instantaneous connectivity*. La empresa MATRIX usa el término *reachability*. Referencias [1], [2] y [3].

Las condiciones de medición para considerar que la red está o no disponible, no son uniformes entre aquellos países en los que se ejerce alguna regulación al respecto y del mismo modo dentro de la industria de la gestión y monitoreo de redes.

Del estudio de esos casos encontrados, se determina que estas condiciones son seleccionadas en función a la facilidad con la que se pueden realizar las mediciones y la precisión deseada de las mismas. En resumen se adopta uno de los siguientes criterios:

- a) Una red está disponible si su enlace de interconexión está en el status operativo.²⁰.
- b) Una red está disponible si los valores de latencia y tasa de pérdida de paquetes están dentro de rangos previamente establecidos²¹.

A diferencia del sistema telefónico, que opera bajo la modalidad de conmutación de circuitos, el funcionamiento de la Internet, basado en la conmutación de datagramas, no se puede decir en que instante preciso la red no está disponible, ya que puede ocurrir que sólo experimente una congestión severa y el retardo sea significativo para el usuario, por esa razón se recomienda adoptar el segundo criterio, donde si bien se transmiten y reciben datagramas IP, las pérdidas y retardos son excesivos para desde un punto de vista práctico.

²⁰En el caso del IDA, de la definición indicada se puede entender que se usan variables MIB evaluadas mediante el protocolo de gestión SNMP, las cuales son reportadas por los equipos de interconexión (switches, routers, multiplexores, etc); específicamente la variable *interfaces.ifTable.ifEntry.ifOperStatus.x*. La SUBTEL de Chile no emplea este indicador. Referencias [1] y [4].

²¹La SUBTEL de Chile no fija un valor máximo de latencia pero considera pérdidas si el retorno de un mensaje de prueba es superior a los 2000 mseg. [5].

Los valores de latencia y pérdida de paquetes fueron establecidos en los párrafos 7.2 y 7.3.

En la primera parte del informe se definen **3 mediciones distintas** de disponibilidad a ser consideradas:

- Disponibilidad en el enlace de usuario
- Disponibilidad en el enlace nacional del ISP
- Disponibilidad en el enlace internacional del ISP.

Existen entonces, tres puntos de medición, señalados como ①, ④ y ⑥, respectivamente en la figura 7.2.

La disponibilidad en cada caso se tomará como un **promedio mensual**, de las mediciones efectuadas en intervalos de **5'** (valor estándar usualmente aceptado)²², que cumplan con las condiciones de pérdida de paquetes y latencia establecidas. La fórmula que describe esta disponibilidad es la siguiente²³:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{No. de muestras válidas}}{\text{No. total de muestras tomadas}} \times 100 \% \quad (7.2)$$

El **valor objetivo** de disponibilidad propuesto es **mayor o igual a 99%**. Estas mediciones se realizan en los mismos equipos que tienen los enlaces indicados en la figura 7.1, vía mensajes SNMP (para determinar la operatividad del enlace) y paquetes ICMP de tipo ECHO REPLY/REQUEST (PING) **independientemente de la**

²²El intervalo de muestreo de 5 minutos es el permitido por los software de monitoreo que se explican más adelante y que originan una carga mínima no significativa a la red del proveedor. La base mensual es referencial pero bastante común en todas las regulaciones revisadas.

²³En la regulación de Singapur se emplea la siguiente fórmula equivalente:

$$\text{Network availability} = \frac{(\text{Total operational minutes} - \text{Total minutes of service downtime})}{\text{Total operational minutes}} \times 100\%$$

trayectoria entre la estación de monitoreo y el equipo de interconexión en la red bajo evaluación (para evaluar el retardo).

Como puede notarse, **directamente no se evalúa la condición interna de la red de un ISP**, algo que sería extremadamente difícil de realizar y fiscalizar²⁴, sino más bien se analizan los enlaces de interconexión con las redes de otros proveedores o con los usuarios. La razón de esto, tal como se desprende del estudio hecho en la primera parte de este informe²⁵, es que la provisión de equipos y enlaces en las redes de los proveedores de Internet en el país no son la principal razón de la calidad percibida por los usuarios finales, sino más bien la congestión y saturación de los enlaces, más aún si se tiene en cuenta que los patrones de tráfico analizados muestran que las fuentes de información consultadas generalmente se ubican en el extranjero

7.5 Resumen de indicadores y valores recomendados

A continuación se muestra los indicadores y valores recomendados descritos en los puntos anteriores.

	<i>Disponibilidad</i>	<i>Latencia</i>	<i>Pérdida de paquetes</i>	<i>Tasa de ocupación del enlace</i>
Enlace de usuario	>99%	<50 mseg.	<20%	<75%
Enlace nacional	>99%	<85 mseg	<20%	<75%
Enlace internacional	>99%	<300 mseg.	<20%	<75%

Tabla 7.1 Indicadores y valores propuestos

²⁴Ver la referencia [6] donde se analizan las distintas infraestructuras de medición en la Internet global.

²⁵Ver Capítulo V, párrafos V.1, V.2 y V.3 de la primera parte de este informe.

7.6 Requerimientos generales para la medición de los indicadores

Para la ejecución de las pruebas se siguen en general los mismos procedimientos. Estos consisten en el empleo de un equipo de medida o software que "pregunte" al router específico algunos indicadores básicos de interés usando el protocolo de gestión SNMP. Las figuras 7.1, 7.2 y 7.3 muestran los puntos donde medir estos indicadores.

Dentro del funcionamiento del protocolo SNMP, según lo especificado en el estándar RFC 1213, los indicadores básicos que son de interés para el trabajo de evaluación de la calidad del servicio son los mostrados en la tabla 7.1²⁶, aunque debe notarse que es posible emplear otros indicadores a fin de reducir el error del proceso de medición. Por ejemplo, utilizar los valores de MTU o los pertenecientes a otro "grupo SNMP" por ejemplo el denominado "grupo IP" aunque los indicadores mostrados en ese caso serían de carácter global y no individualizados a nivel de cada una de las interfaces existentes en el router.

²⁶El estándar SNMP y MIB establecido por la IETF se encuentra actualmente en todos los routers de la Internet.

System.sysUpTime.0

Indica el tiempo en centésimas de segundo el tiempo en que se activo la porción del sistema responsable de la gestión de red.

Interfaces.ifTable.ifEntry.ifOperStatus.ifIndex

Indica el estado actual operativo de la interfaz en estudio. Toma los valores *up*=interfaz activa y *down*=interfaz no activa.

Interfaces.ifTable.ifEntry.ifLastChange.ifIndex

El valor del parámetro sysUpTime en el momento que la interfaz entro en su actual estado operacional

Interfaces.ifTable.ifEntry.ifInOctets.ifIndex

El número total de octetos recibido en la interfaz, incluyendo los caracteres de cabecera.

Interfaces.ifTable.ifEntry.ifInUcastPkts.ifIndex

El número de paquetes unicast entrantes a la interfaz.

Interfaces.ifTable.ifEntry.ifInNUcastPkts.ifIndex

El número de paquetes nunicast entrantes a la interfaz (paquetes multicast o broadcast).

Interfaces.ifTable.ifEntry.ifInDiscards.ifIndex

Número de paquetes entrantes descartados por el router

Interfaces.ifTable.ifEntry.ifInErrors.ifIndex

Número de paquetes entrantes que contenían errores y fueron descartados

Interfaces.ifTable.ifEntry.ifInUnknownProtos.ifIndex

Número de paquetes recibidos en la interfaz y descartados de re-envío.

Interfaces.ifTable.ifEntry.ifOutOctets.ifIndex

El número total de octetos de salida en la interfaz, incluyendo los caracteres de cabecera.

Interfaces.ifTable.ifEntry.ifOutUcastPkts.ifIndex

El número de paquetes unicast salientes de la interfaz.

Interfaces.ifTable.ifEntry.ifOutNUcastPkts.ifIndex

El número de paquetes nunicast salientes a la interfaz (paquetes multicast o broadcast).

Interfaces.ifTable.ifEntry.ifOutDiscards.ifIndex

Número de paquetes salientes descartados por el router

Interfaces.ifTable.ifEntry.ifOutErrors.ifIndex

Número de paquetes salientes que contenían errores y fueron descartados

Interfaces.ifTable.ifEntry.ifOutUnknownProtos.ifIndex

Número de paquetes transmitidos por la interfaz y descartados de re-envío.

Tabla 7.2 Variables MIB de SNMP que son empleadas en el cálculo de la calidad de servicio.

7.7 Proceso de medición

La medición en forma genérica se realiza tal como se indica a continuación:

7.7.1 Fase de instalación.

Esta sólo se efectúa una sola vez, durante el proceso de activación del servicio de monitoreo.

Activar en el router bajo estudio el agente SNMP.

- Deberá indicarse la plataforma del router, las características del enlace, la dirección IP, la tasa máxima de transferencia.
- Asignar un nombre de comunidad privada con acceso de solo lectura disponible para los procesos de medida. Por Ejemplo: comunidad UNMSM

Instalar el software de medición en una estación de monitoreo y captura de datos (servidor) localizada en un punto de referencia determinado.

- Deberá registrarse la plataforma que se empleará, la fecha de instalación del software y la dirección IP de la estación de monitoreo.
- Asimismo, el software deberá configurarse con los intervalos de muestreo, las expresiones de cálculo y los formatos de presentación.
- Para leer la información proveniente se tendrá además como indicadores el número IP del router, y de los otros puntos de referencia pertinentes.

7.7.2 Fase de medición

Este proceso se realizará en forma automática de acuerdo a lo siguiente:

- Registro de las direcciones IP consultadas
- Muestreo periódico de los indicadores medidos y almacenamiento
- Condiciones generales de la medición.

El uso de las variables MIB mostradas en la tabla 7.1 y los indicadores propuestos se relacionan de la siguiente manera:

Disponibilidad, en forma simplificada²⁷:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{No. de muestras con interfaces.ifTable.ifEntry.ifOperStatus.ifIndex=ON}}{\text{No. total de muestras realizadas}} \times 100\%$$

(7.3)

En este caso, tal como se indica, las muestras son válidas si su status es ON, lo cual puede corregirse para obtener un valor más preciso en el software que se emplee finalmente.

El porcentaje de pérdidas de paquetes se calcula (enlace de entrada) de la siguiente manera²⁸:

$$\% \text{ pérdida} = \frac{\text{Paquetes perdidos}_k - \text{Paquetes perdidos}_{k-1}}{\text{Paquetes entrantes}_k - \text{Paquetes entrantes}_{k-1}} \times 100\% \quad (7.4)$$

donde:

$\text{paquetes perdidos} = \text{Interfaces.ifTable.ifEntry.ifInDiscards.ifIndex} + \text{Interfaces.ifTable.ifEntry.ifInErrors.ifIndex} + \text{Interfaces.ifTable.ifEntry.ifInUnknownProtos.ifIndex}$

$\text{paquetes entrantes} = \text{Interfaces.ifTable.ifEntry.ifInUcastPkts.ifIndex} + \text{Interfaces.ifTable.ifEntry.ifInNUcastPkts.ifIndex}$
 $k = \text{es el instante de muestreo} + \text{paquetes perdidos}.$

Igual calculo se debe realizar con los paquetes entrantes.

²⁷En este caso se muestra la alternativa a) descrita del párrafo 7.1, solamente por cuestiones de facilidad en la impresión. Una fórmula similar existe para la alternativa b).

²⁸Esta forma de evaluar los paquetes perdidos es una propuesta en los cálculos efectuados en el NAP-PERÚ. La administración de Chile usa el criterio de que un paquete se considera perdido si el retardo de los mensajes de prueba es superior a los 2000 mseg.

Para el cálculo de la latencia no se emplean las variables MIB de SNMP.

8 Herramientas de hardware y software para verificación de niveles de calidad de servicio

8.1 Equipamiento de Hardware

Considerando la naturaleza de este tipo de proceso de verificación se requiere ser muy cuidadoso en las especificaciones del equipo a ser empleado, de manera que se obtenga la mayor confiabilidad en las mediciones. Las especificaciones serán expuestas en la **Parte 3** del presente informe donde se detalla la "Red piloto de pruebas".

En lo referente a los equipos de hardware que podrán emplearse se tiene lo siguiente:

Analizadores de datos

El uso de este tipo de equipamiento es particularmente útil en las pruebas de carácter físico en las conexiones de usuario y tienen por objetivo verificar en una primera instancia los valores reportados por las herramientas de software, que en general son más versátiles.

Servidores de comunicaciones

Tal como se verá en el punto 8.2, se requiere de herramientas de software, las cuales deberán ser instaladas en servidores de comunicaciones que deben cumplir un conjunto mínimo de condiciones uniforme. Entre estas tenemos las siguientes:

Características estables en la interfaz de red. Esto significa que se procesen con igual prioridad todos los paquetes empleados para medir los indicadores.

Memoria. Las condiciones de capacidad de memoria deben ser las mismas siempre.

Número de procesos ejecutados. Se recomienda que estos servidores de comunicaciones no ejecuten otros procesos adicionales a los de medición mismos.

Capacidad de almacenamiento en disco. Contar con las previsiones de guardar en forma apropiada las muestras y reportes generados.

Routers de prueba

De las figuras anteriores se ha podido notar que es indispensable contar con equipos de comunicaciones en los distintos puntos de referencia. Estos routers deben ser en principio administrables y con agentes SNMP

8.2 Herramientas de software

En el presente trabajo se ha determinado que prácticamente todas las herramientas para analizar la calidad de servicio en el acceso a Internet son programas de software. Estas son:

Agente de gestión (SNMP) en los nodos de acceso a la red del proveedor

Dependiente del sistema operativo de los routers

Soporte al protocolo ICMP para la realización de pruebas de latencia

Aplicativo basado en el uso del utilitario PING. Este tipo de solución para calcular la latencia es empleado muy frecuentemente por portadores internacional tales como UUNET, el cual genera reportes públicos que ayudan a verificar el cumplimiento de los SLA's suscritos con sus clientes.

Software de medición de tráfico y gestión de red

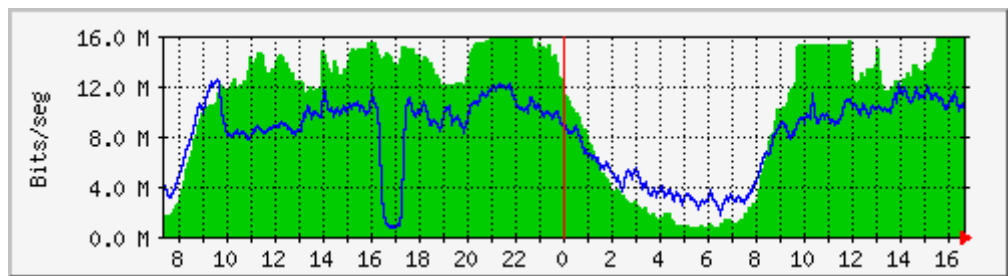
MRTG

Es un software que sirve para monitorizar la carga de trafico sobre las redes y sus enlaces, este software genera documentos HTML conteniendo imágenes gif creadas por los agentes y scripts de los dispositivos gestionados, en estas imágenes se aprecian una representación visual de este trafico en intervalos regulares de tiempo.

Características:

- Es de libre distribución bajo los terminos de la licencia GNU.
- Trabaja sobre plataformas UNIX y Windows NT
- Esta escrito en Perl y esta disponible su codigo fuente
- No necesita instalar un paquete SNMP externo
- Puede leer SNMPv2c
- Realiza una confiable identificacion de interfaces Seriales y Ethernet.

- Viene con herramientas que simplifican su configuración
- Las interfaces de las paginas web son altamente configurables



8.1 Gráfica de Trafico del MRTG

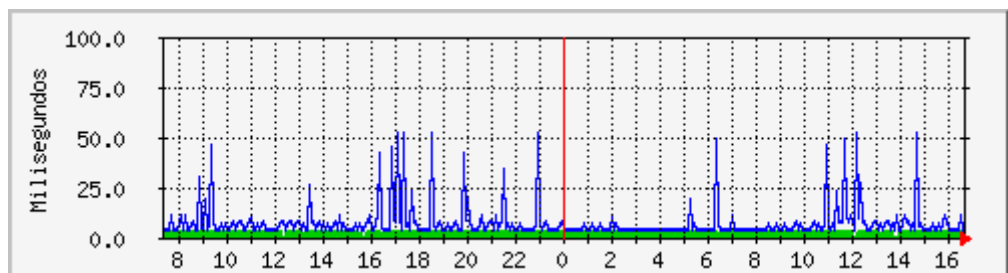


Figura 8.2 Grafica de Latencia del MRTG

RRD

Después de usar MRTG algunas veces encontraremos algunas limitaciones.

Así que es factible usar RRD en conjunto con MRTG.

Podemos pensar en el RRD como en una herramienta para la re-implementación de gráficos y logs del MRTG.

RRD es el acrónimo de Round Robin Database. RDD es un sistema que almacena y visualiza series de datos en el tiempo tales como (anchos de banda, temperaturas del cuarto de maquinas, carga promedio de los servidores, etc.).

El RRDtool no reemplaza completamente al MRTG, ya que no tiene implementado la característica de adquisición de datos del MRTG, pero es un excelente base para la implementación de herramientas que trabajen con el MRTG. Eventualmente el MRTG-3 será construido sobre RRDtool.

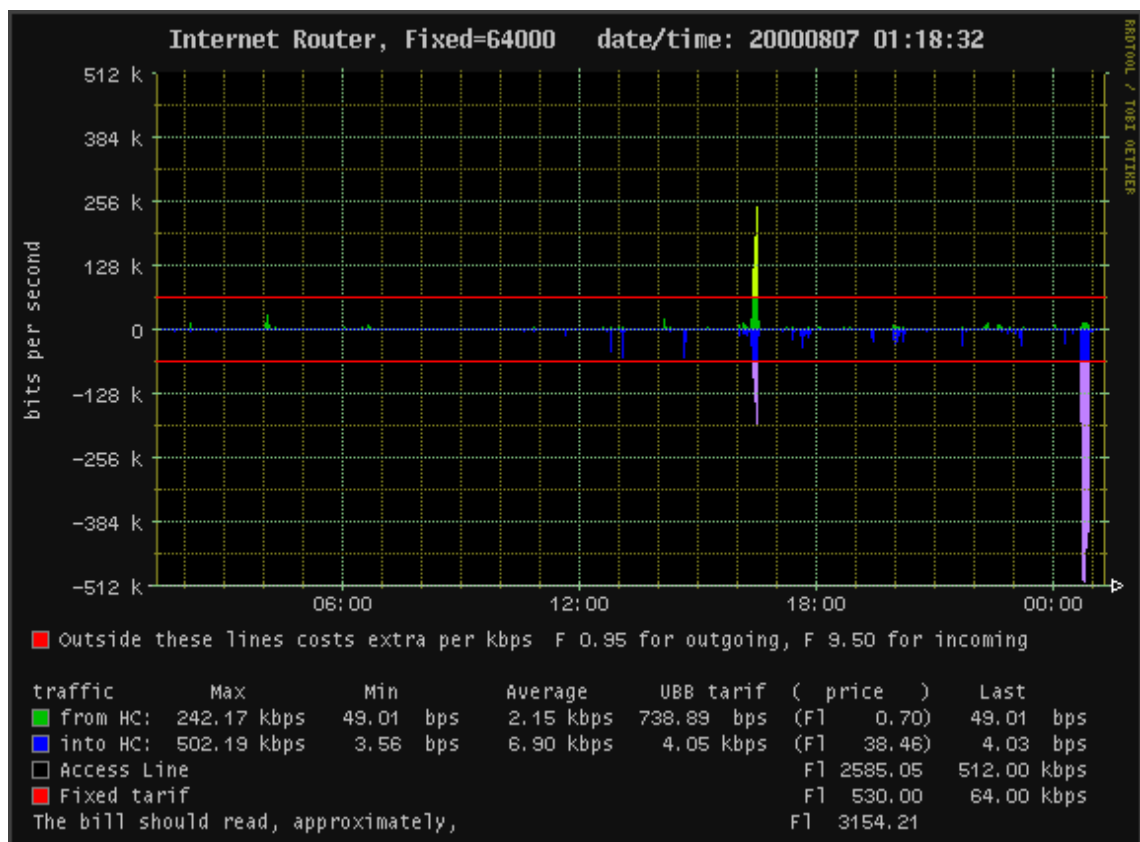


Figura 8.3 Gráfica ejemplo de control de cobro por uso de enlace Internet utilizando RRD

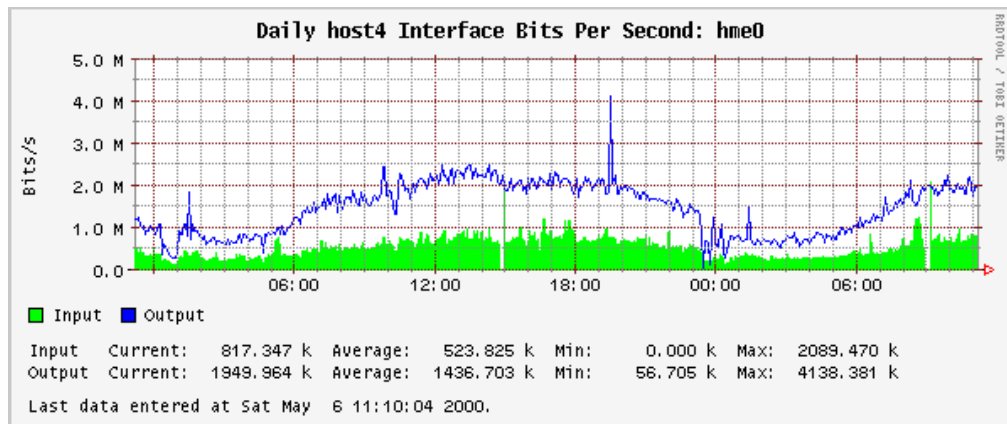


Figura 8.4 Ejemplo de uso de RRD para medición del ancho de banda

Herramientas comerciales para gestión de SLA's

OpenMaster SLA de Evidian

Brinda medidas precisas de SLA, capturando, consolidando y planeando los niveles de servicio dados por los diferentes componentes que brindan información del sistema.

Estos acopios de información de los sistemas operativos, aplicaciones de bases de datos, componentes de red, y cualquier recurso IT capaz de generar una alarma, evento o archivo de log y consolidando todo esto en una base de datos relacional, para luego generar reportes vía varias opciones de reportes, tales como:

Métricas personalizadas de niveles de servicio, reportando sobre objetos específicos en formatos específicos, usando OpenMaster SLA toolkits.

Herramientas inteligentes de correlación y reporte, usando la tecnología de data mining

(Ready-to-run) Reportes Listos para ejecutar sobre sistemas, redes, alarmas y disponibilidad de recursos usando paquetes expertos de OpenMaster SLA

Características:

Tiene una flexible interfaz de usuario que se adapta fácilmente a las necesidades de los administradores de sistemas, administradores de sistemas de información y personal de Help Desk.

Usa la misma arquitectura escalable y herramientas inteligentes de recolección de datos como OpenMaster SLM: este puede ser una controlador de cientos de componentes de administración.

Soporte técnico por parte de la compañía comercializadora de este producto.

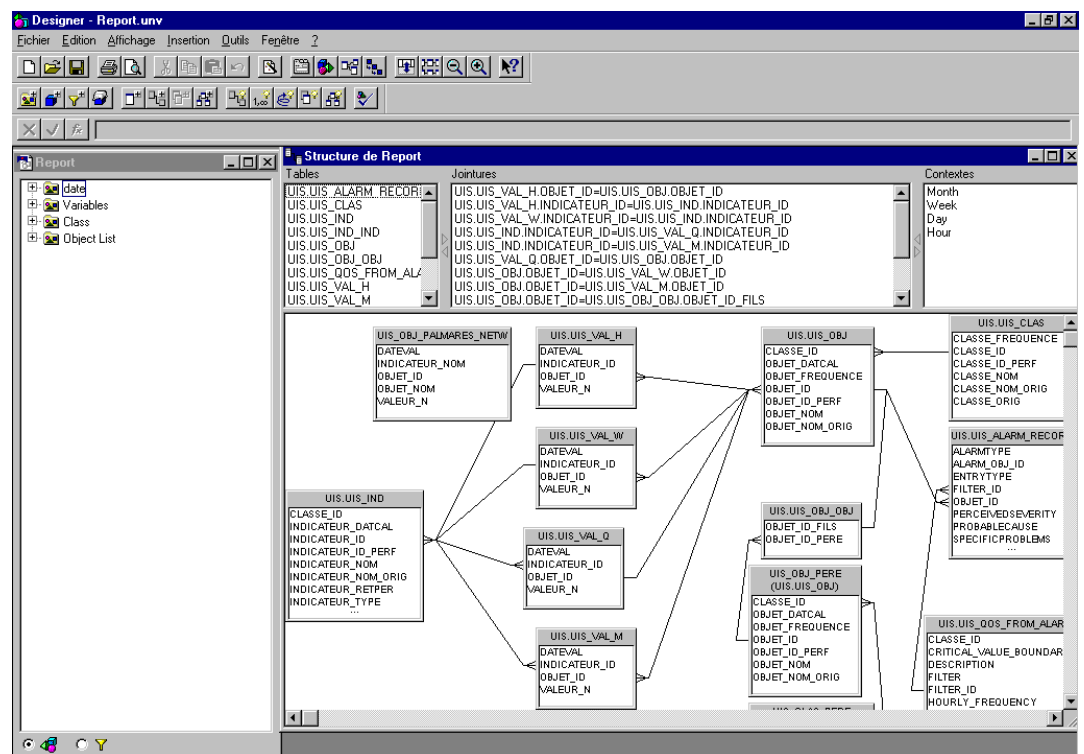


Figura 8.5 Reporte Generado por Open Master

SiteScope de Freshwater Software

SiteScope es un producto para monitorizar y medir numerosos aspectos de los sistemas de la internet. SiteScope usa monitores que, chequea servicios a nivel de usuario tales como: recuperación de URL, FTP, Mail y New, además items tales como: uso de CPU, espacio de disco, procesos disponibles y uso de recursos, y finalmente indicadores de bajo nivel tales como: conectividad de la red y disponibilidad de DNS.

Cada tipo de monitor puede hacer un numero de lecturas, y si estas indican un situación problemática, SiteScope tiene la capacidad de alertar via e-mail ó Traps SNMP. Estas alertas también pueden activar scripts en donde el usuario podrá definir las acciones que se adoptaran en respuesta al problema.

Características:

Su interfaz de usuario es un browser, lo cual permite accesar remotamente y sobre una amplia variedad de plataformas.

Su configuracion es hecha via formularios.

Las lecturas de los monitores son almacenadas en archivos de log que proveen un record historico.

Visualiza gráficamente los datos a intervalos regulares de tiempo.

Completa suite de monitores que vigilan los componentes críticos de un ambiente web.

Dispone de APIs para la creación de monitores personalizados

Múltiples métodos de notificación incluyendo e-mail, ...

Integración con soluciones de administración empresarial

Monitorización personalizada de grandes y pequeños grupos de servidores

Monitores mas importantes

URL Monitor

Verifica la disponibilidad y tiempos de acceso a específicos URLs

Mail Monitor

Verifica que el servidor de correo este aceptando peticiones y que los mensajes puedan ser enviados y recibidos

Network Monitors

Monitoriza la conectividad de su red con la Internet

DNS Monitor

Verifica que el servidor DNS este aceptando peticiones y también verifica que las direcciones para un específico dominio esten fundadas.

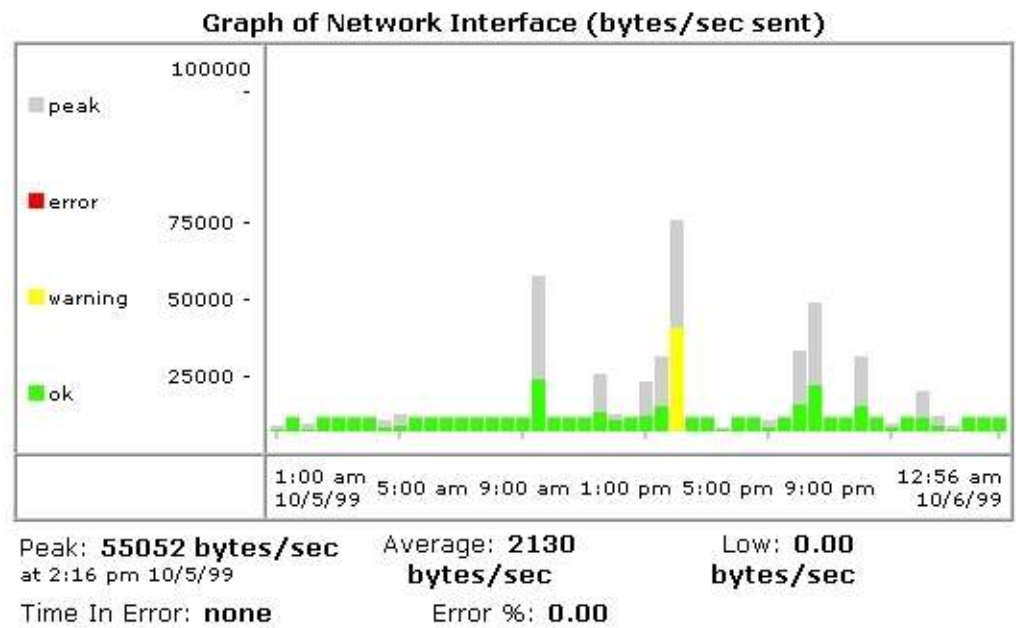


Figura 8.6 Ejemplo de medición usando SiteScope

Management Report for Multiple Monitors

(information from 4:06 pm 9/28/98 to 4:06 pm 9/29/98)

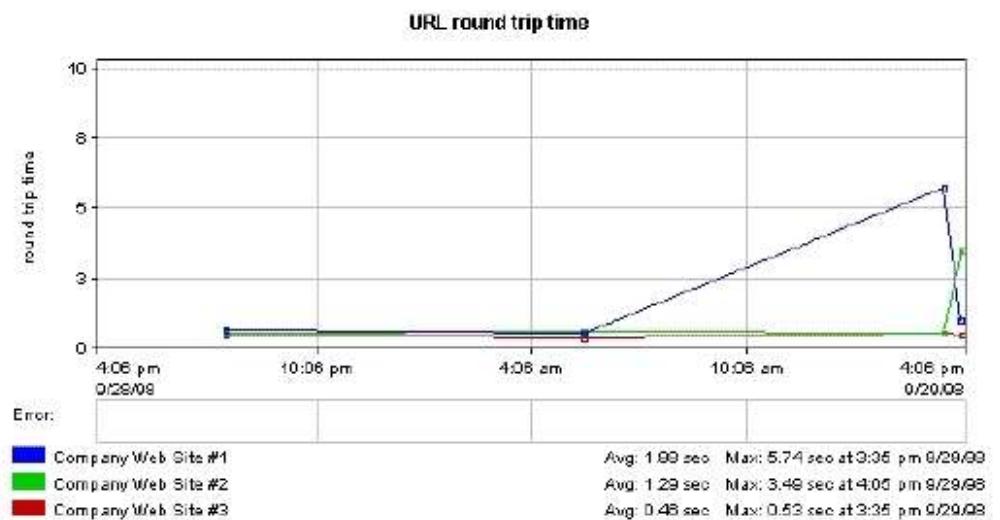


Figura 8.7 Reporte de gestión para múltiples monitores de SiteScope

VitalSuite de Lucent Technologies

Es una suite de soluciones que permiten monitorizar infraestructuras IT (Tecnologías de la Información) como un simple sistema integrado. VitalSuite combina redes, aplicaciones, y rendimiento de sistemas en un simple y personalizable portal de información. El resultado da una completa visibilidad y control sobre una empresa o entidad . Midiendo todos los aspectos de redes y ejecución de aplicaciones que se relacionan con sus operaciones de negocios, permite mejorar la calidad de los servicios que entrega a sus usuarios. Con VitalSuite se puede:

Mostrar tanto los puntos fuerte y las fallas relacionadas con la determinados criterios

Comunicar eventos que son importantes rápida y profesionalmente

Medir y hacer cumplir las SLAs

Ayudar a la planificación y elaboración de presupuestos ante futuros requerimientos priorizando recursos

Encontrar y resolver problemas rápidamente.

Características

Perpectiva del usuario final

El VitalSuite le permite observar una infraestructura IT y entender como las aplicaciones son ejecutadas desde la perpectiva del usuario final, entregando un adecuado nivel de visibilidad.

Arquitectura

VitalSuite se basa sobre una arquitectura que soporta una amplia variedad de usuarios y aplicaciones.

8.3 Comentarios sobre las herramientas de medición

Si bien en los puntos anteriores se han mencionado varias posibles herramientas que nos permitirían realizar tareas de supervisión o regulación en los servicios de acceso a Internet, se requieren aplicar modificaciones en aquellas herramientas que son basadas en software. Estas modificaciones consisten entre otras en:

Establecimiento de los valores umbrales de los indicadores

Modificación de los intervalos de muestreo

Generación de gráficas y reportes para los indicadores deseados

Adaptación de las interfases de usuario

Asignación de direcciones IP específicas

Activación o instalación del protocolo SNMP si fuese necesario.

De todos ellos, el software que mejor se adecuan a estas necesidades es el denominado MRTG, por ser una plataforma libre y abierta, que una vez modificada permitirá incluir el soporte a todas las mediciones propuestas, incluida la latencia.

Es igualmente importante hacer notar que se han mencionado e incluido resultados disponibles públicamente en distintos sites de la Internet de los cuales se ha probado exhaustivamente el MRTG.

8.4 Especificaciones mínimas del software de monitoreo

Si bien la mayoría de casos revisados tienen similares características se debe indicar que al menos deberán poseer las siguientes características:

Generación de páginas web. Para la visualización fácil y universal de los indicadores medidos.

Soporte de generación de mensajes SNMP. Para poder interrogar las variables MIB de los elementos de red.

Identificación de interfaces confiable. Con el objetivo de disponer de la seguridad de

Generación de alertas visuales cuando se excedan los valores umbrales establecidos y así facilitar la detección de problemas.

Capacidad de almacenar las estadísticas consolidadas mensualmente.

8.5 Comentarios sobre los benchmarking indicados.

De la información analizada, no existen valores estándares a nivel internacional de los indicadores o indicadores de calidad y los propuestos son consideraciones adoptadas en base a los casos vistos y asumiendo criterios propios basados en la experiencia profesional.

En el caso de la latencia, el método de medición permite considerar en forma aproximada, las fluctuaciones de la latencia (jitter), tomando como ejemplo scripts desarrollados para el

software MRTG, práctica usualmente adoptada en distintos proveedores de servicio.

A continuación se muestra un *benchmarking* de indicadores encontrados en el presente trabajo:

<i>País/Organismo</i>	<i>Chile</i>	<i>Singapur</i>	<i>España</i>	<i>Matrix</i> (mide ISPs a nivel mundial)	<i>PERU</i> (indicadores y valores propuestos)
Disponibilidad		>99%	Reportar	----	>99% en todos los casos
Accesibilidad		>95%	Reportar	96.9	----
Latencia	Reportar	<85 mseg en enlaces locales >300 mseg en enlaces internacionales	---	100 msg	local<50msg nacional<85msg internacional<300msg
Uso del ancho de banda o Tasa de ocupación	Reportar	< 75% en hora pico	----		<75% en hora pico
Tasa de pérdida de paquetes	Reportar	-----	----	4.60%	<20% en todos los casos

Tabla 8.1 Comparación de indicadores de calidad de servicio.

Del mismo modo es importante incluir las estadísticas globales de la Internet más recientes. La siguiente figura es extraída del reporte diario de la empresa Matrix.

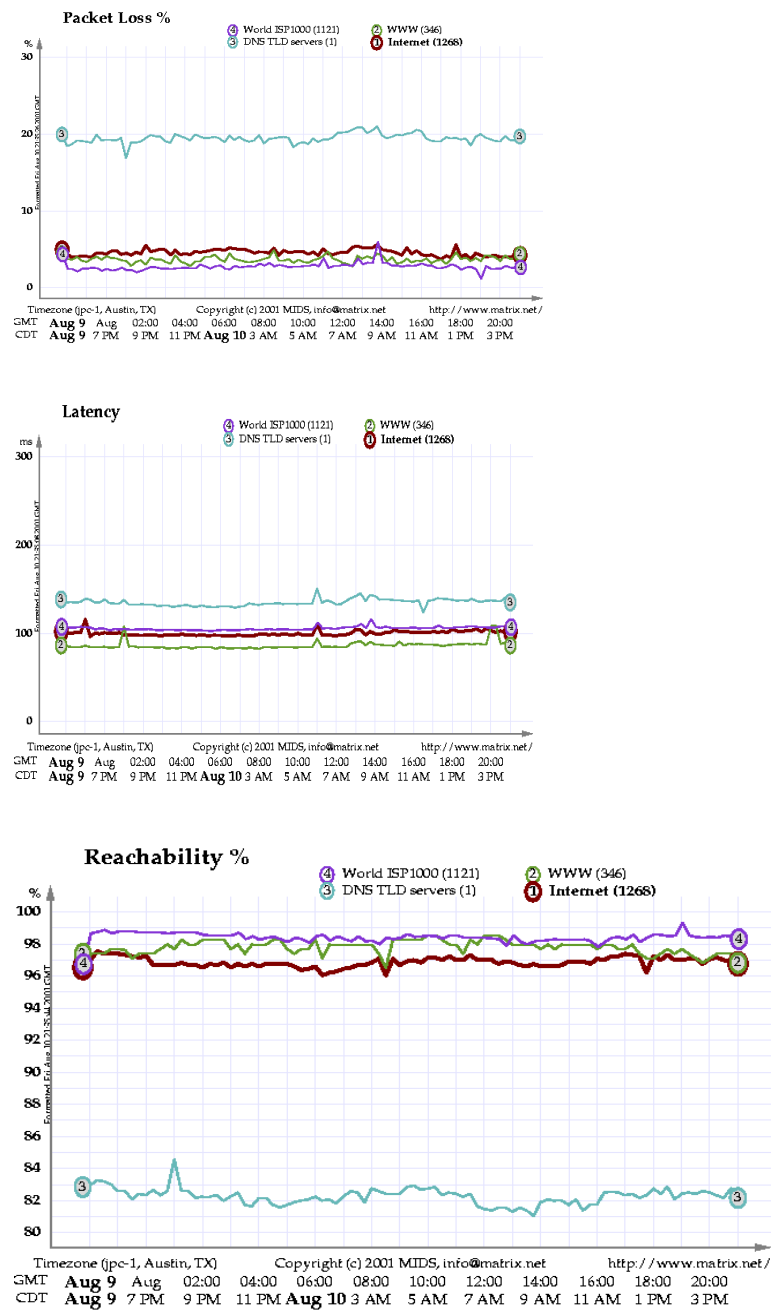


Figura 8.8 indicadores de calidad de acceso a la Internet a nivel mundial.¹²

9 Definición de requerimientos mínimos para la implantación de mecanismos de verificación

A continuación se enumeran los requerimientos mínimos para ejecutar pruebas de calidad en el servicio de acceso a Internet:

Acceso a los equipos del usuario. Es indispensable disponer de acceso físico a los equipos del usuario siendo el primer punto de referencia en las pruebas.

Acceso a los equipos del ISP en puntos de referencia predeterminados. Depende de las coordinaciones que realicen el organo supervisor y las ISP' s, de no ser así, los resultados no serán tan útiles

Instalación de agentes SNMP en los diversos componentes de nuestra red de referencia. Actualmente todas las ISP' S entrevistadas utilizan esta tecnología, y bastaría activar la "comunidad" de gestión.

Instalación del software de prueba, en servidores de comunicaciones dedicados. Instalados en los puntos de referencia y configurados con los programas respectivos. Las condiciones operacionales de estos deben ser estables tanto en hardware como en software.

Modificación del software de medición acorde con los criterios previamente descritos. Todos los productos revisados ayudan al control de la calidad de acceso a Internet, pero en formas y métodos distintos a los propuestos. Pero el de mayor uso es el MRTG, sobre el cual deberán realizarse las modificaciones y adecuaciones que correspondan.

TERCERA PARTE:

Implementación de una red piloto de medición

10. Configuración de la red piloto

Para validar la factibilidad de realizar las mediciones de calidad del servicio de acceso y las condiciones de su ejecución, se ha implementado una red piloto que nos permite evaluar, en este caso, los indicadores relativos al enlace de usuario. La creación de otras redes para medir los enlaces de interconexión nacional e internacional, son una extensión directa de la que aquí se describe.

La red tiene las características que se detallan a continuación.

10.1 Elementos de la red

Hardware

Estación de trabajo

CPU	:	Pentium III -600 Mhz
Mainboard	:	AVI
Memoria	:	256 Mbytes
Disco duro	:	Quantum IDE, 12 GB
Tarjeta de red	:	3COM Fast Ethernet 3c590

Dispositivos de red:

Red Lan de usuario	:	Ethernet de 10/100 Mbit/s
Router de acceso	:	CISCO 2500

Software

Sistema operativo	:	Linux Red Hat 7.2, kernel 2.4.7-10
-------------------	---	------------------------------------

Agente SNMP : UCD-SNMP versión 4.2.1

Aplicación de gestión : MRTG versión 2.9.6

Lenguaje de programación : Perl 5.6.0-17

Servidor WEB : Apache 1.3.20-16

Cliente WEB : Netscape 4.78 para Linux

10.2 Configuración detallada

El esquema de interconexión es el descrito anteriormente en el enlace de usuario final. La figura 10.1 muestra las direcciones IP y la ubicación de los dispositivos de esta red piloto.

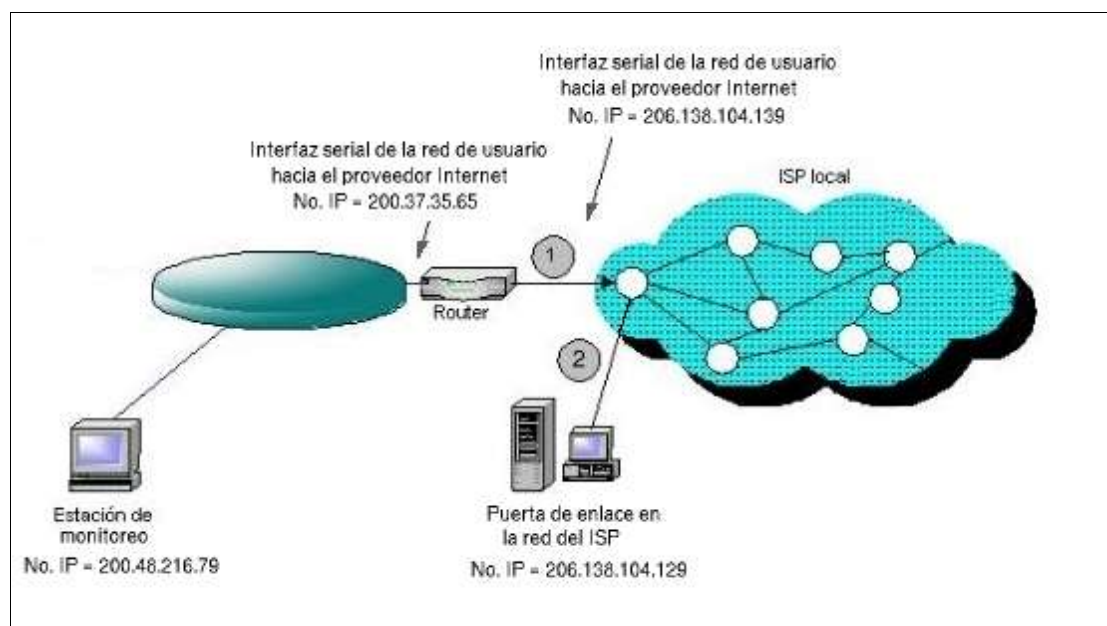


Figura 10.1 Esquema de la red piloto para medición de la calidad de servicio

10.2.1 Activación del agente de gestión en el router de acceso

El siguiente script corresponde a las instrucciones ingresadas al router mediante la línea de comandos, esto es, a través del conector de servicio y usando un terminal ASCII convencional (p.e. una computadora personal).

```

!
! Platform CISCO 2500 Router
version 11.0
service udp-small-servers
service tcp-small-servers
!
hostname piloto
!
enable secret 5 $1$v5MX$vKBc3cF9m2a6es6nXnP0A1
enable password XXXX
!
ip subnet-zero
!
interface Ethernet0
 ip address 200.37.35.65 255.255.255.248
 no ip directed-broadcast
!
interface Serial0
 no ip address
 shutdown
!
interface Serial1
 ip address 206.138.104.139 255.255.255.192
 encapsulation frame-relay IETF
 no fair-queue
 frame-relay lmi-type q933a
 frame-relay map ip 206.138.104.129 16 broadcast
!
ip domain-name unired.net.pe
ip name-server 206.138.105.37
ip name-server 206.138.105.38
ip name-server 206.138.105.50
ip name-server 206.138.105.51
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 206.138.104.129
ip route 200.37.35.64 255.255.255.224 200.37.35.66
ip route 200.48.216.64 255.255.255.192 200.37.35.66
access-list 1 permit 206.138.105.68
snmp-server community public RO
snmp-server community private RW 1
snmp-server packetsize 1024
snmp-server trap-authentication
snmp-server enable traps frame-relay
snmp-server host 206.138.105.68 private snmp
banner motd ^C
PILOTO
^C
!
line con 0
line aux 0
 transport input all
line vty 0 4
 password cisco
 login
!
end

```

Figura 10.2 Listado de la configuración del router

Se puede notar en el listado anterior la siguiente información:

Plataforma del router, las características del enlace y la dirección IP.

La asignación de un nombre de comunidad privada con acceso de solo lectura disponible para los procesos de medida. En nuestro caso, la comunidad *public*. Este nombre por razones de seguridad debe ser cambiado a otro, por ejemplo *unmsm*

10.2.2 Instalación del software de gestión.

La instalación del software de gestión se realiza en forma bastante simple y sólo una vez. Los pasos a seguir son los siguientes:

LINUX, PERL, APACHE y NETSCAPE

La totalidad de distribuciones Linux existentes en el mercado se instalan actualmente de una forma muy simple, la cual consiste en insertar el CD-ROM de instalación respectivo, seleccionar las opciones que sean pertinentes e ingresar algunos indicadores básicos.

Para el caso nuestro, la distribución Red Hat 7.2 viene además con los programas PERL, APACHE y NETSCAPE, así que no hay necesidad de procedimientos especiales de instalación, salvo el recordar que las páginas WEB administradas por el servidor APACHE se alojan en el siguiente directorio: **`/var/www/html/`**

UCD-SNMP

Este programa es de libre disponibilidad y permite entre otras cosas, crear mensajes SNMP y a través de ellos obtener la información necesaria del router de acceso.

Existen diversas formas de instalar este producto. Se muestra en este caso, el uso de un manejador de paquetes propio de Linux, denominado GNORPM. Se necesita seleccionar el programa a instalar, elegir luego la opción "instalar" y con ello se podrá hacer uso en forma inmediata del mismo.

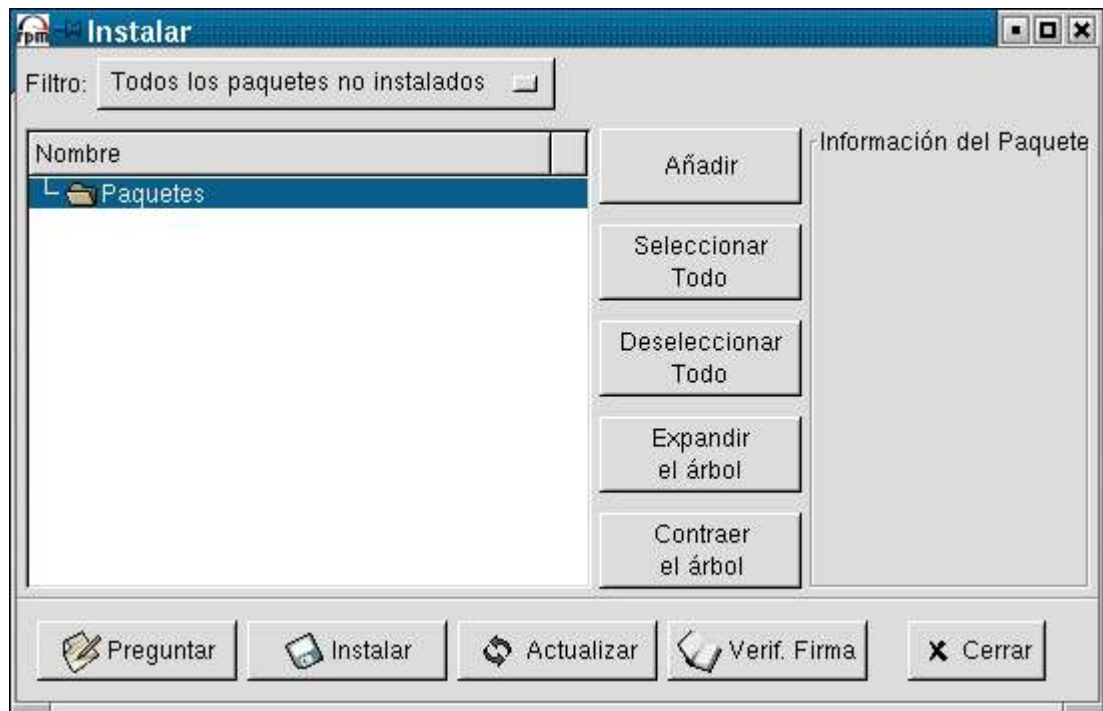


Figura 10.3 Instalación de programas en Linux usando GNORPM

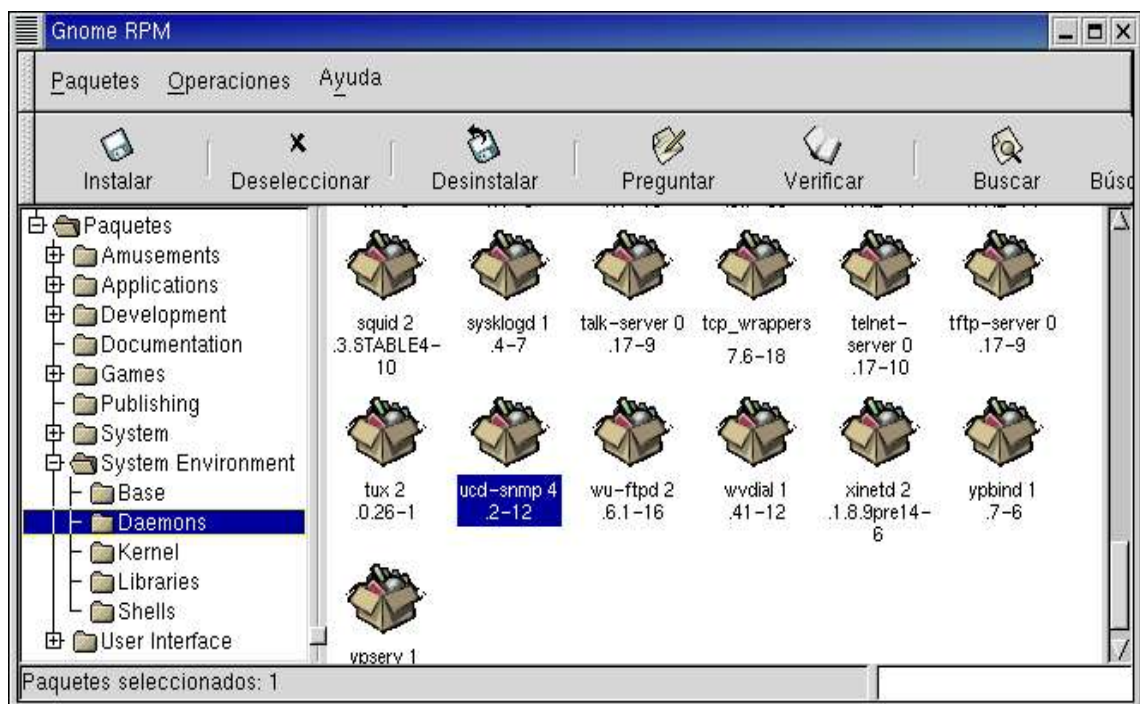


Figura 10.4 Instalación del programa ucd-snmp

MRTG

La instalación del MRTG es similar al del programa anterior puesto que también está distribuido en formato RPM y por lo tanto se siguen los mismos pasos

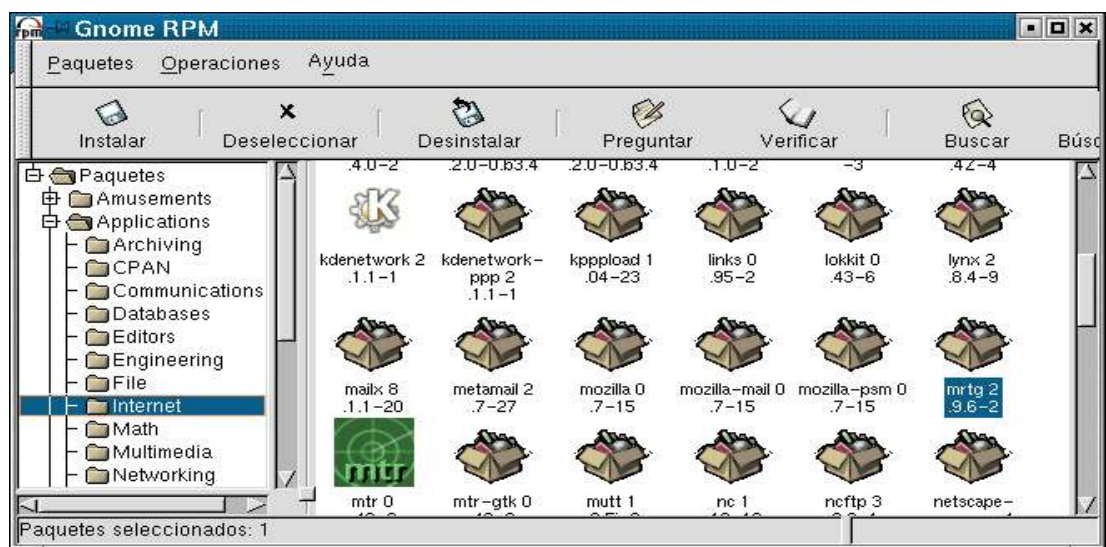


Figura 10.5 Instalación del programa mrtg

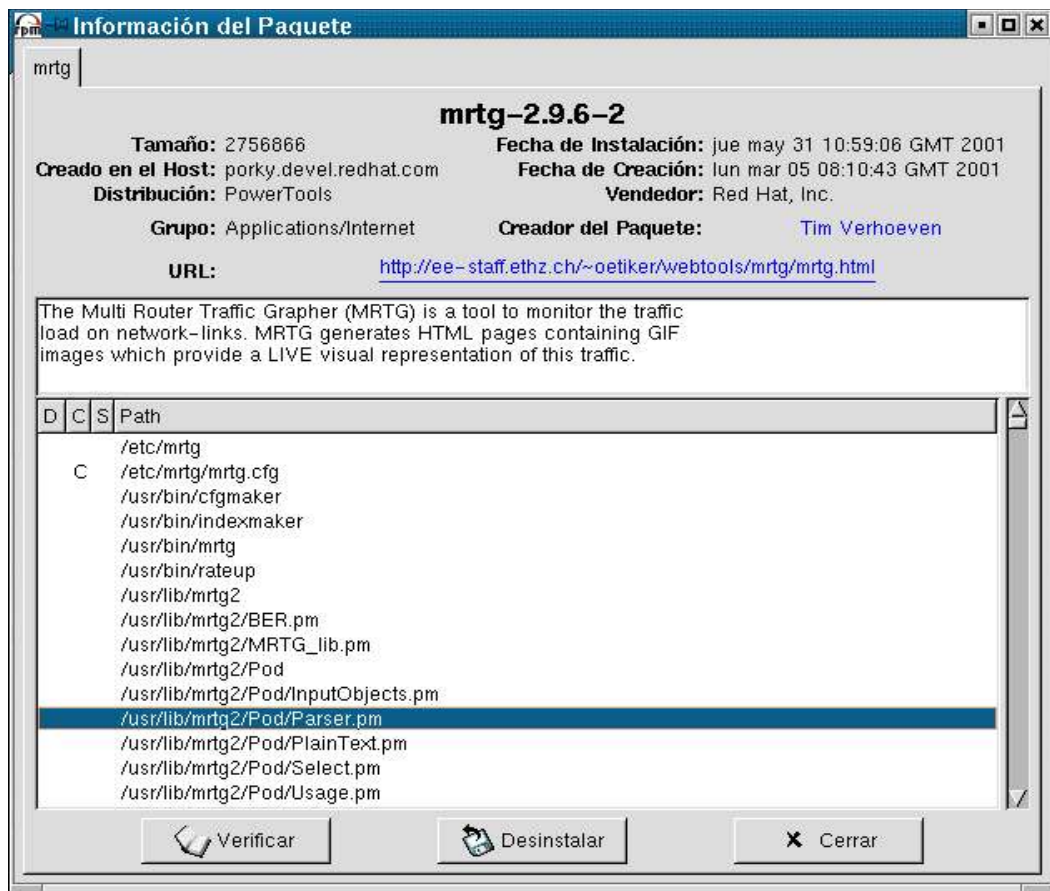


Figura 10.6 información referente al programa MRTG obtenida luego de ser instalado

10.2.3 Programas y scripts de medición.

Los programas y archivos empleados deben colocarse en cualquier directorio debajo del utilizado por el servidor WEB. Se ha elegido el directorio **/var/www/html/mrtg**. Estos programas y archivos son los siguientes:

- Archivo de configuración

mrtg.cfg: Archivo principal de configuración.

- Scripts en Perl:

tasa.pl: Calculo de la tasa de ocupacion del enlace

mrtgping.pl: Cálculo de la latencia

pkloss.pl: Cálculo de la pérdida de paquetes

dispo.pl: Cálculo de la disponibilidad

- Archivos temporales de operación

actual.txt: valor de la tasa de ocupación del enlace

previo.txt: valor previo de la tasa de ocupación del enlace

byteactual.txt: Número de bytes transmitidos

byteprevio.txt: Número de bytes previos transmitidos

contador.txt: contador de muestras válidas de disponibilidad

displat.txt: Valor actual de la latencia

dispo.txt: Valor actual de la disponibilidad

disp_hora.txt: Valor promedio horario de la disponibilidad

- Archivos de log (almacenamiento de muestras)

mrtgtasa.log: muestras de medición de tasa de ocupación

mrtgping.log: muestras de medición de latencia

pkloss.log: muestras de medición de pérdida de paquetes

A continuación se explican los programas y scripts que permiten ejecutar en forma efectiva las mediciones de los indicadores de acuerdo a lo establecido en la segunda parte del informe.

a. Configuración del intervalo de muestreo

Un aspecto común a todas las mediciones es que los intervalos son de cinco minutos entre cada muestra consecutiva tomada. Este valor debe ser establecido en el servidor antes de ejecutarse cualquier proceso.

Para ello se emplean una de las dos formas siguientes:

- Usando el programador de tareas *crontab* de linux

Cuando se ingresa al sistema como usuario "root", deberá escribirse el siguiente comando:

```
crontab -e
```

Luego, se indicará cada cuantos minutos se ejecuta un programa o tarea específica, esto origina la creación de un archivo en el directorio `/var/spool/cron/root`, el cual se muestra a continuación:

```
# DO NOT EDIT THIS FILE - EDIT THE MASTER AND REINSTALL
# (/TMP/CRONTAB.20468 INSTALLED ON TUE DEC 18 09:19:35 2001)
# (CRON VERSION -- $ID: CRONTAB.C.V 2.13 1994/01/17 03:20:37 VIXIE EXP $)
O-59/5 * * * * /USR/BIN/MRTG/ETC/MRTG/MRTG.CFG
O-59/5 * * * * /USR/LOCAL/BIN//DISPONIB-DAILY
```

Figura 10.7 Archivo de tareas creado por crontab

El texto resaltado en **negrita** señala lo que debe escribirse para activar las medición en forma automática cada 5 minutos.

Finalmente se sale del programa *crontab* presionando en forma consecutiva las teclas *ESC* : *q* y luego presionar *Enter*.

- El segundo método es a través de una directiva en el archivo `mrtg.conf`

El archivo `/etc/mrtg/mrtg.cfg`, debe ser modificado usando cualquier editor convencional de textos ASCII, de manera tal que se incluyan las directivas mostradas en la Figura 10.8.

```
Interval: 5
RunAsDaemon: yes
```

Figura 10.8 Directivas incluídas en `mrtg.cfg` para mediciones con intervalos de 5 minutos.

Como puede notarse, esta forma es mucho más simple que la anterior y es la que se adopta más frecuentemente.

b. Medición de la tasa de ocupación

El cálculo de la tasa de ocupación de un enlace se configura también modificando el archivo `mrtg.cfg`.

Primero veamos, las directivas que aparecen en `mrtg.cfg` en forma estándar.

```
### Interface 3 >> Descr: 'Serial1' | Name: '' | Ip:
'206.138.104.139' '' ###
Target[200.37.35.65_3]: 3:public@200.37.35.65
SetEnv[200.37.35.65_3]: MRTG_INT_IP="206.138.104.139"
MRTG_INT_DESCR="Serial1"
MaxBytes[200.37.35.65_3]: 32000
Title[200.37.35.65_3]: Traffic Analysis for 3 --
inictel1.unired.net.pe
PageTop[200.37.35.65_3]: <H1>Traffic Analysis for 3 --
inictel1.unired.net.pe</H1>
<TABLE>
<TR><TD>System:</TD> <TD>inictel1.unired.net.pe in </TD></TR>
<TR><TD>Maintainer:</TD> <TD></TD></TR>
<TR><TD>Description:</TD><TD>Serial1 </TD></TR>
<TR><TD>ifType:</TD> <TD>frame-relay (32)</TD></TR>
<TR><TD>ifName:</TD> <TD></TD></TR>
<TR><TD>Max Speed:</TD> <TD>32.0 kBytes/s</TD></TR>
<TR><TD>Ip:</TD> <TD>206.138.104.139 ()</TD></TR>
</TABLE>
```

Figura 10.9 Directivas en `mrtg.cfg` para medición del uso de ancho de banda.

Es pertinente explicar en forma breve las directivas mostradas:

- Target(200.37.35.65_3): 3:public@200.37.35.65, indica la dirección IP del enlace del router bajo medición

SetEnv(200.37.35.65_3):MRTG_INT_IP="206.138.104.139"

MRTG_INT_DESCR="Serial1", fija variables generales del sistema que deben usarse por otros scripts.

MaxBytes(200.37.35.65_3): 32000, indica la velocidad máxima del enlace bajo estudio, lo cual servirá para mostrar en términos porcentuales el uso del ancho de banda.

El resto de directivas está relacionada a la visualización de las páginas web generadas en forma automática por el mrtg.

Para poder obtener el mismo resultado pero en porcentaje de uso se ha implementado en lenguaje perl la expresión de cálculo. Esta fórmula es la siguiente:

$$tasa\ efectiva\ de\ uso = \frac{bytes_i - bytes_{i-1}}{\frac{V_{tx}}{8} \times 5' \times 60} \times 100 \quad (10.1)$$

Las directivas a incluirse y el script en perl son los que se indican en las figuras 10.10 y 10.11, respectivamente

```
Target[Tasa0cup]: `/var/www/html/mrtg/tasa.pl 200.37.35.65 3 public`
MaxBytes[Tasa0cup]: 100
Title[Tasa0cup]: Tasa Efectiva de Uso -- inictel1.unired.net.pe
Options[Tasa0cup]: gauge noinfo, nopercent
YLegend[Tasa0cup]: Porcentaje (%)
ShortLegend[Tasa0cup]: %
PageTop[Tasa0cup]: <H1>Tasa Efectiva de Uso -- inictel1.unired.net.pe</H1>
```

Figura 10.10 Directivas adicionales en mrtg.cfg para medición de la tasa efectiva de uso del enlace.

```
#!/usr/bin/perl
$ipaddr = "NULL";
$ipaddr = $ARGV[0];
$interfaz = $ARGV[1];
$snmp_comunidad = $ARGV[2];

if ($ipaddr eq "NULL"){
    print "Escriba: tasa.pl [ipaddress][interfaz] [comunidad]\n";
    exit;
}
$previo=`/bin/cat /var/www/html/mrtg/byteprevio.txt`;
chop($previo);
$mrtgbyteprevio = ">/var/www/html/mrtg/byteprevio.txt";

$mrtgtasalog=">>/var/www/html/mrtg/mrtgtasa.log";
open(MRTGBYTEPREVIO, $mrtgbyteprevio);

open(MRTGTASALOG, $mrtgtasalog);

$date = `date +%Y%m%d%H%M%S`;
chop ($date);

($in_bytes_previo,$out_bytes_previo) = split(" ", $previo);

$in_bytes_actual=`snmpget $ipaddr $snmp_comunidad
interfaces.ifTable.ifEntry.ifInOctets.$interfaz`;
@input_bytes=split(" ", $in_bytes_actual);
$in_bytes_actual=$input_bytes[3];

$out_bytes_actual=`snmpget $ipaddr $snmp_comunidad
interfaces.ifTable.ifEntry.ifOutOctets.$interfaz`;
@output_bytes=split(" ", $out_bytes_actual);
$out_bytes_actual=$output_bytes[3];

print MRTGBYTEPREVIO "$in_bytes_actual $out_bytes_actual\n";

print MRTGTASALOG "$date: ";
print MRTGTASALOG "$in_bytes_actual ";
print MRTGTASALOG "$out_bytes_actual \n";

#
print int(int($in_bytes_actual-$in_bytes_previo)*100/9600000);
print "\n";
#

#
print int(int($out_bytes_actual-$out_bytes_previo)*100/9600000);
print "\n";

#
print "00:00";
print "\n";

#
print "$ipaddr";
print "\n";
```

Figura 10.11 Script en PERL para implantar la expresión de cálculo usada en la medición de la tasa efectiva de uso.

El código mostrado implementa en forma directa la expresión de cálculo anterior, además de archivar las mediciones en un archivo del servidor . En este caso, se utiliza como indicadores del script la **dirección IP** del router, el **identificador de la interfaz**

y la **comunidad** de gestión. indicadores que se emplearán del mismo modo en todos otros scripts que lo requieran.

Se debe anotar que se está empleando como velocidad de transmisión el valor de 256 Kbit/s, lo cual se refleja en las líneas resaltadas en negrita.

c. Medición de la latencia

El cálculo de latencia, del mismo modo que con los indicadores anteriores, se realiza a través de `mrtg.cfg`, y se requiere invocar otro script externo.

```
Target[200.37.35.65_lat]: `/var/www/html/mrtg/mrtgping.pl 200.37.35.65`
MaxBytes[200.37.35.65_lat]: 10000
Title[200.37.35.65_lat]: Router Latency
PageTop[200.37.35.65_lat]: <H1>Análisis de latencia: router 200.37.35.65</H1>
# remember not to define "bits" globally or here as everything will be multiplied
by 8...
Options[200.37.35.65_lat]: gauge noinfo, nopercen
YLegend[200.37.35.65_lat]: mS
ShortLegend[200.37.35.65_lat]: mS
LegendI[200.37.35.65_lat]: Avg.:
LegendO[200.37.35.65_lat]: Stddev:
Legend1[200.37.35.65_lat]: Average Round Trip Time in ms
Legend2[200.37.35.65_lat]: StdDev Round Trip Time in ms
```

Figura 10.12 Directivas en mrtg.cfg para medición de la latencia

La función del código mostrada es permitir usar el utilitario *ping* a través de un script en PERL denominado *mrtgping.pl*, además de la generación de la página web con las gráficas.

El script en PERL es el que se muestra en la siguiente figura:

```
mrtgping.pl: Script PERL para calcular la latencia
#!/usr/bin/perl
$ipaddr = "NULL";
$ipaddr = $ARGV[0];
$numpings = 5;
# se envian 5 paquetes ICMP de ECHO
$mrtgpinglog = ">> /var/www/html/mrtg/mrtgping.log";
if ($ipaddr eq "NULL"){
    print "Escriba mrtgping.pl [ipaddress]\n";
    exit;
}
open(MRTGPINGLOG, $mrtgpinglog);
$date = `date +%Y%m%d%H%M%S`;
chop($date);
$result = `/bin/ping -c $numpings -n -s 56 -q $ipaddr | /usr/bin/tail -1`;
# el valor de 56 es el de los datos, lo cual equivale a un paquete de 64 bytes en
total
chop($result);
# Ping genera resultados tales como...
# round-trip min/avg/max/stddev = 18.707/91.234/325.268/118.491 ms
($descp1,$descp2,$equal,$data) = split(/ /,$result);
($min,$avg,$max,$stddev) = split(/\./,$data);
($avgint,$avgdec) = split(/\./,$avg);
($stddevint,$stddevdec) = split(/\./,$stddev);
print MRTGPINGLOG "$date: ";
print MRTGPINGLOG "$avgint ";
print MRTGPINGLOG "$stddevint ";
print MRTGPINGLOG "0 ";
print MRTGPINGLOG "$ipaddr\n";
print "$avgint\n";
print "$stddevint\n";
print "0\n";
print "$ipaddr\n";
#----- Valor para calculo de disponibilidad
-----
$displat=">/var/www/html/mrtg/displat.txt";
open (MRTGDISPLAT, $displat);
print MRTGDISPLAT "$avgint\n ";
```

Figura 10.13 Listado del archivo mrtgping.pl invocado desde mrtg.cfg para medición de la latencia

Lo que se especifica en este caso es el número de paquetes ICMP ECHO que se envían y el tamaño de los mismos, según lo establecido en la segunda parte del informe PERL (5 paquetes, de 64 bytes de tamaño).

La expresión de cálculo implementada es un promedio aritmético simple realizado por el mismo utilitario PING.

$$Latencia\ media = \frac{\sum_{i=1}^N latencia\ muestreada_i}{N} \quad (10.2)$$

En la parte final de la figura 10.13 se aprecia como se almacena en el archivo *displat.txt*, el valor de latencia obtenido que se usara posteriormente para la evaluación de la disponibilidad.

c. Medición de la tasa de paquetes perdidos

La tasa de paquetes perdidos se mide preguntandole al router por las variables MIB correspondientes. Como se trata de evaluar el enlace en ambos sentidos de tráfico, el script **pkloss.pl** calcula los paquetes perdidos tanto para el tráfico entrante como para el tráfico saliente. Nuevamente, este se invoca a través del archivo *mrtg.cfg*.

Las directivas ha incluirse en *mrtg.cfg* son las siguientes:

```
#####
#
#           Medición de perdida de paquetes
#
#
#####
Target[perdida]: `/var/www/html/mrtg/pkloss.pl 200.37.35.65 3 public`
MaxBytes[perdida]: 100
Title[perdida]: Tasa de perdida de paquetes
PageTop[perdida]: <H1>Tasa de perdida de paquetes -- INICTEL</H1>
Options[perdida]: gauge noinfo, nopercent
YLegend[perdida]: Porcentaje %
ShortLegend[perdida]: %
LegendI[perdida]: % paquetes entrantes:
LegendO[perdida]: % paquetes salientes:
Legend1[perdida]: Porcentaje de paquetes entrantes perdidos
Legend2[perdida]: Porcentaje de paquetes salientes perdidos
```

Figura 10.14 Listado parcial de *mrtg.cfg* para medición de la pérdida de paquetes.

El código en PERL implementa la fórmula de medición establecida ya en la segunda parte de este informe.

$$\% \text{ pérdida} = \frac{\text{Paquetes perdidos}_k - \text{Paquetes perdidos}_{k-1}}{\text{Paquetes entrantes}_k - \text{Paquetes entrantes}_{k-1}} \times 100 \% \quad (10.3)$$

donde se tiene que:

paquetes perdidos = interfaces.ifTable.ifEntry.ifInDiscards.ifIndex + Interfaces.ifTable. IfEntry.ifInErrors.ifIndex +
Interfaces.ifTable.ifEntry.ifInUnknownProtos.ifIndex

paquetes entrantes = Interfaces.ifTable.ifEntry.ifInUcastPkts.ifIndex + Interfaces.ifTable. ifEntry.ifInNUcastPkts.ifIndex +
paquetes perdidos

k= es el instante de muestreo.

De similar forma se obtienen los paquetes perdidos en el tráfico saliente.

El listado del archivo en PERL se muestra a continuación, en el cual se ha resaltado en **negrita** las fórmulas según lo indicado líneas arriba.

```
#!/usr/bin/perl

$ipaddr = "NULL";
$ipaddr = $ARGV[0];
$interfaz = $ARGV[1];
$snmp_comunidad = $ARGV[2];

if ($ipaddr eq "NULL"){
    print "Escriba: pkloss.pl [ipaddress] [interfaz] [comunidad]\n";
    exit;
}

$previo=`/bin/cat /var/www/html/mrtg/pkactual.txt`;
chop($previo);
$mrtgpklossactual = ">/var/www/html/mrtg/pkactual.txt";
$mrtgpklosslog=">>/var/www/html/mrtg/pkloss.log";
open(MRTGPKLOSSACTUAL, $mrtgpklossactual);
open(MRTGPKLOSSLOG, $mrtgpklosslog);

$date = `date +%Y%m%d%H%M%S`;
chop ($date);

($input_pkprev,$input_discprev,$output_pkprev,$output_discprev) = split("
",$previo);

$in_pk=`snmpget $ipaddr $snmp_comunidad ifInUcastPkts.$interfaz
ifInNUcastPkts.$interfaz
ifInDiscards.$interfaz
ifInErrors.3 ifInUnknownProtos.3`;
@dummy=split(" ", $in_pk);
$in_pk=$dummy[3];
$in_mpk=$dummy[7];
$in_disc=$dummy[11];
$in_err=$dummy[15];
$in_unknown=$dummy[19];

$out_pk=`snmpget $ipaddr $snmp_comunidad ifOutUcastPkts.$interfaz
ifOutNUcastPkts.$interfaz ifOutErrors.$interfaz ifOutDiscards.$interfaz`;
@dummy=split(" ", $out_pk);
$out_pk = $dummy[3];
$out_mpk = $dummy[7];
$out_err = $dummy[11];
$out_disc = $dummy[15];

$input_pk = $in_pk+$in_mpk+$in_disc+$in_err+$in_unknown;
$output_pk= $out_pk+$out_mpk+$out_err+$out_disc;

$input_disc= $in_disc+$in_err+$in_unknown;
$output_disc=$out_disc+$out_err;

print MRTGPKLOSSACTUAL "$input_pk $input_disc $output_pk $output_disc\n";
print MRTGPKLOSSLOG "$date: ";
print MRTGPKLOSSLOG "$input_pk ";
print MRTGPKLOSSLOG "$input_disc ";
print MRTGPKLOSSLOG "$output_pk ";
print MRTGPKLOSSLOG "$output_disc \n";
#
$input_percent=int(int($input_disc-$input_discprev)*100/($input_pk-
$input_pkprev));
print $input_percent;
print "\n";#
#
$output_percent=int(int($output_disc-$output_discprev)*100/($output_pk-
$output_pkprev));
print $output_percent;
print "\n";
#
print "00:00";#
print "\n";
#
print "$ipaddr";
print "\n";

#-----Valor para el calculo de disponibilidad
-----
$mrtgdisc=">/var/www/html/mrtg/dispo.txt";
open(MRTGDISC, $mrtgdisc);
print MRTGDISC "$output_percent\n";
```

Figura 10.15 Listado del archivo pkloss.pl

Los archivos `pkactual.txt` y `mrtgloss.log`, mencionados en `pkloss.pl`, son, como ya se indico, archivos de trabajo y de log de las mediciones hechas.

En la parte final de la figura 10.15 se aprecia el almacenamiento en un archivo temporal `dispo.txt`, del valor obtenido y que servira para calcular a continuación la disponibilidad.

d. Medición de la disponibilidad del enlace

Por último se explicará los archivos y scripts que calculan la disponibilidad total del enlace bajo estudio.

Las directivas en `mrtg.cfg` se muestran en la figura 10.16

```
Target[disp]: `/home/httpd/html/mrtg/mrtgdisp.pl 200.37.35.65 3 public`
MaxBytes[disp]: 1250000
Title[disp]: Disponiblidad de la Red
PageTop[disp]: <H1>Análisis de la Disponibilidad de la Red: router
INICTEL1.unired.net.pe </H1>
Options[disp]: gauge noinfo, nopercent
#leyenda en el eje Y:
Ylegend[disp]: Disponibilidad
#usado para máxima promedio actualmente:
ShortLegend[disp]:disp
```

Figura 10.16 Listado de directivas en `mrtg.cfg` para el calculo de la disponibilidad

El script en PERL calcular el valor de la disponibilidad según la siguiente fórmula, explicada en la parte 2 del informe :

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{No. total de muestras válidas}}{\text{No. total de muestras realizadas}} \times 100\%$$

(10.4)

Donde

muestra válida es aquella que cumple la expresion siguiente:

$$((Pkloss < Pkmax) \text{ AND } (latencia < Latmax) \text{ AND } (StatusEquip=1)) = 1$$

$Pkloss$ = Valor de la tasa de pérdida

Pkmax=20 (20% de paquetes perdidos)

Latencia=valor de la latencia obtenida

Latmax=50 (50 milisegundos)

StatusEquip=Estado de la interfaz , 1 equivale a una condición operativa.

La implementación de dicha expresión se muestra en la figura 10.17

```
#!/usr/bin/perl

$ipaddr = $ARGV[0];
$interfaz = $ARGV[1];
$snmp_comunidad = $ARGV[2];

###$$$status = 1 enlace activo
###$$$status = 2 enlace inactivo
### La variable MIB ifLastChange no se implementa en todos los routers
$status= `snmpget $ipaddr $snmp_comunidad ifOperStatus.$interfaz`;
@dummy=split('(', $status);

$status=$dummy[1];
$status=substr $status,0,1;
#-----#
#lectura de la perdida de paquetes actual #
#-----#
$pkloss=`/bin/cat /var/www/html/mrtg/dispo.txt`;
chop($pkloss);

#-----#
#lectura de la latencia actual #
#-----#
$latencia=`/bin/cat /var/www/html/mrtg/displat.txt`;
chop($latencia);

#-----#
#lectura de la disponibilidad en la ultima hora #
#-----#
$disp_hora=`/bin/cat /var/www/html/mrtg/disp_hora.txt`;

($contador,$disp_hora)=split('/:',$disp_hora);
@disp_hora=split(/ /,$disp_hora);

#-----#
#lectura de la disponibilidad en la ultima hora alt.#
#-----#

$disp_2=`/bin/cat /var/www/html/mrtg/disp_2.txt`;

($contador,$disp_2)=split('/:',$disp_2);
@disp_2=split(/ /,$disp_2);

$contador++;
#-----#
# Disponibilidad con perdida de paquetes inferior a 20 % #
# y latencia inferior a 50 mseg. #
#-----#

if ($status=="1"&&$pkloss<"20"&&$latencia<"50")
{
    $disp1="1";
}
else
{
    $disp1="0";
}
```

```

}

shift(@disp_hora);
push(@disp_hora,$disp1);

#-----#
# Disponibilidad con perdida de paquetes inferior a 20 %      #
# y latencia inferior a 1 seg.                                #
#                                                             #
# En las mediciones realizadas se ha podido notar que con    #
# latencias de hasta 1 seg. la calidad percibida por el      #
# usuario es aceptable.                                       #
#-----#

if ($status=="1"&&$pkloss<"20"&&$latencia<"1000")
{
    $disp2="1";
}
else
{
    $disp2="0";
}

shift(@disp_2);
push(@disp_2,$disp2);

$prom=0;
$prom2=0;
for ($i=0;$i<$contador;$i++)
{
    $prom=$prom+@disp_hora[11-$i];
    $prom2=$prom2+@disp_2[11-$i];
}
$prom=$prom/($contador)*100;
$prom2=$prom2/($contador)*100;

if($contador>=12)
{
    $contador=11;
}
$disp_hora=join(' ',@disp_hora);
$disp_2=join(' ',@disp_2);

$rec =join(':', $contador,$disp_hora);
$rec2=join(':', $contador,$disp_2);

#-----#
# Envio de resultados al programa mrtg                        #
#-----#
# La interfaz entre el script en perl y el mrtg es a tra     #
# ves de la impresion de cuatro numeros, en este caso      #
# se envian los valores disp2*100, prom2,, 0 y la direc     #
# cion IP del router                                         #
#
# Se pueden usar las variables disp1 y prom en vez de      #
# disp2 y prom2.                                             #
#
# -----#
print $disp2*100,"\n","$prom2\n","0\n","$ipaddr\n";

$mrtgdisp_hora = ">/var/www/html/mrtg/disp_hora.txt";
$mrtgdisp_2 = ">/var/www/html/mrtg/disp_2.txt";
open(MRTGDISPHORA, $mrtgdisp_hora);
open(MRTGDISP2, $mrtgdisp_2);
print MRTGDISPHORA $rec;
print MRTGDISP2 $rec2;

```

Figura 10.17 Listado de archivo mrtgdisp.pl

Este archivo simplemente usa los valores de pérdida de paquetes y de latencia calculados anteriormente para determinar si el enlace está o no disponible. Igualmente considera el valor de la variable MIB ***ifOperStatus***.

Si el router bajo estudio implementara la variable ***ifLastChange***, la cual registra el tiempo transcurrido desde el último cambio de estado del enlace en centesimas de segundo, se tendría también que ser considerada en el script, lo cual sería de utilidad en los enlaces inalámbricos, ya que sería posible detectar la ocurrencia de cortes o pérdida de señal. No obstante, de las pruebas realizadas en la red piloto se puede observar que dicha variable MIB no se actualiza correctamente o está desactivada. En el anexo III, se incluye un script adicional que considera el uso de ***ifLastChange***.

Como se puede notar, si la pérdida de paquetes es menor al 20% y la latencia calculada es inferior a 50 msec se considerará que el enlace está disponible.

Se calcula igualmente la **disponibilidad horaria**, (variables *prom* y *prom2* del script en perl) la cual indica las muestras válidas en el lapso de una hora. La fórmula que la describe es la siguiente:

$$Disponibilidad\ horaria = \frac{\sum_{k=12}^k \text{valor de la muestra}_i \times 100\%}{12}$$

(10.5)

Donde:

k = instante de muestreo

valor de la muestra= ((Pkloss<Pkmax)AND(latencia<Latmax)AND(StatusEquip=1)).

Tal como se indica en la fórmula anterior, solo toma dos posibles valores: 0 o 1

Si se considera la variable *ifLastChange* el valor de la muestra sera:

$((Pkloss < Pkmax) \text{ AND } (latencia < Latmax) \text{ AND } (StatusEquip = 1) \text{ AND } (LastChange > 30000))$.

$12 =$ número de muestras tomadas en el lapso de una hora (5 minutos entre muestras).

Es importante señalar que los valores objetivo propuestos, pueden ser cambiados fácilmente en el script, cosa que se aprecia en la figura anterior, de manera que se evalúen diferentes valores de umbral, si fuese necesario.

10.3 Relación entre los archivos de configuración y ejecución de las pruebas

Ahora se explicará la forma en que se produce el proceso de medición en base a los archivos de configuración mencionados anteriormente:

1. Se ejecuta el programa *mrtg* usando como argumento el archivo ***mrtg.cfg***

prompt#-> ***mrtg mrtg.cfg***

2. El programa *mrtg* empieza a correr en “background”

3. Transcurridos 5 minutos de acuerdo a lo indicado en *mrtg.cfg* se calculan las muestras en el siguiente orden:

- Tasa efectiva de uso: a través del script *tasa.pl* se obtiene en términos porcentuales el uso del enlace. El *mrtg* en forma estándar crea una página mostrando la velocidad efectiva de los enlaces.

- Latencia: Se ejecuta el script perl **mrtgping.pl**. Este script calcula la latencia y registra los valores obtenidos en **mrtgping.log**. Igualmente se guarda el valor obtenido en la muestra para usarse en el cálculo de la disponibilidad.
- Pérdida de paquetes: Se ejecuta desde mrtg.cfg, el script **pkloss.pl**. Este calcula las pérdidas en los enlaces de entrada y salida respectivamente usando el archivo **pkactual.txt** para comparar los paquetes perdidos entre las muestras tomadas consecutivamente cada 5 minutos. Se crea **mrtgloss.log**. Se guarda el valor obtenido en **dispo.txt** para usarse luego en el calculo de disponibilidad.
- Disponibilidad del enlace. Se ejecuta desde mrtg.cfg el script **mrtgdisp.pl**. Este emplea los valores calculados por los scripts anteriores de latencia y pérdida de paquetes para obtener la disponibilidad del enlace

4. Una vez obtenidos los valores pertinentes se crean varias páginas web en forma automática con gráficas ilustrativas, así como archivos de **log** . La página principal se denomina según el número IP o nombre canónico del router, seguido por el número de la interfaz evaluada y finalmente con la extensión html (p.e. 200.37.35.65_1.html o router.inictel.gob.pe_1.html corresponderan a la interfaz 1 del router del INICTEL).

Se repiten los pasos 3 y 4 en forma cíclica cada 5 minutos.

Para visualizar las mediciones de tráfico sólo basta con el empleo de un programa de navegación convencional tal como Netscape, Internet Explorer, Opera, etc.

11. Resultado de las pruebas. Evaluación

A continuación se muestran los reportes gráficos de las mediciones realizadas en el enlace de acceso a Internet del INICTEL. Más allá de los valores obtenidos, estos comprueban que los indicadores son factibles, realistas y reflejan en forma bastante precisa la calidad del servicio ofrecido por el proveedor de Internet.

11.1 Mediciones de tasa de ocupación

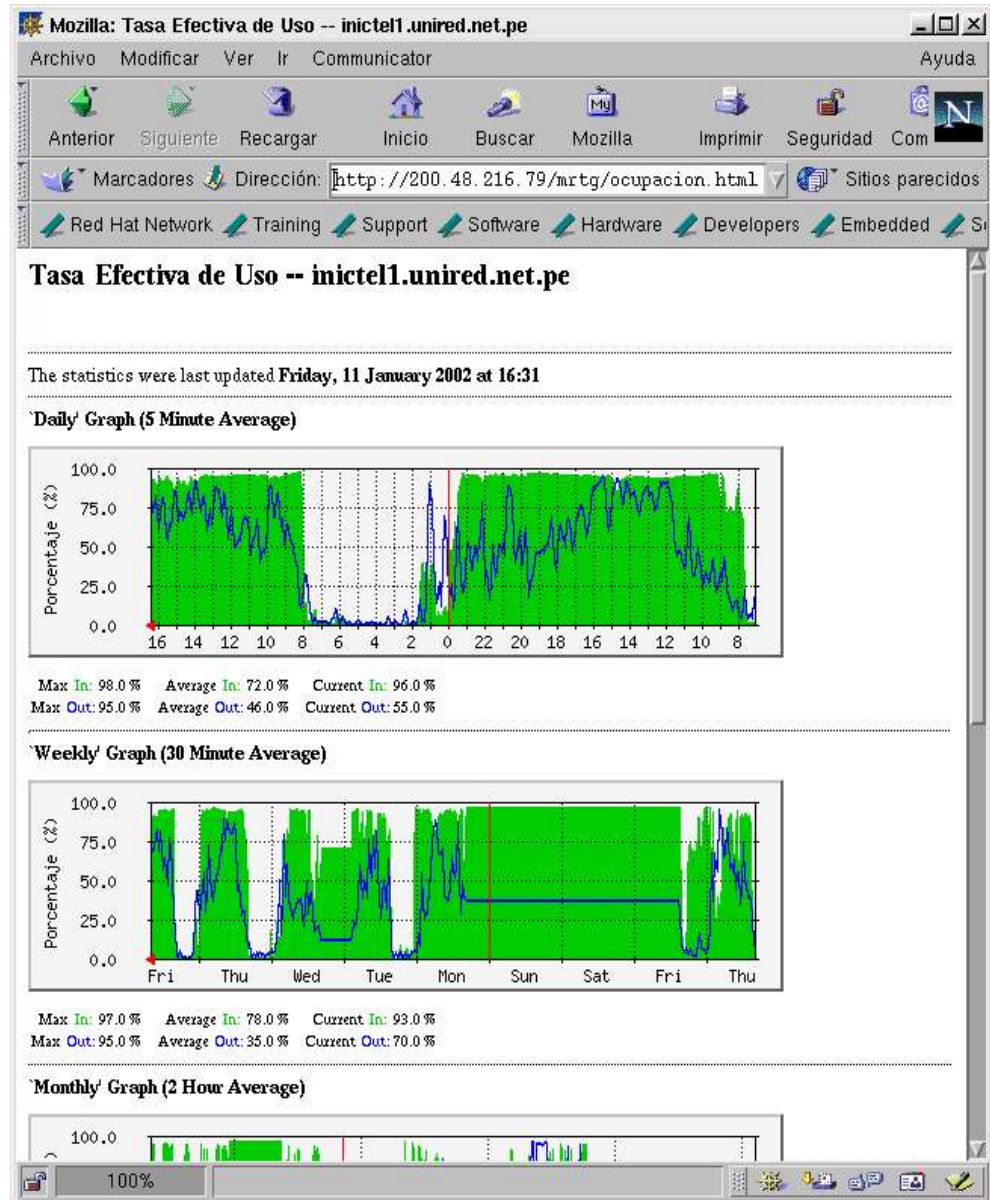


Figura 11.1 Página web generada por mrtg para medición de la tasa de ocupación

Como se puede notar, el comportamiento del uso del ancho de banda muestra que el tráfico entrante es mayor que el del tráfico saliente, algo bastante común en nuestro medio. Igualmente puede apreciarse que la tasa de ocupación del mismo enlace entrante es prácticamente del 100% durante el

horario de 08:00 a 23:00 horas. Los valores promedio diario, mensual y anual se muestran en la parte inferior de cada gráfica.

11.2 Mediciones de latencia

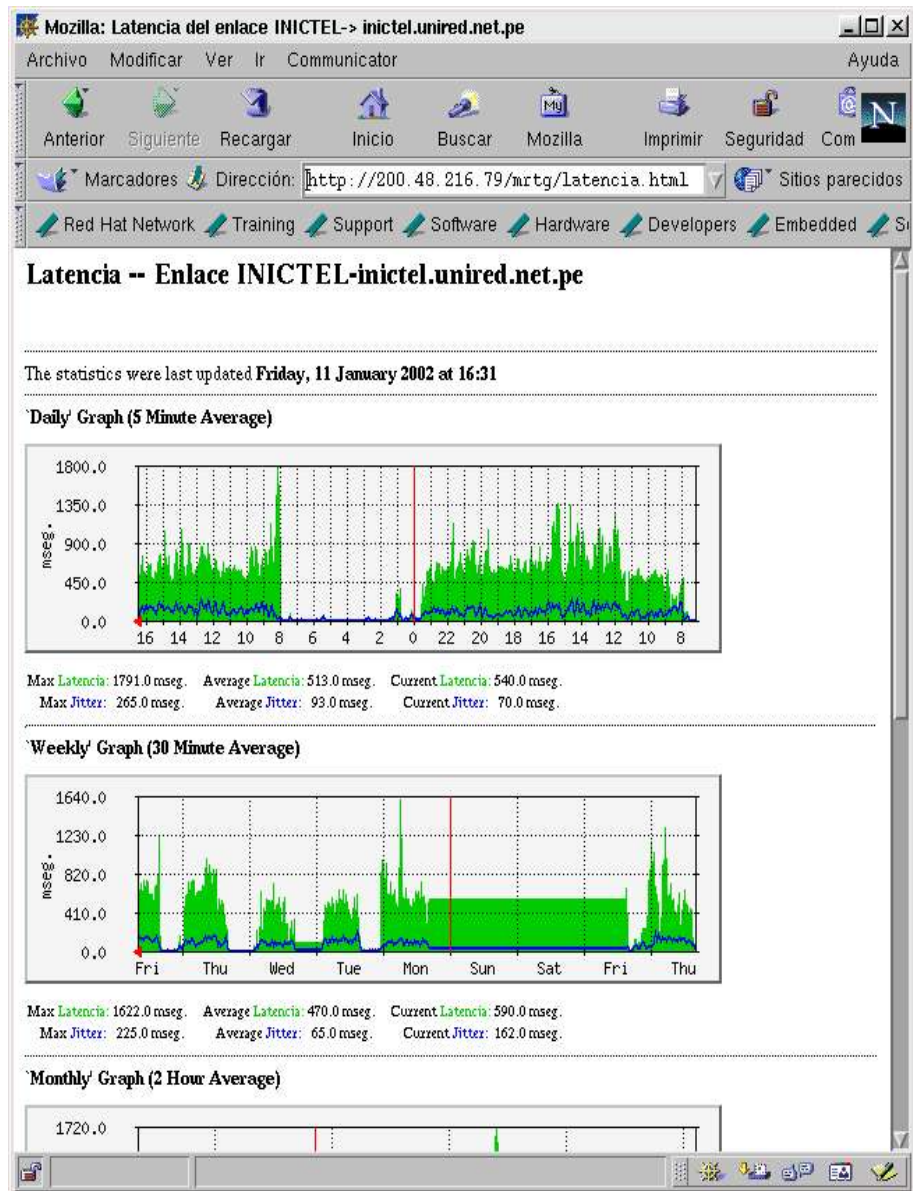


Figura 11.2 Página web generada por mrtg para medición de la latencia

Con relación a la latencia, se tiene un comportamiento durante el mismo horario de 08:00 HRS a 23:00 HRS, que supera casi siempre el valor de 450 mseg. Esto puede interpretarse como un

estado de congestión constante. Fuera de ese período de tiempo, los valores de latencia son muy pequeños, del orden de los 10 mseg.

11.3 Mediciones de tasa de pérdida de datagramas

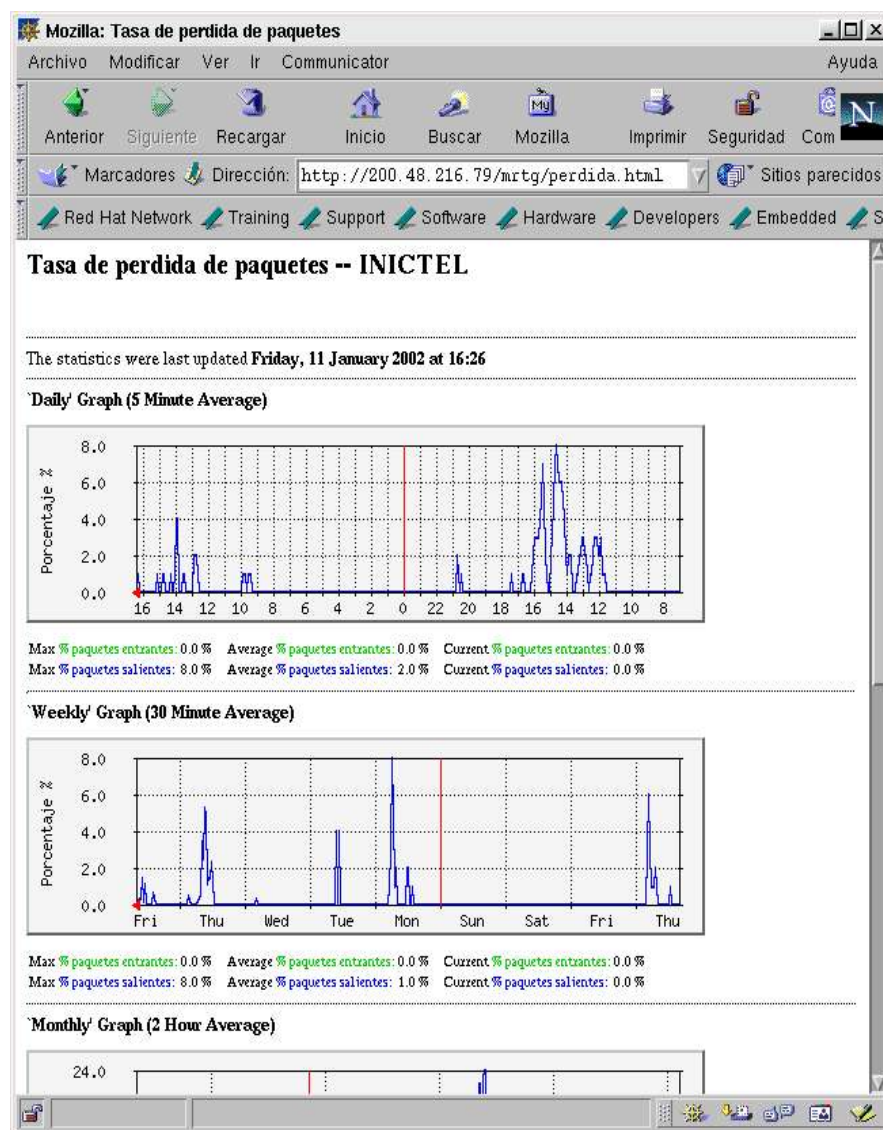


Figura 11.3 Página web generada por mrtg para medición de tasa de paquetes perdidos

Si bien, las pérdidas son pocas, se tienen condiciones bastante donde se llega alrededor de 8% de paquetes perdidos en el enlace de salida y 0% en el enlace de entrada. Esta situación es normal considerando que la red LAN del INICTEL, lo mismo que en la de todos los usuarios finales, opera a una mayor velocidad que la del enlace WAN.

11.4 Mediciones de disponibilidad

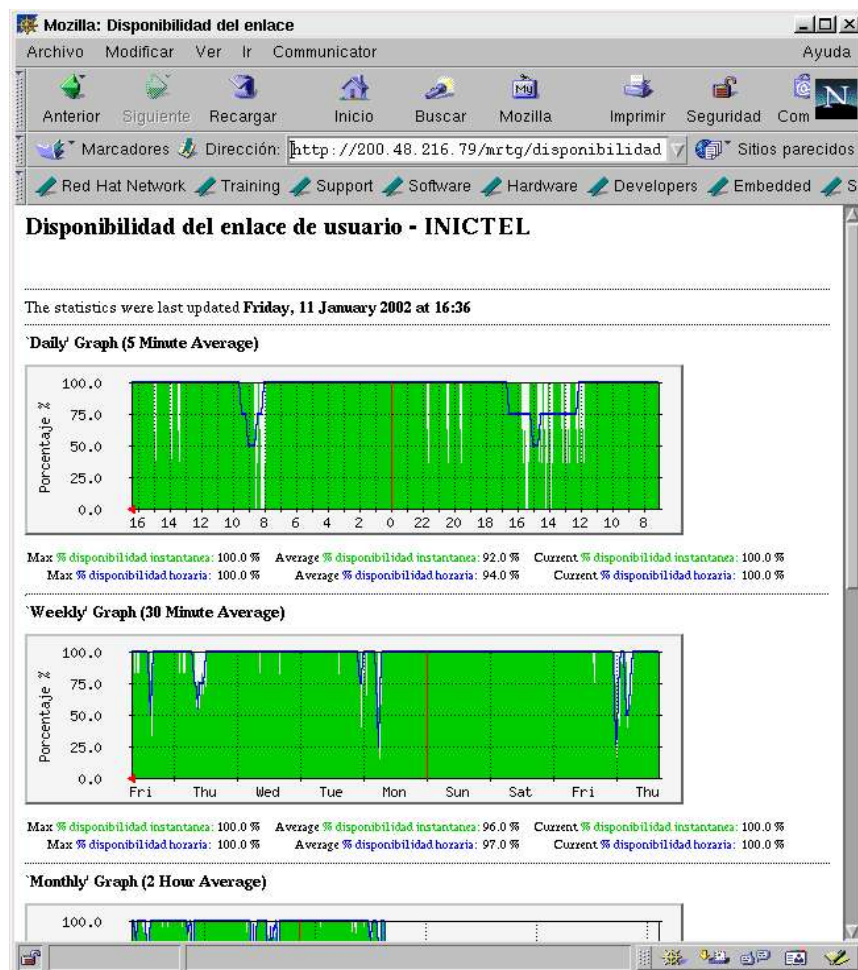


Figura 11.4 Página web generada por mrtg para medición de la disponibilidad

Por ultimo, la disponibilidad mostrada por el enlace bajo estudio permite observar que existen condiciones durante el día donde el nivel de congestión es bastante alto, llevandolo a un estado de indisponibilidad, por ejemplo en forma particular que puede reducirse a un 75%.

11.5 Consumo de recursos en el servidor de medición

De las pruebas realizadas se han obtenido los siguientes valores respecto a la capacidad de memoria requerida, el almacenamiento en disco y al ancho de banda utilizado

Memoria consumida: 20 Mbytes aprox. (Servidor apache y mrtg)

Espacio en disco duro: 0.9 Mbytes mensuales

Ancho de banda utilizada: < 1 % para enlaces menores a 64 Kbit/s

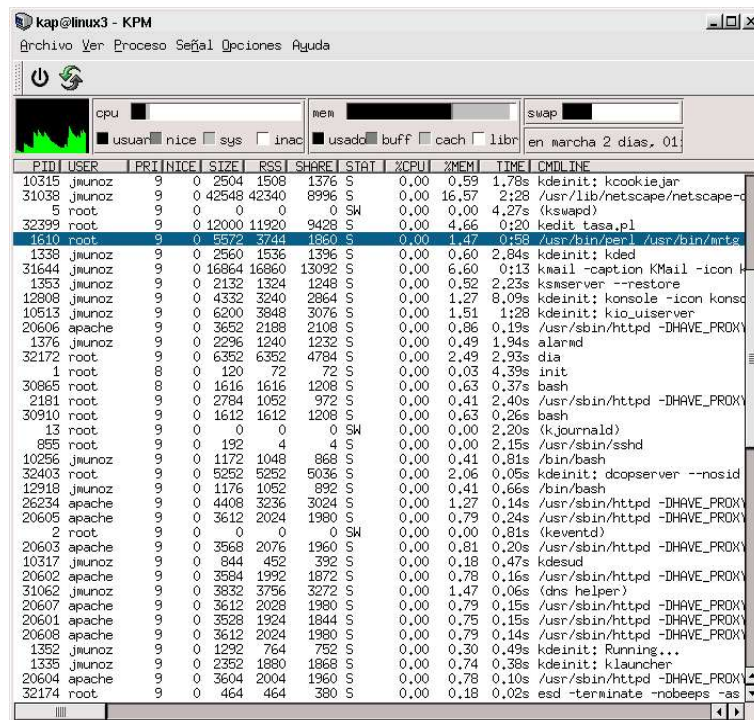


Figura 11.5 Reporte de uso de recursos del sistema. Notese el % de memoria empleado por el mrtg (proceso en negrita) y el servidor web (httpd)

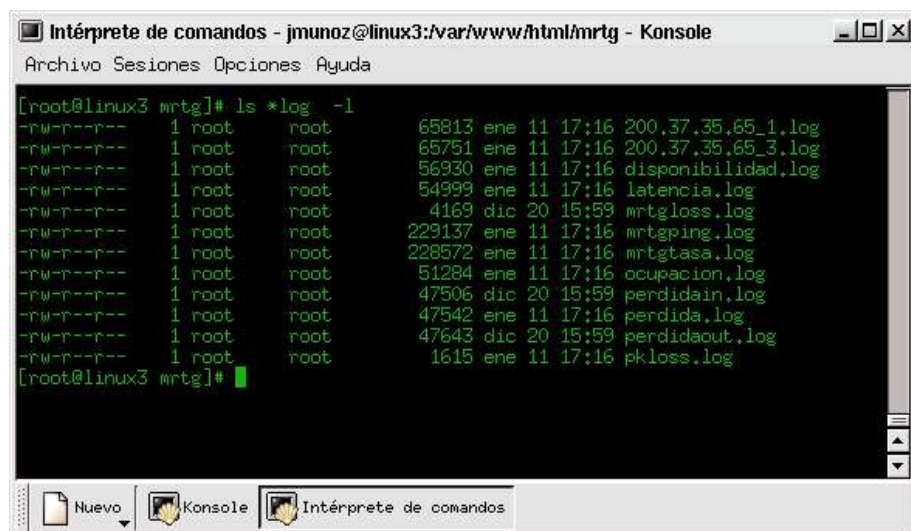


Figura 11.6 Listado de los archivos log, generados por los procesos de medición. Los valores corresponden aproximadamente a un 1 mes.

12. Conclusiones y Recomendaciones

12.1. Conclusiones

El servicio de acceso a Internet se considera un servicio de valor añadido que debería estar sujeto al menos a mínimos controles que protejan a los usuarios y a su vez no signifiquen un freno al desarrollo tecnológico de este sector ni mucho menos inhiba la inversión privada en el mismo.

El problema regulatorio del acceso a la Internet es bastante complejo y nuevo dependiendo de diversos factores y sobre el cual no existe una uniformidad de criterios. A pesar de ello se han revisado experiencias en otros países, las cuales han servido de base para este informe.

El presente trabajo propone como indicadores medibles, útiles y verificables la tasa efectiva de uso, la latencia, la pérdida de paquetes y la disponibilidad de los enlaces de acceso.

Las herramientas para poder llevar adelante estas mediciones, si bien no están estandarizadas, se encuentran libremente disponibles y son de fácil implementación, razón por la cual diversas empresas operadoras ya están haciendo uso de las mismas.

Las pruebas realizadas experimentalmente confirman la factibilidad de medición en estos indicadores.

12.2. Recomendaciones

Someter los indicadores propuestos a consulta de usuarios y proveedores de acceso a Internet a fin de buscar un consenso al respecto.

Llevar adelante un proyecto de campo, donde se instalen los procesos de medición en distintos usuarios y afinar de esa forma los valores objetivo para cada uno de los indicadores propuestos.

Estudiar otras posibles formas de medición de los indicadores usando distintas herramientas de software o procedimientos para mejorar la exactitud de las medidas o adaptarlos a los equipos disponibles en el mercado.

Proponer en foros internacionales la uniformidad de criterios para el uso de indicadores de calidad servicio de acceso, así como los mecanismos de medición que correspondan.

ANEXOS

Anexo A:

Listado del archivo de configuración mrtg.cfg y de los scripts de medición empleados

mrtg.cfg - archivo de configuración principal

```
# Created by
# /usr/bin/cfgmaker public@200.37.35.65

### Global Config Options

# for UNIX
WorkDir: /var/www/html/mrtg
RunAsDaemon: yes

# or for NT
# WorkDir: c:\mrtgdata

### Global Defaults

# to get bits instead of bytes and graphs growing to the right
# Options[_]: growright, bits

#####
# System: inictel1.unired.net.pe
# Description: Cisco Internetwork Operating System Software
#              IOS (tm) 3000 Software (IGS-IN-L), Version 11.0(8), RELEASE
#              SOFTWARE (fc1)
#              Copyright (c) 1986-1996 by cisco Systems, Inc.
#              Compiled Sat 27-Apr-96 01:28 by vprasad
# Contact:
# Location:
#####

### Interface 1 >> Descr: 'Ethernet0' | Name: '' | Ip: '200.37.35.65' | Eth:
'00-00-0c-8d-28-0e' ###

Target[200.37.35.65_1]: 1:public@200.37.35.65
SetEnv[200.37.35.65_1]: MRTG_INT_IP="200.37.35.65" MRTG_INT_DESCR="Ethernet0"
MaxBytes[200.37.35.65_1]: 1250000
Title[200.37.35.65_1]: Traffic Analysis for 1 -- inictel1.unired.net.pe
PageTop[200.37.35.65_1]: <H1>Traffic Analysis for 1 --
inictel1.unired.net.pe</H1>
<TABLE>
  <TR><TD>System:</TD>      <TD>inictel1.unired.net.pe in </TD></TR>
  <TR><TD>Maintainer:</TD> <TD></TD></TR>
  <TR><TD>Description:</TD><TD>Ethernet0 </TD></TR>
  <TR><TD>ifType:</TD>      <TD>ethernetCsmacd (6)</TD></TR>
  <TR><TD>ifName:</TD>      <TD></TD></TR>
  <TR><TD>Max Speed:</TD>   <TD>1250.0 kBytes/s</TD></TR>
  <TR><TD>Ip:</TD>         <TD>200.37.35.65 (</TD></TR>
</TABLE>

### Interface 2 >> Descr: 'Serial0' | Name: '' | Ip: '' | Eth: '' ###
### The following interface is commented out because:
### * it is Administratively DOWN
### * it is Operationally DOWN
#
# Target[200.37.35.65_2]: 2:public@200.37.35.65
# SetEnv[200.37.35.65_2]: MRTG_INT_IP="" MRTG_INT_DESCR="Serial0"
```

```

# MaxBytes[200.37.35.65_2]: 193000
# Title[200.37.35.65_2]: Traffic Analysis for 2 -- inictel1.unired.net.pe
# PageTop[200.37.35.65_2]: <H1>Traffic Analysis for 2 --
inictel1.unired.net.pe</H1>
# <TABLE>
#   <TR><TD>System:</TD>      <TD>inictel1.unired.net.pe in </TD></TR>
#   <TR><TD>Maintainer:</TD>  <TD></TD></TR>
#   <TR><TD>Description:</TD><TD>Serial0 </TD></TR>
#   <TR><TD>ifType:</TD>      <TD>propPointToPointSerial (22)</TD></TR>
#   <TR><TD>ifName:</TD>      <TD></TD></TR>
#   <TR><TD>Max Speed:</TD>   <TD>193.0 kBytes/s</TD></TR>
# </TABLE>

### Interface 3 >> Descr: 'Serial1' | Name: '' | Ip: '206.138.104.139' | Eth:
'' ###

Target[200.37.35.65_3]: 3:public@200.37.35.65
SetEnv[200.37.35.65_3]: MRTG_INT_IP="206.138.104.139"
MRTG_INT_DESCR="Serial1"
MaxBytes[200.37.35.65_3]: 32000
Title[200.37.35.65_3]: Traffic Analysis for 3 -- inictel1.unired.net.pe
PageTop[200.37.35.65_3]: <H1>Traffic Analysis for 3 --
inictel1.unired.net.pe</H1>
<TABLE>
  <TR><TD>System:</TD>      <TD>inictel1.unired.net.pe in </TD></TR>
  <TR><TD>Maintainer:</TD>  <TD></TD></TR>
  <TR><TD>Description:</TD><TD>Serial1 </TD></TR>
  <TR><TD>ifType:</TD>      <TD>frame-relay (32)</TD></TR>
  <TR><TD>ifName:</TD>      <TD></TD></TR>
  <TR><TD>Max Speed:</TD>   <TD>193.0 kBytes/s</TD></TR>
  <TR><TD>Ip:</TD>         <TD>206.138.104.139 (</TD></TR>
</TABLE>

###-----###
#                                     #
#           Medición de la tasa de ocupacion del enlace           #
#                                     #
###-----###

Target[ocupacion]: `/var/www/html/mrtg/tasa.pl 200.37.35.65 3 public`
MaxBytes[ocupacion]: 100
Title[ocupacion]: Tasa Efectiva de Uso -- inictel1.unired.net.pe
Options[ocupacion]: gauge noinfo, nopercent
YLegend[ocupacion]: Porcentaje (%)
ShortLegend[ocupacion]: %
PageTop[ocupacion]: <H1>Tasa Efectiva de Uso -- inictel1.unired.net.pe</H1>

###-----###
#                                     #
#           Medición de la latencia del enlace                     #
#                                     #
###-----###

Target[latencia]: `/var/www/html/mrtg/mrtgping.pl 206.138.104.129`
MaxBytes[latencia]: 120000
Title[latencia]: Latencia del enlace INICTEL-> inictel.unired.net.pe
PageTop[latencia]: <H1>Latencia -- Enlace INICTEL-inictel.unired.net.pe</H1>

Options[latencia]: gauge noinfo, nopercent
YLegend[latencia]: mseg.
ShortLegend[latencia]: mseg.
LegendI[latencia]: Latencia:
LegendO[latencia]: Jitter:
Legend1[latencia]: Tiempo promedio round trip en ms
Legend2[latencia]: Desviación estándar round trip en ms

###-----###
#                                     #
#           Medición de perdida de paquetes                       #
#                                     #
###-----###

```

```

Target[perdida]: `/var/www/html/mrtg/pkloss.pl 200.37.35.65 3 public`
MaxBytes[perdida]: 100
Title[perdida]: Tasa de perdida de paquetes
PageTop[perdida]: <H1>Tasa de perdida de paquetes -- INICTEL</H1>

Options[perdida]: gauge noinfo, nopercent
YLegend[perdida]: Porcentaje %
ShortLegend[perdida]: %
LegendI[perdida]: % paquetes entrantes:
LegendO[perdida]: % paquetes salientes:
Legend1[perdida]: Porcentaje de paquetes entrantes perdidos
Legend2[perdida]: Porcentaje de paquetes salientes perdidos

###-----###
#                                     #
#           Medición de disponibilidad           #
#                                     #
###-----###

Target[disponibilidad]: `/var/www/html/mrtg/dispo.pl 200.37.35.65 3 public`
MaxBytes[disponibilidad]: 100
Title[disponibilidad]: Disponibilidad del enlace
PageTop[disponibilidad]: <H1>Disponibilidad del enlace de usuario -
INICTEL</H1>

Options[disponibilidad]: gauge noinfo, nopercent
YLegend[disponibilidad]: Porcentaje %
ShortLegend[disponibilidad]: %
LegendI[disponibilidad]: % disponibilidad instantanea:
LegendO[disponibilidad]: % disponibilidad horaria:
Legend1[disponibilidad]: % disponibilidad en el instante de muestreo
Legend2[disponibilidad]: % disponibilidad promedio en la ultima hora

```

tasa.pl - Calculo de la tasa de ocupación

```

#!/usr/bin/perl

$ipaddr = "NULL";
$ipaddr = $ARGV[0];
$interfaz = $ARGV[1];
$snmp_comunidad = $ARGV[2];

if ($ipaddr eq "NULL"){
    print "Escriba: tasa.pl [ipaddress] [interfaz] [comunidad]\n";
    exit;
}
$previo=`/bin/cat /var/www/html/mrtg/byteprevio.txt`;
chop($previo);
$mrtgbyteprevio = ">/var/www/html/mrtg/byteprevio.txt";

$mrtgtasalog=">>/var/www/html/mrtg/mrtgtasa.log";
open(MRTGBYTEPREVIO, $mrtgbyteprevio);

open(MRTGTASALOG, $mrtgtasalog);

$date = `date +%Y%m%d%H%M%S`;
chop ($date);

($in_bytes_previo,$out_bytes_previo) = split(" ",$previo);

$in_bytes_actual=`snmpget $ipaddr $snmp_comunidad
interfaces.ifTable.ifEntry.ifInOctets.$interfaz`;
@input_bytes=split(" ", $in_bytes_actual);
$in_bytes_actual=$input_bytes[3];

```

```

$out_bytes_actual=`snmpget $ipaddr $snmp_comunidad interfaces. IfTable.
IfEntry. IfOutOctets. $interfaz`;
@output_bytes=split(" ", $out_bytes_actual);
$out_bytes_actual=$output_bytes[3];

print MRTGBYTEPREVIO "$in_bytes_actual $out_bytes_actual\n";

print MRTGTASALOG "$date: ";
print MRTGTASALOG "$in_bytes_actual ";
print MRTGTASALOG "$out_bytes_actual \n";

#
print int(int($in_bytes_actual-$in_bytes_previo)*100/9600000);
print "\n";
#

#
print int(int($out_bytes_actual-$out_bytes_previo)*100/9600000);
print "\n";

#
print "00:00";
print "\n";

#
print "$ipaddr";
print "\n";

```

mrtgping.pl - Calculo de la latencia del enlace

```

#!/usr/bin/perl
$ipaddr = "NULL";
$ipaddr = $ARGV[0];
$numplings = 5;
# se envían 5 paquetes ICMP de ECHO
$mrtgpinglog = ">> /var/www/html/mrtg/mrtgping.log";
if ($ipaddr eq "NULL"){
    print "Escriba mrtgping.pl [ipaddress]\n";
    exit;
}
open(MRTGPINGLOG, $mrtgpinglog);
$date = `date +%Y%m%d%H%M%S`;
chop ($date);
$result = `/bin/ping -c $numplings -n -s 56 -q $ipaddr | /usr/bin/tail -1`;
# el valor de 56 es el de los datos, lo cual equivale a un paquete de 64
bytes en total
chop($result);
# Ping genera resultados tales como...
# round-trip min/avg/max/stddev = 18.707/91.234/325.268/118.491 ms
($descp1,$descp2,$equal,$data) = split(/ /,$result);
($min,$avg,$max,$stddev) = split(/\./,$data);
($avgint,$avgdec) = split(/\./,$avg);
($stddevint,$stddevdec) = split(/\./,$stddev);
print MRTGPINGLOG "$date: ";
print MRTGPINGLOG "$avgint ";
print MRTGPINGLOG "$stddevint ";
print MRTGPINGLOG "0 ";
print MRTGPINGLOG "$ipaddr\n";
print "$avgint\n";
print "$stddevint\n";
print "0\n";
print "$ipaddr\n";
#----- Valor para calculo de disponibilidad
-----
$displat=">/var/www/html/mrtg/displat.txt";

```

```
open (MRTGDISPLAT, $displat);
print MRTGDISPLAT "$avgint\n ";
```

pkloss.pl - Calculo de la perdida de paquetes

```
#!/usr/bin/perl

$ipaddr = "NULL";
$ipaddr = $ARGV[0];
$interfaz = $ARGV[1];
$snmp_comunidad = $ARGV[2];

if ($ipaddr eq "NULL"){
    print "Escriba: pkloss.pl [ipaddress] [interfaz] [comunidad]\n";
    exit;
}

$previo=`/bin/cat /var/www/html/mrtg/pkactual.txt`;
chop($previo);
$mrtgpklossactual = ">/var/www/html/mrtg/pkactual.txt";
$mrtgpklosslog=">>/var/www/html/mrtg/pkloss.log";
open(MRTGPKLOSSACTUAL, $mrtgpklossactual);
open(MRTGPKLOSSLOG, $mrtgpklosslog);

$date = `date +%Y%m%d%H%M%S`;
chop ($date);

($input_pkprev,$input_discprev,$output_pkprev,$output_discprev) = split("
",$previo);

$in_pk=`snmpget $ipaddr $snmp_comunidad ifInUcastPkts.$interfaz
ifInNUcastPkts.$interfaz ifInDiscards.$interfaz ifInErrors.$interfaz
ifInUnknownProtos.$interfaz`;
@dummy=split(" ", $in_pk);
$in_pk=$dummy[3];
$in_mpk=$dummy[7];
$in_disc=$dummy[11];
$in_err=$dummy[15];
$in_unknown=$dummy[19];

$out_pk=`snmpget $ipaddr $snmp_comunidad ifOutUcastPkts.$interfaz
ifOutNUcastPkts.$interfaz ifOutErrors.$interfaz ifOutDiscards.$interfaz`;
@dummy=split(" ", $out_pk);
$out_pk = $dummy[3];
$out_mpk = $dummy[7];
$out_err = $dummy[11];
$out_disc = $dummy[15];

$input_pk = $in_pk+$in_mpk+$in_disc+$in_err+$in_unknown;
$output_pk= $out_pk+$out_mpk+$out_err+$out_disc;

$input_disc= $in_disc+$in_err+$in_unknown;
$output_disc=$out_disc+$out_err;

print MRTGPKLOSSACTUAL "$input_pk $input_disc $output_pk $output_disc\n";

print MRTGPKLOSSLOG "$date: ";
print MRTGPKLOSSLOG "$input_pk ";
print MRTGPKLOSSLOG "$input_disc ";
print MRTGPKLOSSLOG "$output_pk ";
print MRTGPKLOSSLOG "$output_disc\n";

#
```

```

$input_percent=int(int($input_disc-$input_discprev)*100/($input_pk-
$input_pkprev));
print $input_percent;
print "\n";#
#
$output_percent=int(int($output_disc-$output_discprev)*100/($output_pk-
$output_pkprev));
print $output_percent;
print "\n";

#
print "00:00";#
print "\n";

#
print "$ipaddr";
print "\n";

#-----Valor para el calculo de disponibilidad
-----
$mrtgdisc=">/var/www/html/mrtg/dispo.txt";
open(MRTGDISC, $mrtgdisc);
print MRTGDISC "$output_percent\n";

```

dispo.pl - Calculo de la disponibilidad

```

#!/usr/bin/perl

$ipaddr = $ARGV[0];
$interfaz = $ARGV[1];
$snmp_comunidad = $ARGV[2];

$$$status = 1 enlace activo
$$$status = 2 enlace inactivo
### La variable MIB ifLastChange no se implementa en todos los routers
$status=`snmpget $ipaddr $snmp_comunidad ifOperStatus.$interfaz`;

@dummy=split('\(', $status);

$status=$dummy[1];
$status=substr $status,0,1;

#-----#
#lectura de la perdida de paquetes actual#
#-----#
$pkloss=`/bin/cat /var/www/html/mrtg/dispo.txt`;
chop($pkloss);

#-----#
#lectura de la latencia actual#
#-----#
$latencia=`/bin/cat /var/www/html/mrtg/displat.txt`;
chop($latencia);

#-----#
#lectura de la disponibilidad en la ultima hora#
#-----#
$disp_hora=`/bin/cat /var/www/html/mrtg/disp_hora.txt`;

($contador,$disp_hora)=split('/:',$disp_hora);

```

```

@disp_hora=split(/ /,$disp_hora);

#-----#
#lectura de la disponibilidad en la ultima hora alt.#
#-----#

$disp_2=`/bin/cat /var/www/html/mrtg/disp_2.txt`;

($contador,$disp_2)=split(/:/$disp_2);
@disp_2=split(/ /,$disp_2);

$contador++;
#-----#
# Disponibilidad con perdida de paquetes inferior a 20 %
#
# y latencia inferior a 50 mseg.
#
#-----#

if ($status=="1"&&$pkloss<"20"&&$latencia<"50")
{
    $disp1="1";
}
else
{
    $disp1="0";
}

shift(@disp_hora);
push(@disp_hora,$disp1);

#-----#
# Disponibilidad con perdida de paquetes inferior a 20 %
#
# y latencia inferior a 1 seg.
#
# En las mediciones realizadas se ha podido notar que con
#
# latencias de hasta 1 seg. la calidad percibida por el
#
# usuario es aceptable.
#
#-----#

if ($status=="1"&&$pkloss<"20"&&$latencia<"1000")
{
    $disp2="1";
}
else
{
    $disp2="0";
}

shift(@disp_2);
push(@disp_2,$disp2);

$prom=0;
$prom2=0;
for ($i=0;$i<$contador;$i++)
{
    $prom=$prom+@disp_hora[11-$i];
    $prom2=$prom2+@disp_2[11-$i];
}
$prom=$prom/($contador)*100;
$prom2=$prom2/($contador)*100;

```

```

if($contador>=12)
{
    $contador=11;
}
$disp_hora=join(' ',@disp_hora);
$disp_2=join(' ',@disp_2);

$rec =join(':', $contador,$disp_hora);
$rec2=join(':', $contador,$disp_2);

#-----#
#           Envio de resultados al programa mrtg
#
#-----#
# La interfaz entre el script en perl y el mrtg es a tra
#
# ves de la impresion de cuatro numeros, en este caso
#
# se envian los valores disp2*100, prom2,, 0 y la direc
#
# cion IP del router
#
# Se pueden usar las variables disp1 y prom en vez de
#
# disp2 y prom2.
#
# -----#
print $disp2*100,"\n", "$prom2\n", "0\n", "$ipaddr\n";

$mrtgdisp_hora = ">/var/www/html/mrtg/disp_hora.txt";
$mrtgdisp_2 = ">/var/www/html/mrtg/disp_2.txt";
open(MRTGDISPHORA, $mrtgdisp_hora);
open(MRTGDISP2, $mrtgdisp_2);
print MRTGDISPHORA $rec;
print MRTGDISP2 $rec2;

```

ifLastChange.pl - Calculo de la disponibilidad incluyendo deteccion de cortes en el enlace usando ifLastChange

```

#!/usr/bin/perl
#!/usr/bin/perl

$ipaddr = $ARGV[0];
$interfaz = $ARGV[1];
$snmp_comunidad = $ARGV[2];

##$status = 1  enlace activo
##$status = 2  enlace inactivo
$status=`snmpget $ipaddr $snmp_comunidad ifOperStatus.$interfaz`;

### La variable MIB ifLastChange no se implementa en todos los routers
$lastchange=`snmpget $ipaddr $snmp_comunidad ifLastChange.$interfaz`;

@dummy=split('\(', $status);

$status=$dummy[1];
$status=substr $status,0,1;

@dummy2=split('\(', $lastchange);
@dummy=(split('\)', $dummy2[1]));

## El valor de lastchange esta expresado en centesimas de segundo

```

```

## Un valor de lastchange=30000 equivale a 5 minutos
$lastchange=$dummy[0];

#-----#
#lectura de la perdida de paquetes actual#
#-----#
$pkloss=`/bin/cat /var/www/html/mrtg/dispo.txt`;
chop($pkloss);

#-----#
#      lectura de la latencia actual      #
#-----#
$latencia=`/bin/cat /var/www/html/mrtg/displat.txt`;
chop($latencia);

#-----#
#      lectura de la disponibilidad en la ultima hora
#
#-----#
$disp_hora=`/bin/cat /var/www/html/mrtg/disp_hora.txt`;

($contador,$disp_hora)=split(/:/,$disp_hora);
@disp_hora=split(/ /,$disp_hora);

#-----#
#lectura de la disponibilidad en la ultima hora alt.#
#-----#

$disp_2=`/bin/cat /var/www/html/mrtg/disp_2.txt`;

($contador,$disp_2)=split(/:/,$disp_2);
@disp_2=split(/ /,$disp_2);

$contador++;
#-----#
# Disponibilidad con perdida de paquetes inferior a 20 %
#
# y latencia inferior a 50 mseg.
#
#-----#

if ($status=="1"&&$pkloss<"20"&&$latencia<"50"&&$lastchange>"30000")
{
    $disp1="1";
}
else
{
    $disp1="0";
}

shift(@disp_hora);
push(@disp_hora,$disp1);

#-----#
# Disponibilidad con perdida de paquetes inferior a 20 %
#
# y latencia inferior a 1 seg.
#
# En las mediciones realizadas se ha podido notar que con
# latencias de hasta 1 seg. la calidad percibida por el
# usuario es aceptable.
#
#-----#

```

```

if ($status=="1"&&$pkloss<"20"&&$latencia<"1000"&&$lastchange>"30000")
{
    $disp2="1";
}
else
{
    $disp2="0";
}

shift(@disp_2);
push(@disp_2,$disp2);

$prom=0;
$prom2=0;
for ($i=0;$i<$contador;$i++)
{
    $prom=$prom+@disp_hora[11-$i];
    $prom2=$prom2+@disp_2[11-$i];
}
$prom=$prom/($contador)*100;
$prom2=$prom2/($contador)*100;

if($contador>=12)
{
    $contador=11;
}
$disp_hora=join(' ',@disp_hora);
$disp_2=join(' ',@disp_2);

$rec =join(':', $contador,$disp_hora);
$rec2=join(':', $contador,$disp_2);

#-----#
#           Envio de resultados al programa mrtg
#
#-----#
# La interfaz entre el script en perl y el mrtg es a tra
# ves de la impresion de cuatro numeros, en este caso
# se envian los valores disp2*100, prom2,, 0 y la direc
# cion IP del router
# Se pueden usar las variables disp1 y prom en vez de
# disp2 y prom2.
# -----#
print $disp2*100,"\n", "$prom2\n", "0\n", "$ipaddr\n";

$mrtgdisp_hora = ">/var/www/html/mrtg/disp_hora.txt";
$mrtgdisp_2 = ">/var/www/html/mrtg/disp_2.txt";
open(MRTGDISPHORA, $mrtgdisp_hora);
open(MRTGDISP2, $mrtgdisp_2);
print MRTGDISPHORA $rec;
print MRTGDISP2 $rec2;

```

Anexo B:

Ejemplo de contenido de los archivos de log (1 día de medición)

mrtgping.log: muestras de latencia

Formato:

<Año><Mes><Dia><Hora><Minuto><Segundo>: <latencia promedio> <jitter><0><Dirección IP del destino de ping>

```
20020101000158: 28 11 0 206.138.104.129
20020101000657: 34 8 0 206.138.104.129
20020101001157: 36 10 0 206.138.104.129
20020101001658: 34 8 0 206.138.104.129
20020101002157: 34 8 0 206.138.104.129
20020101002658: 37 9 0 206.138.104.129
20020101003157: 37 11 0 206.138.104.129
20020101003658: 33 10 0 206.138.104.129
20020101004157: 30 8 0 206.138.104.129
20020101004657: 40 21 0 206.138.104.129
20020101005158: 37 7 0 206.138.104.129
20020101005657: 33 13 0 206.138.104.129
20020101010158: 27 3 0 206.138.104.129
20020101010657: 27 11 0 206.138.104.129
20020101011158: 34 12 0 206.138.104.129
20020101011657: 22 3 0 206.138.104.129
20020101012158: 33 8 0 206.138.104.129
20020101012657: 30 8 0 206.138.104.129
20020101013158: 36 9 0 206.138.104.129
20020101013657: 26 7 0 206.138.104.129
20020101014158: 53 37 0 206.138.104.129
20020101014657: 46 24 0 206.138.104.129
20020101015157: 27 7 0 206.138.104.129
20020101015658: 37 17 0 206.138.104.129
20020101020158: 34 22 0 206.138.104.129
20020101020657: 106 96 0 206.138.104.129
20020101021158: 18 2 0 206.138.104.129
20020101021657: 51 34 0 206.138.104.129
20020101022158: 36 8 0 206.138.104.129
20020101022657: 28 6 0 206.138.104.129
20020101023158: 32 9 0 206.138.104.129
20020101023658: 41 12 0 206.138.104.129
20020101024157: 34 10 0 206.138.104.129
```

20020101024658: 28 7 0 206.138.104.129
20020101025158: 39 15 0 206.138.104.129
20020101025657: 30 7 0 206.138.104.129
20020101030158: 29 8 0 206.138.104.129
20020101030657: 34 15 0 206.138.104.129
20020101031157: 42 6 0 206.138.104.129
20020101031657: 41 7 0 206.138.104.129
20020101032158: 39 5 0 206.138.104.129
20020101032657: 35 22 0 206.138.104.129
20020101033157: 36 13 0 206.138.104.129
20020101033658: 34 9 0 206.138.104.129
20020101034157: 38 10 0 206.138.104.129
20020101034658: 31 12 0 206.138.104.129
20020101035157: 26 11 0 206.138.104.129
20020101035657: 32 9 0 206.138.104.129
20020101040158: 30 6 0 206.138.104.129
20020101040658: 29 11 0 206.138.104.129
20020101041158: 30 6 0 206.138.104.129
20020101041657: 34 10 0 206.138.104.129
20020101042158: 31 15 0 206.138.104.129
20020101042657: 30 8 0 206.138.104.129
20020101043158: 31 7 0 206.138.104.129
20020101043657: 27 11 0 206.138.104.129
20020101044158: 42 7 0 206.138.104.129
20020101044657: 35 9 0 206.138.104.129
20020101045158: 24 8 0 206.138.104.129
20020101045657: 33 10 0 206.138.104.129
20020101050158: 29 10 0 206.138.104.129
20020101050657: 32 8 0 206.138.104.129
20020101051158: 34 7 0 206.138.104.129
20020101051658: 32 11 0 206.138.104.129
20020101052159: 27 9 0 206.138.104.129
20020101052659: 45 28 0 206.138.104.129
20020101053200: 35 4 0 206.138.104.129
20020101053659: 26 6 0 206.138.104.129
20020101054200: 32 6 0 206.138.104.129
20020101054659: 26 7 0 206.138.104.129
20020101055159: 31 8 0 206.138.104.129
20020101055700: 32 12 0 206.138.104.129
20020101060159: 83 45 0 206.138.104.129
20020101060700: 34 14 0 206.138.104.129
20020101061159: 39 12 0 206.138.104.129
20020101061700: 28 7 0 206.138.104.129
20020101062159: 27 7 0 206.138.104.129
20020101062700: 31 9 0 206.138.104.129
20020101063159: 43 5 0 206.138.104.129

20020101063659: 28 7 0 206.138.104.129
20020101064200: 40 16 0 206.138.104.129
20020101064659: 32 8 0 206.138.104.129
20020101065200: 37 11 0 206.138.104.129
20020101065659: 30 10 0 206.138.104.129
20020101070200: 41 12 0 206.138.104.129
20020101070659: 42 7 0 206.138.104.129
20020101071200: 30 9 0 206.138.104.129
20020101071659: 40 10 0 206.138.104.129
20020101072200: 51 39 0 206.138.104.129
20020101072659: 26 11 0 206.138.104.129
20020101073200: 28 11 0 206.138.104.129
20020101073659: 34 9 0 206.138.104.129
20020101074200: 31 10 0 206.138.104.129
20020101074700: 32 12 0 206.138.104.129
20020101075200: 37 15 0 206.138.104.129
20020101075659: 29 15 0 206.138.104.129
20020101080159: 19 1 0 206.138.104.129
20020101080700: 46 35 0 206.138.104.129
20020101081159: 19 1 0 206.138.104.129
20020101081700: 18 2 0 206.138.104.129
20020101082200: 18 2 0 206.138.104.129
20020101082659: 19 1 0 206.138.104.129
20020101083200: 19 1 0 206.138.104.129
20020101083659: 18 2 0 206.138.104.129
20020101084159: 27 14 0 206.138.104.129
20020101084700: 18 3 0 206.138.104.129
20020101085159: 19 0 0 206.138.104.129
20020101085659: 39 40 0 206.138.104.129
20020101090200: 18 2 0 206.138.104.129
20020101090700: 36 17 0 206.138.104.129
20020101091201: 19 1 0 206.138.104.129
20020101091700: 20 0 0 206.138.104.129
20020101092200: 18 2 0 206.138.104.129
20020101092701: 19 0 0 206.138.104.129
20020101093200: 21 4 0 206.138.104.129
20020101093701: 53 34 0 206.138.104.129
20020101094200: 22 3 0 206.138.104.129
20020101094700: 20 0 0 206.138.104.129
20020101095201: 20 0 0 206.138.104.129
20020101095700: 19 1 0 206.138.104.129
20020101100204: 19 0 0 206.138.104.129
20020101100701: 19 0 0 206.138.104.129
20020101101201: 18 2 0 206.138.104.129
20020101101700: 32 9 0 206.138.104.129
20020101102201: 38 7 0 206.138.104.129

20020101102700: 30 10 0 206.138.104.129
20020101103201: 57 22 0 206.138.104.129
20020101103700: 31 11 0 206.138.104.129
20020101104201: 31 11 0 206.138.104.129
20020101104700: 25 4 0 206.138.104.129
20020101105200: 32 9 0 206.138.104.129
20020101105701: 26 7 0 206.138.104.129
20020101110200: 26 7 0 206.138.104.129
20020101110701: 19 0 0 206.138.104.129
20020101111200: 35 10 0 206.138.104.129
20020101111701: 30 13 0 206.138.104.129
20020101112200: 42 32 0 206.138.104.129
20020101112701: 133 26 0 206.138.104.129
20020101113201: 25 7 0 206.138.104.129
20020101113700: 27 11 0 206.138.104.129
20020101114201: 27 11 0 206.138.104.129
20020101114700: 32 11 0 206.138.104.129
20020101115201: 44 7 0 206.138.104.129
20020101115700: 36 9 0 206.138.104.129
20020101120201: 32 11 0 206.138.104.129
20020101120700: 37 11 0 206.138.104.129
20020101121200: 62 54 0 206.138.104.129
20020101121700: 27 11 0 206.138.104.129
20020101122200: 26 5 0 206.138.104.129
20020101122701: 60 43 0 206.138.104.129
20020101123201: 28 10 0 206.138.104.129
20020101123701: 50 23 0 206.138.104.129
20020101124200: 24 7 0 206.138.104.129
20020101124701: 29 9 0 206.138.104.129
20020101125200: 28 11 0 206.138.104.129
20020101125701: 26 6 0 206.138.104.129
20020101130200: 34 4 0 206.138.104.129
20020101130700: 33 10 0 206.138.104.129
20020101131201: 28 6 0 206.138.104.129
20020101131700: 31 15 0 206.138.104.129
20020101132201: 39 13 0 206.138.104.129
20020101132700: 40 10 0 206.138.104.129
20020101133201: 34 11 0 206.138.104.129
20020101133700: 31 10 0 206.138.104.129
20020101134201: 32 12 0 206.138.104.129
20020101134700: 29 13 0 206.138.104.129
20020101135200: 21 4 0 206.138.104.129
20020101135701: 34 10 0 206.138.104.129
20020101140200: 24 9 0 206.138.104.129
20020101140701: 26 9 0 206.138.104.129
20020101141200: 31 9 0 206.138.104.129

20020101141701: 35 13 0 206.138.104.129
20020101142200: 40 13 0 206.138.104.129
20020101142701: 22 5 0 206.138.104.129
20020101143200: 28 11 0 206.138.104.129
20020101143701: 26 7 0 206.138.104.129
20020101144200: 158 168 0 206.138.104.129
20020101144701: 28 15 0 206.138.104.129
20020101145200: 32 7 0 206.138.104.129
20020101145701: 69 95 0 206.138.104.129
20020101150200: 33 9 0 206.138.104.129
20020101150701: 32 10 0 206.138.104.129
20020101151201: 30 8 0 206.138.104.129
20020101151701: 27 11 0 206.138.104.129
20020101152200: 37 13 0 206.138.104.129
20020101152701: 41 7 0 206.138.104.129
20020101153200: 37 10 0 206.138.104.129
20020101153701: 33 9 0 206.138.104.129
20020101154200: 41 10 0 206.138.104.129
20020101154701: 26 8 0 206.138.104.129
20020101155200: 38 7 0 206.138.104.129
20020101155701: 32 10 0 206.138.104.129
20020101160200: 28 6 0 206.138.104.129
20020101160700: 35 13 0 206.138.104.129
20020101161201: 28 6 0 206.138.104.129
20020101161701: 33 10 0 206.138.104.129
20020101162200: 48 12 0 206.138.104.129
20020101162701: 33 11 0 206.138.104.129
20020101163200: 38 7 0 206.138.104.129
20020101163701: 32 11 0 206.138.104.129
20020101164200: 50 21 0 206.138.104.129
20020101164701: 36 8 0 206.138.104.129
20020101165200: 47 14 0 206.138.104.129
20020101165700: 26 3 0 206.138.104.129
20020101170200: 30 8 0 206.138.104.129
20020101170700: 28 10 0 206.138.104.129
20020101171201: 40 31 0 206.138.104.129
20020101171700: 32 6 0 206.138.104.129
20020101172201: 34 23 0 206.138.104.129
20020101172700: 41 22 0 206.138.104.129
20020101173201: 35 11 0 206.138.104.129
20020101173700: 33 9 0 206.138.104.129
20020101174201: 26 7 0 206.138.104.129
20020101174700: 19 1 0 206.138.104.129
20020101175201: 38 23 0 206.138.104.129
20020101175700: 36 7 0 206.138.104.129
20020101180201: 37 22 0 206.138.104.129

20020101180700: 125 110 0 206.138.104.129
20020101181200: 33 7 0 206.138.104.129
20020101181701: 25 8 0 206.138.104.129
20020101182200: 27 9 0 206.138.104.129
20020101182701: 57 19 0 206.138.104.129
20020101183201: 131 82 0 206.138.104.129
20020101183700: 26 7 0 206.138.104.129
20020101184201: 50 16 0 206.138.104.129
20020101184700: 43 28 0 206.138.104.129
20020101185201: 42 16 0 206.138.104.129
20020101185700: 46 21 0 206.138.104.129
20020101190201: 18 2 0 206.138.104.129
20020101190700: 18 2 0 206.138.104.129
20020101191200: 19 0 0 206.138.104.129
20020101191701: 19 0 0 206.138.104.129
20020101192200: 30 24 0 206.138.104.129
20020101192701: 19 1 0 206.138.104.129
20020101193200: 26 8 0 206.138.104.129
20020101193701: 84 108 0 206.138.104.129
20020101194200: 24 9 0 206.138.104.129
20020101194701: 25 7 0 206.138.104.129
20020101195200: 25 12 0 206.138.104.129
20020101195701: 47 31 0 206.138.104.129
20020101200200: 42 11 0 206.138.104.129
20020101200701: 35 8 0 206.138.104.129
20020101201200: 30 6 0 206.138.104.129
20020101201701: 52 49 0 206.138.104.129
20020101202200: 28 10 0 206.138.104.129
20020101202701: 30 11 0 206.138.104.129
20020101203200: 27 6 0 206.138.104.129
20020101203701: 29 10 0 206.138.104.129
20020101204200: 70 44 0 206.138.104.129
20020101204701: 130 145 0 206.138.104.129
20020101205200: 40 9 0 206.138.104.129
20020101205701: 36 9 0 206.138.104.129
20020101210200: 30 13 0 206.138.104.129
20020101210701: 138 151 0 206.138.104.129
20020101211201: 42 25 0 206.138.104.129
20020101211700: 28 11 0 206.138.104.129
20020101212201: 41 6 0 206.138.104.129
20020101212701: 32 3 0 206.138.104.129
20020101213201: 22 3 0 206.138.104.129
20020101213702: 40 26 0 206.138.104.129
20020101214201: 32 9 0 206.138.104.129
20020101214702: 34 7 0 206.138.104.129
20020101215201: 48 24 0 206.138.104.129

```

20020101215702: 35 7 0 206.138.104.129
20020101220201: 33 11 0 206.138.104.129
20020101220702: 36 15 0 206.138.104.129
20020101221201: 38 11 0 206.138.104.129
20020101221702: 34 10 0 206.138.104.129
20020101222201: 32 6 0 206.138.104.129
20020101222702: 27 7 0 206.138.104.129
20020101223202: 47 36 0 206.138.104.129
20020101223702: 32 11 0 206.138.104.129
20020101224202: 33 12 0 206.138.104.129
20020101224701: 29 9 0 206.138.104.129
20020101225202: 30 10 0 206.138.104.129
20020101225701: 32 9 0 206.138.104.129
20020101230202: 43 8 0 206.138.104.129
20020101230701: 39 11 0 206.138.104.129
20020101231201: 71 47 0 206.138.104.129
20020101231702: 34 5 0 206.138.104.129
20020101232202: 29 8 0 206.138.104.129
20020101232701: 36 10 0 206.138.104.129
20020101233201: 26 8 0 206.138.104.129
20020101233702: 53 43 0 206.138.104.129
20020101234201: 37 12 0 206.138.104.129
20020101234702: 48 32 0 206.138.104.129
20020101235201: 100 19 0 206.138.104.129
20020101235701: 30 10 0 206.138.104.129

```

pkloss.log: muestras de pérdida de paquetes

Formato:

```

<Año><Mes><Día><Hora><Minuto><Segundo>: <paquetes entrantes><paquetes entrantes descartados>
<paquetes salientes><paquetes salientes descartados>

```

```

20020117000354: 51882281 0 58394894 1886897
20020117000854: 51883032 0 58395654 1886897
20020117001353: 51885018 0 58397809 1886897
20020117001854: 51886185 0 58398977 1886897
20020117002354: 51887678 0 58400277 1886897
20020117002853: 51888807 0 58401253 1886897
20020117003354: 51889985 0 58402535 1886897
20020117003853: 51890657 0 58403249 1886897
20020117004354: 51892221 0 58405162 1886897

```

20020117004854: 51893957 0 58406968 1886897
20020117005353: 51895122 0 58408134 1886897
20020117005853: 51895587 0 58408582 1886897
20020117010354: 51896383 0 58409322 1886897
20020117010853: 51897170 0 58409947 1886897
20020117011353: 51898377 0 58411369 1886897
20020117011854: 51899262 0 58412318 1886897
20020117012354: 51900619 0 58413787 1886897
20020117012854: 51901588 0 58415227 1886901
20020117013353: 51902971 0 58417057 1886901
20020117013854: 51904468 0 58418720 1886901
20020117014354: 51905566 0 58419677 1886901
20020117014853: 51907474 0 58421098 1886901
20020117015354: 51910278 0 58422860 1886901
20020117015854: 51911580 0 58424006 1886901
20020117020353: 51912359 0 58424804 1886901
20020117020854: 51912711 0 58425176 1886901
20020117021354: 51913508 0 58425885 1886901
20020117021853: 51915259 0 58427268 1886901
20020117022354: 51916273 0 58428382 1886901
20020117022853: 51917122 0 58429342 1886901
20020117023354: 51918251 0 58430678 1886901
20020117023854: 51919369 0 58431725 1886901
20020117024353: 51920550 0 58432866 1886901
20020117024854: 51921465 0 58433718 1886901
20020117025354: 51922149 0 58434323 1886901
20020117025853: 51922742 0 58434935 1886901
20020117030354: 51923784 0 58436052 1886901
20020117030854: 51924272 0 58436555 1886901
20020117031353: 51925018 0 58437253 1886901
20020117031853: 51925647 0 58437932 1886901
20020117032354: 51926682 0 58438932 1886901
20020117032854: 51927504 0 58439758 1886901
20020117033353: 51928538 0 58440718 1886901
20020117033854: 51929292 0 58441483 1886901
20020117034354: 51930103 0 58442222 1886901
20020117034853: 51931744 0 58443875 1886901
20020117035354: 51932446 0 58444550 1886901
20020117035854: 51933042 0 58445157 1886901
20020117040354: 51933457 0 58445589 1886901
20020117040857: 51933965 0 58446109 1886901
20020117041354: 51935054 0 58447099 1886901
20020117041853: 51935672 0 58447709 1886901
20020117042354: 51937131 0 58448929 1886901
20020117042854: 51938498 0 58450061 1886901
20020117043353: 51940318 0 58451287 1886901

20020117043854: 51941972 0 58452696 1886901
20020117044353: 51943192 0 58453783 1886901
20020117044853: 51944626 0 58455316 1886901
20020117045354: 51945752 0 58456475 1886901
20020117045854: 51948265 0 58459425 1886917
20020117050353: 51950048 0 58461506 1886917
20020117050854: 51951104 0 58462504 1886917
20020117051354: 51952021 0 58463350 1886917
20020117051854: 51952580 0 58463971 1886917
20020117052353: 51953310 0 58464693 1886917
20020117052854: 51954245 0 58465545 1886917
20020117053354: 51954943 0 58466331 1886917
20020117053853: 51956432 0 58467734 1886917
20020117054354: 51957179 0 58468415 1886917
20020117054853: 51959370 0 58471167 1886926
20020117055354: 51960492 0 58472132 1886926
20020117055854: 51961273 0 58472894 1886926
20020117060353: 51962848 0 58474999 1886926
20020117060854: 51963640 0 58475715 1886926
20020117061353: 51964444 0 58476489 1886926
20020117061853: 51965363 0 58477381 1886926
20020117062354: 51966469 0 58478476 1886926
20020117062853: 51968212 0 58480157 1886926
20020117063355: 51969583 0 58482057 1886926
20020117063853: 51972708 0 58487241 1886926
20020117064354: 51974562 0 58489447 1886926
20020117064853: 51976194 0 58491566 1886926
20020117065353: 51976916 0 58492405 1886926
20020117065854: 51977925 0 58493351 1886926
20020117070353: 51979462 0 58494806 1886926
20020117070853: 51981216 0 58496453 1886926
20020117071354: 51982186 0 58497482 1886926
20020117071853: 51983542 0 58498827 1886926
20020117072354: 51984546 0 58499735 1886926
20020117072853: 51986741 0 58502621 1886926
20020117073354: 51989560 0 58506622 1886926
20020117073853: 51991168 0 58508459 1886926
20020117074353: 51993265 0 58510679 1886926
20020117074904: 51998460 0 58515432 1886926
20020117075403: 52005140 0 58521480 1886926
20020117075853: 52011678 0 58527352 1886926
20020117080354: 52016988 0 58531551 1886926
20020117080854: 52023955 0 58537486 1886926
20020117081354: 52031324 0 58543810 1886926
20020117081853: 52037674 0 58549373 1886926
20020117082354: 52045569 0 58556332 1886926

20020117082853: 52055301 0 58563608 1886926
20020117083354: 52065377 0 58571475 1886926
20020117083854: 52075102 0 58580596 1886927
20020117084354: 52085475 0 58591025 1886927
20020117084854: 52096094 0 58602052 1886927
20020117085355: 52106661 0 58612778 1886927
20020117085854: 52118075 0 58625007 1886927
20020117090354: 52128904 0 58636284 1886927
20020117090854: 52138924 0 58646071 1886943
20020117091354: 52150226 0 58657763 1886943
20020117091854: 52162382 0 58670641 1886943
20020117092354: 52174235 0 58683680 1886943
20020117092854: 52184721 0 58696059 1886945
20020117093355: 52194454 0 58706894 1886945
20020117093855: 52205045 0 58719204 1886970
20020117094354: 52216506 0 58732690 1886970
20020117094854: 52227799 0 58748831 1887018
20020117095354: 52238307 0 58764720 1887051
20020117095854: 52249397 0 58781098 1887083
20020117100354: 52260655 0 58797364 1887083
20020117100853: 52271516 0 58813048 1887083
20020117101354: 52282403 0 58829099 1887172
20020117101855: 52292626 0 58844229 1887172
20020117102354: 52302870 0 58859170 1887172
20020117102854: 52313278 0 58874588 1887172
20020117103354: 52324074 0 58890477 1887172
20020117103854: 52334955 0 58906612 1887172
20020117104354: 52345739 0 58922173 1887172
20020117104854: 52356544 0 58937472 1887172
20020117105354: 52368213 0 58954299 1887204
20020117105854: 52382357 0 58972417 1887206
20020117110354: 52395500 0 58989156 1887206
20020117110854: 52406628 0 59005631 1887206
20020117111354: 52418800 0 59023739 1887223
20020117111854: 52430339 0 59040368 1887223
20020117112354: 52442268 0 59057896 1887229
20020117112854: 52455157 0 59076751 1887229
20020117113354: 52468396 0 59096198 1887355
20020117113854: 52480043 0 59112876 1887377
20020117114354: 52494813 0 59135034 1887551
20020117114855: 52509077 0 59157970 1887576
20020117115355: 52523541 0 59180868 1887961
20020117115854: 52536204 0 59199851 1888089
20020117120354: 52553936 0 59220639 1888102
20020117120854: 52571668 0 59241428 1888156
20020117121354: 52589400 0 59262216 1888210

20020117121854: 52607133 0 59283005 1888348
20020117122353: 52624865 0 59303793 1888388
20020117122854: 52642595 0 59324125 1888485
20020117123022: 52642598 0 59324582 1888493
20020117123037: 52642823 0 59324801 1888493
20020117123356: 52656040 0 59342333 1888493
20020117123854: 52669300 0 59359866 1888528
20020117124355: 52682517 0 59377399 1888597
20020117124854: 52693451 0 59394932 1888620
20020117125355: 52706668 0 59412465 1888677
20020117125858: 52719885 0 59429998 1888735
20020117130358: 52733102 0 59435894 1888735
20020117130517: 52735343 0 59447531 1888735
20020117131017: 52744454 0 59461022 1888735
20020117131516: 52756036 0 59477812 1888735
20020117132016: 52767185 0 59494704 1888735
20020117132516: 52777337 0 59509762 1888735
20020117133018: 52786816 0 59523989 1888735
20020117133516: 52797905 0 59540437 1888735
20020117134016: 52808685 0 59556396 1888735
20020117134516: 52819771 0 59572977 1888735
20020117135016: 52830425 0 59588915 1888741
20020117135517: 52842490 0 59607579 1888792
20020117140016: 52854677 0 59626478 1888887
20020117140516: 52867003 0 59645846 1888967
20020117141016: 52879334 0 59664543 1889140
20020117141516: 52891351 0 59683034 1889177
20020117142016: 52902833 0 59700809 1889249
20020117142516: 52913490 0 59716605 1889255
20020117143016: 52924997 0 59734209 1889255
20020117143516: 52937377 0 59752957 1889290
20020117144016: 52949215 0 59770674 1889294
20020117144516: 52960914 0 59787887 1889294
20020117145017: 52973823 0 59807178 1889385
20020117145516: 52987224 0 59827198 1889557
20020117150016: 53004362 0 59845350 1889581
20020117150517: 53020184 3 59864504 1889612
20020117151016: 53032643 3 59882835 1889627
20020117151517: 53045229 3 59901425 1889631
20020117152016: 53058656 3 59921193 1889788
20020117152516: 53071368 3 59939655 1889793
20020117153016: 53083541 3 59958710 1890013
20020117153516: 53100196 3 59984248 1891110
20020117154017: 53117878 3 60007236 1891496
20020117154516: 53132124 3 60030910 1891850
20020117155016: 53145595 3 60053548 1891852

20020117155517: 53160266 3 60078610 1892855
20020117160016: 53175005 3 60103766 1893588
20020117160516: 53188720 3 60127661 1893683
20020117161016: 53202896 3 60151419 1893787
20020117161516: 53218040 3 60176685 1894267
20020117162016: 53232301 3 60200874 1894545
20020117162516: 53246832 3 60225502 1895071
20020117163016: 53261891 3 60251512 1895603
20020117163517: 53277210 3 60276825 1895804
20020117164018: 53297159 3 60306376 1898565
20020117164517: 53317765 3 60336946 1900246
20020117165015: 53333214 3 60361879 1900619
20020117165517: 53348905 3 60384553 1900876
20020117170016: 53367367 3 60412138 1902109
20020117170516: 53385555 3 60435332 1902140
20020117171016: 53403803 3 60461394 1902225
20020117171516: 53420770 3 60485900 1902306
20020117172016: 53435026 3 60509839 1902784
20020117172516: 53448378 3 60532286 1903077
20020117173016: 53461458 3 60554403 1903279
20020117173516: 53473692 3 60575703 1903304
20020117174016: 53486434 3 60598535 1903487
20020117174516: 53498685 3 60619962 1903519
20020117175016: 53512210 3 60643600 1903824
20020117175516: 53526817 3 60668433 1905240
20020117180018: 53540113 3 60692018 1906882
20020117180516: 53553622 3 60712831 1907885
20020117181016: 53568300 3 60728021 1908401
20020117181517: 53581222 3 60741872 1908776
20020117182016: 53595155 3 60756497 1909660
20020117182517: 53607188 3 60769965 1910116
20020117183017: 53617379 3 60781456 1910448
20020117183844: 53634140 3 60800796 1910904
20020117184344: 53647763 3 60815850 1911276
20020117184844: 53662019 3 60830163 1911687
20020117185344: 53679626 3 60846094 1912225
20020117185844: 53701356 3 60863865 1912910
20020117190346: 53723986 3 60880027 1913358
20020117190845: 53745042 3 60895947 1913775
20020117191345: 53765575 3 60909973 1913818
20020117191844: 53784794 3 60923627 1914079
20020117192344: 53804438 3 60937834 1914146
20020117192845: 53819443 3 60952427 1914180
20020117193345: 53831057 3 60965683 1914183
20020117193844: 53841151 3 60977747 1914193
20020117194345: 53854830 3 60990950 1914202

20020117194845: 53868908 3 61002967 1914248
20020117195344: 53885977 3 61013659 1914248
20020117195845: 53904355 3 61025548 1914248
20020117200345: 53921134 3 61039091 1914285
20020117200844: 53936148 3 61052728 1914285
20020117201345: 53955746 3 61066540 1914285
20020117201845: 53973784 3 61081925 1914349
20020117202344: 53990859 3 61094099 1914408
20020117202845: 54006174 3 61103686 1914408
20020117203344: 54019253 3 61112002 1914408
20020117203845: 54024411 3 61117942 1914408
20020117204344: 54027919 3 61122035 1914408
20020117204845: 54032821 3 61127402 1914433
20020117205344: 54036232 3 61131252 1914433
20020117205845: 54042304 3 61137875 1914433
20020117210344: 54052184 3 61147269 1914449
20020117210845: 54058608 3 61154007 1914449
20020117211344: 54066983 3 61163880 1914506
20020117211845: 54073730 3 61171236 1914506
20020117212344: 54080066 3 61177818 1914506
20020117212844: 54085397 3 61183531 1914511
20020117213345: 54090639 3 61188863 1914511
20020117213844: 54096195 3 61194956 1914511
20020117214345: 54100915 3 61199817 1914511
20020117214844: 54105358 3 61204647 1914511
20020117215345: 54109951 3 61209425 1914511
20020117215845: 54114546 3 61214165 1914511
20020117220344: 54118955 3 61218909 1914513
20020117220845: 54122306 3 61223200 1914513
20020117221344: 54125817 3 61227303 1914513
20020117221845: 54128868 3 61230277 1914513
20020117222344: 54131150 3 61232779 1914513
20020117222845: 54134073 3 61235828 1914515
20020117223344: 54136869 3 61238584 1914515
20020117223845: 54139128 3 61240901 1914515
20020117224344: 54141092 3 61242727 1914515
20020117224845: 54143608 3 61244915 1914515
20020117225344: 54148293 3 61248727 1914515
20020117225845: 54150021 3 61250537 1914515
20020117230344: 54154281 3 61253817 1914515
20020117230845: 54157458 3 61256701 1914516
20020117231344: 54160969 3 61261448 1914516
20020117231845: 54163848 3 61264605 1914516
20020117232345: 54167247 3 61268418 1914524
20020117232844: 54172228 3 61274255 1914525
20020117233345: 54175313 3 61277609 1914525

```

20020117233844: 54178126 3 61280842 1914525
20020117234345: 54181138 3 61284513 1914525
20020117234844: 54183993 3 61287370 1914525
20020117235345: 54185851 3 61289156 1914525
20020117235844: 54188944 3 61292000 1914525

```

mr1gtasa.log: muestras de ocupacion del enlace

Formato:

<Año><Mes><Dia><Hora><Minuto><Segundo>: <octetos entrantes> <octetos salientes>

```

20020101000157: 10121341 213508392
20020101000657: 10136873 213707937
20020101001157: 11278888 213950362
20020101001657: 12815722 214205083
20020101002157: 14284616 214442231
20020101002657: 18809496 214848615
20020101003157: 23102333 215184591
20020101003657: 27780935 215871163
20020101004157: 32354090 216336735
20020101004657: 36754909 216737123
20020101005158: 41384825 217100484
20020101005657: 45986952 217439583
20020101010158: 50565393 217917112
20020101010657: 55132863 218190645
20020101011157: 59694365 218464772
20020101011657: 64282331 218731553
20020101012157: 68880457 219082782
20020101012657: 73837607 219358227
20020101013157: 78409528 219683354
20020101013657: 82985674 219952727
20020101014157: 87504526 220257987
20020101014657: 92129512 220943789
20020101015157: 96687916 221222194
20020101015657: 101223230 221973520
20020101020158: 105757851 222501913
20020101020657: 110277688 222762223
20020101021157: 113199584 223195683
20020101021657: 117477179 223689206
20020101022157: 122348067 223969799
20020101022657: 127071709 224359048

```

20020101023157: 131630846 224750297
20020101023658: 136240194 225040201
20020101024157: 140836095 225465589
20020101024657: 145397926 225756951
20020101025157: 149910422 226163925
20020101025657: 154477927 226530361
20020101030157: 159076576 227023526
20020101030657: 163632635 227442485
20020101031157: 168147085 227702823
20020101031657: 172744689 228011879
20020101032157: 177448847 228332431
20020101032657: 181941402 228609397
20020101033157: 186482371 228857852
20020101033657: 191058525 229116645
20020101034157: 195622201 229365472
20020101034657: 200093039 229678784
20020101035157: 204634209 229923300
20020101035657: 209141657 230172131
20020101040157: 213642397 230433574
20020101040657: 218157339 230687293
20020101041158: 222674854 230938912
20020101041657: 227212552 231352878
20020101042157: 231654699 231613461
20020101042657: 236173283 232022637
20020101043157: 240728790 232369838
20020101043657: 245270021 232779597
20020101044158: 249719748 233118665
20020101044657: 254276524 233365224
20020101045157: 258843616 233630310
20020101045657: 263319602 233884325
20020101050157: 267862631 234138080
20020101050657: 272303844 234938861
20020101051157: 276848560 235246909
20020101051658: 281356174 235508899
20020101052158: 285838809 236413551
20020101052659: 290359584 237144773
20020101053159: 294736377 238318194
20020101053659: 299229108 238577507
20020101054159: 303835712 238940799
20020101054659: 308405505 239229689
20020101055159: 312881474 239551425
20020101055700: 317466763 239910091
20020101060159: 322010505 240344287
20020101060700: 326564065 240639447
20020101061159: 331042631 240918989
20020101061659: 335603086 241255947

20020101062159: 340193982 242285766
20020101062659: 344765867 242631428
20020101063159: 349369462 243122612
20020101063659: 353953972 243440831
20020101064200: 358549069 243867531
20020101064659: 363066985 244160479
20020101065159: 367631253 244484340
20020101065659: 372185053 244866258
20020101070159: 376739645 245216417
20020101070659: 381167046 245521347
20020101071159: 385737194 245804427
20020101071659: 390390363 246099865
20020101072159: 394986588 246911452
20020101072659: 399526797 247375874
20020101073159: 404118534 247820796
20020101073659: 408644280 248192534
20020101074159: 413102832 248487884
20020101074700: 417711938 248908883
20020101075159: 421674386 249160043
20020101075659: 426210729 249470583
20020101080159: 429392607 249782412
20020101080659: 429527599 249881257
20020101081159: 429627553 250054682
20020101081659: 429669315 250208571
20020101082200: 429702623 250248674
20020101082659: 429985516 250314690
20020101083159: 430054514 250370115
20020101083659: 430141010 250412130
20020101084159: 430298808 250500283
20020101084659: 430527546 250618575
20020101085159: 430658215 250684809
20020101085659: 430705808 250825727
20020101090200: 430777339 251074886
20020101090700: 431234114 251152015
20020101091200: 431867119 251384927
20020101091700: 433574787 252165530
20020101092200: 433852234 252552762
20020101092700: 434168476 252631995
20020101093200: 434698739 253252556
20020101093700: 434992834 253379612
20020101094200: 435193778 253473896
20020101094700: 435604330 253716578
20020101095200: 435655219 253991106
20020101095700: 435696577 254062074
20020101100200: 435819326 254610524
20020101100700: 435887932 254677198

20020101101201: 435917290 254734508
20020101101700: 439682334 254949970
20020101102200: 444285771 255235928
20020101102700: 448913452 255954518
20020101103200: 453441897 256973770
20020101103700: 458010100 257363563
20020101104200: 462572803 257718210
20020101104700: 467218256 258319280
20020101105200: 471757309 259054451
20020101105701: 476540312 259423432
20020101110200: 481054031 259933214
20020101110700: 485845268 260647122
20020101111200: 487756302 261606947
20020101111700: 492400217 262088590
20020101112200: 496957246 262452411
20020101112700: 501508892 263577591
20020101113200: 506224119 265846781
20020101113700: 510784022 267940272
20020101114200: 515529959 270016048
20020101114700: 520142117 270564986
20020101115200: 524799920 271987917
20020101115700: 529501410 273727956
20020101120200: 534234957 274196993
20020101120700: 538842380 274587112
20020101121200: 543487420 274912938
20020101121700: 548026354 275636451
20020101122200: 552343154 276019902
20020101122701: 556660263 276757108
20020101123200: 561045665 277566744
20020101123701: 565419670 278019334
20020101124200: 569772044 278367627
20020101124700: 574077372 278618696
20020101125200: 578505433 279371435
20020101125701: 582952949 279753572
20020101130200: 587332188 280097965
20020101130700: 591720496 280384357
20020101131200: 596276433 280852393
20020101131700: 600752573 281659266
20020101132200: 605122487 282374991
20020101132700: 609497604 282994399
20020101133200: 613920416 283627801
20020101133700: 618315910 284278123
20020101134200: 622330635 285023211
20020101134700: 626825212 285597681
20020101135200: 630036760 286035137
20020101135700: 632892887 286504119

20020101140200: 637452460 286832909
20020101140700: 642000213 287162171
20020101141200: 646424116 288017048
20020101141700: 650824725 288319135
20020101142200: 655208703 288745966
20020101142700: 659565537 289018576
20020101143200: 663931492 289253429
20020101143700: 668256772 289500775
20020101144200: 672636463 289776985
20020101144700: 677123505 290605245
20020101145200: 681416321 290912186
20020101145700: 685742194 291220953
20020101150200: 690124353 291741983
20020101150700: 694466172 291985257
20020101151201: 699392781 293149114
20020101151700: 704599023 294144405
20020101152200: 709640689 295026205
20020101152700: 714459560 295965602
20020101153200: 719272231 296883599
20020101153700: 724128867 297766646
20020101154200: 729230030 298786492
20020101154700: 733682825 299989818
20020101155200: 738826361 301137107
20020101155700: 743894227 302274908
20020101160200: 748879785 303351095
20020101160700: 754035618 305012125
20020101161200: 759196540 306103050
20020101161700: 764552920 307467270
20020101162200: 769581173 308654998
20020101162700: 774581012 309567897
20020101163200: 779532421 310447691
20020101163700: 784624974 311538145
20020101164200: 789483606 312602684
20020101164700: 794286485 313656265
20020101165200: 799072664 314464240
20020101165700: 804118399 315506023
20020101170200: 809036573 316466196
20020101170700: 813827214 317380304
20020101171200: 818873397 318565437
20020101171700: 823694814 319633391
20020101172201: 828113329 320222693
20020101172700: 832637116 321074747
20020101173200: 837225824 321908811
20020101173700: 841727541 322757630
20020101174200: 846411608 323538946
20020101174700: 849221202 324919054

20020101175200: 853382660 325421552
20020101175700: 857965052 325790291
20020101180200: 862699450 326309207
20020101180700: 867266771 326936562
20020101181200: 871876495 328288066
20020101181700: 876777502 328905363
20020101182200: 882076453 330063436
20020101182700: 887486833 331703465
20020101183200: 892959204 333712810
20020101183700: 898200300 335378988
20020101184200: 902876885 338023069
20020101184700: 907386123 339539124
20020101185200: 912361320 340913134
20020101185700: 917323815 342196698
20020101190200: 920838294 343691384
20020101190700: 926164499 345107065
20020101191200: 926842925 345844033
20020101191700: 927007881 346047260
20020101192200: 927441900 346697360
20020101192700: 928422965 347778465
20020101193200: 931183614 348779449
20020101193700: 936597336 350305193
20020101194200: 941919382 352083096
20020101194700: 946837628 352916226
20020101195200: 951511543 353524202
20020101195700: 956729660 355481126
20020101200200: 962127029 357395784
20020101200701: 967303330 358814195
20020101201200: 972031228 359423925
20020101201700: 977141378 361039638
20020101202200: 982337420 362686094
20020101202700: 987394717 363807572
20020101203200: 992337479 364821481
20020101203700: 997528682 365895495
20020101204200: 1002526215 367092103
20020101204700: 1006675232 367993831
20020101205200: 1011231520 369054923
20020101205700: 1015775594 370092198
20020101210200: 1020227012 371596262
20020101210700: 1024975185 373069334
20020101211200: 1029974941 374692719
20020101211700: 1035125830 376083470
20020101212200: 1040002091 379806232
20020101212701: 1045062677 381229132
20020101213201: 1049647130 381569206
20020101213702: 1054145548 382672114

20020101214201: 1058732907 382973274
20020101214701: 1063203824 383864278
20020101215201: 1067796077 384323498
20020101215701: 1072497698 385042702
20020101220201: 1077037383 385369705
20020101220701: 1081685146 385680624
20020101221201: 1086539427 386164351
20020101221701: 1091193413 386490235
20020101222201: 1095838406 386965507
20020101222701: 1100552523 387440334
20020101223201: 1105290365 387908791
20020101223702: 1110014080 388395965
20020101224201: 1114681458 388782563
20020101224701: 1119377454 389190662
20020101225201: 1124011753 390477628
20020101225701: 1128669834 390875286
20020101230201: 1133399921 391333238
20020101230701: 1138197557 391871870
20020101231201: 1143037853 393358554
20020101231701: 1147752576 393895978
20020101232201: 1152586152 394329939
20020101232701: 1157249864 394691814
20020101233201: 1161986027 395172255
20020101233702: 1166699728 395669176
20020101234201: 1171432724 396304849
20020101234702: 1176439907 397408227
20020101235201: 1181785460 398608133
20020101235701: 1187223066 399737654

Anexo C:**Formatos y ejemplos de los archivos de trabajo temporales****pkactual.txt: Paquetes perdidos en el intervalo de muestreo**

Formato:

<paquetes entrantes><paquetes entrantes perdidos><paquetes salientes><paquetes salientes perdidos>

Ejemplo:

78159354 104 94247736 2231507

previo.txt: Paquetes perdidos en el anterior intervalo de muestreo

Formato:

<paquetes entrantes><paquetes entrantes perdidos><paquetes salientes><paquetes salientes perdidos>

Ejemplo:

55859353 104 62267139 2185595

displat.txt: Latencia actual

Formato: <valor de latencia en milisegundos>

Ejemplo:

23

dispo.txt: Valor de la muestra de disponibilidad actual

Formato: <valor de disponibilidad. 0=No disponible, 1=Disponible>

Ejemplo:

1

disp_hora.txt: Valor de las muestras de disponibilidad en la última hora

Formato: $\langle n^{\circ} \text{ de muestras} - l \rangle$: $\langle d_{k-11} d_{k-10} d_{k-9} d_{k-8} d_{k-7} d_{k-6} d_{k-5} d_{k-4} dk-3 dk-2 dk-1 dk \rangle$

Ejemplo:

11: 1 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1

En este caso se tiene registrado que en la última hora han existido 10 muestras válidas y 2 muestras inválidas.

Anexo D:

Indicadores de calidad para acceso conmutado

Introducción

Si bien los indicadores propuestos son de aplicación general, el caso del servicio de acceso conmutado telefónico (convencional o RDSI) muestra ciertas características que hacen necesario desarrollar algunos puntos en mayor detalle. Por ejemplo, es bastante común los problemas de desconexión abrupta del enlace, señales de ocupado, latencia excesiva y variación de las velocidades de transporte entre una conexión y otra. A continuación se señalan aquellos indicadores que deberían tomarse en cuenta para el acceso conmutado telefónico.

Indicadores del servicio de acceso telefónico a la Internet

Usando como ejemplo el caso de Chile se consideran los siguientes:

- a. Tasa de llamadas completadas exitosamente.

Se entiende como el porcentaje de llamadas exitosamente completadas calculado mensualmente. En este caso deberá notarse que a diferencia de una llamada telefónica normal (de voz), no existen llamadas de acceso a Internet que sean menores a los 2 minutos, (tiempo requerido por los modems para negociar velocidades, ingreso del password de usuario, y otros procesos iniciales de conexión). Por lo tanto, una llamada de datos con duración inferior al valor indicado deberá ser considerada como **no completada**.

- b. Tiempo promedio de establecimiento de la conexión.

Es el tiempo que demora un usuario en obtener acceso efectivo a la Internet. Se calculará sobre el total de llamadas completadas exitosamente mensualmente.

c. Promedio de velocidad de acceso

Es la velocidad de acceso negociada por los modems (o dispositivo equivalente) en la fase de conexión inicial. Este valor dependerá entre otros, de la calidad de la línea física.

Medición de los indicadores de acceso telefónico

Para hacer efectiva la medición de estos indicadores, se requiere mantener un registro. Actualmente, esta información se proporciona por los software de comunicaciones instalados en los equipos del usuario y del proveedor, pero no existe un estándar al respecto. Por tal razón, la herramienta a utilizarse debe ser propuesta por el mismo ISP.

Valores de referencia

No se establecen valores objetivo o de referencia para estos indicadores. Se requiere un mayor estudio al respecto.

Referencias Bibliográficas

1. Relación de Proveedores de Servicio de Internet en el Perú

<http://www.mtc.gob.pe/comunicaciones/uect/isp.htm>

2. Quality of Service in IP Networks: *Foundations for a Multi-Service Internet*

Grenville Armitage, MacMillan Technical Publishing, Abril 2000

3. Internet Economics: DiffServ Business Model

Dr. Jahangir Boroumand, Dr. Joseph Bailey, R.H. Smith School of Business-University of Maryland.

4. A Regulator's Guide to Building a Global Information Community,

<http://www.fcc.gov/connectglobe/>

Descripción del entorno regulatorio en los Estados Unidos para promover el desarrollo de la Sociedad de la Información.

5. KnowledgeNet

<http://www.knowledgenet.com/>

Pagina WEB para medición de performance de ISPs

6. ISPs.com

<http://www.isps.com/>

Portal sobre información y tecnologías de los Proveedores de Acceso a Internet donde se discute acerca del overbooking.

7. INTERCONNECTION, PEERING AND SETTLEMENTS Part I

http://www.cisco.com/warp/public/759/ipj_2-1/ipj_2-1_ps1.html

The Internet Protocol Journal. Acerca de los procedimientos de interconexión y acuerdos entre los ISPs

8. INTERCONNECTION, PEERING AND SETTLEMENTS Part II

http://www.cisco.com/warp/public/759/ipj_2-2/ipj_2-2_ps1.html

The Internet Protocol Journal

9. Holanda. OPTA Onafhankelijke Post en Telecommunicatie Autoriteit

<http://www.opta.nl/english/englishopta.asp>

Consultation Document Internet Access. El Acceso a Internet en Holanda

10. Firehunter

<http://www.firehunter.com/>

Software comercial para la medición de SLA's y performance en ISPs

11. Issues in the Regulation of Internet

http://www.isoc.org/inet97/proceedings/B1/B1_1.HTM

Regulación de QoS y otros en Singapur

12. DANTEL

<http://www.dantel.com/news/slawnhi3/slal.html>

Documento sobre definiciones y aspectos relevantes a SLA

13. Secretaria de Telecomunicaciones de Chile - SUBTEL

<http://www.subtel.cl/>

Normas sobre QoS y el mercado de la interconexión Internet en Chile

14. Autoridad Reguladora de Telecomunicaciones de la India

<http://www.trai.gov.in/qos4f.htm>

Indicadores propuestos de calidad de servicio para Internet en la India

15. Guidelines for Service-Based Operators (SBO), Annex I.

["http://freshwatersoftware.com/white_paper/CompaqWhitePaper.htm"](http://freshwatersoftware.com/white_paper/CompaqWhitePaper.htm), Singapur. §Mayo 2001.

Lineamientos para operadores en Singapur, se fijan indicadores de calidad de servicio en la Internet.

16. RFC 2330: Framework for IP Performance Metrics . IETF Mayo

1998. Se define la estructura para medición de performance en la Internet.

17. Web site de la empresa matrix

<http://www.matrix.net>

Consultora en monitoreo de desempeño de redes IP. se han tomado los valores promedios como los apropiados para verificar la operación de un ISP.

18. Norma exenta 698 de la Subsecretaría de

Telecomunicaciones, División de Fiscalización. Para la interconexión entre ISP locales.

LA MEDICIÓN DE LOS INDICADORES, anexo de la Norma exenta 698 de SUBTEL-Chile.

19. Measuring the Immeasurable: Global Internet Measurement Infrastructure. Margaret Murray & kc claffy. CAIDA, University of California, San Diego, 2001.

20. REVIEW OF QUALITY OF SERVICE FRAMEWORK FOR BROADBAND ACCESS SERVICES, IDA Singapur. 22 de Junio de 2000.

21. REVIEW OF QUALITY OF SERVICE FRAMEWORK FOR BROADBAND ACCESS SERVICES. Factors affecting end user experience in the Internet Environment. IDA, Singapur, 2000.

22. Web site de MRTG

<http://people.ee.ethz.ch/~oetiker/webtools/mrtg/mrtg.html>.

Describe el software MRTG y particularmente sus intervalos de muestreos.

23. Web site del NAP-CHILE

<http://pit.nap.cl> .

Página web con reportes de calidad de servicio de los ISPs en Chile.

24. Reportes de accesibilidad de la Internet.

<http://average.miq.net/index.html> .

Reporte de latencia, pérdida de paquetes y accesibilidad en la Internet.

25. Web site de Freshwater Software Inc.

http://freshwatersoftware.com/white_paper/CompaqWhitePaper.htm

Describe un software de medición y gestión de recursos en una red IP.

26. Web Site de Wham Co.

<http://www.wham.com/featbene.htm>

Describe un software de medición y gestión de recursos.

27. Web site de Allot

<http://www.allot.com>

Exposición de un software para gestionar los acuerdos de nivel de servicio SLA.

28. Portal de TADD

<http://ncne.nlarn.net/research/taad/index.html>

TAAD es otra herramienta de libre disponibilidad pero orientada al ambiente de investigación.

29. Web site de Evidian

<http://www.evidian.com/openmaster/sla/toolkits.htm>

Descripción de la herramienta OpenMaster

30. Web site de Max Bill

<http://www.maxbill.com>

Otra herramienta de gestión de la calidad de servicio en Internet

29. Web site de Lucent Netcare

<http://www.lucent.com/netcare>

Servicio comercial de LUCENT para controlar la Calidad de servicio en una red.

29. Web site de QMS Software

<http://www.qms-software.com/ulysess.htm>

Otro software de supervisión de la calidad de servicio.

La simplicidad es su mayor atractivo al reducir riesgos y costos administrativos