

Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas
Facultad de Ingeniería Eléctrica
Departamento de Telecomunicaciones y Electrónica



Título: “Propuesta de Acuerdos de Nivel de Servicio en la Red Pública de Datos de ETECSA”.

Tesis presentada en opción al Título Académico de Master en **Telemática**.

Maestría de Telemática.

Autor: Ing. Miladis García Rodríguez.

Tutor: Dr. Félix Álvarez Paliza.

2007

A mi hija.

Resumen

Para aumentar el grado de confianza de los clientes en las operadoras de telecomunicaciones, estas se comprometen a obtener un determinado nivel de calidad en los servicios que ofrecen, apareciendo el concepto de Acuerdo de Nivel de Servicio (*ANS o SLA – Service Level Agreement*).

El presente trabajo realiza un estudio teórico sobre los acuerdos de nivel de servicio (SLA), porque y para que son necesarios, ciclos de vida, motivaciones para su aplicación. Se analiza además las condiciones tanto técnicas como comerciales que posee ETECSA para ofrecer servicios con QoS, que permita la implementación de dichos acuerdos en la red pública de datos y por ultimo se proponen parámetros o indicadores de calidad que deben ser incluidos en los contratos SLA.

Índice

<i>Introducción</i>	1
<i>CAPÍTULO I: Acuerdos de Nivel de Servicio. Definición y elementos.</i>	5
1.1 Definición.....	5
1.2 Estructura de un SLA.....	8
1.3 Ciclo de vida de un SLA.....	14
1.4 Áreas de investigación de los SLA.....	18
1.5 Enfoque a la calidad de servicio dentro de un SLA.....	21
1.5.1 Calidad de servicio (QoS)	22
1.5.2 Clasificación de QoS.....	25
1.6 Los SLA y las tecnologías de Red.....	27
1.7 Conclusiones parciales.....	32
<i>CAPITULO 2. Condiciones técnicas y comerciales que permiten la implementación de SLA en la Red Pública de Datos.</i>	34
2.1 Escenario de la Red Pública de datos de ETECSA.....	35
2.3 El cliente como parte fundamental en la elaboración de los SLA.....	40
2.3.1 Situación actual de los clientes y servicios de transmisión de datos.....	41
2.4 Indicadores de calidad actuales.....	47
2.5 Conclusiones parciales.....	48
<i>CAPÍTULO 3: Propuesta de Parámetros para la implementación de Acuerdos de Nivel de Servicio</i>	49
3.1 Enfoque a la QoS en el ámbito de las telecomunicaciones.....	49
3.2 Condiciones previas	53
3.3 Parámetros propuestos.....	54
3.4 Conclusiones parciales	60
Conclusiones.....	61
Recomendaciones	62
Bibliografía	63
Glosario de términos	66

Introducción

La meta de toda empresa es crecer a través del tiempo entregando servicios de calidad a sus clientes, para de esta manera satisfacerlos y retenerlos, lo que finalmente conduce a un crecimiento de las ganancias a través del aumento de las ventas[1].

Las empresas y proveedores de servicios tienen diferentes necesidades de QoS. Los proveedores de servicios precisan prestar diferentes grados y clases de servicios y por tanto han de poder facturar a los clientes en consonancia. Para conseguirlo, requieren facilidades de supervisión e informes a los clientes, y que así éstos puedan verificar que han recibido el nivel de servicio por el que pagan.

La interconexión de redes adquiere un protagonismo en la estructura productiva de las empresas, es por esto que los Clientes exigen garantías de la calidad de los servicios que ofertan los proveedores. Una vez contratado un servicio, sus requerimientos particulares y garantías quedan plasmados en un Acuerdo de Nivel de Servicio (*SLA – Service Level Agreement*); donde se refleja todo el proceso de contratación, configuración, facturación, obtención de datos de funcionamiento, gestión de incidencias, etc. Lo que crea la necesidad de contar con sistemas automatizados que gestionen los *SLA* entre proveedores y Clientes [2].

Los *SLA* surgieron en los Estados Unidos inicialmente como un modo de garantizar el nivel de servicio ofrecido entre operadores y proveedores de servicios entre si. En primer lugar se adoptaron medidas como los CIR (Committed Information Rates), que muy pronto se vieron como una oportunidad competitiva si se trasladaban a los clientes para medir el nivel de servicio. En consecuencia compañías como AT&T y Sprint empezaron a ofrecer *SLA* a sus clientes y a suministrar software e informes que probaran el cumplimiento de lo establecido en tales acuerdos. Estas garantías no solo suponen ventajas de negocios para los proveedores de servicio, sino que también les permiten hacer frente a las críticas subjetivas de sus clientes con criterios objetivos de comprobación [3].

En Cuba, ETECSA única empresa encargada de brindar los servicios de telecomunicaciones, cuenta con la técnica instalada para brindar servicios con QoS que permiten la implementación de acuerdos de nivel de servicio. A pesar de esto, hasta este

momento no existen acuerdos de nivel de servicio firmados con los clientes que permitan establecer los niveles de calidad y prioridad de los mimos lo cual está generando un alto número de quejas con el consiguiente deterioro de la imagen de la empresa.

Como resultado de este trabajo se logrará comprender la importancia que tiene tanto para ETECSA como para el cliente la firma de acuerdos de nivel de servicio, se lograrán además propuestas de indicadores o parámetros que deberán ser incluidos dentro de los acuerdos en dependencia del servicio que se contrate. Para lograr esto se deberán responder las siguientes interrogantes:

¿Qué son los SLA, por que son necesarios, cual es la tendencia de su utilización en el mundo actualmente?

¿Cuenta ETECSA en estos momentos con la tecnología necesaria que le permita brindar calidad de servicio (QoS) a sus clientes?

¿Es posible dada las características actuales que presenta la red pública de transmisión de datos de ETECSA implementar acuerdo de niveles de servicio y gestionarlos?

¿Existe la cultura general necesaria por parte de los clientes y del personal técnico y comercial de ETECSA para implementar acuerdos de nivel de servicio?

¿Es posible con la implementación de los acuerdos de nivel de servicio por parte de ETECSA garantizar el aumento de la calidad de los servicios que brinda a sus clientes?

Objetivos

Elaborar propuesta de acuerdos de nivel de servicio (SLA) en la red publica de datos que permita a ETECSA aumentar el nivel de calidad de los servicios que ofrece aumentando de esta forma el nivel de satisfacción de sus clientes incrementando la eficiencia de los recursos disponibles. Para ello se tendrán en cuenta los siguientes objetivos específicos:

- Caracterizar el estado actual de los SLA en el mundo y la necesidad de su implementación (estado del arte).

- Caracterizar la tecnología instalada por ETECSA y valorar si a través de ella se puede brindar la calidad de servicio (QoS) requerida por los clientes que permita la implementación de SLA.
- Elaboración de propuesta de indicadores para la implementación de SLA en la Red Pública de datos de ETECSA.

Resultados esperados

- Crear una base teórica sólida sobre los SLA.
- Se obtendrán elementos que podrán contribuir con la elaboración de acuerdos de nivel de servicio en otras esferas de servicio de ETECSA.
- Se actualizará la información sobre el estado actual de la red pública de datos y de los clientes con que cuenta la misma.
- Se realizarán propuestas de parámetros para ser incluidos dentro de los contratos de acuerdos de nivel de servicio.
- Realizar las recomendaciones para la implementación de acuerdos de nivel de servicio en ETECSA.

Evaluación del impacto social

Los resultados de este trabajo redundarán en una mejora en la calidad del servicio que presta ETECSA a sus clientes con la consiguiente elevación del nivel de satisfacción y de imagen de la empresa.

Evaluación del impacto económico

Desde el punto de vista económico se prevén mayores ingresos para la empresa por concepto de la elevación de la eficiencia del servicio, al reducirse los tiempos de recuperación por interrupción de los servicios.

Metodología del trabajo

Para la realización de este trabajo se desarrolló una profunda búsqueda bibliográfica, se revisaron tesis que abordan el tema de la calidad de servicio en diferentes tecnologías, la simulación de SLA, se consultaron textos diversos (revistas y artículos actualizados sobre el tema).

Fueron revisadas las recomendaciones de la UIT-T y la IETF que abordan el tema de los

Acuerdos de Nivel de Servicio y la calidad del servicio. Fueron revisados los SLA de grandes empresas proveedoras de servicio como AT&T, SPRINT, British Telecom (BT), entre otras.

Se consultó con especialistas del centro nacional de control de la red pública de datos y con la subgerente de Calidad de la Unidad de Negocios Datos.

Se realizó un estudio de los principales clientes de los servicios de datos que tiene actualmente ETECSA, se contactó con algunos de ellos en la provincia de Santiago de Cuba y se intercambió acerca de la necesidad y la disposición de firmar SLA, así como de los posibles parámetros a incluir en los acuerdos y de sus posibilidades técnicas de poder realizar la gestión y supervisión de los mismos.

El trabajo se encuentra compuesto por 3 capítulos, el primero de ellos brinda una panorámica de la los SLA, como se encuentra su utilización en el mundo, su relación con las tecnologías de red, se aborda el tema además de la calidad del servicio como uno de los aspectos fundamentales a tener en cuenta en los SLA.

En el capítulo 2 se realiza un análisis de las condiciones en que se encuentra la red pública de datos de ETECSA para proveer el servicio con QoS, se revisa el equipamiento. En este capítulo también se realiza un estudio de los potenciales clientes, evaluando las condiciones particulares en que se encuentra cada uno para la firma de contratos de servicio.

Algunas consideraciones sobre la calidad del servicio desde el punto de vista de la percepción del cliente, así como la propuesta de indicadores de SLA se abordan en el capítulo 3.

CAPÍTULO I: Acuerdos de Nivel de Servicio. Definición y elementos.

La competencia creciente, favorecida por los requisitos de calidad de funcionamiento de los clientes, así como el despliegue de aplicaciones relacionadas con aplicaciones multimedia como son: las videoconferencias, tele-educación, tele-medicina, video bajo demanda (VoD) o sistemas cooperativos (pizarras compartidas, tele-trabajo, etc.) y su coexistencia con aplicaciones más clásicas (bases de datos, transferencias de ficheros, www, correo electrónico), ejercen una gran presión sobre los proveedores de servicio/red. [4] [5]

Estos últimos después de haberse enfrentado en particular a reducciones de costos durante varios años, actualmente intentan mejorar la calidad del servicio (QoS) con el fin de diferenciar sus productos de los de sus competidores.

Por lo tanto es necesario describir las funciones de todas las entidades que toman parte en la prestación del servicio y sus relaciones. Se trata de establecer las responsabilidades de cada proveedor y asegurar la calidad del servicio requerida por el cliente.

Un instrumento útil para la formalización de estas interrelaciones entre entidades es el Acuerdo de Nivel de Servicio (SLA, service level agreement), que se obtiene mediante una negociación entre dos o más partes con el objetivo de alcanzar un entendimiento común sobre el servicio prestado, su calidad (retraso, pérdida, disponibilidad de la red), responsabilidades, prioridades, entre otros.

En el SLA se incluye la definición y los valores de algunos parámetros técnicos medibles que definen la calidad negociada, asociada con el servicio que ambas partes cliente y proveedor se comprometen a supervisar durante el tiempo de vida del SLA, para asegurarse que el tráfico cursado es realmente el que se ha contratado y por el cual se paga.

1.1 Definición.

Un *acuerdo de nivel de servicio* es definido por la UIT-T como un acuerdo formal entre dos o más entidades que se alcanza después de un período de negociación, con el fin de

establecer las características del servicio, las responsabilidades y prioridades de las partes[4]. Es un contrato formal que se firma entre un proveedor de servicio (SP- Service Provider) y el cliente, siendo el cumplimiento de este contrato el propósito primario de un SLA. La IETF (The Internet Engineering Task Force) define los SLA de una forma similar. En la figura 1.1 se muestra el posible contenido de un SLA.

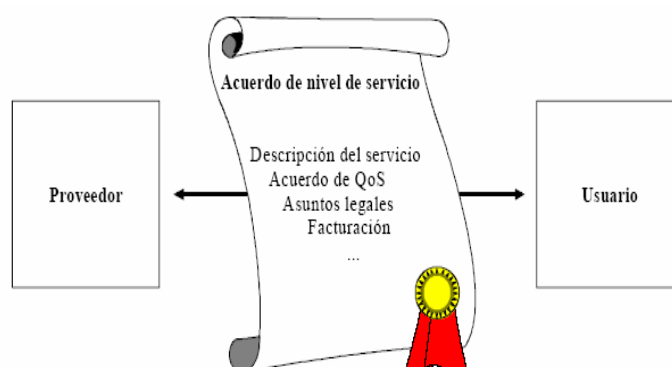


Figura 1.1- SLA entre un Cliente y un SP [4].

Los proveedores de servicio son compañías que proporcionan comunicaciones y/o servicios de datos como un negocio. Ellos pueden operar redes o integrar servicios de otros suministradores para brindar un servicio total a sus clientes. Los clientes por otra parte son compañías, organizaciones o individuos que hacen uso de comunicaciones y/o servicios de datos proporcionados por un Proveedor de Servicio. Los suministradores de servicio pueden ser clientes de otros suministradores de servicio formando lo que se denomina cadena de provisión de servicio, como se muestra en la figura 1.2.

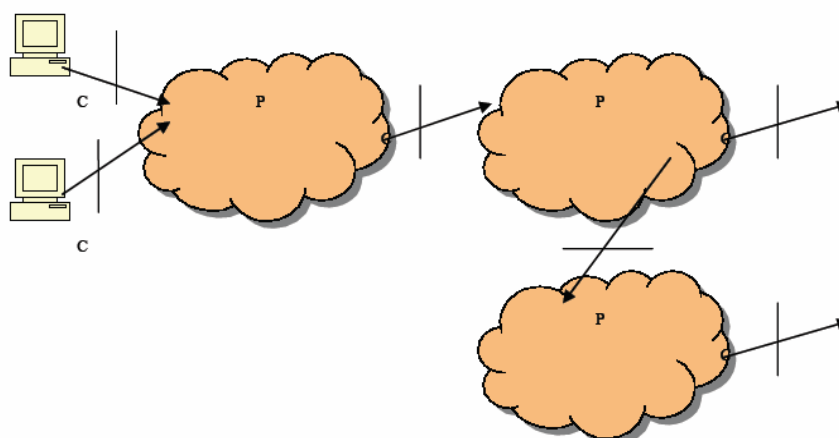


Fig. 1.2 - Cadena de provisión de servicio.

El reto principal a la hora de redactar un acuerdo que sea realmente útil consiste en lograr que las estadísticas de rendimiento consensuadas reflejen lo más fielmente posible el impacto real de las deficiencias del rendimiento de la red en los usuarios finales. Por tanto, el contrato SLA debería proporcionar unos criterios medibles, claros y objetivos sobre que datos de rendimiento van a ser utilizados para obtener los niveles de servicio de la red.

El tiempo medio de reparación, la disponibilidad, el tiempo de respuesta, rendimiento y retraso pueden ser métricas relevantes a tener en cuenta en un SLA, así como la tarificación y facturación. Cuando no se alcancen los niveles de servicio el cliente debe ser reenumerado en consonancia.

El contenido de un SLA varía en dependencia del servicio ofrecido e incorpora elementos y atributos que se establecen en una negociación en particular. Las responsabilidades del proveedor en términos de nivel de funcionamiento de la red (rendimiento, tasa de pérdidas, retrasos, variaciones) y la disponibilidad temporal, el método de medida, las consecuencias cuando los niveles de servicio no se consiguen o si los niveles de tráfico definidos son superados por el cliente, así como el precio de todos los servicios, son parámetros que se recogen en los SLA. Evidentemente, y suele ser lo más común, el SLA puede incluir además reglas de condicionamiento del tráfico.

En general, los componentes de un servicio de Internet se pueden clasificar en tres capas: de aplicación, de sistema y de red. Los parámetros de servicio de cada una de las capas pueden estar incluidos en los SLA. En el nivel de aplicación se pueden establecer parámetros como seguridad, acceso, configuración, y la utilización de los recursos del servicio de Internet de la entidad. En el nivel de sistema, los parámetros brindan información del estado del sistema y como se puede afectar el funcionamiento y la fiabilidad del servicio. Los parámetros del nivel de red dependen de la tecnología de transporte usada, ATM, MPLS, Diffserv, entre otras [6].

1.2 Estructura de un SLA.

Un contrato de acuerdo de nivel de servicio entre dos entidades por lo general contiene dos partes: una técnica, y otra no técnica tal como se muestra en la figura 1.3 y las que serán descritas en los epígrafes siguientes:

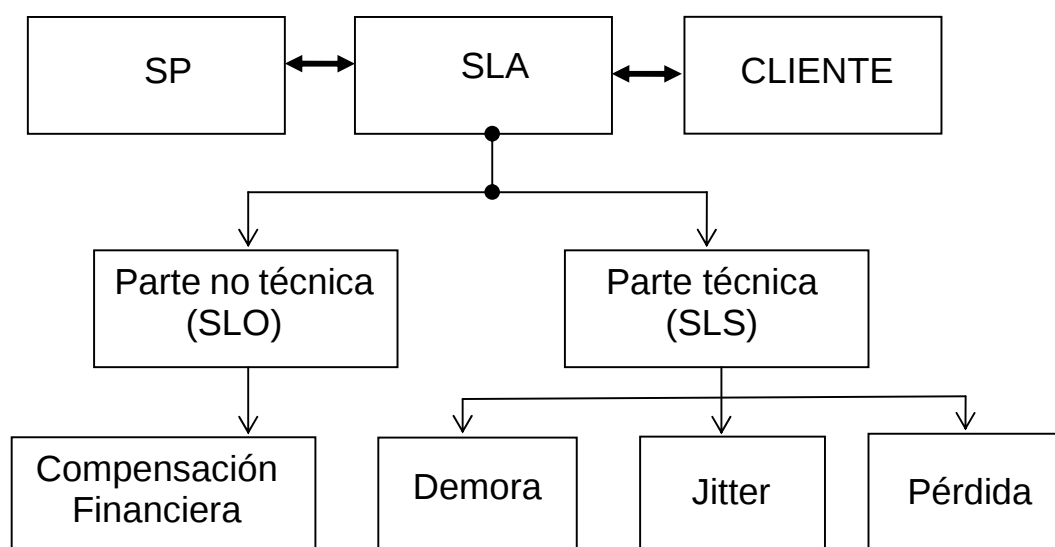


Fig. 1.3 - Estructura de un SLA.

Parte no técnica- Objetivos de Nivel de Servicio (SLO).

Un SLO divide a un SLA en objetivos individuales, definiendo métricas para hacer cumplir, y/o para vigilar el SLA, para así determinar si se están cumpliendo o no los objetivos (ejemplo Uptime; tiempo medio entre fallas, MTBF; tiempo de respuesta; tiempo medio de reparación, MTTR).

Otros parámetros no técnicos que pueden ser considerados son los siguientes [6]:

- Responsabilidades de los clientes y los proveedores de servicio (SP): Esta parte define quién es responsable para mantener el hardware y software de los equipos del cliente.
- Procedimientos de violación: Esta parte define los procedimientos que se deben llevar a cabo en caso de que se produzcan violaciones en las garantías de las especificaciones del nivel de servicio (SLS), como puede ser el rendimiento de la red, la probabilidad de descarte (drop), la latencia, la espera en las entradas y/o salidas de los puntos donde se proporciona el servicio, indicando el alcance del mismo, así como de los perfiles del tráfico que se deben adherir para que el servicio solicitado pueda ser proporcionado y la disposición del tráfico.
- Fijación de precios de servicio: Esta parte define el método para fijar los precios y las políticas de descuentos cuando los compromisos del SP no son cumplidos.
- Información del servicio: Esta parte define el método a aplicar para garantizar la calidad del servicio que demanda el cliente. Un ejemplo sería realizar un informe detallado de forma periódica.
- Capacidad de cambio de parámetro: Esta parte define la capacidad para que un cliente cambie algunos de los parámetros de SLA dinámicamente mientras utiliza los servicios.
- Soporte de cliente: Esto incluye la información de los problemas típicos que se reportan y la garantía de resolverlos. Por ejemplo, la existencia de un único punto de contacto con el cliente y la solución del problema antes de las 48 horas de ser reportado.

Parte técnica – Especificaciones del Nivel de Servicio (SLS) [6].

Mientras la parte no-técnica de un SLA es un contrato legible, no posee la suficiencia técnica para conseguir el control de QoS extremo a extremo. La parte técnica de un SLA

que incluye métricas de QoS (por ejemplo, latencia, throughput, disponibilidad, programa de servicio y su semántica asociada), es llamada Especificación de nivel de servicio (SLS). Los SLSs pueden ayudar a realizar los requisitos técnicos impuestos para conseguir el control de QoS de extremo a extremo.

Algunas métricas usadas en los SLSs toman la forma de atributos cuantitativos o cualitativos. Se dice que un parámetro es cuantitativo siempre que su valor se exprese como un valor numérico (por ejemplo, 3 milisegundos), por otra parte es cualitativo cuando se habla en términos de, “bajo”, medio”.

A continuación se muestra una lista de algunos parámetros técnicos propuestos a ser utilizados en los SLSs.

Latencia o demora de paquete

Es el tiempo entre el envío de un mensaje por parte de un nodo y la recepción del mensaje por otro nodo. Abarca los retardos sufridos durante el propio camino o en los dispositivos por los que pasa. Los principales factores que influyen en la latencia de una red son los siguientes: [7]

- Retardo de propagación.
- Velocidad de transmisión.
- Procesamiento en los equipamientos.

El retardo de propagación corresponde al tiempo necesario para la propagación de la señal eléctrica o propagación de la señal óptica, según el medio que esta siendo utilizado (fibras ópticas, satélite, coaxial, entre otros.) y es un parámetro donde el administrador de la red no tiene ninguna influencia.

La velocidad de transmisión es un parámetro controlado por el administrador, buscando la adecuación de la red a la calidad de servicio solicitada. Si se trata de redes locales (LAN), las velocidades de transmisión son habitualmente bastante elevadas, tendiendo a ser típicamente superior a 10 Mbps.

Un tercer factor que contribuye a la latencia de la red es la contribución del retardo referente al procesamiento realizado en los equipamientos. Por ejemplo, en una red IP los paquetes son procesados a lo largo del trayecto entre origen y destino por:

- Ruteadores (conmutación de paquetes).
- Conmutadores LAN (conmutación de tramas).
- RAS (*Remote Access Servers*, Servidores de Acceso Remoto) (conmutación de paquetes).
- Cortafuegos (*Firewalls*) (procesamiento a nivel de paquetes o a nivel de aplicación).

Considerando que la latencia es un parámetro extremo a extremo, los equipamientos finales (*host*) también tienen su cuota de contribución al retardo. En el caso de los *host*, el retardo depende de una serie de factores. Como son:

- Capacidad de procesamiento del procesador.
- Disponibilidad de memoria.
- Mecanismos de caché.
- Procesamiento en las capas de nivel superior de la red (programa de aplicación, capas superiores a la capa IP, etc.).

Por lo que podemos ver que los *host* son también un factor importante para la calidad de servicio y en determinados casos puede ser un punto crítico en la garantía de QoS. Esta consideración es particularmente válida para los servidores, que tienen la tarea de atender solicitudes simultáneas de clientes en red.

Jitter

Es la variación en el retardo que ocurre cuando los paquetes transmitidos en una red no llegan a su destino en su debido orden o en la base de tiempo preestablecida, es decir, varían en latencia. [11]

En redes de conmutación de paquetes, el *jitter* es una distorsión de los tiempos de llegada de los paquetes recibidos, en comparación con los tiempos de los paquetes transmitidos originalmente. Esta distorsión es particularmente perjudicial para el tráfico multimedia. En

algunos casos, el *jitter* es importante para las aplicaciones que se están ejecutando en una red cuya operación adecuada depende en alguna forma de la garantía de que las informaciones (paquetes) deben ser procesadas en períodos de tiempo bien definidos. Este es el caso, por ejemplo, de aplicaciones de voz y fax sobre IP (VoIP) aplicaciones de tiempo real.

La figura 1.4 ilustra el efecto del *jitter* entre la entrega de paquetes en el origen y su procesamiento en el destino. Observe que el *jitter* causa no solamente una entrega con periodicidad variable, sino también la entrega de paquetes fuera de orden.

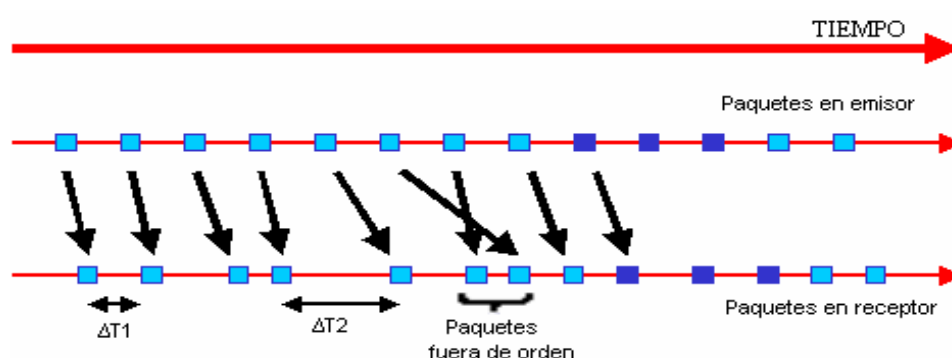


Figura 1.4 – Efectos del jitter. [5]

En principio, el problema de los paquetes fuera de orden podría ser resuelto con el auxilio de un protocolo de transporte como el TCP (*Transmission Control Protocol*, Protocolo de Control de Transmisión) que verifica la secuencia de los mensajes y realiza las debidas correcciones.

Entretanto, en la práctica se tiene que la gran mayoría de las aplicaciones multimedia optan por utilizar el UDP (*User Datagram Protocol*, Protocolo de Datos de Usuario) en vez de TCP, por la mayor simplicidad y menor tara (*overhead*) de este protocolo. En estos casos, el problema del secuenciamiento debe ser resuelto por otros protocolos, normalmente incorporados a la aplicación como, por ejemplo, el RTP (*Real Time Transfer Protocol*, Protocolo de Transferencia en Tiempo Real).

El *jitter* introduce distorsión en el procesamiento de la información en la recepción y debe tener mecanismos específicos de compensación y control que dependan de la aplicación en cuestión. Genéricamente, una de las soluciones más comunes para el problema consiste en la utilización de *buffers* (Técnica de "*buffering*") en el receptor.

Throughput

Esta métrica define la razón a la cual son deliberados los datos por el cliente. El throughput esta relacionado con el retardo, pero no exclusivamente depende de el. Además, tiene en cuenta las tramas y PDU (Protocol Data Unit) por unidad de tiempo. Por ejemplo para los servicios FR y ATM se especifica, como parte del throughput, la razón de información comprometida CIR (Committed Information Rate) lo que indica la eficacia con que el ancho de banda disponible es usado. Representando el ancho de banda básico en una línea arrendada digital [2].

Pérdida de paquetes

Es un parámetro que indica el número de paquetes que se pierden durante la transmisión. Esta normalmente se mide en tanto por ciento.

En las redes IP los paquetes se pierden principalmente por:

- Descarte de paquetes en los ruteadores y *conmutadores* (errores, congestionamiento).
- Pérdida de paquetes debido a errores ocurridos en la capa 2 (PPP - *Point-to-Point Protocol*, *ethernet*, *frame relay*, ATM) durante el transporte de los mismos.

Desde el punto de vista de la calidad de servicio de la red, la preocupación es normalmente en el sentido de especificar y garantizar límites razonables en las tasas de pérdidas, que permitan una operación adecuada de la aplicación.

Disponibilidad

La disponibilidad indica la utilización de los diferentes recursos, se especifica en tanto por ciento. Esta es un aspecto de la calidad de servicio que se aborda normalmente en la fase de proyecto de red.

En la práctica no es más que una medida de la garantía de ejecución de la aplicación a lo largo del tiempo y depende de factores tales como:

- Disponibilidad de los equipamientos utilizados en la red propietaria (red del cliente, LAN, MAN o WAN).
- Disponibilidad de la red pública, cuando la misma es utilizada (operadoras de telecomunicaciones, ISP).

Las empresas dependen cada vez más de las redes de computadoras, por lo que la disponibilidad es un requisito bastante rígido. Un ejemplo es, que los requisitos de disponibilidad por encima del 99% del tiempo, son comunes para la QoS de aplicaciones web, aplicaciones cliente/ servidor y aplicaciones de fuerte interacción con el público.

Tiempo de respuesta

Esta métrica define el tiempo máximo de respuesta de un servicio al manejar peticiones de un cliente. Por ejemplo el 95% de los clientes experimentará un tiempo de respuesta de 2seg o menos durante las horas de trabajo, estas horas puede estar comprendida entre 9 AM y 5 PM [6].

Fiabilidad

Esta métrica está dada por la fiabilidad que se garantiza en un periodo de tiempo. Por ejemplo, un servidor web puede estar disponible el 99.999 % del tiempo que es accedido en un periodo de tiempo de un año [6].

Rendimiento

Define el rendimiento de la red con relación a los SLA acordados. El rendimiento es definido también por algunos profesionales como la velocidad teórica de transmisión de los paquetes por la red. Este depende directamente del ancho de banda y su variación de las posibles situaciones de congestión de la red.

1.3 Ciclo de vida de un SLA.

Para analizar las interacciones existentes entre los procesos de negocio y los requisitos individuales presentes en cada servicio se han identificado varias fases en la existencia de un SLA. En el ciclo de vida de un SLA se analizan, para su gestión, cinco etapas que se muestra en la figura 1.5 Estas son [8]:

1. Desarrollo de Productos y Servicios
2. Negociación y Ventas
3. Implementación
4. Ejecución
5. Evaluación

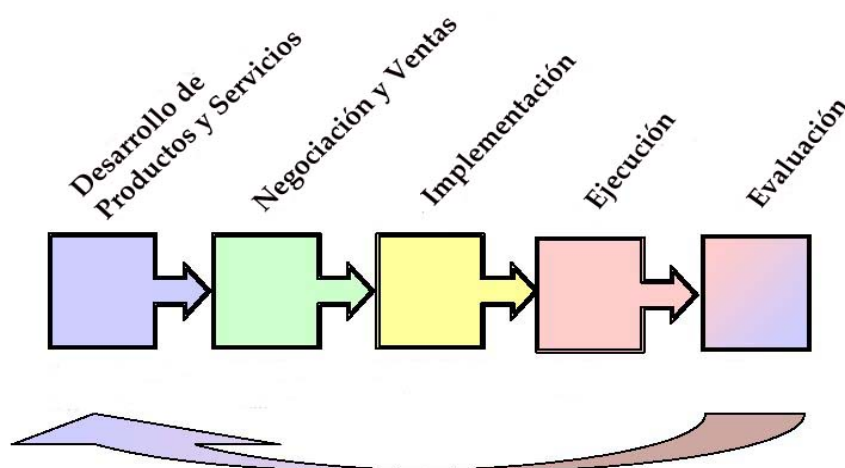


Figura 1.5 - Etapas en el ciclo de vida de un SLA [8]

Desarrollo de Productos y Servicios

El proceso de Desarrollo de Productos y Servicios puede iniciarse por eventos que ocurren y que muestran a un SP que es tiempo para desarrollar otro servicio. Entre estos eventos se encuentran las demandas del mercado, las presiones competitivas, las indicaciones internas de las condiciones del servicio, las experiencias extremas con los SLA actuales, entre otros. Esta etapa cubre:

1. La identificación de necesidades del Cliente.
2. La identificación de características de servicio apropiadas.
 - ¿Qué parámetros?
 - ¿Qué nivel de servicio?

¿Qué valores?

3. La identificación de las capacidades de la red.
4. La preparación de plantillas de *SLA* estándares.

Cada descripción de un servicio requiere identificar los parámetros del *SLA* pertinente precisando si pueden seleccionarse individualmente los valores de estos parámetros.

Negociación y ventas

La etapa de negociación y ventas es donde un Cliente se suscribe a un servicio ofrecido, con o sin restricciones. En general, el proceso será aproximadamente el mismo para el caso de ventas de servicios individuales donde un *SLA* está envuelto, para el que tienen que esclarecerse varias responsabilidades y/o especificaciones durante la etapa de negociación. Esta etapa incluye:

- La selección de los valores de los parámetros *SLA* aplicables a una instancia específica del servicio.
- Los costos incurridos por el Cliente al firmar el *SLA*.
- Los costos incurridos por el *SP* cuando ocurre una violación del *SLA*.
- La definición de los reportes asociados con el servicio.

Mediante la solicitud de servicio, el *SP* obtiene los requerimientos específicos del Cliente para un servicio en particular y verifica la factibilidad del servicio solicitado. Esto requiere comprobar la disponibilidad de los recursos de la red y las capacidades existentes para asegurar el nivel de servicio solicitado. Al concluir esta etapa debe tenerse el contrato (*SLA* específico) firmado por el Cliente.

Implementación

La implementación es la etapa donde el servicio se configura, habilita y se pone en utilización. Esto requiere configurar los servicios suscritos y reservar las capacidades requeridas en la red. Puede involucrar extensión de la red y/o recursos del servicio, o simplemente, la configuración de los equipos existentes para dar soporte a los niveles requeridos de *QoS* especificado en el *SLA* con los Clientes. Esta etapa depende de cada *SP* en particular que elabora los *SLA*, pero los requisitos globales serán siempre los mismos. En esta etapa se lleva a cabo la provisión de la red, aunque los *SP* pueden considerarlo en otra fase e incluye la orden de instalación del servicio al Cliente. Se pueden plantear tres aspectos en la implementación de un servicio:

- Configuración general de la red para soportar el servicio.
- Configuración de la red para habilitarle un servicio específico a un Cliente con quien se acuerde un determinado *SLA*.
- Activación del servicio.

Al concluir esta etapa debe tenerse el servicio instalado, probado y aceptado por el Cliente.

Ejecución

La etapa de ejecución evalúa el funcionamiento normal de los servicios cubiertos por los *SLA* a través de la gestión de la red y sus servicios mediante diferentes mecanismos que permiten obtener datos de distintas fuentes y formas. Se deben tener en cuenta:

- El monitoreo de los servicios.
- La obtención en tiempo real de reportes y la verificación de la *QoS*.
- El manejo en tiempo real de las violaciones de los *SLA*.

Evaluación

La Evaluación de los servicios se realiza de dos formas. Una forma es periódica y, en este caso, el periodo debe ser plasmado en el *SLA* cuando se contrata un servicio. La segunda forma de evaluación de los servicios se relaciona con las metas globales de calidad del *SP* y con sus objetivos. Cada una de estas formas posee características que las distinguen.

La evaluación periódica del contrato de *SLA* con un Cliente, tiene en cuenta:

- Calidad de los servicios al Cliente.
- Satisfacción del Cliente con la *QoS* ofrecida.
- Cambios de las necesidades del Cliente.

La evaluación de las metas globales de un *SP* tiene en cuenta:

- *QoS* global a todos los Clientes.
- Reestructuración de los objetivos del servicio.
- Reestructuración del funcionamiento del servicio.
- Identificación de los problemas para mejorar el servicio.

- Creación de diferentes niveles de *SLA*.

1.4 Áreas de investigación de los SLA.

Existen algunos proyectos y grupos que están trabajando activamente en los acuerdos de nivel de servicio o áreas que involucran los SLAs. Los principales grupos de parámetros que la IETF (Internet Engineering Task Force) se encuentra enfrascada en investigar son los relacionados con [6]:

- Ingeniería de Tráfico de Internet (Internet Traffic Engineering, TEWG)
- Medida de flujo de tráfico en tiempo real (Real-time Traffic Flow Measurement, RTFM)
- Métrica de desempeño IP (IP Performance Metrics, IPPM)
- Monitoreo remoto de la red (Remote Network Monitoring, RMONMIB)

Otro forum que se ha centrado en el estudio de los SLAs es el consorcio 3GPP, el cual proporciona reportes técnicos y especificaciones para la tercera generación de sistemas móviles basados en redes de núcleo GSM y de tecnologías de acceso de radio.

El consorcio TEQUILA es un proyecto europeo de investigación cuyo objetivo primario es desarrollar una arquitectura integrada y técnicas asociadas para proveer calidad de servicio extremo a extremo en una red IP. El sistema de TEQUILA proporciona garantías de servicio a través de un control dinámico planificado y dimensionado de técnicas de administración de tráfico basadas en la arquitectura de servicios diferenciados (DiffServ). El proyecto TEQUILA ha llevado la iniciativa en el IETF para proponer una plantilla estándar que relacione los parámetros IP y la semántica de un SLS [6].

El control de recurso adaptativo para QoS que utiliza una arquitectura de capa basada en IP (AQUILA) es otro proyecto de investigación europeo que está definiendo, evaluando e implementando una arquitectura mejorada para ofrecer QoS en Internet. Existen un conjunto de coherencias entre los enfoques de AQUILA y TEQUILA. La diferencia principal es que el consorcio de AQUILA ha introducido el concepto predefinido de tipos de SLSs (CBR, VBR) que están basados en una definición genérica de SLS.

La creación y despliegue de servicios de usuarios finales en redes IP (CADENUS) es un proyecto que propone una solución integrada para la creación, configuración y

aprovisionamiento de servicios a los usuarios finales con garantías de QoS en las redes IP.

El TeleManagement Forum ofrece información de los SLA en cuanto a concepto, a la forma de realizarlos y brinda además un manual de administración de los mismos. El objetivo de este manual es asistir a las dos partes, cliente y SP para que puedan desarrollar los SLA de forma práctica y objetiva, de manera que incluyan dentro de estos los parámetros fundamentales.

Las investigaciones que se han desarrollado, dividen a los SLA en cuatro áreas fundamentales: definición de parámetros de SLA, administración de los SLA, monitoreo y reporte de los SLA y control de QoS.

Definición de parámetros

Los esfuerzos de estandarización con respecto a los parámetros de Especificación de Nivel de Servicio (SLS) tratan de enfocarse hacia dos direcciones principales, la primera va dirigida a proporcionar un conjunto estándar de información para ser negociada, estática o dinámicamente, entre un cliente y un proveedor de servicio; y la segunda proporciona la semántica de la información correspondiente de manera que pueda ser procesada y moldeada apropiadamente por el cliente y el SP. Estos esfuerzos involucran la definición de parámetros de nivel de servicio como son, la disponibilidad, la fiabilidad, latencia, pérdida entre otros ya descritos en el epígrafe 1.2.

Los parámetros de QoS contenidos en un SLA necesitan ser clasificados, definidos y medidos de una manera consciente para evitar la confusión del cliente. Estos parámetros deben ser garantizados por el SP para un servicio específico en condiciones que el cliente pueda entender y estar de acuerdo.

Administración

La segunda área de investigación de los SLA es la de administración que trata de cómo gestionar y controlar los parámetros de QoS establecidos en los SLA.

El desafío para realizar verdaderamente una gestión de los SLA está en lograr una gestión efectiva de todo lo relacionado con los servicios y los Clientes. Las funciones de gestión de los SLA necesitan procesar eficazmente los datos de diferentes fuentes para

verificar el cumplimiento de los SLA y de la QoS. La figura 1.6 muestra un ejemplo de la obtención y procesamiento de los datos.

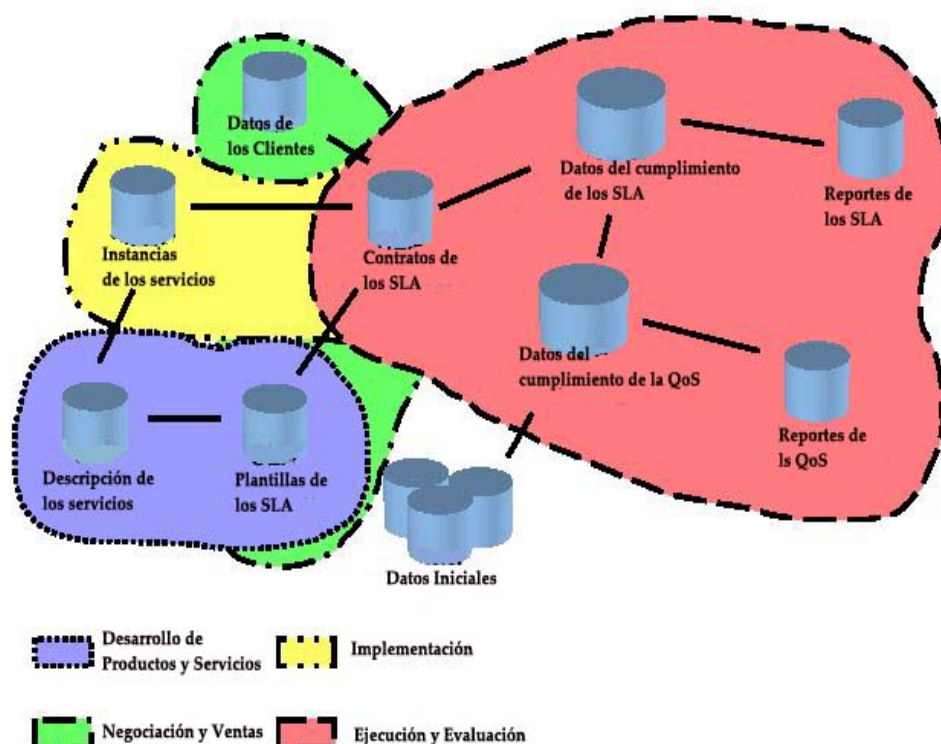


Figura 1.6 - Relación de los datos con los SLA y la QoS [8]

Supervisión y reporte

La tercera área de investigación involucra la supervisión y reporte. Los requisitos en esta sección afectan el monitoreo de la QoS principalmente y el reporte de información al cliente según el SLA.

- El SP debe poder supervisar y medir la QoS entregada contra los compromisos del SLA a un nivel aceptable al Cliente y/o las autoridades reguladoras.
- Debe elaborar información de funcionamiento orientada al Cliente, sobre todos los parámetros de SLA disponibles en tiempo real y/o periódicos, convenidos en el SLA.
- Debe proporcionarse control de acceso y autenticación para que los Clientes puedan ver sólo sus propios datos convenidos en el SLA.

- El *SP* debe proporcionar una capacidad para descubrir la degradación en el desempeño de un servicio, debe alertar al Cliente y debe responder a eventos del funcionamiento que afecten el servicio del Cliente y el *SLA* asociado.
- El *SP* debe proporcionar supervisión de fallas y capacidades de seguimiento para asegurar la identificación, seguimiento y resolución de fallas, dentro de los períodos de tiempo definidos por los *SLA*, y debe notificar a los Clientes.
- Debe mantenerse a los clientes informados de desviaciones potenciales del alcance del *SLA*, incluyendo los mantenimientos programados y no programados. En el caso de fallas, debe notificarse al Cliente del tiempo aproximado en que el servicio se restaurará y se le debe mantener informado sobre el progreso de resolución del problema.

Control de QoS

La cuarta área de investigación se refiere a los parámetros técnicos (SLS) descritos en los *SLA* para el control de la QoS.

1.5 Enfoque a la calidad de servicio dentro de un SLA.

Hace algunos años la calidad del servicio era un elemento regulado, tenía sentido entonces utilizar la disponibilidad media de la red como la principal estadística a la hora de determinar si un proveedor de telecomunicaciones estaba cumpliendo con el servicio prometido. Pero la competencia ha aumentado obligando a tener en cuenta otros parámetros que garanticen la mayor calidad posible del servicio ofrecido, ya que los operadores comienzan a instalar nuevos equipos de transmisión de altas prestaciones y a prometer servicios de gran calidad como criterio diferenciador de sus competidores [3].

En el mundo de las comunicaciones de datos, definir la calidad de servicio debería ser relativamente fácil, ya que cada bit y byte recibidos deben ser idénticos a los que son transmitidos, incluso cuando se utilizan tecnologías como compresión de datos, detección y corrección avanzada de errores, y protocolos de transmisión de bloques. Con todo, distintos factores contribuyen a dificultar la definición de calidad de servicio, como los protocolos basados en paquetes y en células frente a las líneas de servicio dedicadas, la congestión de la red, los diferentes requerimientos de aplicación y usuario, la mediación del protocolo, las medidas de seguridad, y el tráfico en ráfagas frente a las corrientes de

datos continuas. La concurrencia de estos factores evidencia que no basta con disponer de un conjunto de parámetros de gestión del rendimiento para medir todos los impactos en todos los clientes.

1.5.1 Calidad de servicio (QoS)

La recomendación E-800 de la UIT-T define calidad de servicio (QoS- Quality of Service), como el efecto global de funcionamiento de un servicio que determina el grado de satisfacción de un usuario del servicio[9]. Desde el punto de vista técnico se podría enunciar el concepto de calidad de servicio como la capacidad de la red para reservar algunos de los recursos disponibles para un tráfico concreto, con la intención de proporcionar un determinado servicio. [9] Se debe tener en cuenta que en la red se pueden utilizar diferentes tecnologías de transporte (X.25, Frame Relay, ATM, SDH, MPLS) de manera que la gestión de QoS implica la interacción con estas tecnologías y con los equipos conmutadores y enrutadores.

En este sentido, la QoS, posee dos partes o criterios principales:

- Criterio operacional
- Criterio de comportamiento de los servicios-intrínsecos

La figura 1.7 proporciona una vista conceptual de los principales criterios que contribuyen a la calidad de un servicio ofrecido. Todos estos criterios que fueron explicados ya en el epígrafe 1.2, forman parte de los SLA y son fundamentales para el funcionamiento del servicio, e incluyen la medición de los parámetros. [8]

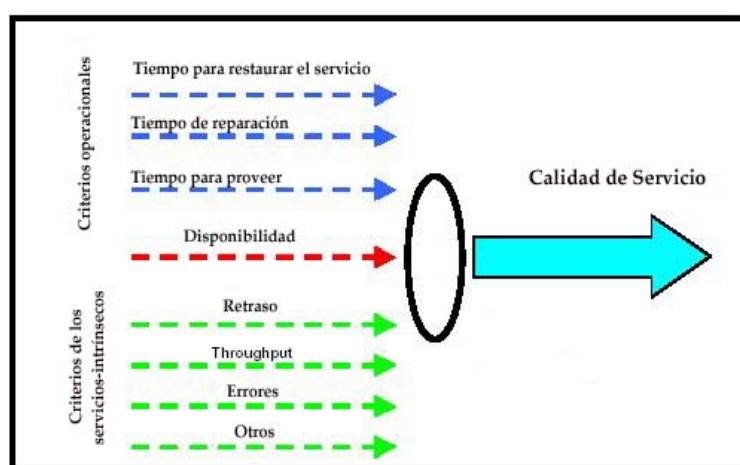


Figura 1.7 - Criterios que contribuyen a la Calidad de Servicio [8]

La cantidad en que cada criterio contribuye a la QoS se definirá en valores que son conveniados con el Cliente y especificados en el SLA.

Por otro lado las aplicaciones actuales generan diversos tipos de tráfico a ritmos muy variables que requieren que las redes dispongan de los recursos necesarios para su transporte. Adicionalmente algunas aplicaciones son sensibles a las demoras y los recursos de la red son finitos, por lo que hay partes de la red que pueden congestionarse y no responder de la manera deseada al cursar del tráfico.

En la tabla siguiente se muestran los parámetros de calidad necesitados por diferentes aplicaciones que se manejan en Internet. [6]

TIPO DE TRAFICO	REQUERIMIENTOS			
	Ancho de Banda	Pérdida	Demora	Jitter
Voz	Muy bajo	Medio	Alto	Alto
Comercio electrónico	Bajo	Alto	Alto	Bajo
Transacciones	Bajo	Alto	Alto	Bajo
Correo electrónico	Bajo	Alto	Bajo	Bajo
Telnet	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Transferencia de ficheros	Alto	Medio	Bajo	Bajo
Videoconferencias	Alto	Medio	Alto	Alto
Multicasting	Alto	Alto	Alto	Alto

Tabla 1.1 - Aplicaciones y requerimientos de QoS.

Con el fin de que los SLA sean una ventaja de negocio para los proveedores de servicios de comunicaciones de datos, éstos deben ser capaces no sólo de garantizar niveles de servicio con su correspondiente QoS, sino también de afrontar los problemas menores antes de que pasen a ser mayores. Así, los SLA estándar de comunicaciones de datos habrán de solucionar las cuestiones proactivas de medida y tiempo de respuesta.

Los SLA deben tener en cuenta tres factores fundamentales: conseguir garantías de calidad de servicio al nivel del circuito, reflejar el impacto económico de los problemas de calidad de servicio, y estandarizar las definiciones de calidad de servicio. Estas tres áreas, en las que ha trabajado el Forum Network Management, permiten que los SLA sean

efectivos, objetivos, cuantificables y reflejen el impacto de la calidad del servicio desde la perspectiva del usuario. En las tres áreas, el Forum Network Management ha provisto un marco de trabajo para potenciar y facilitar su desarrollo.

Especificaciones del condicionamiento de tráfico.

Aparte del acuerdo de nivel de servicio es necesario adjuntar unas funciones de control de los requisitos del tráfico para estudiar su comportamiento, observando el flujo de aplicaciones, o cualquier otro subgrupo de tráfico operativo.

Algunas de estas funciones de control como son la medición del tráfico, las políticas, el shaping y el uso de marcas en los paquetes, se suelen utilizar en algunos de los protocolos utilizados para proporcionar QoS.

Un Acuerdo de Condicionamiento de Tráfico (TCA), es un acuerdo que especifica las reglas para clasificar el tráfico bajo cualquier perfil. Abarca todas las reglas de condicionamiento del tráfico especificadas explícitamente dentro de un SLA, junto con todos los demás requisitos o parámetros de un servicio determinado [10].

Posibles medidas de QoS en una red IP podrían ser las que se muestran en la tabla 1.2. [10]

METRICA DE SERVICIO	NIVEL DE SERVICIO
Disponibilidad de la Red	99.9 % premisas para POP
Latencia	80 ms o menos de medida de retardo mensual de ancho de red
Pérdida de paquetes	1 % o menos de media de pérdidas de paquetes mensual de ancho de red
Rendimiento	99.99 % de entrega media de datos por mes

Tabla 1.2 - Medidas de QoS en una red IP

1.5.2 Clasificación de QoS

Es posible clasificar la QoS en dependencia del tipo de tráfico, lugar de aplicación, reserva de recursos de la red, así como otros parámetros los cuales serán descritos a continuación.

QoS según la sensibilidad del tráfico

- QoS muy sensible al retardo: Ejemplo de este tipo es el tráfico de video comprimido. Se necesita garantizar disponibilidad de una gran cantidad de ancho de banda reservado para este tipo de tráfico y un valor de retardo mínimo que asegure la correcta transmisión del mismo. Para conseguirlo será necesario utilizar mecanismos de priorización, así como organizar en colas adecuadamente los flujos de datos.
- QoS algo sensible al retardo: Al igual que en el caso anterior se garantiza hasta un cierto nivel de ancho de banda, aunque en menor valor y de la misma manera, será necesario asignar prioridades para la transmisión de los datos.
- QoS muy sensible a pérdidas: Como sucede con el tráfico tradicional. Si se garantiza un nivel de pérdidas de valor cero entonces nunca se descartarán paquetes ni se desbordarán los *buffers* de almacenamiento, lo que facilitará el control de la transmisión, por otra parte, esta garantía se hace a nivel de acceso al medio o en capas superiores, pero nunca a nivel físico.
- QoS nada sensible: La filosofía de este tipo de QoS es usar cualquier oportunidad de transmisión restante y asumir que la capacidad de los *buffer* posteriores es suficiente para llevarla a cabo, asignándole a este tipo de tráfico la prioridad más baja. A este tipo de tráfico responden los algoritmos conocidos como del mejor esfuerzo (*Best Effort*), utilizado en Internet.

QoS según quién la solicite

Teniendo en cuenta que la petición de QoS puede ser realizada por el usuario final o por los conmutadores de la red, nos encontramos con estas dos variantes:

- QoS implícita: En este tipo, el enrutador o conmutador asigna automáticamente los niveles de QoS en función del criterio especificado por el administrador, como por ejemplo, el tipo de aplicación, protocolo o dirección de origen. Se realiza de la siguiente forma, las estaciones finales transmiten los paquetes y el conmutador o enrutador los recibe, analiza los datos entrantes y los prioriza, organizándolos en

diferentes colas según la prioridad asignada. Estos datos vuelven a ser transmitidos hacia el siguiente conmutador o enrutador, donde se repite el proceso.

- **QoS explícita:** Este tipo de QoS permite al usuario o aplicación solicitar directamente un determinado nivel de servicio que han de respetar los conmutadores y enrutadores. Se realiza de la siguiente manera, las estaciones finales transmiten una petición, si ésta es aceptada, los paquetes son transmitidos. Luego en el conmutador o enrutador los datos entrantes son priorizados de acuerdo a las instrucciones del nodo destino.

QoS según las garantías

Tiene en cuenta la reserva de recursos en la red para proporcionar los servicios.

- **QoS garantizada (*Hard QoS*):** Es aquella en la que se hace una reserva absoluta de los recursos en la red para un tráfico determinado, asegurándose así unos niveles máximos de garantías para este tráfico.
- **QoS no garantizada (*Lack of QoS*):** En una QoS sin garantías, el tráfico es transmitido por la red a expensas de lo que en ella pueda sucederle.
- **QoS servicios diferenciados (*Soft QoS*):** Es el punto medio entre los dos tipos anteriores y se realiza una diferenciación de tráfico, siendo tratados algunos mejor que el resto de diferentes formas, tales como expedición más rápida, más ancho de banda promedio, menos tasa de error promedio.

QoS según el lugar de aplicación

Puede aplicarse QoS en los extremos y/o en los bordes de la red, de esta forma puede clasificarse como:

- **QoS extremo a extremo (*end-to-end*):** Es la aplicación de las políticas de QoS entre los extremos de la red, también se conoce comúnmente como QoS absoluta. Una ventaja es que las aplicaciones podrían seleccionar dinámicamente el nivel de QoS requerido o demandado.
- **QoS borde a borde (*edge-to-edge*):** Es la aplicación de las políticas de QoS entre dos puntos cualesquiera de la red. Tiene como ventaja que son menos los dispositivos que tienen que ser manejados para la obtención de QoS, también conocida como QoS relativa.

1.6 Los SLA y las tecnologías de Red.

Con la existencia de varias tecnologías de red y varios suministradores que ofrecen la conectividad a tales tecnologías, se han realizado variaciones de SLAs en cada red. Las secciones siguientes dan una visión general y breve de las definiciones de SLA en cada tecnología de red.

Redes IP

Muchos diseñadores de redes WAN corporativas están pensando en emigrar los costosos circuitos de líneas arrendadas a servicios IP privados. Para ello los proveedores de servicio IP deben proporcionar acuerdos de nivel de servicio que garanticen servicios con alta disponibilidad y desempeño (generalmente los SLAs en las redes IP donde se miden parámetros como la latencia, disponibilidad, pérdidas de paquetes entre otros, se enfocan al backbone y no al cliente final) [6].

Las VPNs de WorldCom/ UUNET fue una de las primeras soluciones de este proveedor para ofrecer un verdadero compromiso de SLA extremo a extremo. El compromiso asegura que la VPN estará disponible 99.8 % del tiempo promediado tomando como referencia de 3 a 9 sitios, con latencias menores de 120 milisegundos teniendo como premisa los routers de los clientes dentro de América del Norte.

Las medidas basadas en el envío de pings periódicos, son promediadas en un mes sobre todos los sitios elegidos. Un sitio elegido es definido como un lugar donde el nivel de uso continuo es menor o igual que el 50 % de la capacidad dedicada total. Si la utilización sostenida excede el 50 % durante dos meses sucesivos, el cliente deben pedir una revisión del sitio en un plazo de hasta 30 días de lo contrario se declara inelegible el SLA.

Si la violación ocurre en dos meses consecutivos UUNET reenumerará a los clientes según acuerdo descrito en los SLAs.

Redes Frame Relay

El forum Frame Relay ha definido tres métricas que pueden ser usadas en la elaboración de un SLA, ellas son: [6]

1. Disponibilidad: La disponibilidad del servicio puede definirse en base a un Circuito Virtual (VC) o en base a una puerta. Los parámetros de disponibilidad del servicio

informan las prestaciones operacionales de una conexión virtual. La disponibilidad del servicio es afectado por interrupciones que impiden el transporte de tráfico *FR*. Se diferencian dos tipos de interrupciones:

- *Interrupciones por fallos*: Son el resultado de fallos en la red y la consecuente afectación de la disponibilidad del servicio.
 - *Interrupciones excluyentes*: Son el resultado de fallos más allá del control de la red, como por ejemplo el mantenimiento programado.
2. Demora de transferencia de tramas (Latencia): El parámetro de demora de transferencia de tramas (*FTD – Frame Transfer Delay*) informa el tiempo requerido para transportar las tramas *FR* a través de la red. Este parámetro no es más que la diferencia en milisegundos entre el momento que una trama sale de su fuente y el momento en que la misma llega a su destino.
 3. Razón de entrega de Datos (Data Delivery Ratio, *DDR*): Definido como porcentaje de datos (bytes) que son enviados satisfactoriamente sobre la red Frame Relay (aplicable solamente a datos que no exceden al CIR (Committed Information Rate)). Un parámetro relacionado, la Razón de tramas entregadas (*FDR*), es el porcentaje de tramas enviadas satisfactoriamente por la red.

Un ejemplo de implementación de acuerdos de nivel de servicio en redes Frame Relay lo tenemos en la red doméstica de Sprint, la cual es considerada una de las redes troncales más confiables del mundo, con SLAs líderes en el sector. Algunos de sus parámetros son: [11]

- Disponibilidad: Sprint garantiza el 100 % de disponibilidad para clientes con acceso a la red SONET de área metropolitana de banda ancha mejorada (BMAN) y el 99.9 % de disponibilidad para los clientes que no disponen de puertos BMAN.
- Demora en un Circuito Virtual Permanente (PVC): Sprint ofrece también una métrica de latencia para asegurar que sus clientes reciben la transmisión más alta para su tráfico fundamental. Para un acceso T1, la demora extremo a extremo estará alrededor de 70 mseg a través de todo Estados Unidos.
- Pérdida: Sprint se compromete a ofrecer un 99.99 % de *FDR*.

En una red Frame Relay un SLA típico incluye métricas de QoS como, ancho de banda, demora de tránsito, pérdida de paquete (o celda/trama) y disponibilidad. [6] La mayoría de los proveedores de servicios Frame Relay están convergiendo a los mismos valores de los parámetros QoS, 99.99 % de disponibilidad, 0.001 % de razón de pérdidas y los retrasos de tránsito de 50-100 milisegundos. Los precios de estos servicios están basados fundamentalmente en el ancho de banda fijo comprometido, CIR.

Redes ATM

Las redes ATM son diferentes a las redes IP ya que estas son usadas fundamentalmente como backbone. Un típico SLA de una red ATM puede ser el que ofrece actualmente WilTel, el cual se resume como sigue:

- Disponibilidad de la red: 99.99 %
- Tiempo en restaurar avería
 - Equipamiento de red: 2 horas.
 - Restaurar interrupción de la fibra: 4 horas.
- Latencia
 - CBR (Constant Bit Rate): 50 ms
 - RT-VBR (Real-Time Variable Bit Rate): 55 ms
 - NRT-VBR (No Real-Time Variable Bit Rate): 60 ms
- Pérdida de paquete
 - CBR: 1×10^{-9}
 - VBR: 1×10^{-6}
- Variación de la demora de Celda (CBR, RT VBR)
 - DS-3: 2 millisec
 - OC-3: 500 microsec

Si algunos de estos valores se incumplen los créditos a aplicar son:

- Primer mes de incumplimiento del SLA: 50 % de crédito de la puerta afectada y PVC.
- Segundo mes de incumplimiento del SLA: 75 % de crédito de la puerta afectada y PVC.

- Tercer mes de incumplimiento del SLA: 100 % de crédito de la puerta afectada y PVC.

Redes MPLS

En la actualidad, el despliegue y popularización de MPLS está en manos de los proveedores de servicio que tienen en esta tecnología una potente herramienta para la gestión del tráfico de red en sus enlaces troncales, con la que pueden resolver de forma más eficiente la velocidad y asignación de recursos. [12]

Unas facilidades que pueden trasladar inmediatamente a sus clientes, a los que pueden ofrecer enlaces exclusivos con garantías en cuanto a fluctuación, ancho de banda y retardo de las conexiones, ofertando acuerdos de nivel de servicio realistas con unas posibilidades y precios impensables no hace mucho tiempo. Todo ello, sin que los usuarios tengan que incurrir en costes propios adicionales en equipamiento.

La capacidad de MPLS de implementar Clases de Servicio, (CoS) y Calidad de Servicio (QoS) para los que está especialmente dotado por diseño, permite que en los catálogos de los proveedores de servicios haya soluciones capaces de atender las exigencias de los responsables de sistemas preocupados por la continua y creciente demanda de sus usuarios en ancho de banda y calidad de las conexiones para obtener más y mejores servicios en sus ordenadores. Así, la clasificación del tráfico de red que puede hacer MPLS en función de su naturaleza a través de una etiqueta colocada por el servicio que lo genera, permite que el flujo de paquetes en circulación sea tratado atendiendo a la prioridad que se le asigne y con esta configuración, los dispositivos de interconexión pueden separar el tráfico generado por aplicaciones en las que el retardo resulta crítico de aquellas en que la congestión de la red no les afecta tanto.

De esta forma, el proveedor puede garantizar, que la videoconferencia entre oficinas no tiene porque competir en igualdad de condiciones con el acceso a la intranet corporativa o el correo electrónico. De la misma manera, en su modo de funcionamiento, gracias a los circuitos virtuales que mantienen las rutas de etiquetas conmutadas, MPLS proporciona una infraestructura de red con topología virtual en malla, en donde cada conmutador de etiquetas, un enrutador en la práctica, aparece a un salto respecto a los otros conmutadores.

Los paquetes IP se mantienen ocultos en todo el trayecto que siguen dentro del dominio MPLS, por lo que los retardos y reenvíos debido a fallos o pérdida, asociados con las trayectorias y condiciones de la red quedan minimizados. Esto hace factible que servicios basados en el mejor esfuerzo, como es el caso de Voz sobre IP, VoIP, sean factibles sin necesidad de infraestructuras espectaculares, al alcance de todo tipo de organizaciones.

Una Calidad de Servicio que se implementa con la información que proporcionan los protocolos de nivel superior, permite que los conmutadores no tengan que reclasificar los paquetes a cada salto, lo que se traduce en que la reserva de recursos se base en enlace y no en las conexiones virtuales, por lo que también es posible disponer de tolerancia a fallo en comunicaciones, sin ver penalizado el coste del servicio contratado. [13]

Los parámetros de acuerdos de nivel de servicio de At&T en el mes de mayo de 2007 [14], se comportaron de la siguiente forma:

Métrica	Plan	Real
Disponibilidad de la red	99.99%	99.995%
Latencia	40 ms	28 ms
Pérdida de paquetes	0.1%	0.013%

Tabla 2. Estadísticas mayo 2007 SLA, AT&T.

Redes inalámbricas

El consorcio 3GPP, proporciona reportes técnicos y especificaciones técnicas para la tercera generación de sistemas móviles basados en redes de núcleo GSM y de tecnologías de acceso de radio que ellas soportan. [6]

3GPP ha definido cuatro clases de QoS siendo el factor distintivo más importante entre ellas la sensibilidad al retardo del tráfico. En una misma conexión, el usuario puede mantener una comunicación multiservicio, en la que el establecimiento y liberación de sus componentes son independientes. Las clases conversacional y afluente (streaming) están pensadas para ser utilizadas en o con flujos de tráfico en tiempo real. Difieren en su sensibilidad al retardo. Las clases interactiva y diferida (background), están previstas para servicios tipo Internet, como navegadores, correo electrónico, telnet, y ftp. Al ser menos

restrictivas en cuanto a retardo, proporcionan una mayor robustez para la protección contra errores, al poder establecer mecanismos de codificación de canal y retransmisión. [15]

En las redes sin hilos o inalámbricas, debido a que la disponibilidad de QoS varía bastante durante el uso de un servicio se hace necesario el uso de SLAs dinámicos. Los SLA se pueden negociar (durante la sesión de inicialización usando PDP) o en medio de una sesión a través de renegociaciones.

1.7 Conclusiones parciales.

Los SLA deben representar el coste real que supone que un servicio no cumpla sus prestaciones garantizadas. La medición debe ser objetiva y debe tener en cuenta el impacto real en los usuarios finales en términos económicos. Para ello, los SLA deben ser explícitos, precisando exactamente qué parámetros de gestión de rendimiento van a ser medidos y cómo esa información se va a suministrar a los clientes. Conviene, además, que el formato de los estudios sea claro, conciso e inteligible. Utilizando un criterio común para medir el impacto de las anomalías que surjan en la red, es posible sustituir las percepciones meramente subjetivas por hechos constatables. A este respecto, el impacto monetario actúa como criterio objetivo.

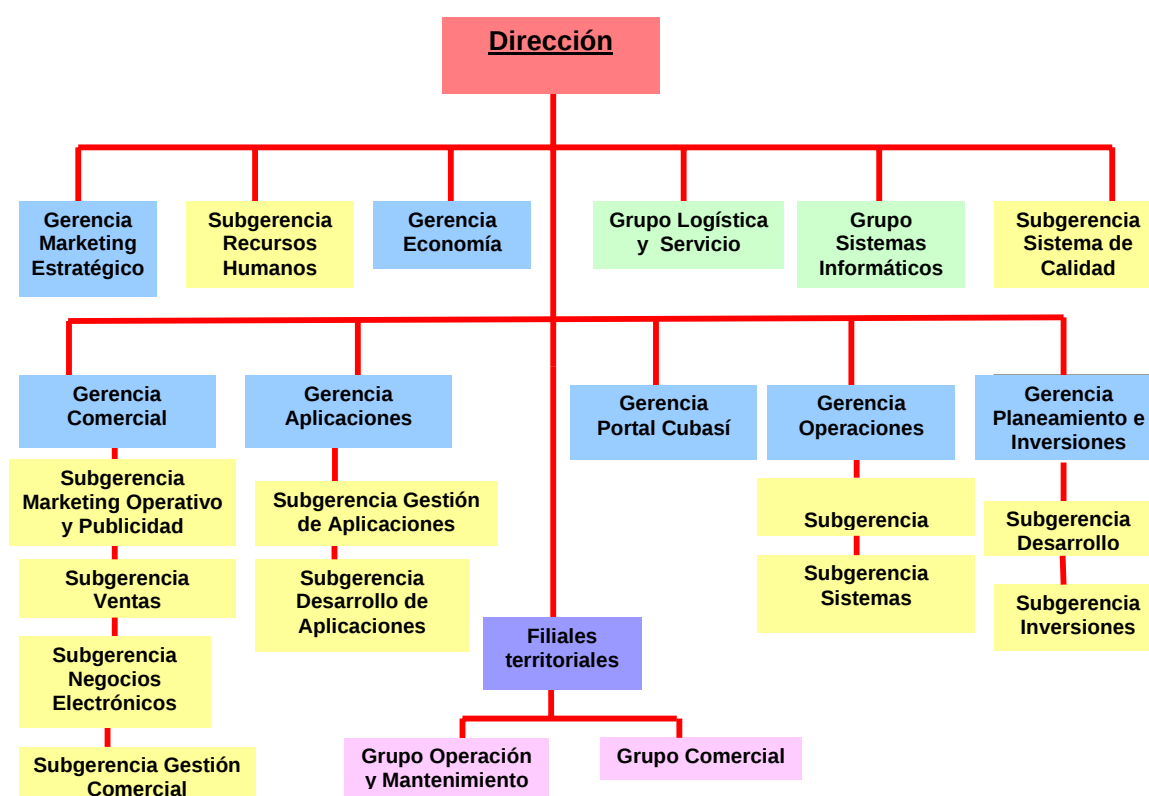
La posibilidad de ofrecer diferentes convenios de nivel de servicio (SLA) permite a los proveedores de servicios definir la diferenciación del servicio y generar más ingresos con la infraestructura existente. La definición y el monitoreo de los parámetros de gestión de tráfico desde el establecimiento del cliente ofrecen a la operadora los siguientes beneficios:

- Aseguran que el usuario no se exceda en el uso del ancho de banda asignado.
- Permiten una mayor eficiencia estadística del enlace con el cliente a la vez que mantienen el mismo equipo backbone.
- Proporcionan información sobre el rendimiento del servicio, permitiendo al proveedor del servicio anticipar problemas y realizar los cambios necesarios.

- Incrementan los ingresos por pagos de clientes para el acceso a información de rendimiento del servicio.

A los clientes por su parte les ayuda a conocer los parámetros, métodos, informes y excepciones que se manejan en el contrato, y les permite comparar los servicios y niveles de calidad de servicio ofrecidos por diferentes SP.

Los SLA son una respuesta al ambiente competitivo que vive el mundo de las telecomunicaciones en la actualidad. Son usados como garantía para aumentar el grado de confianza de los clientes en sus proveedores de servicio y como una forma de brindar un servicio de mayor y mejor calidad.



2.1 Escenario de la Red Pública de datos de ETECSA.

La Empresa de Telecomunicaciones de Cuba, ETECSA, creada en 1994, ha dado pasos agigantados desde el punto de vista tecnológico y social. Desde sus inicios la tendencia ha sido renovar el equipamiento existente, con el objetivo de ofertar mayor calidad en los servicios. La Red de Transmisión de Datos no queda exenta de este desarrollo.

Fue en el año 1997 cuando se comenzó a explotar en nuestro país por parte de ETECSA la primera red pública de datos, dicha red está conformada por un dorsal de nodos X.25 instalados en todas las provincias del país. Esta red en un principio estuvo dirigida a brindar servicios X.25 a los clientes del sector bancario fundamentalmente, con velocidades comprendidas entre 9600 Bps y 19200 Bps. En la tabla 2.1 se muestran los primeros servicios básicos prestados por la red.

CONEXIÓN	SINCRONISMO	
	Sincrónico	Asincrónico
Arrendado	X.25 (2 a 4 hilos)	X.28 (2 a 4 hilos)
Conmutado	X.32 (conmutado)	X.28 (conmutado)

Tabla 2.1 – Servicios básicos prestados por la red X.25/FR en sus inicios.

Formas más frecuentes en que los clientes utilizaban la red.

A continuación, en la tabla 2.2, se describen las formas más comunes en que los clientes que utilizan el protocolo X.25 hacían uso de la red.

Aplicaciones "puras" x.25	En ambos extremos se emplean conexiones x.25 y software capaz de manipular esta información directamente.
<i>Uso: Filiales con categorías similares</i>	
<i>Ej: BANDEC, FINALSE</i>	
Aplicaciones "híbridas" x.25/x.28	Un punto central posee un enlace x.25, al que acceden el resto de los puntos a través de conexiones x.28, bien sea arrendadas o conmutadas.
<i>Uso: Una filial matriz y varias subsidiarias</i>	
<i>Ej: Wester Union, Bibliotecas, Joven Clubs</i>	
Aplicaciones "puras" TCP/IP sobre x.25	En ambos extremos existen routers o tarjetas que se ocupan de la conversión entre TCP/IP y x.25. Estos equipos por regla general están conectados a un concentrador de red que da acceso a las computadoras conectadas en la LAN a la red remota.
<i>Uso: Interconexión de redes</i>	
<i>Ej: ETECSA, BFI, ONAT, BPA</i>	
Aplicaciones "híbridas" TCP/IP sobre x.25	Uno de los puntos posee un enlace x.25 en el que se encuentra un router.
<i>Uso: Una filial matriz y varias subsidiarias</i>	
<i>Ej: Cultura, Meteorología</i>	

Tabla 2.2 – Formas más frecuentes en que los clientes usaban la red.

En 1999 paralelo a esta red inicial se instaló un dorsal ATM con enlaces (E1) a 2 Mbps entre sus nodos y puntos de presencia (POP, *Point Of Presence*) que permiten accesos *Frame Relay* a los usuarios finales con velocidades que van de 64 Kbps hasta 2 Mbps. En este mismo año se aumentan las velocidades de conexión entre los nodos X.25/FR y se comienza la comercialización de los servicios *Frame Relay* fundamentalmente de baja velocidad, para los clientes que así lo deseaban.

La puesta en funcionamiento de la Fibra Óptica Nacional en el 2003 unido a la última ampliación de la red ATM/FR posibilitó aumentar la velocidad a un número considerable de los enlaces internodales del *backbone* ATM a 155,2 Mbps (STM1) e incrementar el número de POP de dicha red, fue precisamente en esta ampliación de la red ATM/FR donde se incorpora un moderno equipamiento (Alcatel 7670) encaminado hacia la nueva red multiservicios de ETECSA. En la actualidad existen equipos 7670 en las provincias de Villa Clara, Holguín y Santiago de Cuba.

El desarrollo de nuevas tecnologías, las necesidades crecientes de intercambio de datos, los programas especiales y el proyecto de Informatización de la Sociedad imponen nuevas metas, es por eso que el año 2005, la antigua Unidad de Negocios Cubadata y en la actualidad Unidad de Negocios Datos, se da a la tarea de instalar en todo el país nodos con tecnología SHDSL incorporados al Backbone ATM/FR y los DSLAM ATM en las provincias de Guantánamo, Villa Clara, Pinar del Río y las Tunas.

A finales del año 2006 se terminó la instalación del backbone IP/MPLS de tecnología Huawei formado por Router MPLS NE 40-8 en los Nodos de Águila, MINCOM, Luz, Villa Clara, Camaguey, Holguín y Santiago de Cuba enlazados través del backbone de fibra óptica a 155 Mbps y DSLAM IP NA 5300 en cada uno de los municipios de estas provincias. Esta red se encuentra en estos momentos en fase de puesta a punto, por lo que no se están comercializando aún sus servicios.

En la actualidad la red pública de datos de ETECSA cuenta con un total de 241 puntos de presencia en todo el país como se muestra en la figura 2.2 y 22261 puertas instaladas. En la figura 2.3 puede verse el despliegue topológico de la red.

Las diferentes tecnologías utilizadas por la red de datos de ETECSA son las siguientes:

- Alcatel 7670 Plataforma de enrutamiento/conmutación.
- Alcatel 7470 Plataforma multiservicio.
- Alcatel 7270 Concentrador Multiservicio.
- Alcatel 3600 Multiplexor Universal.
- Alcatel 3630 Multiplexor Primario.
- Alcatel DSLAM ATM 7300 ASAM.
- Huawei Router NE-40 -8.
- Huawei DSLAM IP NA-5300.

Los nodos Alcatel 7670 RSP, Alcatel 7470 MSP y el Alcatel 7270 MSC permiten la implementación de QoS por sí mismo, o sea son capaces de brindar esos recursos directamente, así como los equipos que forman parte del backbone IP/MPLS en fase de puesta en marcha en estos momentos. No obstante a la existencia de las condiciones técnicas desde el punto de vista comercial, no existen contratos de acuerdos de nivel de servicio.

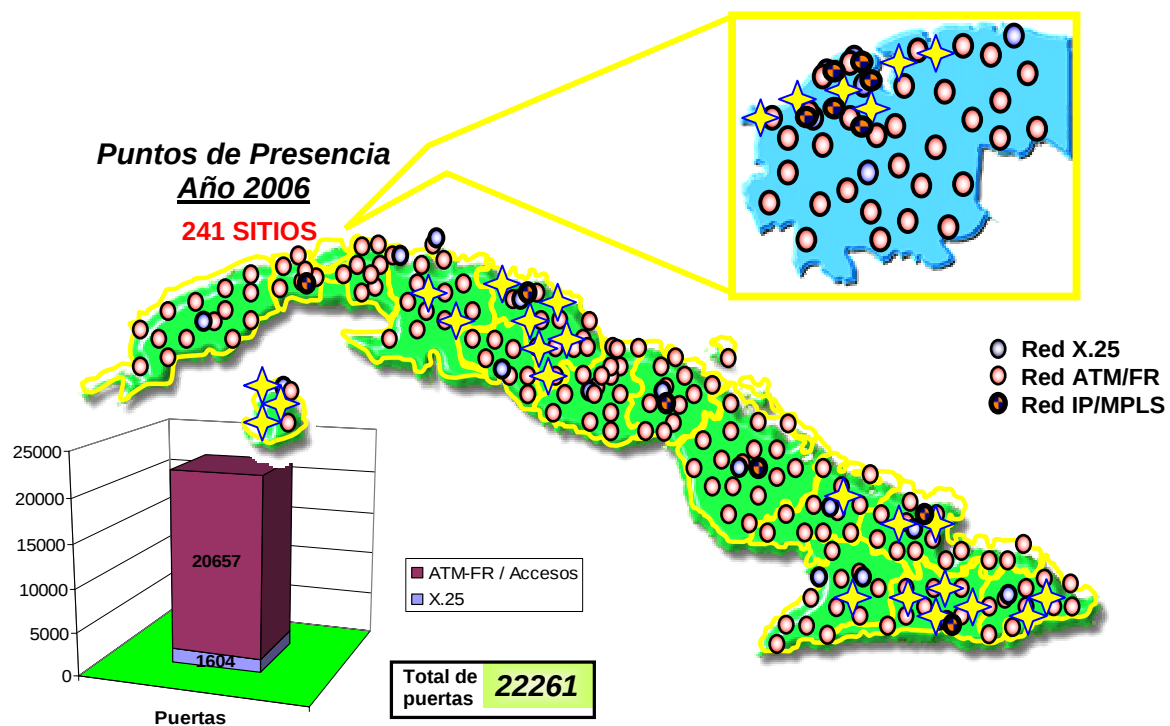


Fig. 2.2- Crecimiento de Red. Puntos de Presencia [16]

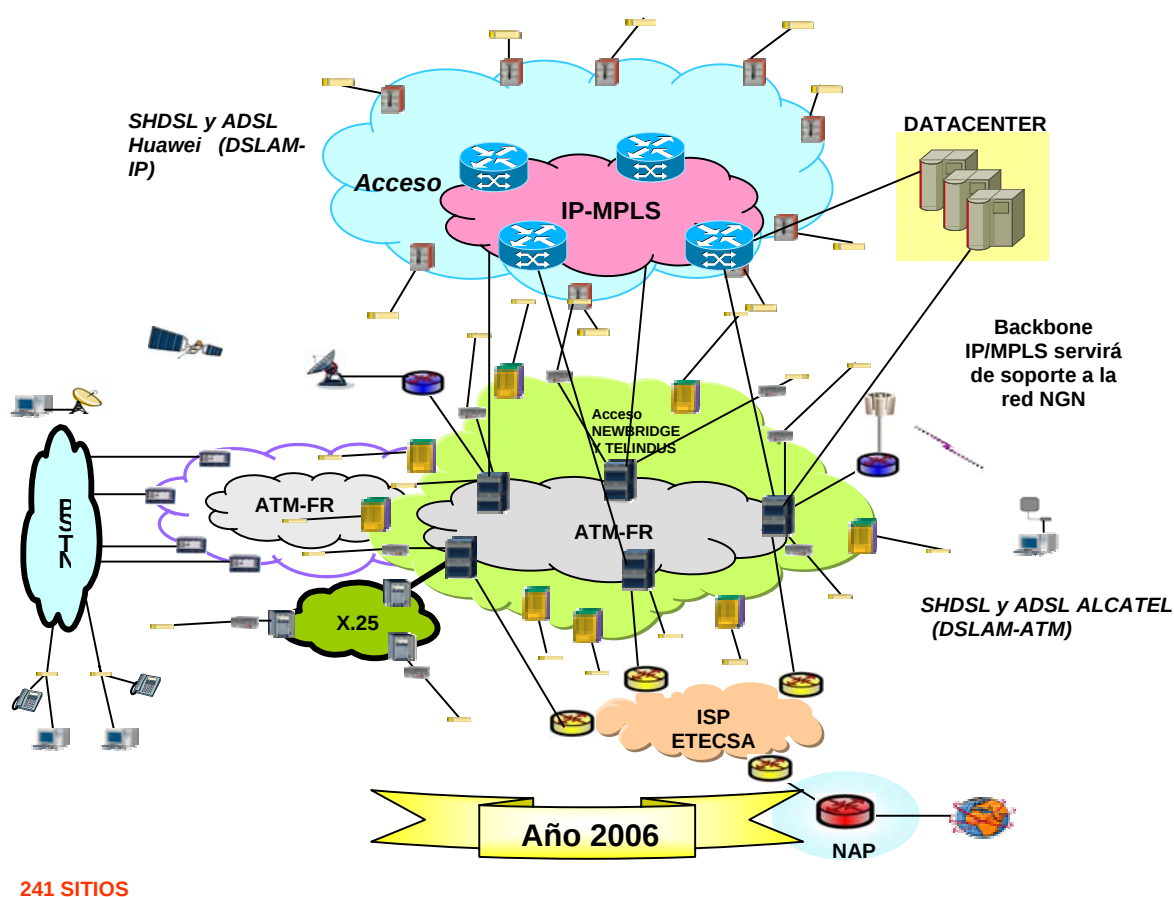


Fig. 2.3 - Despliegue topológico de la Red [16]

Dentro de los servicios brindados por ETECSA se encuentra también la conexión a los Proveedores de Servicio de Internet (ISP, de sus siglas en inglés).

ENET es hoy el principal proveedor de servicios de Internet del país, desde sus inicios desplegó un esquema de acceso a base en puntos de presencia (POP) regionales enlazados a un nodo central, desde donde se controlan y supervisan centralizadamente todos los servicios. Esta estructura le permite una mayor flexibilidad, al no afectar a los clientes en servicio durante las operaciones de incrementos de los POP, así como la facilidad para implementar nuevos servicios de forma nacional controlando los mismos desde un solo punto central.

ENET basa su conectividad casi totalmente en equipamiento Cisco, que varia desde enrutadores de la serie 3600 en los POP hasta los de serie alta, como el 7100 y 7200 empleado en la conexión al NAP, todos ellos soportan QoS.

2.3 El cliente como parte fundamental en la elaboración de los SLA.

El cliente representa el papel fundamental en el escenario de los servicios porque:

- Es fuente, origen y destino del servicio.
- Es quien paga el servicio.
- Es quien establece junto con el proveedor los Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA).
- Es quien valora la calidad del servicio.

La segmentación del mercado de los servicios de datos se realiza atendiendo:

- Al tipo de moneda en que operan
 - Mercado MLC (moneda libremente convertible)
 - Mercado MN (moneda nacional).
- Al comportamiento de los ingresos.
 - Top
 - Grandes clientes
 - Pymes
 - Residenciales
- Al perfil de los clientes.
 - ISP
 - Negocios MLC
 - Bancarios
 - Consulados y embajadas
 - Hoteles
 - Turismo
 - Programas y entidades priorizadas (PEP)

En la grafica que se muestra se observa como han evolucionado los clientes y servicios de datos en el año 2006.

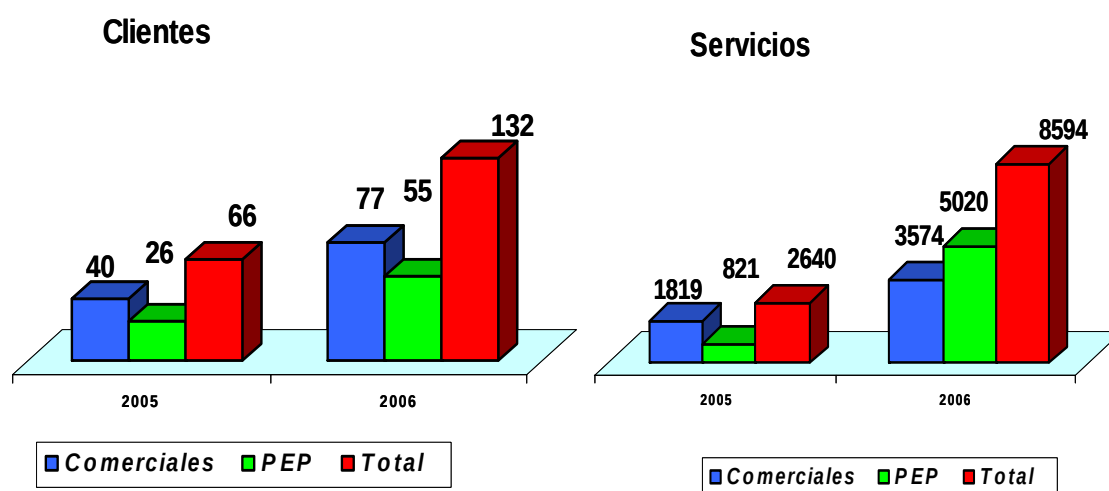


Fig 2.4 – Evolución de los servicios y clientes [16]

En el año 2006 se creció un 100 % en cantidad de clientes y un 225 % en cantidad de servicios. Del total de clientes el 87 % pertenecen a proyectos nacionales y el 99.9 % de los servicios tiene alcance nacional.

2.31 Situación actual de los clientes y servicios de transmisión de datos.

En nuestro país existen un grupo de empresas que han apostado por la informática, las redes y la conectividad para lograr el desarrollo y los servicios necesarios. En la mayoría de los casos se encuentran empresas que han logrado establecer servicios Intranets que les permiten una gestión más ágil a la institución, logrando mejorar los tiempos de respuestas a los diferentes problemas específicos de la empresa en comparación con aquellas otras empresas que no han desarrollado sus redes con esta visión [17]. Por otro lado debido a la política de informatización de la sociedad trazada por el MIC y según el plan estratégico de la Empresa, en el período 2004 - 2008 se deben incrementar en un número bastante elevado los accesos de los clientes PEP. Es por ello que se están poniendo en función de este sector las nuevas tecnologías SHDSL, ADSL y accesos conmutados a través de la Plataforma Pública de Accesos Conmutados.

Entre los principales clientes de la red de datos se encuentran CIMEX, los diferentes servicios bancarios (BFI, BPA y BANDEC), la Empresa de Correos de Cuba; grandes

proyectos sociales que han hecho crecer y nacer en muchos casos redes como las de INFOMED, MINED (Ministerio de Educación), MTSS (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social), Joven Club de Computación, Ministerio de cultura, Gobierno, Partido, MINBAS (grupos electrógenos) y ETECSA entre otros. Otras entidades han desarrollado también Intranets nacionales, pero sus servicios básicos no se encuentran tan comprometidos como los de las empresas mencionadas, en este caso se encuentran CUBALSE, ONAT, SEPSA y otros.

CIMEX

CIMEX emplea enlaces Frame Relay para sus conexiones principales y una algunos enlaces punto a punto combinados con enlaces Frame Relay para las distribuciones dentro de la provincia.

En su gran mayoría, CIMEX ha empleado equipamiento Cisco en sus redes, con equipos de gama media en los dorsales (Enrutadores Cisco 3640) y de la gama baja en los enlaces a las dependencias, lo que le brinda posibilidades para la implementación de servicios con QoS. Esto es especialmente importante para las dependencias que emplean transacciones en línea, como por ejemplo, los puntos de ventas y los almacenes, los servicios de validación de tarjetas de crédito y de transferencia monetaria.

Servicios bancarios

En este caso resulta necesario diferenciar por una parte los servicios del BFI y por otra los del BPA y BANDEC, ya que ambos emplean sistemas muy diferentes para mantener sus redes en operación. En el caso del BFI, esta entidad cuenta con equipamiento Cisco y posee equipos adicionales MAX para lograr diferenciación de tráfico sobre Frame Relay, lo que les permite además brindar Voz sobre Frame Relay (Vo/FR) con cierto nivel de calidad de servicio.

Los circuitos del BFI son líneas Frame Relay que enlazan las entidades provinciales con los nodos nacionales y cuentan con sucursales no solamente en las cabeceras de provincia, sino también en las localidades de mayor interés financiero.

En el caso del BPA ha migrado casi todos sus servicios hacia Frame Relay manteniendo fundamentalmente los servicios de los cajeros electrónicos con protocolo X.25 y BANDEC,

a pesar que ha mantenido los enlaces X.25 para transacciones bancarias ha instalado gran cantidad de enlaces Frame Relay para soportar aplicaciones como son, correo, navegación WWW, FTP. Las agencias del BPA cuentan en su mayoría con enrutadores Cisco de la gama baja, mientras que BANDEC cuenta tanto con tarjetas X.25 como con enrutadores Cisco de la gama baja.

ETECSA

La Empresa de Telecomunicaciones de Cuba es uno de los principales clientes de la Red Pública de Datos del país, en parte ayudada por las facilidades que le ofrece ser cliente y proveedor de los servicios de transmisión de datos de forma simultánea, y por otra por el alto grado de informatización que se ha aplicado en la empresa.

En ETECSA ya se encuentra implementado el sistema económico (SAP) que trabaja en tiempo real con un esquema cliente/servidor que basa su sostén en el mantenimiento de un flujo de datos ininterrumpido entre las estaciones de trabajo distribuidas por todo el país y los servidores localizados en un nodo central en Ciudad Habana. Dicho sistema permite el control en tiempo real de todas las operaciones económicas de la empresa y resulta indispensable para el correcto funcionamiento tanto en la parte económica como en la logística, ya que de no funcionar el mismo prácticamente se paralizarían estas tareas en toda la empresa, con todas las afectaciones que ello provocaría.

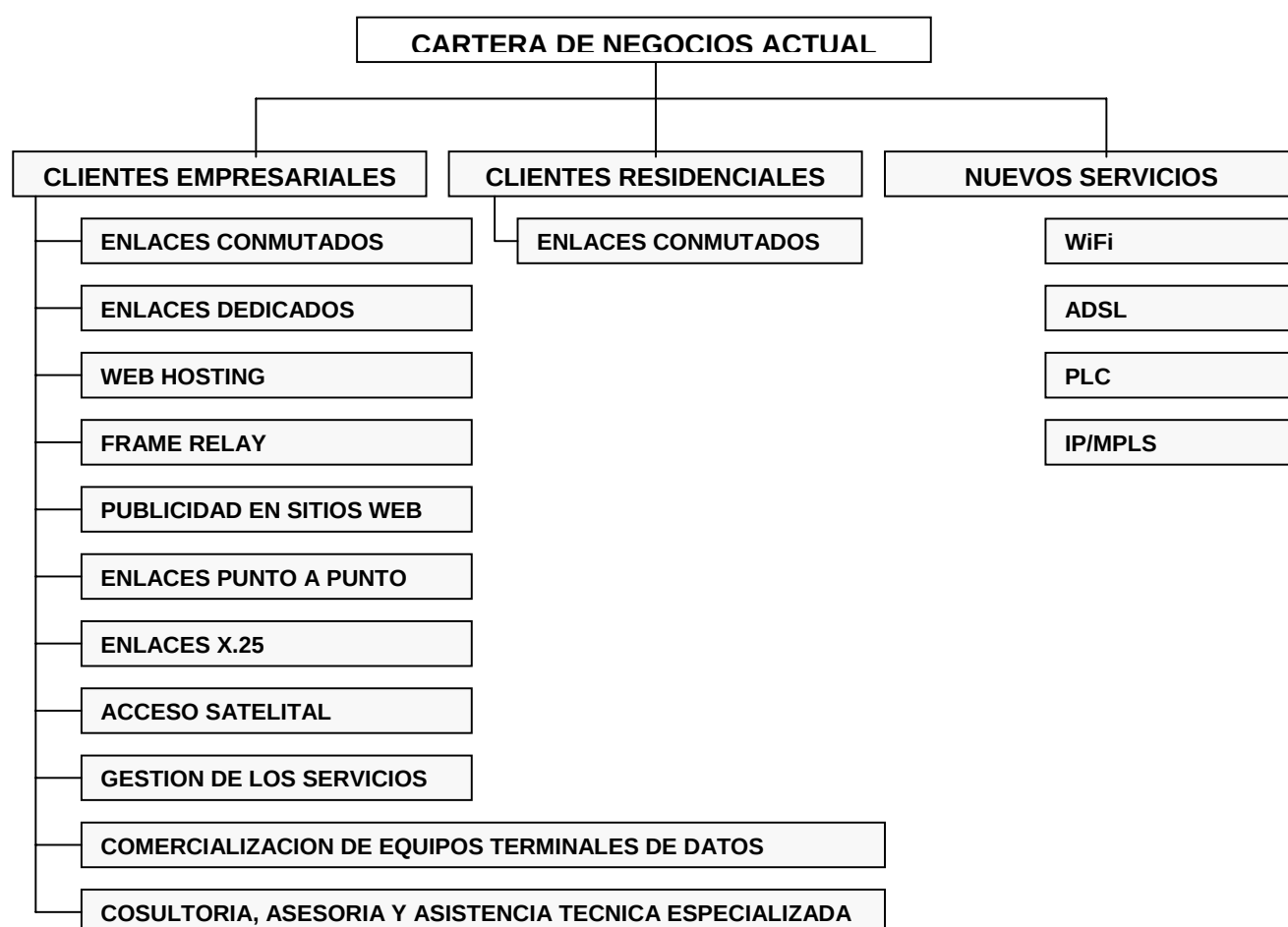
Existen otras aplicaciones que trabajan bajo el mismo principio que el SAP, estas son el sistema de cobro comercial, el sistema de provisión y reclamos de clientes (SIPREC). Por otro lado la Unidad de Negocios Datos ha desarrollado aplicaciones de iguales características que las ya mencionadas, necesarias para la contratación de los servicios que brinda el ISP Enet y para el control de las interrupciones, ellas son GESCOM y Datasof respectivamente.

En la parte técnica de la empresa también se emplean intensivamente los enlaces de datos, utilizados para la remotización de centrales digitales y de su facturación así como para las comunicaciones entre los Centros de Llamadas (Call Center) y los servidores o proveedores de servicio como resulta en el caso de los servicios de Información (113) y del envío de mensajes a los beepers de la empresa MOVITEL.

Durante la investigación para este trabajo se comprobó que existen clientes como CIMEX, BANDEC, BFI, BPA, que desean la implementación de calidad de servicio así como la firma de contratos de acuerdos de nivel de servicio.

Servicios que se prestan.

El diagrama siguiente muestra la oferta actual de los servicios que ofrece la Unidad de Negocios Datos [18].



En las figuras 2.5 y 2.6 se muestran la evolución que han tenido algunos de estos servicios en una y otra moneda.

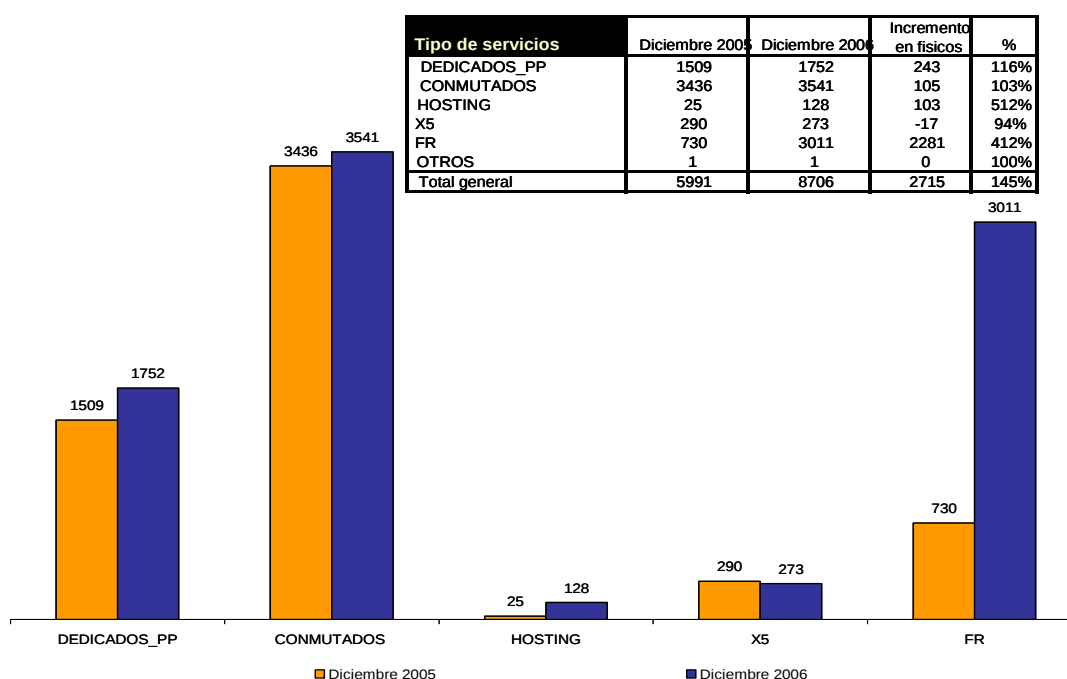


Fig 2.5 – Evolución de los servicios en MN [16].

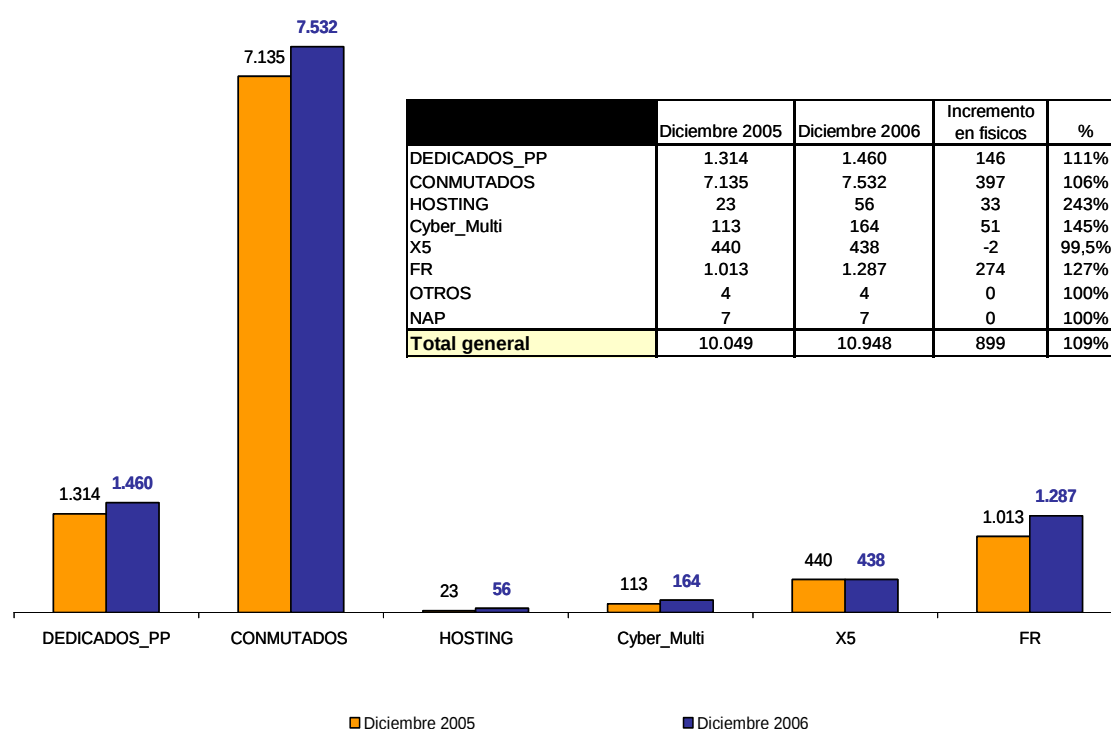


Fig. 2.6 – Evolución de los servicios en MLC [16]

Tarifas

Una de las características que ha presentado mayor inestabilidad en la prestación de los servicios de datos es la relacionada con las tarifas. El alto costo inicial de estos servicios se ha ido ajustando a medida que se han incorporado nuevos servicios y según la red ha ido creciendo llegando a lugares que en un principio era imposible brindar este tipo de servicio.

Las condiciones peculiares que existen en el país, donde los servicios de datos solo pueden ser comercializados al sector empresarial, unido a la gran prioridad dada a los programas especiales de la revolución y la utilización de dos monedas para el pago de los servicios, de las cuales solamente una es utilizada para pagar las inversiones influyen enormemente en la forma en que se toman las decisiones para aplicar las tarifas.

La facturación de los servicios de datos se realiza abonando una cuota por concepto de instalación que se cobra el primer mes de instalado el servicio y una cuota fija mensual, cuyo valor está en dependencia del tipo de servicio y del paquete contratado. En todos los casos se utiliza una tarifa plana.

Las tarifas para los nuevos servicios de acceso a Internet ADSL así como los IP a través del backbone IP/MPLS está en proceso de aprobación por parte del MIC.

Contratos

El contrato es el documento legal mediante el cual el proveedor de servicio, en este caso ETECSA permite al cliente la utilización de la red pública de telecomunicaciones para obtener sus servicios.

En estos momentos existen dos tipos de contratos establecidos, aunque la Unidad de negocios se encuentra trabajando en la unificación de los mismos, ellos son:

- Contrato a los servicios de la red de transporte.
- Contrato a los servicios del ISP.

Tipos de anexos para los servicios de la red de transporte.

- Anexo 1: Requisitos técnicos del servicio.
- Anexo 2: Procedimiento para la provisión del servicio.
- Anexo 3: Procedimiento de gestión de incidencias.

Para la provisión del servicio, se establece que una vez que el cliente realiza una solicitud de servicio, ETECSA, dispondrá 7 días para notificar al cliente si existen facilidades técnicas para la instalación del mismo, en el caso de que sean solicitudes priorizadas; para las solicitudes ordinarias el plazo será de 12 días. No se recoge en este anexo el tiempo de demora de instalación del servicio.

El procedimiento de gestión de incidencias recoge el tiempo máximo de resolución de las averías de acuerdo al medio de transporte, como se observa en la tabla 2.3.

SOPORTE	TIEMPO MAXIMO DE RESOLUCION DE INCIDENCIAS
Óptico o inalámbrico	Criticas: 24 horas Básicas: 48 horas
Cobre	72 horas

Tabla 2.3 – Niveles de gestión de incidencias.

2.4 Indicadores de calidad actuales.

Para medir de alguna manera la calidad del servicio que se ofrece a los clientes así como la disponibilidad de la red, la Unidad de Negocios Datos evalúa mensualmente un grupo de indicadores técnicos y comerciales, los cuales son especificados en la tabla 2.4.

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	PLAN
Cargos indebidos	Refleja el resultado de la ejecución correcta de la facturación y la conformidad de los clientes con la misma	2 %
Pendiente de cobro	Refleja el resultado del Indicador cuentas por cobrar	15 %
Tiempo de demora promedio de instalación (TDPI)	Es el tiempo que transcurre desde la solicitud del servicio hasta el OK de la instalación	21 días
Disponibilidad de la red	Refleja el resultado de la operación de las	99.8 %

	interrupciones y la eficiencia de la red	
% de averías reparadas en menos de 48 horas	Refleja el resultado de la operación de las interrupciones y la eficiencia de la interacción con tras áreas operativas	98.0 %
Pérdida de paquetes en el NAP		0.20 %

Tabla 2.4 – Indicadores de calidad de los servicios de datos

Existe un centro nacional de gestión o asistencia técnica que trabaja los 365 días del año y que se encarga de la recepción de las quejas generadas por fallas en los servicios de datos de todo el país.

En el año 2006 se produjo un deterioro en el indicador % de averías reparadas en menos de 48 horas lo cual constituye un reflejo de la falta de coordinación que existe entre las áreas que intervienen en la solución a las interrupciones dentro de ETECSA, lo que pone de manifiesto la necesidad de implementar acuerdos de niveles de servicios entre las diferentes Filiales y grupos de trabajo.

2.5 Conclusiones parciales.

La Unidad de Negocios Datos, encargada de ofrecer los servicios de transporte de datos y acceso a Internet, se encuentra preparada en estos momentos para brindar servicios con calidad y por consiguiente implementar acuerdos de nivel de servicio, para ello cuenta con la tecnología apropiada, especialistas con gran profesionalidad y dominio de su trabajo y con clientes preparados para asimilarlos.

CAPÍTULO 3: Propuesta de Parámetros para la implementación de Acuerdos de Nivel de Servicio.

En el capítulo 2 se hace una valoración de las condiciones técnicas y comerciales que permiten la implementación de acuerdos de nivel de servicios entre ETECSA y los clientes de los servicios de datos, se trata de forma general temas como las tarifas, contratos y los indicadores de calidad que maneja actualmente la Unidad de Negocios Datos, enfatizándose en el hecho de que a pesar de que existen condiciones aún no se han firmado contratos SLA. En este capítulo se pretende, proponer un grupo de indicadores o parámetros que deben ser recogidos en los contratos SLA que se firmen con los clientes de la red pública de datos de ETECSA.

3.1 Enfoque a la QoS en el ámbito de las telecomunicaciones

Al hablar de Calidad en el ámbito de los servicios de telecomunicaciones se puede hacer una aproximación al tema desde el punto de vista netamente técnico o desde la percepción del usuario sobre el mismo, pero es la unión de ambos la que permite enriquecer el análisis sobre la materia [19].

La UIT-T tiene clara esta situación, al definir la calidad de servicio *“como el efecto global de funcionamiento de un servicio que determina el grado de satisfacción de un usuario del servicio”* [9], y a su vez indica que la calidad se caracteriza por la combinación de diversos factores de funcionamiento aplicables a todos los servicios, tales como operabilidad, accesibilidad e integridad del servicio; y otros factores específicos de cada servicio, como por ejemplo velocidad de transferencia de información, tasa de errores, probabilidad de corte de la comunicación, entre otros; de aquí resulta claro concluir que se debe prestar atención a ambos aspectos. En el ámbito de la medición de la calidad de un servicio por parte de uno de sus usuarios, se entra en el campo de los análisis cualitativos del mismo, ya que es el usuario quien declara el nivel de calidad que cree haber experimentado.

Sin embargo, en el nuevo escenario de crecimiento, desarrollo y apertura comercial del mercado de servicios de telecomunicaciones es necesario analizar las condiciones de calidad ofrecidas a los usuarios de una manera integral, técnica y de percepción, que permita acoplar de una mejor manera las expectativas del cliente con las condiciones técnicas realmente ofrecidas, y lograr así usuarios con un mayor nivel de satisfacción.

Relaciones entre la calidad de servicio y la calidad de funcionamiento de la red

La calidad global de un servicio de telecomunicaciones, percibida desde el punto de vista del cliente, está influida por muchos factores que están relacionados con los parámetros de calidad de funcionamiento de la red. En la figura 3.1 se muestra este tipo de relaciones.

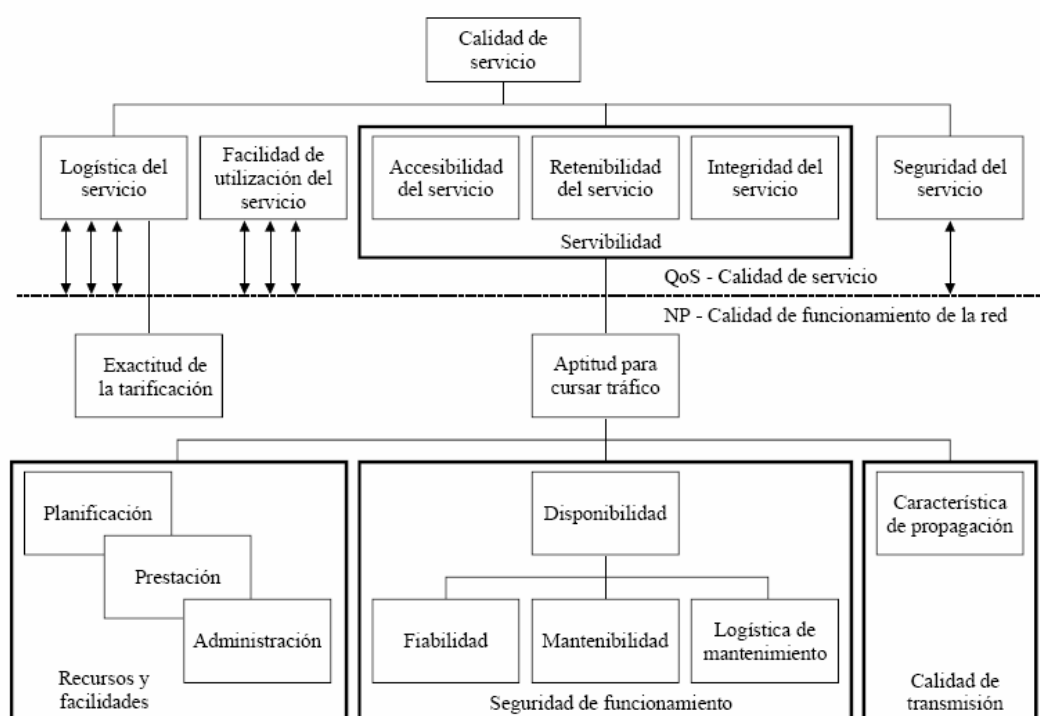


Fig.3.1 Organización de los parámetros QoS.

El grado de satisfacción del usuario con el servicio prestado depende de la percepción por el mismo de los siguientes elementos de la calidad de funcionamiento del servicio definidos por la UIT-T y contenidos en la figura anterior:

- la logística
- la facilidad de utilización
- la servibilidad
- la seguridad

Todos ellos dependen de las características de la red. La logística del servicio puede depender de ciertos aspectos de la calidad de funcionamiento de la red, por ejemplo, a través de la característica de tarificación correcta.

Ahora bien, por lo general, la servibilidad es la más afectada y ésta se subdivide a su vez en tres elementos:

- accesibilidad del servicio,
- retenibilidad del servicio,
- integridad del servicio.

La servibilidad depende de la aptitud para cursar tráfico (pérdidas y demoras) y de los factores de la misma que intervienen, recursos y facilidades, seguridad de funcionamiento y calidad de transmisión.

La seguridad de funcionamiento comprende los aspectos combinados de disponibilidad, fiabilidad, mantenibilidad y logística de mantenimiento, y se refiere a la aptitud de un elemento para encontrarse en estado de realizar una función requerida.

La característica de propagación se refiere a la aptitud del medio de transmisión para transmitir la señal dentro de las tolerancias deseadas.

La casilla de recursos y facilidades incluye la planificación, el aprovisionamiento y las funciones administrativas asociadas. Esto subraya la importancia que tienen los aspectos de aprovisionamiento y planificación de redes, en los resultados globales de la calidad de servicio.

Cuatro puntos de vista sobre la QoS [20]

- Las necesidades de QoS del cliente
- Las ofertas de QoS del proveedor de servicio (o QoS planificada/esperada)
- La QoS conseguida u ofrecida
- La calificación de la QoS en las encuestas de cliente

Necesidades de QoS del cliente

Las necesidades de QoS del cliente definen el nivel de calidad que se exige en un determinado servicio, y se pueden expresar en lenguaje corriente. Al cliente no le interesa

saber cómo se presta el servicio ni los aspectos del diseño interno de la red, pues sólo le importa la calidad total del servicio de extremo a extremo. Desde el punto de vista del cliente, la calidad de servicio se expresa mediante parámetros que:

- Se centran en los efectos percibidos por el usuario, más que en sus causas dentro de la red.
- Su definición no depende de las hipótesis del diseño interno de la red.
- Tienen en cuenta todos los aspectos del servicio desde el punto de vista del cliente.
- El proveedor de servicio puede garantizárselos al cliente, y hasta incluirlos en el contrato.
- Se describen en términos independientes de la red e instauran un lenguaje común, que comprenden tanto el usuario como el proveedor de servicio.

QoS ofrecida por el proveedor de servicio

La QoS ofrecida por el proveedor de servicio es una declaración del nivel de calidad que él espera ofrecer al cliente, y que se expresa mediante valores atribuidos a los parámetros. Esta forma de calidad de servicio es especialmente útil para la planificación y para los acuerdos de nivel de servicio. Cada servicio tendrá su propio conjunto de parámetros QoS.

QoS conseguida o entregada por el proveedor de servicio

La QoS que consigue el proveedor de servicio es una declaración del nivel de calidad real alcanzado y entregado al cliente, y se expresa mediante valores asignados a parámetros, que deben ser idénticos a los especificados para la QoS ofrecida, de forma que se los pueda comparar para evaluar el nivel de calidad de funcionamiento logrado.

QoS percibida por el cliente

La QoS percibida por los usuarios o clientes es una declaración en la que se expresa el nivel de calidad que ellos 'creen' haber experimentado, y que se expresa normalmente en función del grado de satisfacción y no en términos técnicos. Esta calidad de servicio se mide con encuestas a los clientes y sus comentarios sobre los niveles de servicio, y puede ser utilizada por el proveedor de servicio para determinar la satisfacción del cliente en cuanto a la calidad de servicio.

3.2 Condiciones previas

Análisis del entorno

- En Cuba no existe otra entidad que brinde servicios de transporte de datos, pero en el acceso a Internet si existe otro proveedor, CITMATEL.
- No hay experiencias en la firma de acuerdos de nivel de servicio.
- Existen las condiciones técnicas y comerciales para la firma de acuerdos de nivel de servicio.
- ETECSA enfrenta una serie de reclamos por deficiencia en los servicios que brinda, específicamente en los servicios de datos, lo cual constituye un indicador objetivo de que necesita mejorar la calidad del servicio.

Definición de parámetros.

La calificación o cuantificación del nivel de calidad de un servicio es determinada por el usuario, por lo que todo indicador de calidad de servicio se establece en función de lo que el cliente puede percibir directamente de la red, aspecto que técnicamente debe ser medido a través de múltiples indicadores, pero que regulatoriamente deben ser expresados en términos comprensibles al usuario.

Con base en lo anterior, la definición de un indicador y su respectiva evaluación técnica comprende los siguientes aspectos:

- **Parámetro:** Corresponde a la definición clara del indicador, de forma tal que sea perceptible a cualquier usuario del servicio.
- **Condiciones de Medición y Evaluación:** Corresponde al establecimiento de las condiciones mínimas y periodicidad con que debe obtenerse información del parámetro para su evaluación.
- **Importancia relativa:** Corresponde a la asignación de un nivel de importancia del parámetro respecto a la totalidad de parámetros de la red, con la finalidad de poder obtener una evaluación global de la red.
- **Estándar:** Corresponde al valor numérico (absoluto o relativo), correspondiente al parámetro de calidad establecido.

3.3 Parámetros SLA propuestos.

ETECSA debe implementar herramientas que le permitan brindar a sus clientes una información en línea sobre el uso y/o tráfico de los enlaces contratados, los niveles de calidad de los servicios, incluyendo niveles históricos.

ETECSA prestará sus servicios teniendo en cuenta las condiciones que regulan el mismo, incluyendo en sus contratos acuerdos de nivel de servicio (SLA) cuyos parámetros dependerán del servicio que sea contratado.

Los parámetros que se proponen para ser incluidos en los SLA son los que se muestran a continuación y se tendrán en cuenta o no de acuerdo al tipo de servicio que se contrate.

- Nivel de satisfacción del cliente.
- Número mínimo de líneas telefónicas disponibles para acceso conmutado.
- Plazos en la provisión de los servicios.
- Disponibilidad de la red.
- Disponibilidad de los servidores y servicios.
- Garantía del ancho de banda.
- Plazos de reparación de averías de los servicios dedicados.
- Plazos de reparación de averías en la red troncal.
- Pérdida de paquetes.
- Demora en la red.
- Deficiencias en la facturación.

Nivel de satisfacción del cliente.

El nivel de satisfacción de los clientes será medido a través de encuestas, las cuales se realizarán a la totalidad de los clientes de los servicios de datos una vez al año. En dichas encuestas deben aparecer preguntas que relacionen los parámetros que se recogen en los SLA buscando problemas potenciales que provoquen el no cumplimiento de los mismos.

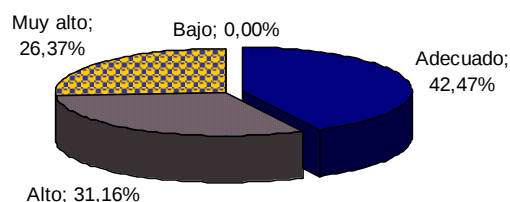
En el año 2006 la Unidad de Negocios Datos realizó una encuesta a parte de sus clientes, fueron encuestados un total de 315 clientes a lo largo de todo el país, y sólo el 1.3 % de los encuestados pertenecen al sector residencial. Los clientes con mayor incidencias en

las encuestas fueron, en primer lugar hoteles y entidades del turismo, en segundo lugar todos los bancos y entidades de Copextel, en tercer lugar clientes como Cadeca, TRD y CEDAI. A continuación mostramos los resultados de algunos de sus parámetros.

➤ **Valoración sobre los precios de los servicios.**

Resultados numéricos:

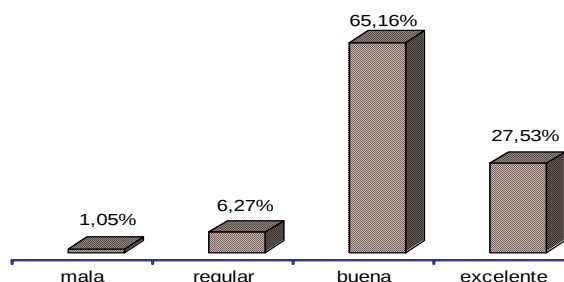
- Bajo: 0
- Adecuado: 124
- Alto: 91
- Muy alto: 77



➤ **Calidad de la facturación**

Resultados numéricos:

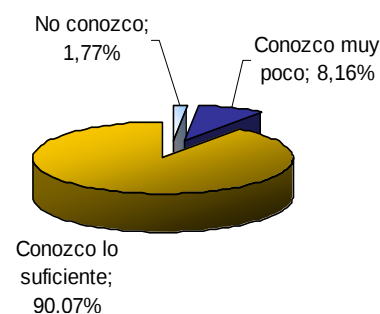
- Mala: 3
- Regular: 18
- Buena: 187
- Excelente: 79



➤ **¿Conoce a quien dirigirse en caso de una interrupción?**

Resultados numéricos:

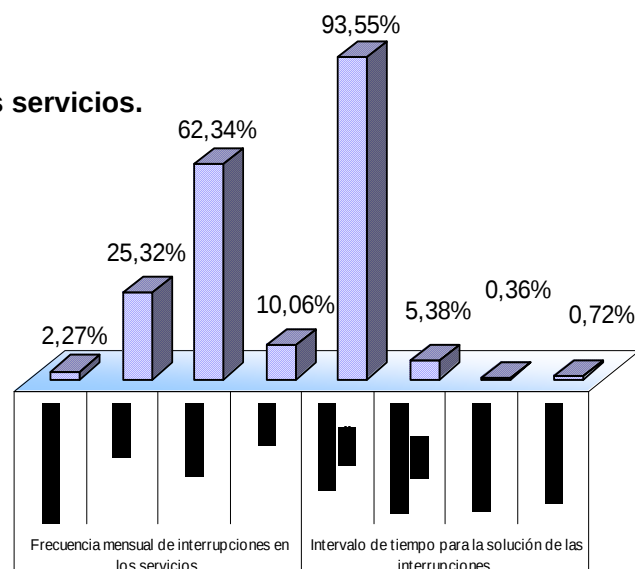
- No conozco: 5
- Conozco muy poco: 23
- Conozco lo suficiente: 254



➤ **Frecuencia mensual de interrupciones de los servicios.**

Resultados numéricos:

- Sistemáticamente: 7
- A veces: 78
- Casi nunca: 192
- Nunca: 31



➤ **Intervalo de tiempo para la solución de las interrupciones**

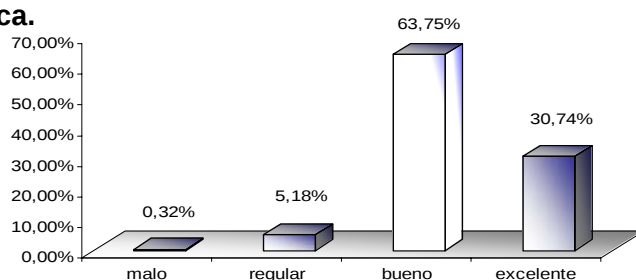
Resultados numéricos:

- Menos de 72 horas: 261
- Entre 72 horas y 7 días: 15
- Entre 7 y 15 días: 1
- Más de 15 días: 2

➤ **Evaluación del servicio de Asistencia Técnica.**

Resultados numéricos:

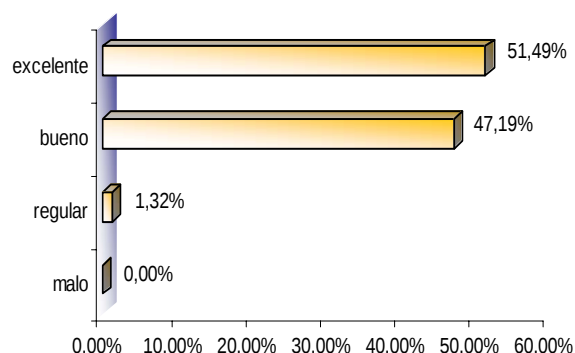
- Malo: 1
- Regular: 16
- Bueno: 197
- Excelente: 95



➤ **Evaluación de la calificación y profesionalidad de los técnicos de la UNdatos.**

Resultados numéricos:

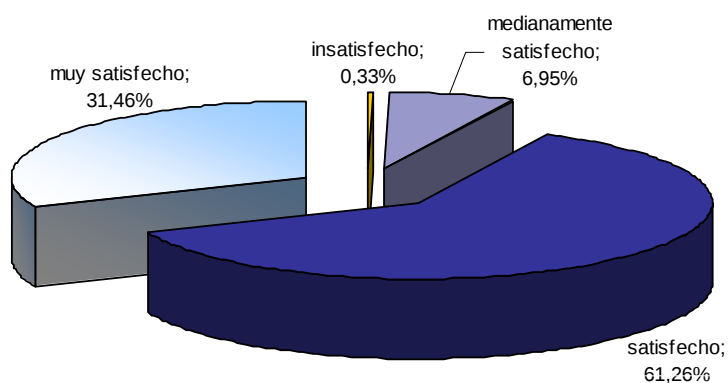
- Malo: 0
- Regular: 4
- Bueno: 143
- Excelente: 156



➤ **Satisfacción en cuanto a la calidad del servicio recibido.**

Resultados numéricos:

- Insatisfecho: 1
- Medianamente satisfecho: 21
- Satisfecho: 185
- Muy satisfecho: 95



Fueron comentarios generalizados de los clientes los siguientes:

- Aumentar el ancho de banda a Internet
- Realizar la encuesta a todos los clientes y con una periodicidad anual.
- Costos de instalación de los servicios muy altos.
- Precios de los servicios extremadamente altos.
- Debe de existir una verdadera relación entre el ancho de banda real contratado y el tráfico de la red.
- Mayor flexibilidad en los paquetes de tarifas.
- Realizar las encuestas anónimas.

Número mínimo de líneas telefónicas disponibles para acceso conmutado.

Cantidad mínima de líneas telefónicas disponibles y habilitadas que tendrá un proveedor para la provisión del servicio de Internet a usuarios que utilicen accesos conmutados (dialup), con el objeto o fin de evitar congestión. La medición de este parámetro se hará con las herramientas que poseen los bloques de gestión de tráfico de los centros de gestión territoriales (CSGT)

Plazos en la provisión de los servicios.

Cuando el cliente contrata el servicio comienza el proceso de provisión, ETECSA se compromete a realizar la provisión del servicio de forma diferenciada de acuerdo al tipo de servicio.

Tipo de Servicio	Compromiso
Conmutado	7 días
Dedicado	21 días

Tabla 3.1- Tiempo de provisión del servicio

Si ETECSA no proporcionara el servicio dentro de la fecha prevista de puesta a disposición del servicio (FDP) y no pudiera demostrar que la causa del retraso escapa a su control, el cliente tendrá derecho a exigir una compensación por retraso en la entrega, tal y como se detalla en la tabla 3.2.

Días laborables de retrasos sobre la FDP	Compensación como descuento sobre la cuota de instalación
De 1 a 5	5 %
De 6 a 10	10%
Más de 11	20 %

Tabla 3.2 – Compensación por la demora de la provisión de los servicios

Disponibilidad de la red.

ETECSA garantiza el 99.9 % de disponibilidad de la red en la tarjeta del equipo del cliente. La definición de tiempo de inactividad referida, no incluye los tiempos de inactividad planificados debidos al mantenimiento programado o por razones de seguridad. ETECSA notificará con antelación al cliente todas las medidas que precisen un tiempo de inactividad planificado y será el mínimo posible.

En caso de que no pueda cumplirse, se le descontará la siguiente indemnización de su próxima factura:

Tasa de Disponibilidad	Indemnización (a deducir de su siguiente factura)
99,50% > TD > 99.00%	10% del total mensual abonado por el cliente
98.99% > TD > 98.00%	20% del total mensual abonado por el cliente
97.99% > TD > 97.00%	30% del total mensual abonado por el cliente
96.99% > TD > 96.00%	40% del total mensual abonado por el cliente
95.99% > TD	100% del total mensual abonado por el cliente

Tabla 3.3 – Descuentos a aplicar por violaciones en la tasa de disponibilidad.

Disponibilidad de los servidores y servicios.

ETECSA garantiza la disponibilidad de sus servidores y servicios de, al menos, un 99.5% mensual. Se incluye la garantía de funcionamiento de los elementos, tanto de hardware como software (servidores DNS, E-mail, bases de datos, copias de seguridad), que componen el servicio. Los mantenimientos programados no se incluyen en los cálculos de disponibilidad; de esta forma si no se lograra alcanzar el objetivo anterior, el cliente podría reclamar una compensación según lo establecido en la tabla 3.4

Disponibilidad de servicio	Compensación como descuento del servicio
99.5%	0%
99.0%	5%
95.0%	60%

Tabla 3.4 – Compensaciones por incumplimientos en la disponibilidad de los servidores y servicios.

Garantía del ancho de banda.

ETECSA garantiza el 100% del ancho de banda contratado por el cliente. Su incumplimiento y comprobación por el cliente dará lugar a una queja que si es de forma repetitiva por más de 3 veces en el mes en curso, dará lugar a una indemnización del 5% de la cuota mensual del servicio.

Plazos de reparación de averías de los servicios dedicados.

El tiempo objetivo de reparación para las averías que impiden el funcionamiento de los servicios dedicados será de 72 horas. Si este tiempo es superado, el ETECSA aplicará una indemnización sobre la cuota mensual del próximo mes. La afectación se calcula dividiendo la cuota mensual entre 30 días y multiplicándola por la cantidad de días de afectación del servicio.

Esta garantía no cubre las interrupciones debidas a:

- (a) Circuitos o equipos propiedad del Cliente,
- (b) Fallos en el Hardware del equipo del Cliente,
- (c) Actos u omisiones del Cliente, o debidos a cualquier uso o usuario autorizado por éste,
- (d) Causas de fuerza mayor.

Las interrupciones repetidas por más de 3 veces en el mes en curso y procesadas como queja serán tomadas en cuenta para realizar un descuento de un 5 % de la cuota mensual del servicio.

Plazos de reparación de averías en la red troncal.

Las incidencias que se producen en Red Troncal, son detectadas por el centro de control de ETECSA y éstas generan una apertura de reporte interno. Las incidencias en la red troncal serán reparadas en un máximo de 12 horas desde la apertura del reporte.

Pérdida de paquetes.

La pérdida de paquete garantizada por ETECSA será inferior al 3 %.

Demora en la red

ETECSA garantizará una demora o retardo inferior a 100 milisegundos y 600 milisegundos en el primer salto después que termine su red troncal.

Observaciones generales

- Las mediciones para la obtención de medidas en cuanto a pérdidas de paquetes y retardos en la red se realizará mediante el envío de ping de tipo cisco de 64 byte de tamaño.
- El período de indemnización comienza a contar a partir del exceso del plazo establecido de resolución de reporte para cada servicio.
- La apertura de reporte se realizará a través de llamada telefónica al servicio de atención al cliente de ETECSA, en horario continuado 24 horas al día 365 días al año.

3.4 Conclusiones parciales

En este capítulo se han propuesto un grupo de parámetros a ser incluidos dentro de los contratos de acuerdos de nivel de servicio, su implementación, cumplimiento y gestión permitirá a ETECSA disminuir el nivel de quejas que actualmente enfrenta, aumentar la imagen que ahora tienen los clientes de la empresa, elevar el nivel de satisfacción de sus clientes dando un paso hacia la prestación de servicios con excelencia

Conclusiones

En el trabajo se ha hecho un estudio de los acuerdos de nivel de servicio (SLA) y la importancia que reviste su implementación y gestión. Del análisis se concluye que los *SLA* son de gran importancia para los *SP* y para los Clientes, ya que permiten crear un lenguaje común y entendible entre las partes. Al *SP* le ayuda a detectar los problemas existentes con la prestación de servicios y las necesidades de introducir cambios operacionales que mejoran su trabajo interno. Al Cliente le ayuda a conocer los parámetros, procedimientos y reportes relacionados con su servicio contratado y le permite comparar los niveles de calidad de servicio ofrecidos por diferentes *SP*.

En la investigación realizada se comprobó además que existen en estos momentos las condiciones técnicas y comerciales que permiten la implementación de acuerdos de nivel de servicio en la red pública de datos de ETECSA, existen también un gran número de los actuales clientes de los servicios de datos que desean se le incluyan en sus contratos parámetros *SLA* que le den garantía a los servicios que reciben de ETECSA, para ello tienen las condiciones creadas.

Con el estudio desarrollado se pudo proponer un grupo de parámetros a incluir dentro los contratos de acuerdos de nivel de servicio que ETECSA debe firmar con los clientes. Su cumplimiento permitirá disminuir el nivel de quejas que actualmente enfrenta la empresa, disminuirá los gastos por concepto de demora en la solución de las interrupciones, aumentará la imagen que ahora tienen los clientes de la empresa, elevando el nivel de satisfacción de sus clientes dando de esta forma un paso hacia la prestación de servicios con excelencia que es el objetivo fundamental de ETECSA.

Recomendaciones

Del trabajo realizado se han derivado una serie de recomendaciones ellas son:

- ETECSA debe implementar herramientas que le permitan brindar a sus clientes una información en línea sobre el uso y/o tráfico de los enlaces contratados así como el estado de los servicios, la configuración de los mismos, las restricciones, las cuotas, la calidad de servicio y las facturaciones de estos servicios.
- Implementar las herramientas que permitan a los especialistas del Centro Nacional de Control de la Red Pública Datos de ETECSA las mediciones de latencia, pérdidas de paquetes y demora en los enlaces Frame Relay.
- Contemplar otros parámetros en los acuerdos de nivel de servicio.
- Extender la firma de acuerdos de nivel de servicio a otros servicios de telecomunicaciones como son la telefonía fija, la telefonía móvil y a las relaciones entre filiales y grupos de trabajo dentro de ETECSA.
- Realizar la evaluación del SLA con una periodicidad que permita a ETECSA comprobar que se están cumpliendo los parámetros de calidad que está recogidos dentro del contrato.
- Aplicar de manera sistemática encuestas de satisfacción del cliente con la finalidad de que la empresa esté permanentemente informada y pueda tomar las medidas apropiadas para corregir cualquier contingencia.

Bibliografía

1. LEÓN, O.C.P., *Hacia la Calidad de los Servicios de las Empresas contratistas de Telefónica del Perú*, disponible en <http://www.cybertesis.net/>, in FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS. 2005, UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
2. Gisbert., M.E.R., *Estudio mediante Simulación de los Acuerdos de Nivel de Servicio*. 2004, Instituto Superior Politécnico Jose A. Echevarría: Ciudad Habana.
3. *Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA) in Comunicaciones World*.
4. *Recomendación UIT-T E.860. Marco de un acuerdo de nivel de servicio* Junio, 2002.
5. Milián, T.A., *Calidad de servicio en Redes IP/ATM. Servicios diferenciados*. 2004, Universidad Central Martha Abreu: Villa Clara.
6. HADDAD, R.N., *3-TIER SERVICE LEVEL AGREEMENT WITH AUTOMATIC CLASS UPGRADES*. 2006.
7. Felipe, I.m.d.R.C., *Calidad de servicio en una red que utilice MPLS*. 2005, Instituto Politécnico Superior Jose Antonio Echavarría: Ciudad Habana.
8. Villariño, *Gestión de los Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA) en la Red-Cujae.*, ISPJAE.
9. *Recomendación E-800 de la UIT-T "Términos y definiciones relativos a la calidad de servicio y la calidad de funcionamiento de la red , incluida la seguridad de funcionamiento"*. Agosto de 1994.
10. Paliza, D.F.A., *Apuntessobre Calidad de Servicio (QoS) en Internet*. Universidad Central Martha Abreu. 2005.
11. *Service Level Agreements*, disponible en [//www.sprintworldwide.com/english/solutions/sla/](http://www.sprintworldwide.com/english/solutions/sla/).
12. Minei, I., *MPLS DiffServ-aware Traffic Engineering*. 2004.
13. Blázquez, J., *MPLS: Convergencia IP*, disponible en <http://www.idg.es/pcworldtech/mostrarArticulo.asp?id=293659430&seccion=comunicaciones>. 2006.
14. *SLA Methodology*, disponible en <http://dedicated.sbcis.sbc.com/NDWS/sla/methodology.jsp>. 2007.
15. Rábanos, C.C.T.y.J.M.H., *Marco de QoS para aplicaciones de datos en UMTS*.
16. *Presentación Balance anual Unidad de Negocios Datos*. 2007.
17. Cuenca, B.G., *Servicio IP/MPLS en la red publica de datos*, in *Telematica*. 2004, Central Las Villas.
18. *Presentación Cartera de Negocios de ETECSA*. 2007.
19. Hernández, J.P., *Condiciones de calidad en servicios de telecomunicaciones*. Octubre 2006.
20. *Recomendación UIT-T G1000, Calidad de servicio en las comunicaciones: Marco y definiciones*. 11/2001.
21. *Manuel Comercial Cubadata*. 2004.
22. *CISCO IOS IP SERVICE LEVEL AGREEMENTS, WHITE PAPER*. 2006.
23. NewBridge, "Documentation, MainStreetXpress 36170", NewBridge – SIEMENS; Diciembre 2000.
24. Alcatel, "Documentation, Alcatel 7670", Alcatel; Enero 2002.

25. Consejo de Ministros, "Decreto 275 – Concesión a ETECSA", Cuba: La Gaceta Oficial N° 21, 2003, ISSN 1682-7511; Diciembre 2003
http://www.gacetaoficial.cu/pdf/GO_X_21_2003.zip.
26. ETECSA. "Guía de los Servicios de Infocomunicaciones, Transmisión de Datos e Internet", ETECSA; 2002
<http://www.infocom.etecsa.cu>.
27. Christos Bouras, M.C., *SLA definition for the provision of an EF-based service*. 2004.
28. Determan, S., *Calidad de servicio en la Empresa sin fronteras*, in Alcatel. Primer trimestre 2003.
29. Dwekat, Z.A., *Construction and Evaluation of a Service Level Agreement Test-Bed*. 2001, Carolina del Norte.
30. Hoyo, R.d., *Caso de Estudio QoS en la vida Real*. Universidad de Zaragoza. 2005.
31. Jose A. Adell, J.E.G., Carmen de Hita Álvarez, Jose Jiménez Delgado, *Las telecomunicaciones de nueva generación*, L.P. S.A, Editor. 2002.
32. Juan Pablo Hernández, C.X.B. (Octubre 2006) *Condiciones de calidad en servicios de telecomunicaciones. Documento Amarillo Centro de Conocimiento del Negocio. Volume*,
33. López, P.S., *Seguimiento de los acuerdos de nivel de servicio de Internet*. 2004.
34. Pedro, C.B., *Outsourcing: factores clave para un servicio de Éxito*, disponible en www.capgemini.es/news/articulos. 2002.
35. Preciado, J.E., *Gestión de Redes y Servicios*.
36. SZYMCZYK, P., *DEVELOPING SERVICE LEVEL AGREEMENT FOR OUTSOURCED PROCESSES AND SYSTEMS*, Department of Control Systems,. 2002.
37. T. Van Landegem, M.J., *Oferta de servicios: Una guía de supervivencia para la edad de la información.*, in *Revista de Telecomunicaciones de Alcatel*. 2002.
38. *Glosario de los servicios de Transmisión de Datos*. 2000.
39. *Acuerdo de Aplicación FRF.13 Service Level Definitions*, Frame Relay Forum Technical Committee. Agosto 1998.
40. *Recomendación UIT-T M.3342. Guidelines for the definition of SLA representation templates*. Julio, 2006.
41. *Acuerdos de nivel de servicio basados en objetivos*, disponible en www.btglobalservices.com. Noviembre 2004. 2.
42. *Recomendación UIT-T X.144 User information transfer performance parameters for data networks providing international frame relay PVC service*. Octubre, 2000.
43. Akbar1, M.M., *Optimal Admission Controllers for Service Level Agreements in Enterprise Networks*. 2002.
44. Ardao, J.C.L., *Redes de Banda ancha*. Departamento de Ingeniería Telemática. Universidad de Vigo. 2004/2005.
45. *Performance Reporting Concepts & Definitions*. TeleManagement Forum., TMF 701,. Noviembre 2001.
46. *Carrier Service-Level Agreements (SLAs)*. Web ProForum Tutorials.
<http://www.iec.org>.

-
47. *Internet QoS : the Big Picture* Xipeng Xiao & Lionel M. Ni, *IEEE Network*, January 1999, 25 pages. <http://www.cse.msu.edu/~xiaoxipe/papers/inet.qos.bigpicture.pdf>
 48. *Specification of Guaranteed Quality of Service (RFC 2212)*, 19 pág. <ftp://ftp.isi.edu/in-notes/rfc2212.txt>.
 49. *OA&M: How a Frame Relay SLA is Measured and Diagnosed*. Tim Mangan, Vice President Engineering, Softricity.
 50. *Service Level Agreement and SLA Guide*, <http://www.service-level-agreement.net>.
 51. Beceiro., G.L., *Introducción de las técnicas para garantizar calidad de servicio (QoS) en la red ISPJAE*. Tesis de Maestría. CUJAE 2001.
 52. TEQUILA, <http://www.ist-tequila.org>. 2002.
 53. Cabezas, P., *Servicios diferenciados en Cubadata*. 2004, Central de Las Villas: Villa Clara.
 54. Rodríguez, S.a., *Propuesta de solución para la conectividad social y la emigración hacia un backbone IP/MPLS utilizando equipamiento Alcatel*. 2006: Ciudad de La Habana.
 55. *Service Level Management*, web Proforum Tutorials, disponible en www.iec.org.
 56. McKnight, W.L.a.L.W., *SHOW ME THE MONEY: CONTRACTS AND AGENTS IN SERVICE LEVEL AGREEMENT MARKETS*.
 57. D. L. La Red Martínez, J.I.P.S., *Los Niveles de Servicio en la Ingeniería del Software*.
 58. *Manual de las Telecomunicaciones Edicion 2000*.

Glosario de términos

ADSL (Asincronic Digital Subscriber Line) -

ATM (Asynchronous Transfer Mode) - Modo de Transferencia Asíncrona

CBR (Constant Bit Rate) – Razón de Bits Constante

CIR (Committed Information Rate)- Razón de Información Comprometida

DDR (Data Delivery Ratio) - Razón de Entrega de Datos

Diffserv (Different Service) – Servicio Diferenciado

DLCI (Data Link Connection Identifier) – Identificador de Conexión de Enlace de Datos

DNS (Domain Name System) – Sistema de Nombres de Dominios

DSLAM (DSL Access Multiplexor) – Multiplexor de Acceso DSL

ETECSA - Empresa de Telecomunicaciones de Cuba, SA

ES (Errored Seconds) – Segundos Errados

ESR (Errored Seconds Ratio) – Razón de Segundos Errados

FDP – Puesta a Disposición del Servicio

FDR (Frame Delivery Ratio) - Razón de Entrega de Tramas

FR (Frame Relay) – Frame Relay

FTD (Frame Transfer Delay) - Demora de Transferencia de Tramas

FTP (File Transfer Protocol) – Protocolo de Transferencia de Ficheros

GSM (Global System for Communications Movil) – Sistema Global para comunicaciones Móviles.

IP (Internet Protocol) – Protocolo de Internet

IPPM (IP Performance Metrics) – Metrica de Desempeno de la Red

IETF (Internet Engineering Task) - Comité de Tareas de Ingeniería de Internet.

LAN (Local Area Network) – Red de Área Local

MAN (Metropolitan Area Network) – Red de Área Metropolitana

MIC - Ministerio de la Informática y las Comunicaciones.

MPLS (Multiprotocol Label Switching) - Arquitectura de Conmutación de Etiquetas sobre Múltiples Protocolos.

MTBF (Mean Time Between Failures) – Tiempo Medio entre Fallas

MTTR (Mean Time To Repair) – Tiempo Medio de Reparación

NAP (Network Access Point) – Punto de Acceso a la Red

PLC (Power Line Communication) – Comunicaciones por Línea de Potencia

PVC (Permanent Virtual Circuit) – Circuito Virtual Permanente

QoS (Quality Of Service) – Calidad de Servicio

RTFM (Real Time Traffic Flow Measurement) - Medida de Tráfico de Flujo en Tiempo Real

RTP (Real Time Transfer Protocol) – Protocolo de Transferencia en Tiempo Real

SA (Service Availability) - Disponibilidad del Servicio

SAP (Service Access Point) - Punto de Acceso al Servicio

SDH (Synchronous Digital Hierarchy) – Jerarquía Digital Síncrona

SE (Service Element) – Elemento de Servicio

SEP (Severely Errored Period) – Período Severamente Errado

SES (Severely Errored Seconds) – Segundos Severamente Errados

SLA (Service Level Agreement) - Acuerdo de Nivel de Servicio

SLO (Service Level Objective) – Objetivo de Nivel de Servicio

SLS (Service Level Specifications) – Especificaciones de Nivel de Servicio

SONET (Synchronous Optical Network) – Red Óptica Síncrona

SP (Service Provider) – Proveedor de Servicios

SVC (Switched Virtual Circuit) – Circuito Virtual Conmutado

TCA - Acuerdo de Condicionamiento de Tráfico

TCP (Transmisión Control Protocol) – Protocolo de Control de Transmisión

TD – Tasa de Disponibilidad

TDPI – Tiempo de Demora Promedio de Instalación

TMF (TeleManagement Forum)

TOM (Telecommunications Operations Map) – Modelo de Operaciones de Telecomunicaciones

UDP (User Datagram Protocol) – Protocolo de Datos de Usuario

UIT-T - Union Internacional de Telecomunicaciones

VBR (Variable Bit Rate) – Razón de Bit Variable

VC (Virtual Circuit) – Circuito Virtual

VoD (Video on Demand) – Video en Demanda

VoIP (Voice over IP) – Voz sobre IP

VPN (Virtual Private Network) – Red Privada Virtual

WAN (Wide Area Network) – Red de área amplia

Wi-Fi (Wireless Fidelity)

xDSL (Digital Subscriber Line) – Línea de abonado digital (ejemplo HDSL, ADSL)