

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



CONVERGENCIA DE SERVICIOS SOBRE REDES IP

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

CÉSAR HILARIO OSCANO VENTOCILLA

PROMOCIÓN

2001- I

LIMA – PERU

2008

CONVERGENCIA DE SERVICIOS SOBRE REDES IP

DEDICATORIA

*A mí querida familia,
a nuestra unión inquebrantable.*

SUMARIO

En el presente documento se analiza las tecnologías que han hecho posible que redes antes especializadas en un determinado servicio hoy se encuentren integradas dentro de redes multiservicio conocidas también como redes convergentes.

El objetivo general del documento es mostrar el panorama actual de convergencia de servicios empleando el protocolo IP, para ello en el Capítulo I analizamos las arquitecturas de red desarrolladas para tal fin; en los Capítulos II y III analizamos los casos particulares de servicios de voz y video sobre IP, concentramos nuestro estudio en los protocolos de señalización, en los estándares de compresión, en las técnicas de transporte y en los equipos que componen una red capaz de ofrecer tales servicios abarcando desde el proveedor de servicios hasta el usuario final.

El objetivo particular de este documento es mostrar como el panorama tecnológico descrito en los Capítulos I, II y III se esta adaptando a las necesidades de nuestro país, para ello en el Capítulo IV estudiamos las normas legales y regulatorias que promueven y regulan la implantación de nuevas tecnologías en nuestro mercado, finalmente en el Capítulo V exponemos la puesta en práctica del concepto de convergencia de servicios, para ello se realiza un estudio detallado del proyecto "Todo en Uno", desplegado por una compañía proveedoras de servicios de telecomunicaciones local.

El proyecto "Todo en Uno" fue diseñado para integrar los servicios de acceso a Internet y Telefonía Fija a través de una única línea de datos, exponemos en detalle el diseño de la solución, los componentes del servicio, los equipos empleados, la configuración de los mismos y el proceso de instalación de este servicio, hemos reservado además una sección donde se analizan los resultados obtenidos con la implementación de este proyecto. El autor ha sido parte del equipo técnico que ha desarrollado este proyecto.

INDICE

SUMARIO.....	V
INDICE.....	VI
PROLOGO.....	1

CAPITULO I

CONVERGENCIA DE SERVICIOS	3
1.1 OBJETIVO.....	3
1.2 REDES DE PROXIMA GENERACIÓN NGN	3
1.3 MODELO DE REFERENCIA	4
1.4 PROTOCOLOS DE CONTROL DE SESION.....	6
1.4.1 H.323.....	7
1.4.2 SIP.....	7
1.4.3 MGCP.....	7
1.4.4 IAX2.....	7
1.4.5 MEGACO.....	8
1.5 CORE NGN – IMS	8
1.6 ARQUITECTURA NGN - IMS	9
1.7 ESTANDARES	12
1.8 REDES COMERCIALES	12

CAPITULO II

SERVICIOS DE VOZ.....	14
2.1 COMPONENTES DE LA RED	15
2.2 CORE	15
2.3 SOFTSWITCH.....	16
2.3.1 Gateway Controller	16
2.3.2 Signalling Gateway	16

2.3.3	Media Gateway	16
2.3.4	Gatekeeper	17
2.3.5	Media Server	17
2.4	RED DE ACCESO A CLIENTES	17
2.4.1	Acceso Dedicado	17
2.4.2	Acceso Compartido	17
2.4.3	Acceso a través de Internet	18
2.5	LADO CLIENTE	18
2.5.1	Gateways de Voz	18
2.5.2	Teléfonos IP	20
2.5.3	Softphones	21

CAPITULO III

SERVICIOS DE VIDEO	24
3.1 IPTV	24
3.2 DIFERENCIAS ENTRE IPTV E INTERNET TV	25
3.3 ESTRUCTURA DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE IPTV.....	26
3.4 COMPRESION	27
3.4.1 mpeg-4 visual	28
3.4.2 h.264	31
3.5 RED DE DISTRIBUCIÓN.....	32
3.6 REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ÚLTIMA MILLA	32
3.6.1 IPTV sobre DSL.....	33
a) ADSL.....	35
b) ADSL2.....	38
c) VDSL.....	39
3.7 CORE O BACKBONE.....	43
3.7.1 ATM sobre SONET/SDH	43
3.7.2 IP sobre MPLS	43
3.7.3 Metro Ethernet.....	44
3.8 RETOS QUE IPTV DEBE SUPERAR.....	45

CAPITULO IV

ASPECTOS REGULATORIOS.....	52
4.1 ANÁLISIS DE LA POLÍTICA REGULATORIA EN EL PERÚ	52
4.1.1 La Constitución Política Del Perú.....	53

4.1.2 T.U.O. De La Ley General De Telecomunicaciones.....	53
4.1.3 Reglamento de la Ley General De Telecomunicaciones.....	54
4.1.4 Lineamientos de Política de Apertura del Mercado de las Telecomunicaciones en el Perú.....	54
4.1.5 Lineamientos de Políticas de Acceso Universal.....	55
4.1.6 Condiciones de Uso de los Servicios Públicos de Difusión de Valor Añadido.....	55
4.2 TELEFONIA SOBRE IP.....	55

CAPITULO V

PROYECTO "TODO EN UNO"	59
5.1 TODO EN UNO	60
5.2 SERVICIO TRADICIONAL.....	61
5.3 DISEÑO DE LA SOLUCION	63
5.4 CORE	64
5.5 PLATAFORMA SOFTSWITCH (SI)	67
5.5.1 Gatekeeper.....	67
5.5.2 VSM Servers (Voice Service Manager).....	68
5.5.3 Q.931 Servers	69
5.5.4 Base de Datos - Oracle.....	69
5.5.5 Web Provisioning Server	70
5.5.6 CDR Collector Server	70
5.6 ESTABLECIMIENTO DE LLAMADAS	71
5.7 PLAN DE NUMERACION	74
5.8 RED DE ACCESO A CLIENTES	74
5.9 LADO CLIENTE.....	76
5.9.1 Gateways de Voz (End-Points).....	77
5.9.2 Consideraciones de Instalación	78
5.10 MONITOREO Y ALARMAS	79
5.11 SERVICIOS COMPLEMENTARIOS	80
5.12 RESULTADOS	80
CONCLUSIONES	82
ANEXO A	
CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS	83

PROLOGO

En los años recientes, el tráfico de datos en las redes de operadores de telecomunicaciones se ha incrementado drásticamente, sin embargo las rentas obtenidas no siguen el mismo ritmo. Los ingresos de las operadoras de telefonía fija convencional están declinando constantemente y las obtenidas por el tráfico de datos se mantienen estáticos debido en mayor medida a la competencia por el mercado entre operadores. Ante este escenario las empresas de telecomunicaciones buscan introducir nuevos servicios que permitan incrementar su rentabilidad y a la vez hacerse de nuevos mercados. El panorama anterior ha generado la necesidad de implementar una sola gran estructura que permita converger múltiples servicios; de esta manera las operadoras estarán en capacidad de sumar nuevos clientes o retener los actuales ofreciendo servicios de valor agregado a los contratados originalmente.

Por otro lado los consumidores de servicios de telecomunicaciones son cada vez más exigentes y son especialmente sensibles a la calidad y precio de los mismos, por este motivo los desarrollos tecnológicos deben estar orientados en ambos sentidos, satisfacer las necesidades de los usuarios y colmar las expectativas de los operadores.

La cada vez mayor penetración de accesos a Internet por banda ancha empleando tecnologías ADSL, ha hecho que tecnologías como VoIP o video streaming sean cada vez más familiares a la población, por lo cual, la aparición de un nuevo servicio empleando IP o a través de Internet genera la suficiente curiosidad como para resultar exitoso.

En nuestro mercado los operadores son conscientes de la realidad y han empezado a crear nuevos productos realizando en algunos casos inversiones millonarias en equipamiento y publicidad, librando una batalla especialmente en el mercado de telefonía móvil, pero ¿que sucederá cuando este mercado este copado?, seguramente se retornara la mirada a los usuarios fijos o semi móviles, donde ocurrirá una nueva batalla, la red móvil tratara de absorber a estos usuarios pero los operadores tradicionales lanzaran nuevos productos desarrollados para anchos de banda elevados como el caso de televisión por IP de alta definición, videoconferencia o video llamada, se lanzaran

productos conocidos como Triple Play. Finalmente se espera que las redes fijas y móviles se integren creando una sola gran red convergente incluso entre distintos operadores. El ánimo de este documento es ofrecer una visión de las tecnologías que ya están consolidadas como VoIP y de otras que aún están en camino como IPTV pero que seguramente harán su aparición pronto y en un futuro no muy lejano estarán totalmente integradas en los hogares de nuestro país.

Por otro lado es necesario reconocer las contribuciones que se ha recibido de las entidades donde el autor ha desempeñado labores académicas y profesionales, especialmente a la comunidad universitaria de la Universidad Nacional de Ingeniería, al Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones OSIPTEL, a Telefónica del Perú SAA., a Infoductos y Telecomunicaciones del Perú SA y a Telefonica International Wholesale Services Perú SAC.

CAPITULO I

CONVERGENCIA DE SERVICIOS

Entendemos por convergencia al fenómeno de fusión de redes y servicios a medida que se van integrando, podemos considerar la convergencia bajo distintos aspectos: redes, servicios, regulación, la integración gradual de servicios contribuye a aumentar la oferta disponible al público.

En una red convergente un usuario de voz o video debe trabajar de la misma manera como lo hace actualmente en una red de datos y viceversa, en otras palabras las aplicaciones y herramientas del mundo de las redes de datos, de voz y de video no deben afectarse a medida que estas se integren al protocolo IP.

El marco regulatorio de servicios sobre IP tiende a una posición desregulatoria, que busca fomentar la implementación de nuevas tecnologías que permitan a los operadores reducir sus costos operativos y trasladar tal reducción a las tarifas de los servicios.

1.1 OBJETIVO

El objetivo de la convergencia de servicios es pretender prestar un servicio igual o mejor al prestado por las redes tradicionales, se han de conservar la calidad y fiabilidad del servicio, además de la posibilidad de implementar nuevas características o servicios de valor agregado.

1.2 REDES DE PROXIMA GENERACIÓN NGN

Las redes en general, consisten en "compartir recursos" y uno de sus objetivos es hacer que todos los programas, datos y equipos estén disponibles para cualquiera que así lo solicite, sin importar la localización física del recurso y del usuario. En otras palabras, el hecho de que el usuario se encuentre a cientos o miles de kilómetros de distancia de los datos no debe evitar que este los pueda utilizar como si fueran originados localmente, un

segundo objetivo consiste en proporcionar una alta fiabilidad al contar con fuentes alternativas de suministro, otro objetivo es el ahorro económico.

1.3 MODELO DE REFERENCIA

De acuerdo a la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), una red de próxima generación NGN (red de nueva generación), esta definida como: "Una red de paquetes, capaz de proveer servicios de telecomunicaciones empleando tecnologías de transporte de banda ancha con soporte de calidad de servicio QoS. De esta manera los servicios son independientes de las tecnologías de transporte". Esto hace posible el acceso irrestricto de los usuarios a diferentes fuentes de información o proveedores de servicio. Lo anterior supone movilidad generalizada, lo que garantiza el acceso desde donde el usuario lo requiera.

La nueva generación de redes, que no es mas que un modelo de arquitectura de redes, debe permitir desarrollar toda la gama de servicios IP multimedia (VoIP, videocomunicación, mensajería unificada, IPTV, telemetría, domotica, etc.), así como la evolución, migración, emulación o sustitución de los servicios actuales.

El modelo de referencia NGN puede sintetizarse en los siguientes puntos:

- Arquitectura de red horizontal dividida en planos de transporte, control y aplicación.
- El plano de transporte está basado en tecnología de conmutación de paquetes IP/MPLS por ejemplo.
- Interfaces y protocolos estándares (control de sesión, protocolos de tiempo real).
- Definición, provisión y acceso a los servicios independientemente de la tecnología de red (Decoupling Access and Services).
- Soporte de servicios de diferente naturaleza: real time / non real time, streaming, servicios multimedia (voz, video, texto)
- Calidad de servicio extremo a extremo.
- Movilidad generalizada.
- Compatibilidad con redes y medios de transporte anticuados.

La actualidad tecnológica permite materializar estos conceptos, su implementación sin embargo depende de la realidad del mercado de cada operador.

En mercados en expansión NGN permite simular o emular redes tradicionales optimizando el escenario técnico-económico, como es el caso de implementaciones de Softswitches VoIP con conexiones de banda ancha.

En mercados consolidados en cambio se busca la integración de servicios fijos-móviles y la banda ancha, haciendo su aparición IMS (Internet Multimedia Subsystem), componente del plano de control del modelo de referencia, jugando un papel fundamental en el desarrollo de la convergencia.

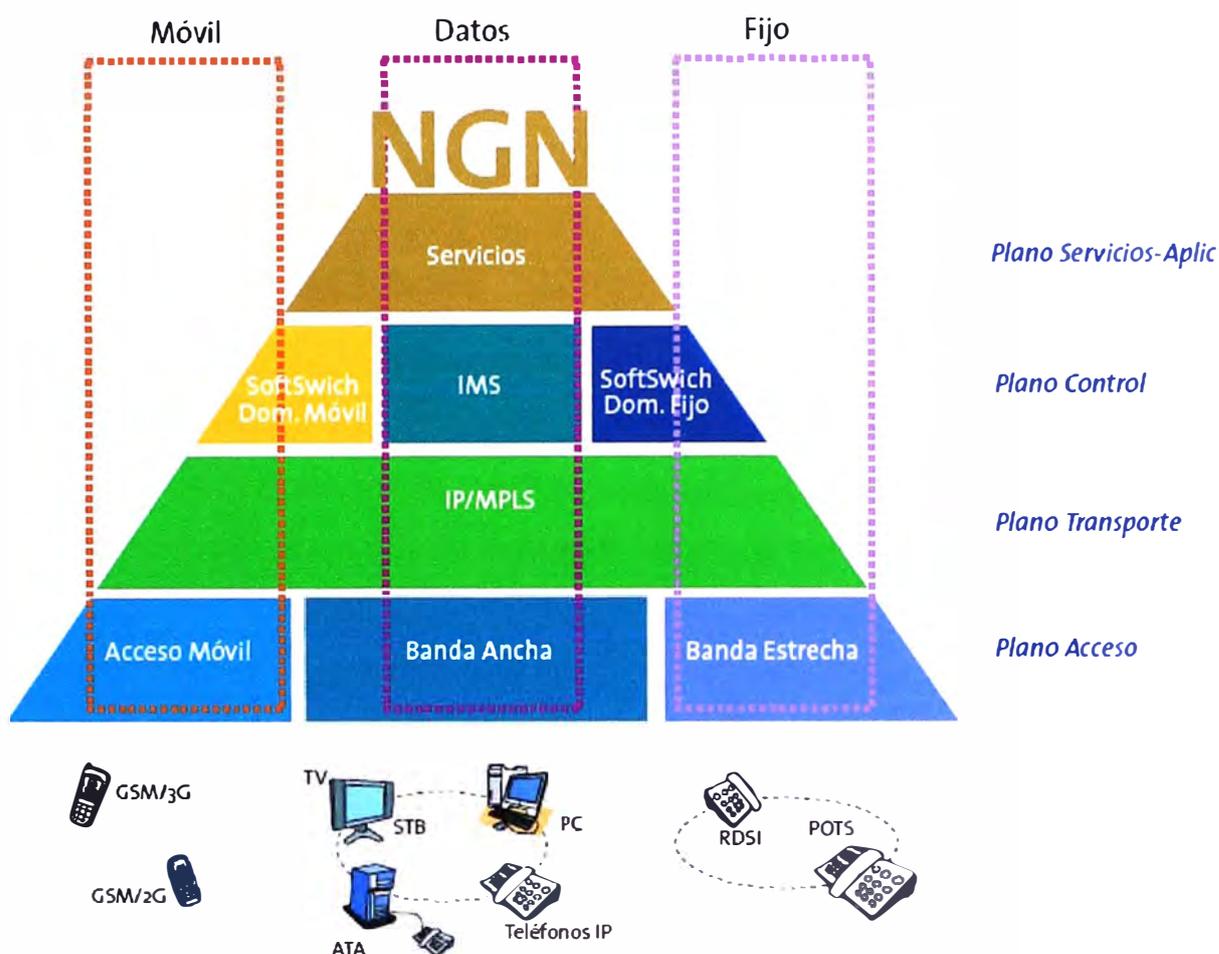


Figura1.1 Modelo de Referencia NGN

El desarrollo de las redes NGN debe permitir pasar de un modelo de redes verticales específicas por servicio a un modelo de red horizontal capaz de soportar múltiples servicios multimedia, en torno al cual se desarrollaran los modelos de negocio de los Operadores Únicos Integrados.

Las redes de nueva generación NGN son fruto del progreso tecnológico, los dispositivos modernos requieren acceso simple y eficiente a las fuentes de información. La Figura 1.2 nos muestra de manera simple la evolución de las comunicaciones desde los tiempos de

las operaciones con clavijas eléctricas hasta la convergencia en redes de nueva generación, como se puede observar el origen de la evolución se inicia con la necesidad de interconectar distintos operadores a alta velocidad, es en este punto donde ATM hace su aparición, sin embargo su desarrollo ha sido truncado por el arrasador avance de las tecnologías destinadas al transporte IP (MPLS), finalmente como se aprecia las redes IP abarcaran todos los ámbitos de comunicación y otros medios tradicionales de comunicación tenderán a desaparecer como es el caso de la PSTN.

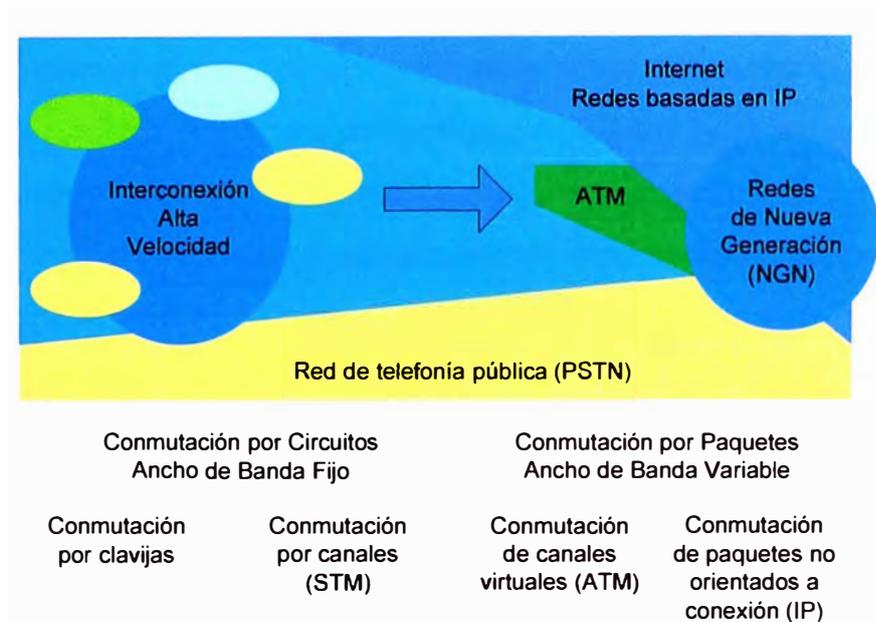


Figura 1.2 Evolución del concepto de redes NGN

1.4 PROTOCOLOS DE CONTROL DE SESION

Como se mencionó anteriormente una característica importante de NGN es que esta basada en protocolos estándar, dentro de este conjunto encontramos a los protocolos de control de sesión. Es necesario implementar un protocolo que sirva para iniciar, supervisar y finalizar cualquier comunicación, la finalidad no solo es de orden técnico, también tiene asociados factores como facturación, muy importante dentro de cualquier compañía proveedora de servicios.

La aparición de nuevos protocolos de control de sesión, ha generado una batalla por ser el predominante, los proveedores de servicio por ahora en su mayoría proveedores de Telefonía IP, son quienes resultan beneficiados o perjudicados por esta contienda. Es imposible dejar de lado H.323 a pesar de su obsolescencia, por otro lado es difícil determinar si SIP, MGCP, IAX2 o MEGACO (entre otros), será en el tiempo venidero el estándar universal de señalización de paquetes de comunicación multimedia. Es importante tener en cuenta que las redes modernas deben ser capaces de

interconectarse con las redes tradicionales en especial a la PSTN, empleando el Protocolo de Señalización N° 7 (SS7) o ISDN.

Los proveedores de servicio deben desarrollar una solución capaz de interactuar con los sistemas tradicionales y con todos los protocolos de señalización modernos (independientemente de cual de ellos tenga la supremacía).

La mayor parte de equipamiento en la actualidad ha adoptado por lo menos dos protocolos de señalización más SS7 para compatibilidad con los sistemas tradicionales.

A continuación una breve descripción de las principales características de los protocolos de comunicación más empleados:

1.4.1 H.323

A menudo criticado por ser inflexible, H.323 es el primer protocolo moderno de comunicación. Una de las mayores debilidades de este protocolo es su incompatibilidad con NAT y PAT cuyo uso se ha generalizado ante la escasez de direcciones Ipv4. Los proveedores no pueden dejar de lado este protocolo debido a la extensa red instalada empleando este protocolo.

1.4.2 SIP

Fue desarrollado por el IETF (Internet Engineering Task Force), es más flexible que H.323. SIP es un protocolo de comunicación, capaz de establecer, modificar y terminar sesiones o llamadas. SIP es un protocolo basado en texto, siendo más ligero que H.323. Otros beneficios incluyen escalabilidad, servicios variados, baja latencia y mejor velocidad. SIP ha ganado gran popularidad, estableciéndose como protocolo predominante al menos por el momento.

1.4.3 MGCP

MGCP es el último trabajo de la IETF que combina las características de IPDC y SGCP. Al contrario de los otros protocolos de comunicación MGCP no radica en los terminales finales, si no en el core o backbone de la red.

1.4.4 IAX2

Protocolo de señalización desarrollado íntegramente por los propulsores del software libre, IAX2 es capaz de interactuar con cualquier otro protocolo de comunicación. Este protocolo ha ganado popularidad gracias a la proliferación del software de emulación PBX Asterisk.

1.4.5 MEGACO

También conocido como H.248, se encuentra en plena fase de desarrollo dentro de la ITU. Aun no se conocen implementaciones empleando este protocolo.

1.5 CORE NGN – IMS

La necesidad de comunicación multimedia no se limita únicamente a redes fijas, por el contrario la rápida evolución de las redes móviles ha propulsado el desarrollo de nuevos servicios destinados a la información o al entretenimiento, tal es el caso de los servicios de mensajería SMS y MMS (mensajes de texto y multimedia respectivamente), localizadores GPS integrados a terminales celulares, video llamadas, llamadas push to talk, Internet móvil, etc.

Los servicios anteriormente mencionados, sin embargo no pueden estar limitados solo a las redes móviles, los usuarios requerirán en determinado momento acceder a ellos empleando por ejemplo su ordenador personal, o desde sus oficinas, en este punto nace la interacción entre redes fijas y móviles, tal concepto ha sido recogido dentro de un grupo de estándares y ha sido denominado IMS (IP Multimedia Subsystem).

La interacción entre voz, data y video es un aspecto importante que enriquece la comunicación de persona a persona. El siguiente escenario nos muestra como IMS crea los recursos necesarios para facilitar nuestras actividades diarias.

En camino del aeropuerto al hotel, Ana llama al teléfono celular de su colaborador Andrés, para discutir algunos temas pendientes de un proyecto importante. Ana activa el modo video de su teléfono para enviar imágenes en sus apuntes, de esta manera Andrés puede entender mejor cuales son las observaciones de Ana, durante la comunicación Andrés esta desplazándose hacia su oficina, en este momento ellos deciden que es necesaria la participación de alguien mas del equipo que ya se encuentre en la oficina, Ana desde su teléfono celular abre su lista de contactos e inicia una conferencia, Juan y Alberto responden a la llamada y expresan su opinión respecto de las observaciones de Ana. Cuando Ana llega a su hotel, enciende su computador personal e invita a Andrés, Juan y Alberto a unirse a una videoconferencia, Juan abre una presentación y la comparte con sus colegas. Al inicio de la videoconferencia Andrés se encuentra aun desplazándose y sigue la reunión desde su terminal móvil, sin embargo minutos después arriba a su oficina y transfiere la comunicación a su PC de escritorio.

El anterior escenario muestra cuan sencillo es para IMS soportar comunicación enriquecida sin importar el medio por el que se realice.

No es solo el avance tecnológico el que hace posible estas capacidades, son las necesidades de los usuarios finales y de las compañías, que empujan a los operadores móviles y fijos a soportar esta clase de servicios multimedia en sus redes para ser competitivos con otros que tomaron la iniciativa de manera temprana.

¿Por qué fue desarrollado IMS?

El escenario mostrado anteriormente nos mostró que a pesar de ser posible que las personas interactúen unas a otras a través de distintos medios, es necesario un medio de identificación de los dispositivos de comunicación. El protocolo IP ha probado ser muy eficiente para este propósito, por este motivo el nuevo paradigma de las comunicaciones fijas y en mayor grado móvil es ser "Todo-IP". Los dispositivos móviles modernos incluyen una serie de accesorios desde pantallas y cámaras de alta resolución hasta accesorios de localización satelital (GPS) y software especializado para aplicaciones de negocios o video juegos, que hacen posible que una persona pueda realizar toda actividad desde un aparato portátil, sin embargo para hacer posible la comunicación de este móvil con el mundo exterior, debe existir un mecanismo, capaz de interconectar redes de distintos proveedores y a nivel global empleando el protocolo IP. IMS fue creado para alcanzar este objetivo, comunicar dispositivos fijos o móviles entre si y con el resto de redes.

1.6 ARQUITECTURA NGN - IMS

Describiremos la arquitectura de una red NGN con ayuda de la Figura 1.3. Gráficamente se observa la existencia de terminales que se conectan a la red NGN, La red esta dividida en dos capas principales llamadas capa de servicio y capa de transporte. Estas capas están compuestas por un conjunto de subsistemas que pueden ser insertados de manera modular y por un conjunto de funciones comunes, algunos subsistemas pueden contener elementos funcionales comunes a mas de un subsistema.

La arquitectura NGN hace posible la distribución de elementos y subsistemas en redes distintas, es por eso posible hablar de una red de acceso, una red visitante y aún red local, cada cual con tipos de servicios determinados.

La capa de transporte es responsable de proveer conectividad de capa 2 (modelo OSI), conectividad IP y control de transporte, esta capa esta dividida en dos subsistemas, el de

control de acceso a la red NASS y el de control de acceso a los recursos de la red RACS y por un conjunto de funciones comunes.

NASS es el responsable de suministrar direcciones IP a los terminales de usuario, es el encargado de administrar el parámetro de configuración, autenticación y autorización de los usuarios en la red, basado en perfiles.

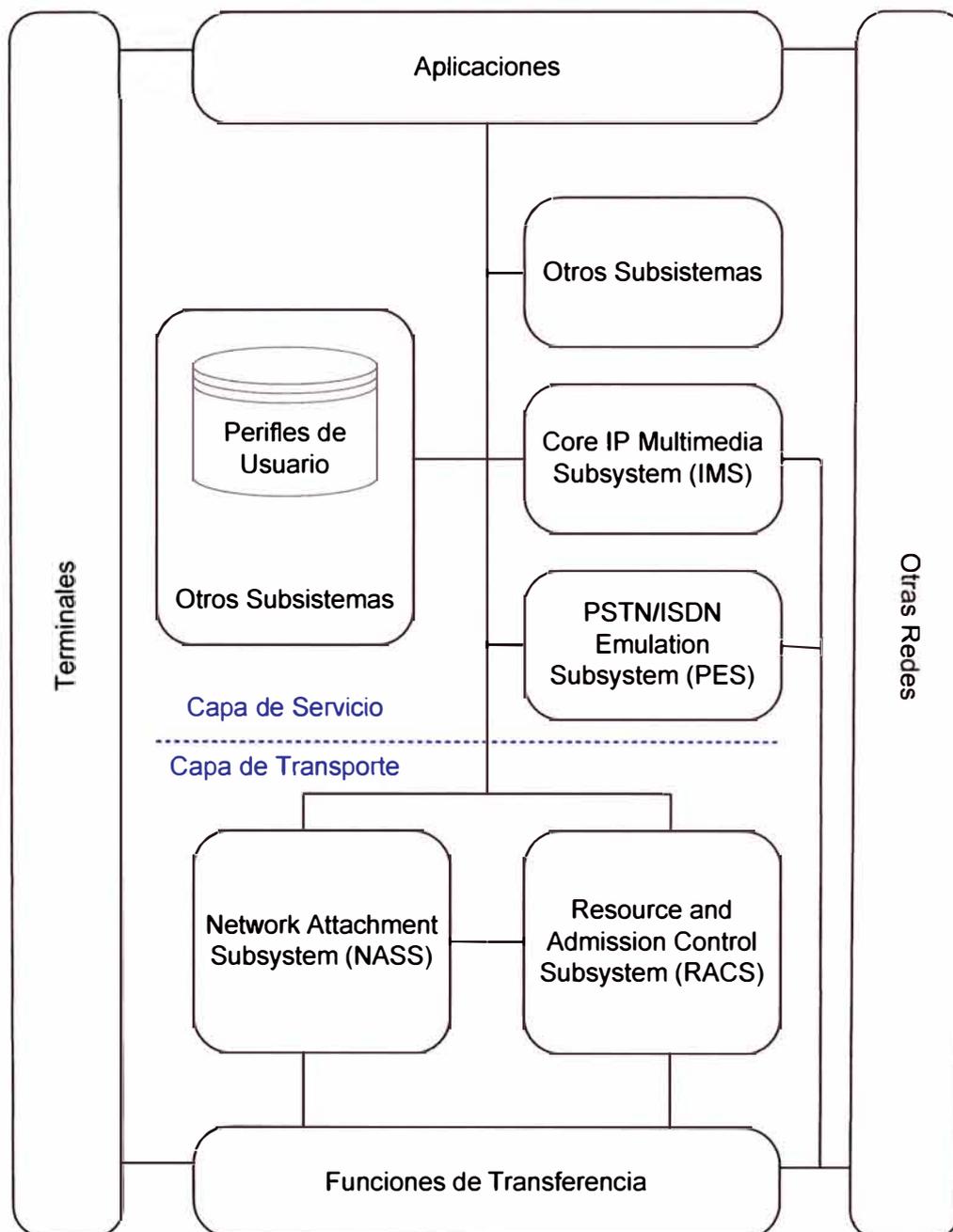


Figura1.3 Arquitectura NGN - IMS

RACS es responsable de controlar y administrar el acceso a los recursos de red, basado en los perfiles de usuario almacenados en otro subsistema.

Las funciones de transferencia son un conjunto de elementos funcionales que son controlados por elementos funcionales de la NASS o RACS.

La capa de servicio esta compuesta por un número de subsistemas que proveen a la plataforma capacidad de brindar servicios a los usuarios. Antes de describir estos subsistemas es necesario definir los conceptos de emulación y simulación de PSTN/ISDN.

El término emulación es usado cuando una red NGN implementa los mismos servicios provistos hoy en día por la PSTN o ISDN, este concepto involucra cambios en la red sin reemplazar los terminales de usuario, los usuarios conectados a la red provistos de emulación PSTN/ISDN, tendrán los servicios tradicionales sin advertir que estos se ofrecen a través de una red NGN.

El término simulación es empleado cuando una red NGN brinda servicios compatibles con las redes PSTN o ISDN. El concepto implica el reemplazo de las redes PSTN/ISDN por una NGN y el reemplazo de terminales de usuario, por terminales con características superiores a los tradicionales.

La capa de servicio consta de dos subsistemas (definidos a la fecha), el primero llamado PES (PSTN/ISDN Emulation Subsystem), que hace posible que los usuarios transiten a una red NGN empleando los mismos terminales y sin percibir cambios en los servicios. PES puede ser implementado como un Softswitch monolítico o como un conjunto IMS distribuido.

El core IMS implementa el concepto de simulación PSTN/ISDN, este subsistema habilita servicios multimedia basados en IP a los terminales de usuario. Algunos de estos servicios pueden ser completamente nuevos como tele presencia, mensajería instantánea, 3G, etc. y otros más tradicionales como la telefonía. IMS esta basado en las especificaciones 3GPP. La capa de servicio de NGN también proporciona capacidad a la red para ofertar servicios fuera de tiempo real es decir almacenados en servidores de aplicación o contenidos ASF.

Un conjunto de funciones comunes proveen servicios funcionales a diversos subsistemas. Este es el caso de USPF (User Profile Server Function), que es la Base de Datos que contiene información específica por usuario.

Otros subsistemas adicionales podrían ser definidos y estandarizados en el futuro, por ejemplo subsistemas asociados a servicios streaming o la difusión de contenidos de audio o video.

1.7 ESTANDARES

A lo largo de este capítulo se ha mencionado que NGN está basado en estándares, sin embargo, este conjunto de estándares aún no se encuentra definido totalmente, a diario se añaden, reemplazan o reenumeran especificaciones haciendo en algunos casos difícil su seguimiento, es recomendable revisar el estatus de determinado documento antes de darlo por válido.

Como se mencionó para el caso de los protocolos de control no existe definido un patrón universal, se repite lo mismo para otros componentes de la red, a saber existe la necesidad de definir el estándar definitivo en los siguientes casos.

- Terminales de Usuario. Patrón de numeración o direccionamiento.
- Redes de Acceso. Tecnología de transmisión con ancho de banda compartido.
- Capa de Transporte. Tecnología de transmisión Metro Ethernet, IP MPLS o ATM.
- Capa de Transporte. Mecanismo de Calidad de servicio y medición de uso.
- Plano de Control. Protocolo H.323, SIP, MGCP, etc.
- Capa de Aplicación. Interfaces Web, interfaces cliente.

Se observa pues que a pesar del tiempo que NGN tiene como concepto aún no existe estándares definidos sobre los cuales los fabricantes y operadores desarrollen sus plataformas de servicio. Sin duda este atraso ha sido generado por la evolución acelerada de las necesidades de comunicación, es difícil determinar si esta tendencia se detenga en algún momento y por fin se logre el desarrollo sostenido de las redes NGN.

Entidades como ITU y ETSI se encuentran trabajando sin embargo en el desarrollo de estos estándares.

Si el lector desea revisar los estándares relacionados a NGN e IMS, se sugiere revisar los siguientes sitios Web:

<http://pda.etsi.org/pda/queryform.asp>

http://www.3gpp2.org/Public_html/specs/

1.8 REDES COMERCIALES

Ante la ausencia de estándares definidos los mayores fabricantes de equipos, entre ellos Cisco Systems, Alcatel, Nokia-Siemens, Nortel Networks, ofrecen soluciones propietarias que recogen en alto grado el modelo de referencia NGN, sin embargo aún no podemos

hablar de redes totalmente convergentes y abiertas. Por otro lado los operadores (por lo menos en esta parte del mundo) han enfocado sus inversiones en un determinado tipo de servicios, aún no se dispone de operadores integrados que ofrezcan toda la gama de servicios. Existen ofertas comerciales triple play, sin embargo estas emplean los medios tecnológicos tradicionales, solo el tiempo y las necesidades de los usuarios serán los encargados de hacer evolucionar nuestras redes.

CAPITULO II

SERVICIOS DE VOZ

Mientras que la voz sobre IP (VoIP) es tomado como un método económico de comunicación a larga distancia, su valor real es el de convertir la voz en una aplicación mas sobre la red de datos. De acuerdo al campo de acción de un usuario en particular se presentan múltiples alternativas en la implementación de una solución VoIP, a continuación analizamos el caso de un proveedor de servicios de telefonía IP.

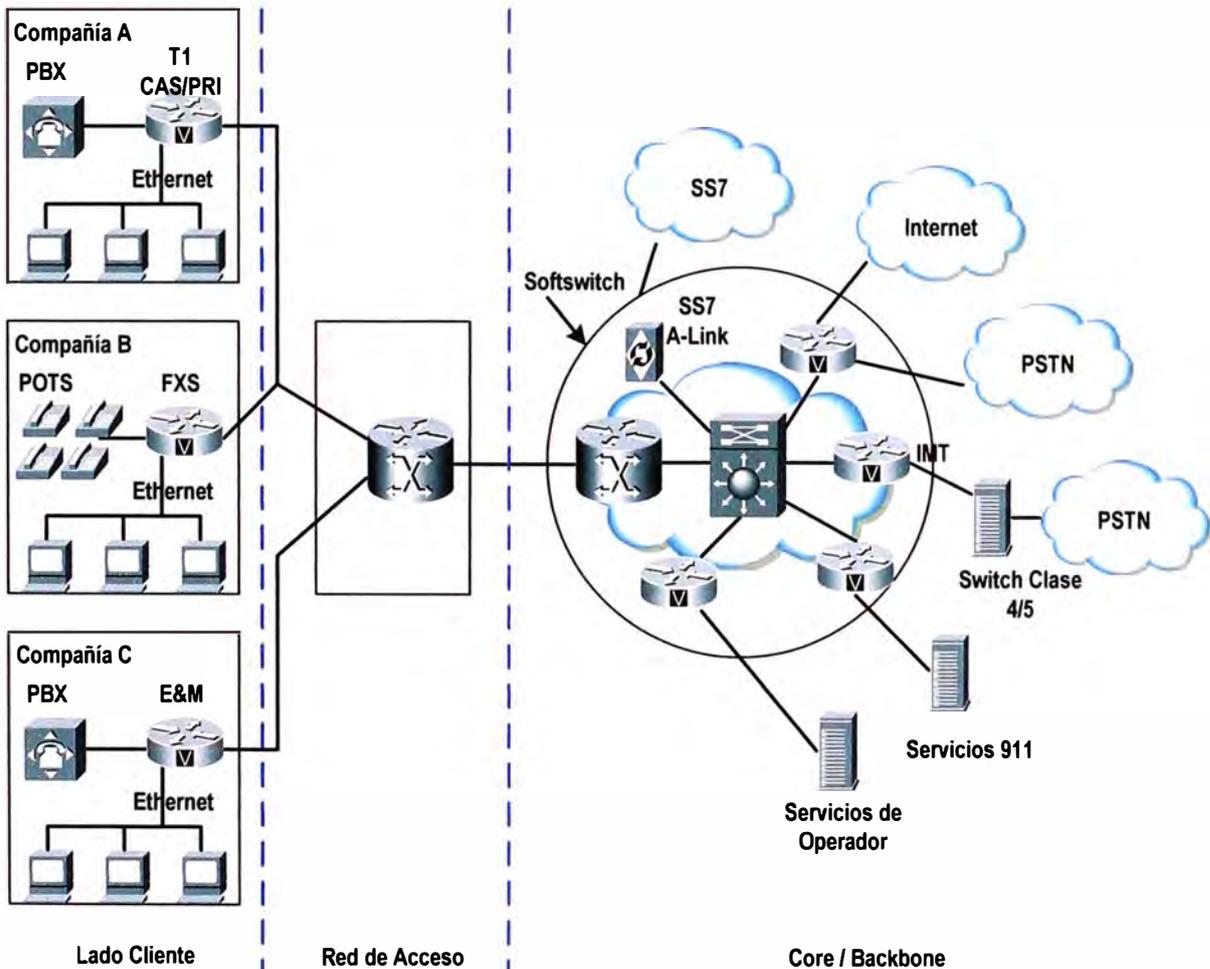


Figura 2.1 Proveedor de Servicios de Telefonía IP

Para ser competitivo un proveedor de servicios de telefonía IP debe proveer a sus clientes las mismas características que provee la PSTN de manera más eficiente y sobre todo más económica.

Los requisitos para proveer servicios de telefonía IP incluyen:

Carrier Class: La calidad de voz del servicio sobre IP debe ser del mismo nivel de la PSTN, para ello el equipamiento de la red debe minimizar parámetros como latencia o jitter.

Servicio Escalable: La red del proveedor debe permitir el crecimiento de la red a medida que el número de clientes se incrementa, el aspecto fundamental de la escalabilidad es la gestión de la red que debe permitir el monitoreo, gestión y configuración de la red de manera automática o cercana a ella.

Facturación: Se debe aprovechar al máximo las capacidades de las redes IP para proporcionar a los clientes facturación de tallada de los servicios prestados.

Interconexión SS7: Este tipo de interconexión con la PSTN permitirá al proveedor de servicios de telefonía IP reducir sus costos y a la vez ofrecer a sus clientes servicios de valor agregado tales como llamadas 0800, cobro revertido, etc.

2.1 COMPONENTES DE LA RED

Como se observa en la Figura 2.1, la arquitectura de un proveedor de servicios de telefonía IP esta dividida en tres segmentos, en primer lugar el core de la red compuesto por el equipamiento de conmutación (softswitch), la interconexión con la PSTN e Internet y las facilidades de gestión, provisión, billing y valor agregado, en segundo lugar el transporte de los servicios a los usuarios (red de acceso) y en tercer lugar el lado cliente.

2.2 CORE

Es en el core de la red donde radica la fortaleza de un proveedor de servicios de telefonía IP, de su correcto diseño y dimensionamiento dependerá el modelo de negocio que el proveedor adopte.

Como se aprecia en la Figura 2.1 el Core en su conjunto es llamado softswitch, que no es mas que el paralelo a una centra de conmutación tradicional.

2.3 SOFTSWITCH

Es un Plataforma desarrollada para redes de voz sobre IP que permite tener el control y la administración del enrutamiento de llamadas. El Softswitch maneja los servicios de señalización y generación de CDRs, también permite proveer en forma centralizada servicios de valor agregado. Es la inteligencia que controla los servicios de conexión para los Media Gateways, y /o puntos terminales IP, selecciona los procesos que pueden ser aplicados a una llamada.

En una Arquitectura Funcional un softswitch puede consistir en uno o más componentes, sus funciones pueden residir en un sistema o expandirse a través de varios sistemas.

A continuación una breve descripción de los elementos mas comunes en un softswitch.

2.3.1 Gateway Controller

Es la unidad funcional del softswitch. Mantiene las normas para el procesamiento de llamadas, por medio del Media gateway y el Signalling Gateway los cuales ayudan a mejorar su operatividad. El responsable para ejecutar el establecimiento y desconexión de la llamada es el Signalling Gateway. Frecuentemente esta unidad es referida como Call Agent o Media Gateway Controller. Algunas veces esta unidad es referida como el centro operativo del Softswitch. Este componente se comunica con las otras partes del Softswitch y componentes externos usando diferentes protocolos

2.3.2 Signalling Gateway

Recibe directamente la señalización en SS7, sirve como puente entre la red de señalización SS7 y los nodos manejados (gateways) por el Softswitch en la red IP.

2.3.3 Media Gateway

Actualmente soporta TDM para transporte de paquetes de voz. Las aplicaciones de codificación de voz, decodificación y compresión son soportadas, así como las interfaces PSTN y los protocolos CAS e ISDN. Se lleva a cabo investigaciones para el soporte en el futuro de los paquetes de vídeo.

2.3.4 Gatekeeper

Proporciona servicios de control de pre-llamada y nivel de llamadas a los puntos finales en H.323 o SIP. Almacena las tablas con la resolución de las direcciones entre las redes IP y de telefonía.

2.3.5 Media Server

Mejora las características funcionales del Softswitch si es requerido soporta Digital Signal Processing (DSP) así como las funcionalidad de IVR. Controla los datos para la generación de la facturación, usa los recursos y los servicios localizados en los componentes del softswitch.

2.4 RED DE ACCESO A CLIENTES

De acuerdo al modelo de negocio del proveedor de servicios, la red de acceso a clientes será dedicada o compartida con el servicio de datos o a través de Internet.

2.4.1 Acceso Dedicado

Son enlaces punto a punto entre el core del proveedor de servicios y las instalaciones de los clientes, al tratarse de una conexión dedicada se asegura el mayor nivel de calidad posible, la tecnología de los enlaces no es relevante siempre y cuando se aseguren parámetros de latencia y retardo mínimos así como un adecuado ancho de banda para el número de canales contratados.

2.4.2 Acceso Compartido

Son enlaces punto a punto entre el core del proveedor de servicios y las instalaciones del cliente, sin embargo no solamente es empleado para transportar servicios de voz, sino que son compartidos con servicios de datos del mismo proveedor (acceso a Internet, interconexión de locales), en este caso la red de acceso debe asegurar que los paquetes de voz tengan precedencia sobre los paquetes de otros servicios. En la actualidad se emplea redes IP/MPLS para proveer preferencia y asegurar anchos de banda definidos a los servicios de voz a través del manejo de QoS y caudales.

Si el dimensionamiento es correcto y la red es operada dentro de sus parámetros de diseño, es posible alcanzar los mismos resultados que en el caso del acceso dedicado.

2.4.3 Acceso a través de Internet

Empleado cuando los usuarios requieran flexibilidad o movilidad para emplear el servicio. Un usuario no necesariamente podrá conectarse al servicio de telefonía IP empleando un medio dedicado o compartido del mismo proveedor como es el caso de usuarios de banda ancha ADSL, usuarios fuera del ámbito de cobertura del proveedor o usuarios móviles. En este caso el servicio es suministrado sin asegurar parámetros de calidad ya que no se tiene control sobre la red de acceso, sin embargo con el avance de las tecnologías de banda ancha muchos usuarios obtienen resultados mas que satisfactorios con este tipo de esquema, tal es el caso de los callcenters o servicios como Skype que están revolucionando el mercado de la telefonía.

2.5 LADO CLIENTE

Compuesto por los equipos de conversión de VoIP a terminales telefónicos tradicionales, teléfonos IP o terminales de software (softphones).

2.5.1 Gateways de Voz

La denominación genérica de un conversor de VoIP a terminales telefónicos convencionales es "Gateway de Voz" y pueden estar implementados en appliances (hardware) o bajo software.

Existe gran variedad de gateways de voz en el mercado la mayor parte de ellos cumple con las especificaciones necesarias para operar por lo menos con 02 protocolos de comunicación (H.323 y SIP) y 02 codecs de compresión (G.711 y G.729), constan de una o más interfaces FXS que permiten conectar aparatos telefónicos analógicos directamente o a centralitas telefónicas PBX. A continuación en la Figura 2.2 y Tabla 2.1 las características del Addpac AP1000 Voice Finder, muy empleado localmente para brindar servicios de telefonía IP.

AP1000

Product Image

4-Port FXS Voice Interface
 Supports Triple stack of H.323, SIP and MGCP
 DHCP Server & Relay, NAT/PAT, IP-Share, Bridge
 PSTN Backup



AP1000 Front



AP1000 Rear

Figura 2.2 Gateway de Voz AP1000

TABLA 2.1 Especificaciones Gateway de Voz AddPac AP1000

Voice Interface	
FXS Voice Interface	Four(4) FXS Voice Interface (4 x RJ11)
PSTN Back up Interface	One(1) PSTN Back up Interface (RJ11)
Power & Operation Environments	
Power Requirement	External Power Adaptor / VAC 110~220V, 50/60Hz, 10 Watt
Operating Temperature	0°C to +50°C (32° to 122°F)
Storage Temperature	-40°C to +85°C (-40° to 185°F)
Relative Humidity	5% to 95% (Non-condensing)
IP Routing Protocols	Static and IEEE 802.1Q VLAN Routing
WAN Protocols	Point-to-Point over Ethernet Protocol for ADSL Networking (PPPoE)
Voice over IP Services	ITU-T H.323 v3 VoIP Protocol with ITU-T H.235 Security Feature
	SIP protocol support compliant with IETF RFC3261(or RFC2543)
	Supports Triple stack of H.323, SIP and MGCP
	G.723.1, G.729.A, G.711 Voice Compressions
	Voice Processing Features Supports - VAD, DTMF, CNG, G.168, and T.38 G3 FAX Relay
	ITU-T H.323 Gateway, Gatekeeper Support
	Enhanced QoS Management Features for Voice Traffics

2.5.2 Teléfonos IP

Son terminales telefónicos que incorporan un gateway de voz interno, además están dotados de facilidades adicionales como puerto de mensajería, terminal de video, etc.

Generalmente incorporan un punto de red adicional que les permiten actuar en modo Bridge o Switch y servir de bahía para otros equipos como ordenadores personales por ejemplo.

A continuación en la Figura 2.3 y en la Tabla 2.2 las características del Cisco Series 7900 IP Phone, muy difundido en la actualidad.



Figura 2.3 Teléfono IP

TABLA 2.2 Especificaciones IP Phone Cisco Series 7900

Feature	Description
Messages	The phone offers direct access to voicemail.
Directories	The phone identifies incoming messages and categorizes them on the screen, allowing users to quickly and effectively return calls using direct dial-back capability. The corporate directory integrates with the Lightweight Directory Access Protocol Version 3 (LDAP3) standard directory.
Services	The Cisco Unified IP Phone 7961G allows users to quickly access diverse information such as weather, stocks, quote of the day, or any Web-based information using XML to provide a portal to an ever-growing world of applications, features, and information.
Display	The phone has a large, high-resolution, graphical 4-bit grayscale display (320 x 222).
Speakerphone, Mute, and Headset Buttons	The phone offers high-quality speakerphone technology, including easy-to-use speaker On/Off, Microphone Mute, and Headset buttons. These buttons are lit when active. For added security, the audible dual tone multifrequency (DTMF) tones are masked when the speakerphone mode is used.
Ethernet Switch	The internal 2-port Cisco Ethernet switch allows for a direct connection to a 10/100BASE-T Ethernet network through an RJ-45 interface with single LAN connectivity for both the phone and a co-located PC. The system administrator can designate separate VLANs (802.1Q) for the PC and Cisco Unified IP phones, providing improved security and reliability of voice and data traffic.
Flexible Power Options	The Cisco Unified IP Phone 7961G supports Cisco Prestandard Power over Ethernet (PoE), allowing powering from any of the Cisco Inline Power-capable blades and boxes. In addition, it supports IEEE 803.af PoE. The phone can be powered locally with a power supply (part number CP-PWR-CUBE-3).
Signaling Protocol Support	The phone offers Skinny Client Control Protocol (SCCP) support.
Codec Support	G.711 μ and G.729a audio compression codecs are available.
Quality of Service (QoS) Options	The phone supports differentiated services code point (DSCP) and 802.1Q/p standards.
Security	The phone supports manufacturing-installed digital certificates, device authentication, and encryption.
Language Support	Support for more than 20 languages is built-in (depends on Cisco Unified CallManager software version).
Configuration Options	IP address assignment can be statically configured or configured through the DHCP client.
Voice Quality	Comfort-noise generation and voice activity detection (VAD) programming are performed on a system basis.

2.5.3 Softphones

Son terminales de software empleados cuando no se dispone de conversores VoIP, o teléfonos IP. Son implementaciones que permiten realizar las tareas de un gateway de voz empleando los recursos de un ordenador personal, su uso es muy difundido en callcenters donde las herramientas de trabajo del operador se han integrado en un computador y

en usuarios móviles haciendo uso del tele trabajo pueden trasladar sus números telefónicos de oficina a donde quiera que se desplacen utilizando un computador portátil.

Los softphones están diseñados para emplear el protocolo SIP o IAX2, no se conocen implementaciones de H.323 y de acuerdo al nivel de compresión que implementen existen versiones libres y licenciadas.

A continuación en la Figura 2.4 y en la Tabla 2.3 las características de CounterPath EyeBeam 1.5.



Figura 2.4 Softphone CounterPath EyeBeam 1.5

TABLA 2.3 Especificaciones Softphone CounterPath EyeBeam 1.5

Features		
Narrowband Audio Codec Selection	DVI4, G.711u/G.711a, G.729A (Windows), GSM, iLBC & Speex	DVI4, G.711 uLaw/aLaw, GSM, iLBC
Wideband Audio Codec Selection	BV-32, BV FEC, DVI4, L16 PCM & Speex	BV-32, BV FEC, DVI4, L16 PCM
Video Codec Selection	H.263, H.263+ & H.264	H.263 & H.263+
Telchemy VQmon		
Provides listening and conversational call quality metrics in both R factor and MOS formats as well as detailed diagnostic information		
Voice Engine		
Acoustic Echo Cancellation removes echo from the audio stream, enhancing the end-user experience		
VAD/DTX		
Can be used in conjunction with discontinuous transmission (DTX) to limit network data when non-voice periods are encountered		
Adaptive Jitter Buffer		
Constantly monitors network conditions and adjusts audio and video playout rates to compensate for jitter and improve the end-user experience		
Packet Loss Concealment		
Mitigate effects of packet loss in the network		
Dynamic codec shifting		
Adjust audio/video codecs automatically during a call based on available bandwidth, packet loss and network jitter		
Auto Gain Control		
Used to optimize the sound quality on the sender side. Eliminates the need for the end-user to adjust the microphone input level in most scenarios		
Noise Reduction		
Suppresses background and/or soundcard noise. By default it is enabled for speakerphones		
Security Features		
Crypto		
Support for any encryption technologies		
HTTPS		
Support for HTTP over TLS. e.g. for network-based provisioning or auto-update		
SRTP		
Encrypted audio and/or video		
TLS		
SIP over TLS		
Network Features		
IPv6		
Support for IPv6 addresses and DNS lookups (AAAA)		
Xtunnels		
Allows TCP-tunneling protocol for signaling and media for certain NAT/firewall configurations		
STUN		
STUN client used to assist with NAT/firewall traversal		
TURN		
TURN client also used to assist with NAT/firewall traversal. not enabled by default		
ICE		
Mechanism for establishing the best connection between two endpoints based on the current network configuration and conditions. Requires the peer to also support ICE.		

CAPITULO III

SERVICIOS DE VIDEO

El incremento en la penetración de accesos de banda ancha ha hecho posible la introducción de servicios de video streaming a gran escala, tal es el caso de servicios de video bajo demanda VoD, televisión por Internet y televisión basada en IP IPTV o televisión interactiva.

Sin embargo en la actualidad este tipo de servicio aun se encuentra en etapa de desarrollo e investigación de mercado en nuestro país, en otras realidades en cambio ya existen implementaciones de este tipo de servicio, desarrollados principalmente por los operadores incumbentes ya que estos son capaces de controlar la capa de transporte de la red de banda ancha.

El desarrollo de servicios de video sobre IP rescata el concepto de convergencia de servicios en un muy alto grado, ya que las redes capaces de transportar video están preparadas además para transportar voz y data; en otras palabras la difusión de video implica una red multiservicio.

3.1 IPTV

IPTV o Internet Protocol Television es un medio de difusión de televisión de alta calidad, video bajo demanda y audio que emplea una red de banda ancha como medio de transporte. Desde el punto de vista del usuario IPTV opera del mismo modo que cualquier servicio de TV pagado. Desde el punto de vista de los proveedores de servicio, IPTV involucra la adquisición, procesamiento y distribución de video sobre su infraestructura IP. La definición aprobada por la UIT es la siguiente: "IPTV es un conjunto de servicios multimedia tales como televisión/video/audio/imágenes distribuidos sobre una red IP, implementados para proveer niveles de calidad, satisfacción, seguridad, interactividad y confiabilidad."

IPTV posee las siguientes características:

- Soporte de televisión interactiva. Gracias a la comunicación bidireccional de IP, los proveedores de servicio pueden incluir en sus contenidos juegos interactivos y navegación de alta velocidad.
- Tiempo diferido. IPTV en combinación con un grabador digital, permite a los usuarios disfrutar de los contenidos deseados en tiempo diferido.
- Personalización. Un servicio de IPTV soporta comunicación bidireccional, esto permite a los usuarios adecuar los contenidos de acuerdo a sus hábitos televisivos y decidir cuando y a que hora desean un determinado programa.
- Consumo bajo de ancho de banda. En vez de difundir todos los canales a todos los usuarios, IPTV permite a los operadores distribuir solo el canal solicitado por el usuario, esta característica permite a los operadores ahorro de ancho de banda en sus redes.
- Accesibilidad desde múltiples dispositivos. Los contenidos no solo están disponibles desde televisores, sino también desde PCs y dispositivos móviles.

3.2 DIFERENCIAS ENTRE IPTV E INTERNET TV

IPTV es a menudo confundida con Internet TV. Aun cuando ambos servicios están basados en la misma tecnología, son servicios muy disímiles como veremos a continuación:

Plataformas Distintas

Como su nombre lo sugiere Internet TV, se distribuye a través de la Internet pública, por el contrario IPTV, emplea una red dedicada para distribuir contenidos a sus consumidores. Estas redes privadas son operadas por proveedores de IPTV.

Alcance Geográfico

Las redes de los operadores de IPTV no son accesibles desde Internet, están limitadas al área de operación del proveedor, por el contrario Internet TV es accesible desde cualquier punto del planeta.

Propiedad de la Infraestructura de Red

Cuando el video es distribuido a través de Internet, algunos de los paquetes IP atraviesan una o más redes, en algunos casos estos paquetes pueden sufrir retardos

importantes o incluso perderse completamente, por este motivo los proveedores de Internet TV no pueden garantizar la calidad de contenidos. IPTV por el contrario es distribuido sobre una red diseñada para hacer llegar a los usuarios contenidos de alta calidad.

Método de Acceso

Para acceder a IPTV generalmente se emplea un dispositivo set-top box, mientras que Internet TV es generalmente accedido desde un computador portátil con el software adecuado.

Costo

Un porcentaje importante de los contenidos distribuidos empleando la Internet pública son gratuitos. Sin embargo esto está cambiando a medida que muchas compañías están introduciendo contenidos pagados. IPTV en cambio, debido a los costos de infraestructura asociados a su distribución implica una suscripción y el pago periódico de una tarifa fijada por los proveedores del servicio.

Generación de contenidos

Gran parte de los contenidos disponibles en Internet TV es generado por los propios usuarios, en cambio los operadores de IPTV distribuyen el mismo material (shows, films, noticiarios), que los operadores de televisión tradicionales.

3.3 ESTRUCTURA DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE IPTV

La Figura 3.1 muestra los componentes típicos de un sistema de distribución de IPTV.

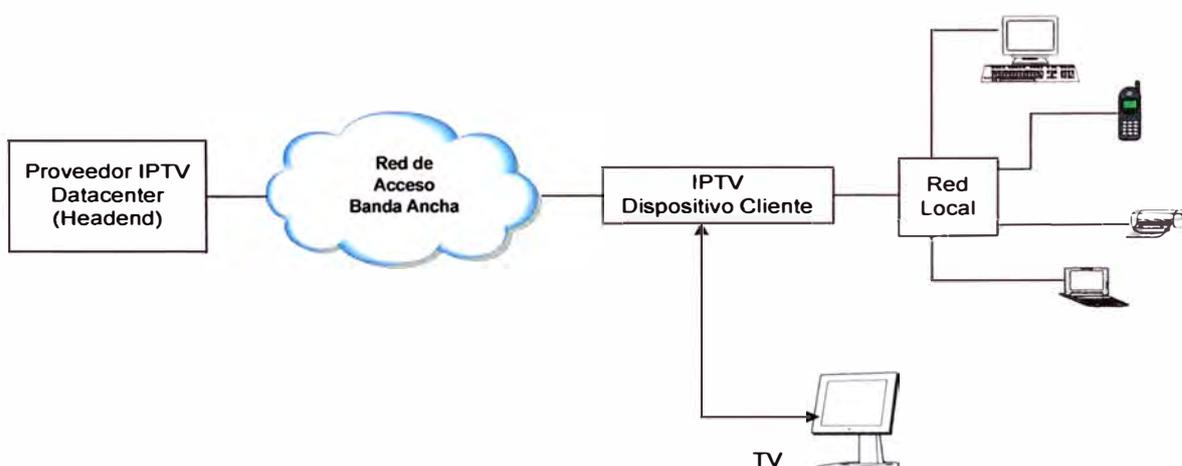


Figura 3.1 Diagrama simplificado de un sistema de distribución IPTV

IPTV Data Center

También conocido como el “headend”, recibe contenidos desde diversas fuentes, incluyendo video local, canales terrestres y satelitales, etc. Recibidas las señales una serie de componentes de hardware desde codificadores, servidores de video hasta routers IP y hardware de seguridad procesan los contenidos para poder ser distribuidos a través de la red IP. Adicionalmente, un sistema de gestión de usuarios permite administrar el perfil y estados de cuenta de los suscriptores.

Red de Distribución de Banda Ancha

La distribución de servicios IP requiere conexiones uno-a-uno. En el caso de una red de distribución extensa el número de conexiones uno-a-uno crece significativamente, por supuesto el ancho de banda manejado también es considerablemente largo. Los últimos avances en redes de distribución ha hecho posible sin embargo que los operadores puedan satisfacer sus necesidades de ancho de banda empleando parte de su actual infraestructura, estamos hablando de tecnologías como ADSL2, ADSL2+, cable coaxial y redes de fibra óptica.

IPTV Dispositivo Cliente

Los dispositivos cliente IPTV (IPTVCD) son componentes clave para que los usuarios accedan a los servicios IPTV. Los IPTVCD se conectan a la red de banda ancha y son responsables de decodificar y procesar las tramas IP portadoras del contenido multimedia. Los dispositivos cliente poseen avanzada tecnología que permite minimizar o eliminar completamente los efectos del transporte sobre la señal de IPTV original.

Red Local

La mayor parte de hogares en la actualidad posee un numero variado de dispositivos los cuales se interconectan entre si a través de una pequeña red LAN. El propósito de esta red es el compartir recursos dentro del hogar y acceder a contenido a través de la Internet pública.

3.4 COMPRESION

En tecnologías tales como la televisión digital, video streaming y DVD-Video, la compresión de video se ha convertido en un componente esencial en la difusión de contenidos visuales. El éxito de estas tecnologías se ha basado en el estándar MPEG-2, una tecnología que ha probado ser exitosa sin embargo los avances tecnológicos en

procesamiento digital hacen que este pasando de moda y se prevé que pronto será reemplazada por una tecnología mas eficiente.

Como es natural en la adopción de una nueva tecnología siempre existe mas de un postulante a convertirse en el nuevo estándar, actualmente los participantes en disputa son MPEG-4 Visual y H.264.

3.4.1 mpeg-4 visual

El estándar ISO/IEC 14496 Parte 2 (MPEG-4 Visual) mejora el estándar MPEG-2 en términos de eficiencia de compresión (mejor nivel de compresión con la misma calidad visual) y flexibilidad (hace posible nuevas aplicaciones). Esto es posible gracias al uso de los más avanzados algoritmos de compresión y a un conjunto de herramientas que hacen posible manipular contenidos digitales. MPEG-4 consiste de un 'core' que es un modelo de codificador/decodificador junto con herramientas de codificación adicionales.

El core esta basado en el conocido modelo hibrido DPCM/DCT y su función básica de codificación es extendida por herramientas que enriquecen entre otros la eficiencia de compresión, confiabilidad de transmisión, codificación separada de objetos dentro de una misma escena, compresión basada en el reconocimiento de formas tales como modelos de rostros o cuerpos.

No es posible manejar todas las herramientas que provee MPEG-4 desde una sola aplicación por lo cual el estándar recomienda una serie de perfiles.

Simple: Un conjunto de herramientas para aplicaciones poco complejas.

Core y herramientas principales: Posibilita la compresión arbitraria de objetos visuales.

Tiempo Real: Posibilita compresión con niveles muy bajos de retardo.

Avanzado: Posibilita altos niveles de compresión a expensas de una alta complejidad.

La implementaciones prácticas de MPEG4-Visual están basadas en uno o mas de los perfiles descritos anteriormente siendo los perfiles Simple y de Tiempo real los más usados. Adicionalmente a las herramientas de

codificación de video natural MPEG-4 Visual incluye un conjunto de perfiles para la codificación de video sintetizado o generado por computador, objetos tales como formas 2D o 3D u objetos animados. Los requerimientos de comunicaciones visuales son tratados por MPEG-4 Visual a través de un conjunto de herramientas de codificación de la información visual, algunas de las características que lo diferencian de estándares previos son:

Compresión eficiente de secuencias de video natural (secuencias de video rectangulares) basada en el estándar ITU H.263 que mejora notablemente los resultados obtenidos con MPEG-1 y MPEG-2, herramientas adicionales mejoran aun más el nivel de compresión.

Codificación de objetos visuales (regiones irregulares en una escena). Este es un concepto nuevo que permite por ejemplo niveles de compresión para escenas de primer plano y planos posteriores.

Soporte para una transmisión efectiva sobre redes existentes. Herramientas de corrección de errores ayudan al decodificador a recuperar la transmisión y mantener una conexión exitosa, redes libres de error y herramientas adicionales de compresión hacen posible transmisiones con niveles relativamente bajos de ancho de banda.

Codificación de imágenes estáticas, hace posible codificar imágenes y transmitir las empleando los mismos codificadores de secuencias de video.

Codificación de objetos visuales animados 2D, objetos poligonales 3D, rostros y cuerpos humanos animados.

Codificación para aplicaciones especializadas tales como video con calidad de estudio, donde la calidad visual es más importante que un nivel alto de compresión.

Herramientas, Objetos, Perfiles y Niveles

MPEG-4 Visual provee sus funciones de codificación a través de la combinación de herramientas, objetos y perfiles. Una herramienta es un subconjunto de funciones de codificación para soportar una característica particular (por ejemplo codificación básica, video entrelazado, codificación de formas, etc.). Un objeto es un elemento de video (por ejemplo una secuencia de tramas de video, una secuencia de formas arbitrarias, una

imagen estática) y es codificado empleando una o más herramientas. Un perfil es un conjunto de objetos que se espera un CODEC sea capaz de manejar.

La Tabla 3.1 lista los perfiles para codificar escenas de video natural desde el perfil mas simple hasta el mas complejo, la Tabla 3.2 lista los perfiles para codificar secuencia de video sintetizado o generado por computadora.

Tabla 3.1 MPEG-4 Perfiles de codificación para video natural

MPEG-4 Visual profile	Main features
Simple	Low-complexity coding of rectangular video frames
Advanced Simple	Coding rectangular frames with improved efficiency and support for interlaced video
Advanced Real-Time Simple	Coding rectangular frames for real-time streaming
Core	Basic coding of arbitrary-shaped video objects
Main	Feature-rich coding of video objects
Advanced Coding Efficiency	Highly efficient coding of video objects N-Bit Coding of video objects with sample resolutions other than 8 bits
Simple Scalable	Scalable coding of rectangular video frames
Fine Granular Scalability	Advanced scalable coding of rectangular frames
Core Scalable	Scalable coding of video objects
Scalable Texture	Scalable coding of still texture
Advanced Scalable	Texture Scalable still texture with improved efficiency and object-based features
Advanced Core	Combines features of Simple, Core and Advanced Scalable Texture Profiles
Simple Studio	Object-based coding of high quality video sequences
Core Studio	Object-based coding of high quality video with improved compression efficiency.

Tabla 3.2 MPEG-4 Perfiles de codificación para video compuesto o sintetizado

MPEG-4 Visual profile	Main features
Basic Animated Texture	2D mesh coding with still texture
Simple Face Animation	Animated human face models
Simple Face and Body Animation	Animated face and body models
Hybrid	Combines features of Simple, Core, Basic Animated Texture and Simple Face Animation profiles

3.4.2 h.264

El grupo de expertos en animación de imágenes (The Moving Picture Experts Group) MPEG y el grupo de expertos en codificación de video (Video Coding Experts Group) VCEG, han desarrollado un nuevo estándar que promete sobrepasar las características de los estándares MPEG-4, ofreciendo mejores niveles de compresión de video. El nuevo estándar es llamado Codificación de Video Avanzada AVC. H.264 tiene un enfoque más estrecho que MPEG-4, esta diseñado esencialmente para soportar eficientemente la codificación y el transporte de tramas rectangulares de video. Su objetivo principal es proveer funcionalidad similar a estándares previos como H.263 y MPEG-4 Visual pero con mejor desempeño en la compresión y transmisión mejorada. Sus aplicaciones objetivo incluyen la comunicación de video en dos sentidos (video conferencia o videotelefonía) y la codificación de video sobre redes de paquetes. El estándar ha sido documentado buscando minimizar los errores de interpretación por parte de los desarrolladores tal como ocurre con estándares previos, sin embargo esto hace que se vuelva extenso y complejo.

La secuencia de imágenes de la Figura 3.2 nos da una idea del poder de compresión de H.264/AVC.

Comparando DVD/MPEG-2/H.264



Original DV Source

File size: 208,039 kb
Bitrate: 28,208.68



DVD-Quality MPEG-2

File size: 54,526 kb
Bitrate: 7,393.36



H.264, Main Profile

File size: 6,174 kb
Bitrate: 837.15

Detalle:



Figura 3.2 Calidad de imagen bajo distintos procesos de compresión

3.5 RED DE DISTRIBUCIÓN

Una red de distribución de IPTV consta de dos partes las redes de distribución de última milla y un core o backbone centralizado. Existen diversas tecnologías para la implementación de ambos componentes, cada técnica difiere de la otra y posee sus propias ventajas y desventajas.

3.6 REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ÚLTIMA MILLA

Uno de los retos principales de los proveedores de IPTV es poseer un medio de transmisión con suficiente capacidad de ancho de banda para unir el backbone de la red con los usuarios finales. Existen seis métodos de acceso que son lo suficientemente escalables para satisfacer los requerimientos de IPTV.

- Redes de Fibra Optica
- Redes DSL (VDSL, ADSL, ADSL2, ADSL2+)
- Redes CATV

- Enlaces Satelitales
- Enlaces Wireless (Wi-Max)
- Empleando Internet

Debido a que el medio de acceso más empleado son los enlaces DSL, a continuación realizaremos el estudio de esta plataforma empleada como medio de distribución de IPTV a los usuarios finales.

3.6.1 IPTV sobre DSL

Los hogares a medida de los avances tecnológicos incorporan nuevos dispositivos electrónicos tales como reproductores/grabadores de video, reproductores MP3, cámaras digitales, televisores de alta definición HDTV, computadores portátiles y muchos otros destinados básicamente al entretenimiento. Adicionalmente se han creado dispositivos que permiten conectar tales dispositivos unos con otros con la finalidad de crear una red domestica. El hogar digital no es solamente una idea futurista, es una realidad. En muchos hogares las conexiones a Internet a través de tecnologías DSL son empleadas para compartir fotos, descargar música, video y estar en contacto con familia y amigos. Con el desarrollo de tecnologías como MPEG-4 o H.264 la próxima adquisición de los hogares digitales será la televisión sobre IP o IPTV.

Se espera que la televisión sobre IP disponible desde televisores o computadores personales se convierta en un importante componente del entretenimiento familiar, de acuerdo a estadísticas recientes las suscripciones a servicios de video sobre IP se esta incrementando cada año, este crecimiento ha llamado la atención de los operadores los cuales están invirtiendo en desarrollo y tecnología para hacerse de este mercado. Tecnologías como H.264 reducen a la mitad el ancho de banda necesario para transportar video con calidad DVD a los consumidores, en términos prácticos el ancho de banda requerido es 700 kbps, esto hará posible que se pueda manejar este tipo de servicio sobre conexiones DSL de 1.5Mbps de manera satisfactoria empleando la estructura de cobre existente. De acuerdo al DSL Forum las conexiones de banda ancha a nivel mundial superan los 100 millones de usuarios para el 2007, siendo la tecnología de banda ancha más difundida, esto hace que el interés de los operadores en

desarrollar IPTV sea constante. H.264 requiere tecnologías de codificación y decodificación para preparar la señal de video para su transmisión y lectura por los receptores de los usuarios (TV, STB o PC), sin embargo ya no se requiere como en el pasado hardware propietario para realizar estas tareas, el uso de estándares hace posible que el producto se pueda desarrollar empleando sistemas, servidores y terminales usuario de distintos fabricantes.

Empleando el estándar H.264 la señal de video proporcionada por los creadores de contenido es codificada en las oficinas principales en tramas H.264, estas tramas son entonces capturadas y almacenadas en servidores de video localizados en las cabeceras de distribución o enviadas a una oficina regional, para ser comercializada como video bajo demanda. La data de video puede ser también distribuida como programación en vivo. Redes estándar encaminan la información de video encapsulándola como paquetes de protocolos estándar tales como ATM o MPLS. Una característica especial de H.264 llamada Capa de Abstracción de Red (NAL), hace posible que las tramas sean transmitidas a los usuarios sobre redes TCP/IP, tal como las redes DSL.

Cuando el video alcanza los consumidores, esta es encaminada a través de los módems/routers DSL, un receptor especializado decodifica las tramas y son mostradas en un televisor o un computador personal empleando un plug-in (por ejemplo Real Player o Windows Media Player).

DSL es una tecnología que permite a los proveedores de telecomunicaciones distribuir servicios de alto consumo de ancho de banda sobre su tendido de cobre telefónico. Esto convierte la línea telefónica que une una central telefónica y la casa de un usuario en una línea digital de alta velocidad, sin embargo muchas de las redes DSL están basadas en estándares antiguos que hacen imposible su empleo para distribuir IPTV, especialmente cuando la demanda del servicio es alta. En algunos casos es imposible transportar un solo canal de calidad estándar a través de estas líneas. El desempeño requerido por IPTV sin embargo puede ser alcanzado empleando una de variante tal como ADSL, ADSL2+ o VSDL, a continuación una descripción breve de estas tecnologías.

a) ADSL

Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) es actualmente la variante más popular de DSL, muy extendida a nivel mundial en el mercado residencial. ADSL es una tecnología de conexión punto a punto, esta característica permite a los operadores transportar servicios que requieren alto ancho de banda tales como video IP, sobre el tendido de cobre existente. Es llamada "asimétrica" porque el volumen de información transmitida desde el datacenter hacia usuario es muy superior a la transmitida en sentido contrario. La característica punto a punto de ADSL elimina la variación en la capacidad de ancho de banda, observable en redes compartidas. Empleando técnicas adecuadas ADSL, puede alcanzar velocidades de subida de hasta 8 Mbps con velocidades de bajada de 1.5 Mbps. Una conexión ADSL es suficiente para transportar dos canales de video MPEG-2 a definición estándar además de permitir acceso a Internet de alta velocidad. Sin embargo ADSL es una tecnología sensible a la longitud de la línea, es decir que usuarios alejados de los datacenters recibirán un servicio de calidad inferior. Una línea ADSL puede alcanzar en el mejor de los casos 5,5 Km. con un nivel de calidad aceptable.

Desde el punto de vista técnico, las líneas telefónicas fueron diseñadas para soportar tráfico de voz de baja frecuencia. El tráfico que se transporta empleando frecuencias altas sobre cableado telefónico, normalmente experimenta distorsión e interferencia. Particionar el ancho de banda de la línea telefónica ayuda a minimizar la interferencia e incrementar el ancho de banda de la línea.

La distribución de frecuencia de un circuito ADSL, reserva los 4 KHz mas bajos para el servicio telefónico, la banda superior (26Khz – 1.2 Mhz), es empelado para transmitir datos hacia y desde los datacenters.

La Figura 3.2 muestra la distribución de frecuencias ADSL.

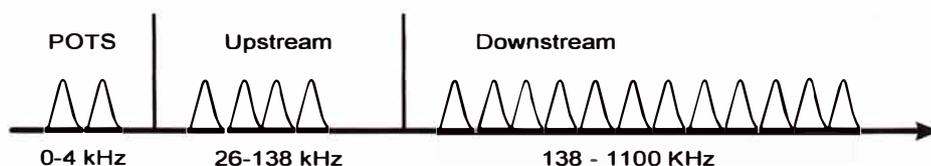


Figura 3.3 Tonos de Frecuencia DSL

Los equipos ADSL permiten una conexión digital empleando al antigua red PSTN, sin embargo la señal transmitida es modulada sobre una señal analógica, ya que la línea de cobre no es capaz de transportar señales codificadas en formato digital. Por este motivo los IPTV datacenters son responsables de convertir la señal digital en señales analógicas moduladas, listas para su transmisión. Los módems residenciales y los IPTVCD revierten el proceso recuperando al señal de IPTV original. Las principales técnicas empleadas para convertir data digital en señales analógicas son CAP y DMT.

CAP

Carrierless Amplitude and Phase es la técnica original empleada para modular señales digitales sobre una portadora analógica, aún cuando su nombre sugiera la ausencia de portadora, existe una única señal portadora que permite transmitir la información sobre el tendido de cobre. CAP esta muy relacionado con la modulación QAM (quadrature amplitude modulation), empleado ampliamente en transmisión por satélite y CATV.

DMT

Discrete multitone ha desplazado a CAP como método de modulación y es usado en todas las variantes DSL modernas. Esta divide el rango de frecuencias DSL en pequeños sub canales de tonos de frecuencia. Durante la transmisión cada uno de estos sub canales transporta una porción del total de información. Dividiendo el ancho de banda de transmisión DMT es capaz de adaptarse a las características de la línea y maximizar el ancho de banda total disponible. DMT esta muy relacionado a OFDM y C-OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing y Coded OFDM), empelado como estándar europeo de televisión DVB.

Infraestructura ADSL

ADSL es una tecnología que puede expandir al ancho de banda aprovechable de una línea de cobre telefónico, los componentes de esta tecnología son mostrados en la Figura 3.3 y son los siguientes:

Modem ADSL

Instalado en el lado cliente es un trasceiver o modem. Posee generalmente salidas USB o Ethernet hacia la red del usuario y una salida DSL hacia la línea telefónica. Muchos de estos módems actualmente están integrados a un router, que los hace capaces de soportar gran volumen de tráfico y servicios adicionales (Firewall, contents filter, etc).

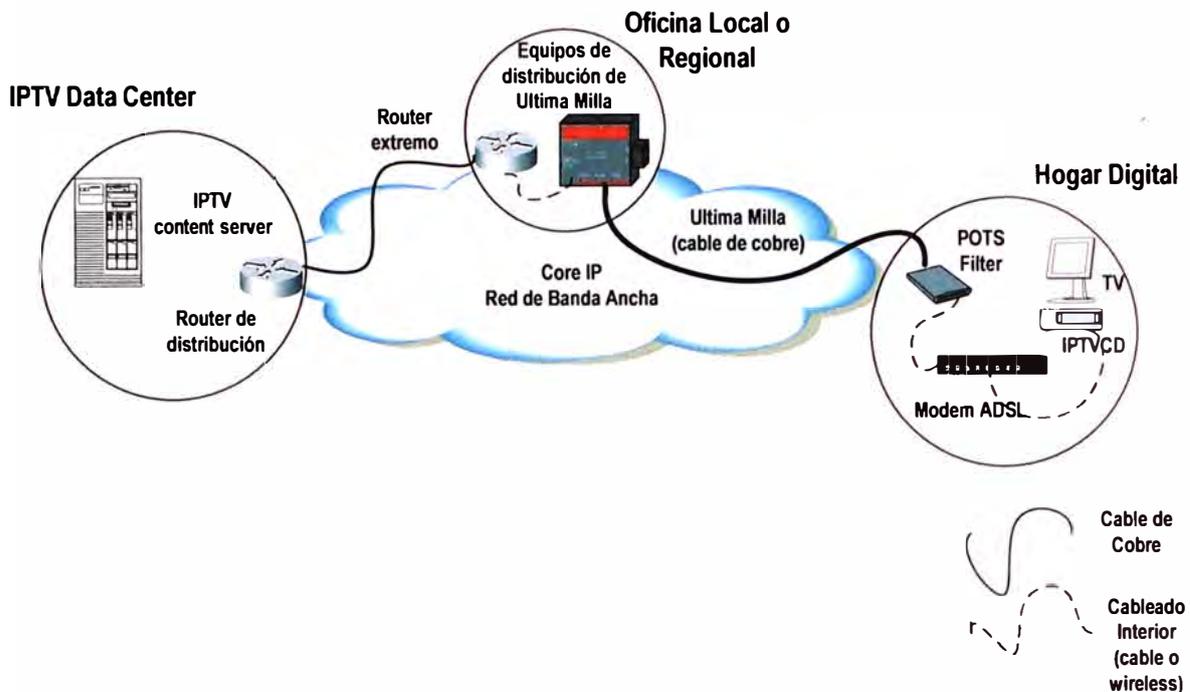


Figura 3.4 Infraestructura de IPTV sobre ADSL

POTS splitter

Los usuarios conectados a Internet a través de ADSL usan un dispositivo llamado POTS splitter para separar las señales de datos de la de voz. El dispositivo divide la señal entrante en bajas frecuencias que se destinan al teléfono y en altas frecuencias que se destinan al módem ADSL.

DSLAM

Un DSLAM o Digita Subscriber Line Access Multiplexer, se ubica en las instalaciones del proveedor de servicio, recibe las líneas de los suscriptores, las agrupa y las conecta al backbone IPTV a través de una línea de alta velocidad basada en fibra óptica. Para implementaciones IPTV los DSLAM soportan transmisión multicast. Esto hace posible que el DSLAM sea el encargado de replicar los canales si muchos usuarios desean observar el mismo contenido. Los DSLAMs tienen toda la

responsabilidad de distribuir el contenido de IPTV sobre la última milla. Existen dos categorías de DSLAM : Layer 2 y IP-aware.

DSLAM Layer-2. Opera en la capa 2 del modelo OSI (Open Systems Interconnection) y realiza la operación de conmutación de tráfico entre Ethernet y ATM.

DSLAM IP-aware. Incluye soporte limitado de la capa 3 del modelo IP. Estos DSLAMS soportan funciones avanzadas como la replicación o cambio de canales IPTV.

ADSL es una tecnología ideal para cierto número de servicios interactivos, sin embargo no es una solución óptima para la distribución de IPTV, debido a las siguientes razones:

Velocidad

Se han alcanzado velocidades de bajada de hasta 8 Mbps, lo que hace posible transmitir dos canales IPTV de calidad estándar y algún tráfico de Internet, sin embargo no sería posible transmitir contenidos de alta calidad.

Interactividad

En ADSL la velocidad de subida es inferior a la velocidad de bajada, esta limitación hace que ADSL no sea adecuada para servicios peer-to-peer, que requieran anchos de banda similares de subida y bajada.

Por estos motivos, los proveedores de red y equipos han empezado a desarrollar técnicas DSL más avanzadas capaces de eliminar estas limitaciones.

b) ADSL2

La familia de estándares ADSL2 fue creada para manejar la demanda creciente de capacidad de ancho de banda requerido por aplicaciones como IPTV. Existen tres variantes de ADSL2:

ADSL2

La versión inicial de ADSL2 fue probada por la UIT en 2003, incluye un número de mejoras sobre el ADSL original, en especial los mayores anchos de banda de subida y la mayor distancia entre las instalaciones del proveedor y los usuarios finales.

ADSL2+

Poco después de la estandarización de ADSL2, una variante llamada ADSL2+ fue adoptada por la UIT. Este nuevo estándar hace posible alcanzar velocidades de hasta 20 Mbps de bajada con distancias de hasta 1.5 Km. ADSL2+ opera en la banda de 138 KHz hasta 2.208MHz.

ADSL-Reach Extended

Empleando ADSL2+ es imposible brindar servicio a usuarios más de allá de los 1.5Km de las instalaciones del proveedor. Sin embargo una tecnología llamada ADSL2 Reach Extended o RE-ADSL2, fue estandarizada en 2003 haciendo posible atender usuarios alejados hasta 6Km. Esta técnica es la que muestra mejor desempeño en cuanto a velocidad y distancia.

c) VDSL

VDSL (Very high speed Digital Subscriber Lines) es la mas reciente y mas sofisticada tecnología DSL, esta desarrollada sobre la base de ADSL2+. Esta elimina los cuellos de botella en al ultima milla de las versiones anterior de ADSL, soporta anchos de banda mucho mayores, a su vez esta tecnología posee variantes como VDSL1 capaz de transportar hasta 55 Mbps y 15 Mbps de subida y bajada respectivamente en un radio de hasta 1 Km. VDSL2 mantiene el desempeño de VDSL1 pero pude extender el radio de acceso.

La principal ventaja de DSL para IPTV es que emplea la planta de cobre existente, extendida por todo el mundo, sin embargo la distancia entre los proveedores y suscriptores limita su empleo en la actualidad.

La Tabla 3.3 es un comparativo entre las capacidades de las distintas variantes DSL. La Figura 3.5 por otro lado muestra la implementación comercial (Intel Corp.), de un sistema IPTV sobre redes DSL.

Tabla 3.3 Tabla comparativa de tecnologías DSL

DSL	Max. Velocidad de Bajada (Mbit/s)	Max. Velocidad de Subida (Mbit/s)	Distancia Máxima (valores aproximados, depende de calidad de cobre) Km	Servicios Soportados
ADSL	8	1	5.5	Un canal de video comprimido SD MPEG-2, Internet de Alta Velocidad y servicios VoIP.
ADSL2	12	1	5.5	Dos canales de video comprimido SD MPEG-2 o un canal de video comprimido HD de alta definición, Internet de Alta Velocidad y servicios VoIP.
ADSL2+	25	1	1.5	Cinco canales de video comprimido SD MPEG-2 o dos canales de alta definición HD MPEG-4, Internet de Alta Velocidad y servicios VoIP.
ADSL (Reach Extended)	25	1	6	Cinco canales de video comprimido SD MPEG-2 o dos canales de alta definición HD MPEG-4, Internet de Alta Velocidad y servicios VoIP.
VDSL1	55	15	1	Doce canales SD MPEG-2 o cinco canales HD MPEG-4, Internet de Alta Velocidad y servicios VoIP.
VDSL2	30	30	1.2-1.5	Siete canales SD MPEG-2 o tres canales HD MPEG-4, Internet de Alta Velocidad y servicios VoIP.
VDSL2 (Short Reach)	100	100	0.35	Veinticinco canales de video comprimido SD MPEG-2 o diez canales de alta definición HD MPEG-4, Internet de Alta Velocidad y servicios VoIP.

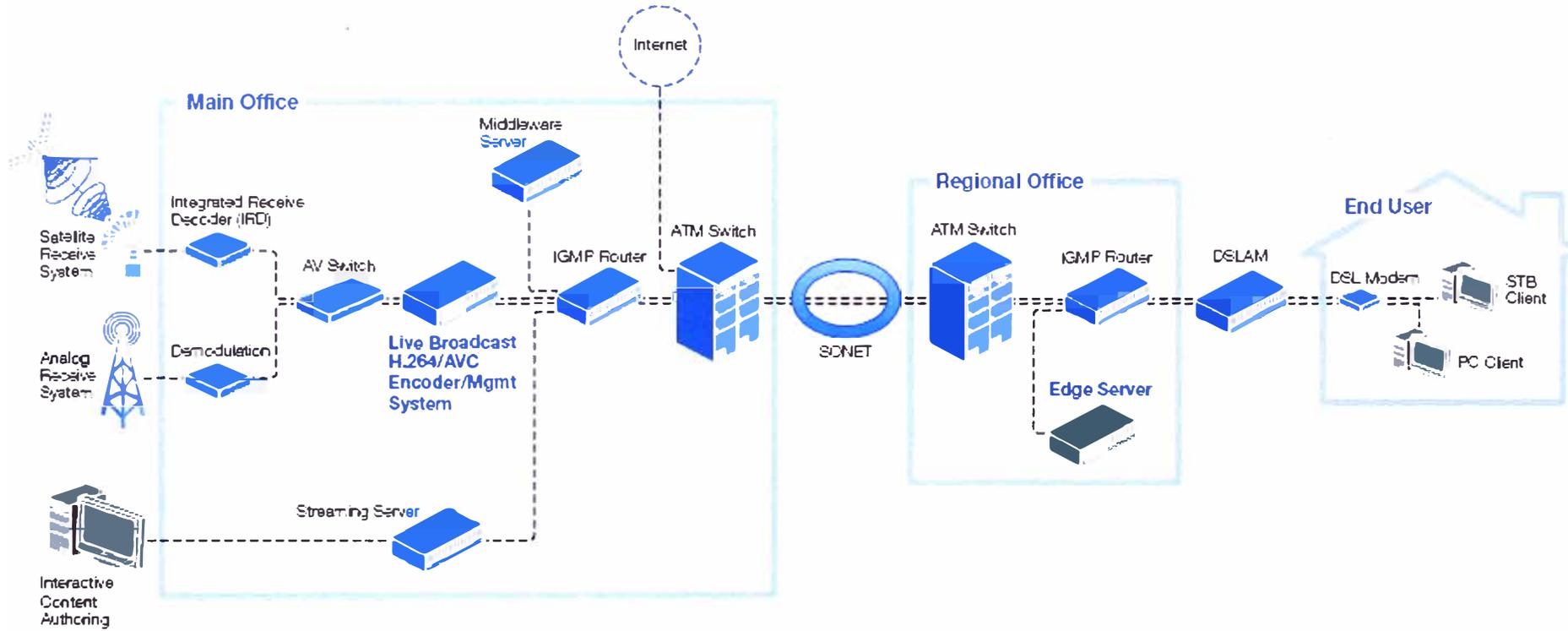


Figura 3.5 Arquitectura IPTV sobre DSL

3.7 CORE O BACKBONE

El core o backbone de una red de distribución IPTV, requiere transportar altos volúmenes de tráfico de video entre los datacenters y las redes de distribución de última milla. Existen diversas tecnologías de transmisión que proveen transferencia de alta velocidad, escalabilidad y protección necesarios para una alta disponibilidad del servicio. Actualmente son tres las tecnologías predominantes usadas como core IPTV: ATM sobre SONET/SDH, IP sobre MPLS y Metro Ethernet. Como se muestra en la Figura 3.6 la red de core provee conectividad entre los datacenters centralizados y las redes de acceso de última milla.

3.7.1 ATM sobre SONET/SDH

ATM es capaz de soportar aplicaciones que requieren alto consume de ancho de banda y retardos mínimos como IPTV. ATM puede operar sobre diferentes medios físicos de transmisión como cable coaxial, pares trenzados, sin embargo su desempeño es óptimo empleando fibra óptica.

Como capa de física se emplea SONET (Synchronous Optical Network) o SDH (Synchronous Digital Hierarchy), para transportar las celdas ATM sobre la red de core.

SDH emplea multiplexación por división de tiempo (TDM) para enviar múltiples tramas simultáneamente. Con TDM, la red SDH destina un determinado ancho de banda en una porción de tiempo a una frecuencia específica, las divisiones de tiempo así generadas permanecen asignadas aún cuando no exista data que transmitir.

En el contexto de IPTV los equipos SDH reciben un número determinado de tramas IP y las combinan en una sola trama la cual es transportada a nivel óptico empleando la propia red SDH o medios más avanzados como DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing), el ancho de banda empleado por la red SDH será equivalente a la suma de todas las señales IPTV multiplexadas.

3.7.2 IP sobre MPLS

Muchas compañías de telecomunicaciones están implementando el protocolo IP en sus redes de core. Sin embargo IP nunca fue concebido con características tales como calidad de servicio (QoS) y diferenciación de tráfico. Para aliviar esta carencia se ha desarrollado una tecnología

llamada Multiprotocol Label Switching (MPLS). Una red MPLS soporta de manera eficiente el transporte de diversos contenidos multimedia sobre una plataforma común.

Una plataforma MPLS es diseñada y planificada empleando Label Switch Routers (LSRs). Los LSRs son responsables de establecer rutas orientadas a conexión entre los datacenters y las redes de distribución IPTV. Las rutas así creadas son llamadas Label Switched Paths (LSPs) y son configuradas con los recursos necesarios para garantizar el tráfico óptimo de las tramas IPTV a través de todo el backbone. El empleo de LSPs simplifica y acelera el tránsito de paquetes sobre toda la red ya que la inspección de los paquetes solo se realiza al ingresar al backbone, no tras cada salto.

Otra función principal de los LSRs es identificar el tipo de tráfico que transportan, esto se logra agregando una cabecera MPLS a cada paquete IPTV, esta cabecera se retira cuando los paquetes abandonan el backbone.

3.7.3 Metro Ethernet

Otra tecnología, que puede ser empleada en la red de core es Metro Ethernet. Una alianza entre proveedores de servicio, proveedores de equipos y compañías de networking llamada Metro Ethernet Forum (MEF), es la responsable de establecer las especificaciones para integrar la tecnología Ethernet en las redes de alta capacidad. Adicionalmente MEF certifica los equipos destinados a emplearse en las redes de core de los proveedores de servicio. Las características clave de Metro Ethernet que hacen atractivo su uso en redes de core son las siguientes:

Resiliencia, alto desempeño y escalabilidad.

Las redes Metro Ethernet pueden operar a velocidades de hasta 100Gbps a distancias geográficas extensas, esto es especialmente interesante cuando se distribuye IPTV sobre zonas muy alejadas.

Implementa un sofisticado método de recuperación de caídas, asegurando que tráfico como IPTV permanezca inafecto.

Metro Ethernet soporta circuitos virtuales orientados a conexión, que garantiza el transporte de IPTV de alta calidad. Estos enlaces dedicados son llamados Ethernet Virtual Connections (EVCs).

Adicionalmente a las características mencionadas los bajos índices de pérdida de paquetes y retardo, hacen de Metro Ethernet una tecnología ideal para el transporte de IPTV.

3.8 RETOS QUE IPTV DEBE SUPERAR

Como se ha mencionado anteriormente IPTV es aún una tecnología joven que se encuentra en pleno desarrollo, los usuarios buscan un servicio con calidad equiparable o superior a los métodos de distribución de televisión tradicional. Para alcanzar este nivel los proveedores de servicio deben asegurar que la infraestructura IPTV completa soporte Calidad de Servicio (QoS). QoS en una red IPTV define parámetros y recursos dentro de la red que garantizan el óptimo transporte de las tramas y paquetes IPTV. En otras palabras QoS garantiza que no exista degradación de las tramas IPTV dentro de la red. Existen once factores clave que impactan sobre la calidad de IPTV:

- Origen de baja calidad
- Codificación empleada
- Distancia de distribución
- Paquetes corrompidos
- Paquetes fuera de orden
- Pérdida de paquetes
- Latencia
- Video Jitter
- Competencia con otros servicios triple-play
- Configuración Incorrecta
- Congestión de servidores

A continuación una descripción breve de cada uno de estos factores.

Origen de Baja Calidad

Contenidos de baja calidad reducen la eficiencia del proceso de codificación y tiene impacto negativo sobre el contenido distribuido a los usuarios finales.

Codificación empleada

El mecanismo empleado para codificar el material de video puede tener un impacto general sobre la calidad del servicio IPTV. Generalmente se emplea MPEG-2, MPEG-4, H.264/AVC o VC-1, para comprimir los contenidos antes de su distribución. Todos estos sistemas de compresión pueden reducir el volumen de data a diversos niveles. Por lo tanto señales altamente comprimidas requerirán anchos de banda menores para su distribución, sin embargo la percepción de calidad puede ser menor a la estándar. Los tipos de distorsión introducidos por la codificación empleada son:

- Tiling. Se refiere a que la posición de los objetos difiere en la imagen recuperada respecto de la original
- Distorsión de bloques de video. Un bloque es una porción de video MPEG que consiste de una matriz de píxeles. Durante la codificación un algoritmo es aplicado a esta matriz, en algunos casos este algoritmo puede distorsionar completamente el bloque en consecuencia el bloque recuperado no representara exactamente el original. Sin embargo como una imagen esta compuesta de varios bloques este factor no representa mayor inconveniente si no se afecta una cantidad grande de bloques.
- Ruido de quantizacion. Durante la digitalización del video se puede introducir algunos errores por ruido parte del proceso. Si el ruido introducido es generalizado, la imagen recuperada en los IPTVCD mostrará un efecto "nevado".
- Jerkiness. Una trama de video consiste de una secuencia de imagines que se muestran en un televisor a una velocidad alta, para los usuarios finales un cambio rápido es interpretado como movimiento. Sin embargo si la secuencia de imágenes disminuye su velocidad, la serie de imágenes es percibida como saltos de escena. Jerkiness es generalmente introducido por codificadores que no emplean velocidades de muestreo suficientemente altas. Esto es necesario en casos donde el ancho de banda disponible es un problema y los contenidos necesitan muestrearse a abaja velocidad.
- Retención de Imágenes. Esta distorsión se manifiesta cuando una imagen permanece en pantalla aun cuando la secuencia de video ha cambiado y continua avanzando.

Tras haber analizado los problemas introducidos durante la codificación, se estará de acuerdo de que en ciertas ocasiones los proveedores de servicio necesitaran analizar el costo/beneficio de niveles de compresión versus el ancho de banda disponible.

Distancia de Distribución

Adicionalmente a los problemas introducidos durante la compresión, la infraestructura de última milla empleada en IPTV, influye en la calidad de IPTV, por este motivo cortos tramos de última milla, garantizan niveles de calidad altos. Es responsabilidad de los departamentos de ingeniería optimizar las longitudes de última milla de sus clientes, para maximizar la calidad de los contenidos distribuidos por IPTV.

Corrupción de paquetes

La corrupción de paquetes es otro factor que contribuye a la distorsión de señales IPTV. La corrupción ocurre durante el proceso de transmisión e involucra la modificación de los paquetes originales. El ruido electromagnético es una de las principales causas de la corrupción de paquetes en un ambiente IPTV. Técnicas de corrección de errores se emplean en capas de bajo nivel para corregir estos errores, a pesar de ello la probabilidad de un alto nivel de paquetes corruptos es baja.

Paquetes fuera de orden

Imperfecciones en la red de distribución pueden generar el arribo desordenado de paquetes o más grave aún el arribo de paquetes que no pertenecen a la trama IPTV. El buffering es una técnica empleada para manejar el problema de paquetes fuera de secuencia, buffering involucra la habilitación de cierto monto de memoria del IPTVCD (generalmente DRAM), para almacenar temporalmente los paquetes IP, si se detecta dificultades en la red de acceso, la data almacenada en el buffer puede mantener la transmisión sin interrupciones. La capacidad de almacenamiento del buffer puede variar desde unos cuantos microsegundos hasta decenas de segundos, dependiendo de la aplicación en el que se este empleando. Buffers también son usados en los receptores de CATV, Satélite, sin embargo el tamaño del buffer estas aplicaciones es pequeño en comparación del requerido para IPTV. Paquetes encaminados erróneamente o desincronizados son reinsertados dentro de la trama IPTV en orden correcto dentro del buffer. Son posibles implementaciones que incluyan buffers en los servidores de video en los datacenters con la finalidad de soportar la retransmisión de paquetes perdidos, sin embargo esto incrementa la complejidad de la red, por ejemplo paquetes UDP no poseen control de flujo, por este motivo será necesario insertar protocolos de control como RTP o RCTP.

Perdida de paquetes

La perdida de cierto monto de paquetes es inadvertida en aplicaciones como la navegación Web o transacciones de e-mail, sin embargo la pérdida de paquetes en una red IPTV, puede degradar de manera considerable la calidad del servicio, debido a la alta compresión de los contenidos. Tecnologías de compresión como VC-1 y H.264/AVC son altamente sensibles a la perdida de paquetes. Una transmisión con pérdida de paquetes se manifestará en forma de imágenes granuladas, congeladas y en algunos casos vacíos de uno o más segundos en pantalla. El porcentaje de imagen afectado por la pérdida de paquetes dependerá del número de píxeles y de la información contenida dentro del paquete. En general un pequeño monto de perdida de paquetes puede afectar una gran sección de video o audio. En casos extremos la conexión entre los servidores de video y los IPTVCD puede romperse. Este tipo de comportamiento no es tolerado por los usuarios y las consecuencias son obvias.

Las razones detrás de las pérdidas de paquetes varían desde un mal diseño de los buffers en los IPTVCD, problemas de tráfico en la red hasta errores introducidos en redes extensas por el gran número de equipos por las cuales viajan los paquetes de IPTV. La Tabla 3.4 resume algunos de los factores que origina perdida de paquetes en una red IPTV.

Latencia

La latencia es un parámetro empleado para medir el tiempo que emplean los paquetes IP para viajar desde los servidores de video hasta los IPTVCD. Los niveles de latencia son críticos cuando se desea propagar video de alta calidad a los usuarios finales, si se empieza a experimentar alta latencia los usuarios experimentarían imágenes estáticas o vacías en su monitores. Las causas del incremento de latencia varían desde insuficiente ancho de banda en la red de transporte hasta el consumo elevado de ancho de banda por servicios IP transportados sobre la misma red. El incremento de ancho de banda en las redes de acceso por lo general resuelve el problema de latencia.

Video Jitter

Los servicios IPTV son especialmente sensibles a retardos generados por servidores sobrecargados, enrutamiento, congestión en la red de transporte y encolamiento a medida que los paquetes viajan en la red. La calidad de la señal de video depende en mayor medida de un nivel bajo de perdida de paquetes y una velocidad de transmisión constante. El decodificador en el IPTVCD requiere un flujo de paquetes estable para un

óptimo desempeño. Esto se logra con un alto nivel de sincronismo entre el decodificador del IPTVCD y los codificadores en los IPTV datacenters.

Tabla 3.3 Tabla comparativa de tecnologías DSL

Origen	Explicación
Interferencia Eléctrica	Interferencia eléctrica introducida en algún punto de la red IPTV puede originar pérdida de paquetes. Por ejemplo, equipos IPTVCD conectados a tomas eléctricas compartidas con otros aparatos domésticos. Estas tomas eléctricas están sujetas a sobretensiones y a picos de energía.
Relación Señal a Ruido (SNR)	La relación señal a ruido es otro factor que afecta el número de paquetes perdidos en la transmisión de tramas multicast o unicast IPTV. En redes de fibra óptica este valor es alto, lo que se traduce en un bajo nivel de paquetes perdidos. Lo opuesto se presenta en redes DSL, como resultado se obtiene un porcentaje considerable de paquetes perdidos, el origen de este nivel de pérdida varía desde la longitud del tramo de cobre hasta la corrosión del material conductor.
Congestión	La congestión de la red es una de las razones más obvias de la pérdida de paquetes. Es normal experimentar congestión en determinados periodos en una red IPTV. Si las redes se han diseñado de manera correcta periodos cortos de congestión no afectarán la calidad del servicio.

Cualquier variación en el arribo de los paquetes (demasiado adelantados o retrasados), resulta en un comportamiento llamado Video Jitter. La Figura 3.6 muestra el impacto del jitter sobre una trama IPTV.

(1) El primer patrón es considerado el ideal para distribuir señales de televisión de alta calidad a los usuarios finales. Como se aprecia los paquetes se encuentran espaciados adecuadamente y la velocidad de transmisión es constante.

(2) Como se muestra en el Segundo patrón el flujo de paquetes es muy lento, como consecuencia el buffer no almacena suficiente información y el decodificador no produce señal de video constante.

(3) En el tercer patrón ilustrado el flujo de paquetes IP es muy acelerado, como consecuencia el buffer del IPTVCD se satura originando que algunos paquetes sean descartados. Este fenómeno es conocido como jitter, manifestándose para los usuarios como parpadeos en la imagen o en bloqueos del equipo IPTVCD. Este efecto puede ser minimizado incrementando el tamaño del buffer del equipo IPTVCD o incrementando el ancho de banda de la red de acceso. Sin embargo el empleo de buffers grandes introduce retardos en la reproducción debido a que toma mayor tiempo ocupar la capacidad total del buffer. El tamaño de los buffers de equipos IPTVCD varía entre 5 y 40 segundos de video.

El jitter en un sistema IPTV eficiente es generalmente del orden de milisegundos.

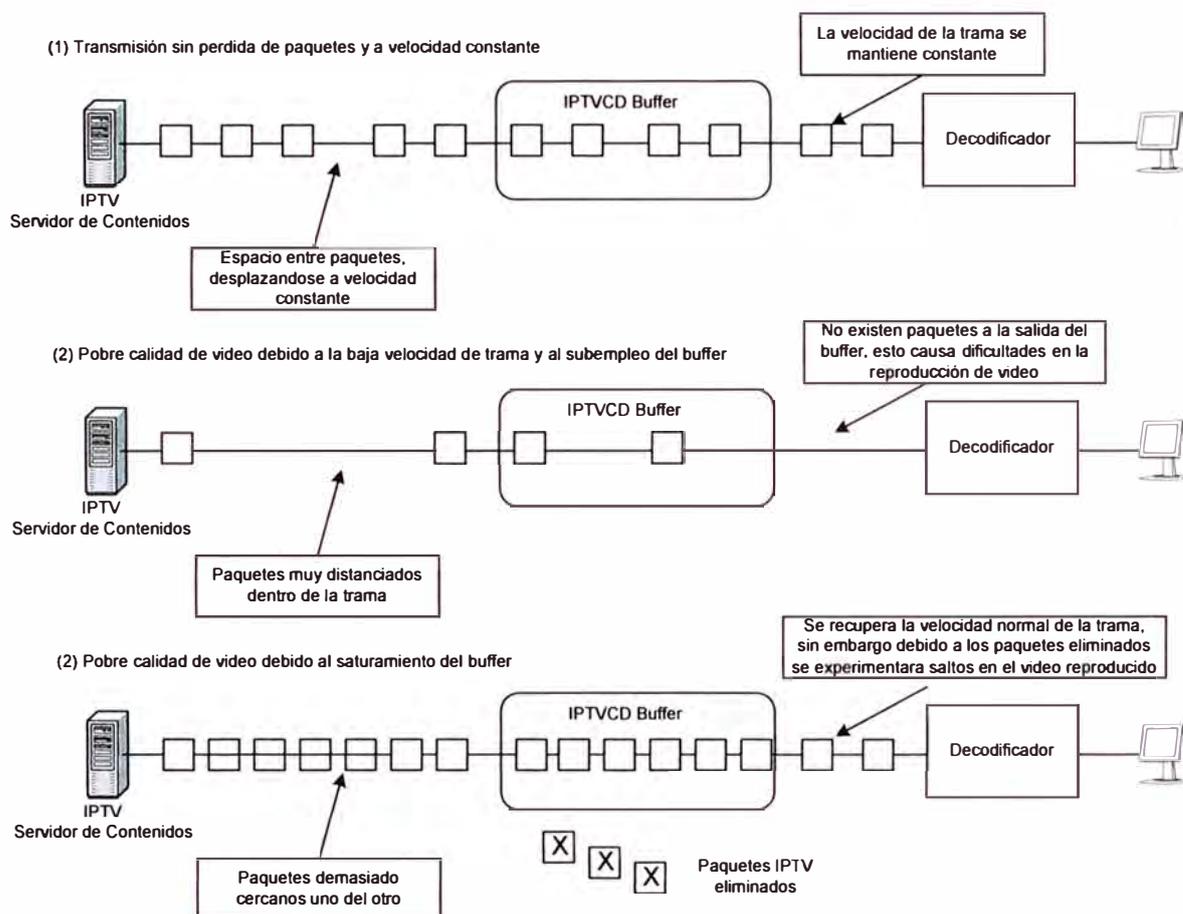


Figura 3.6 Arquitectura IPTV sobre DSL

Competencia con otros servicios Triple-Play

IPTV es un elemento de los servicios triple-play ofrecido por los operadores actualmente. La distribución simultánea de voz, video, y aplicaciones de datos de alta velocidad, demanda muchos recursos a la red de distribución, esto puede generar problemas en la calidad de IPTV. Para resolver estos problemas los proveedores de IPTV deben priorizar

el tráfico de video en la red con la finalidad de evitar retardos y distorsión en las tramas IPTV.

Configuración Incorrecta

Durante la implementación de un sistema IPTV, los equipos componentes del sistema son configurados de acuerdo al diseño de la red. La I Frame Rate y la General Frame Rate, requieren especial atención debido a su potencial impacto en la calidad de servicio (QoS).

- I Frame Rate. Los parámetros de transmisión elegidos se traducen en mayor o menor calidad de la señal. Por ejemplo si una trama IPTV esta compuesta de un gran número de tramas P y B, entonces el ancho de banda requerido para trasportar la trama será reducido, sin embargo si se produjera inconvenientes dentro de la red, la calidad se vería seriamente afectada.
- General Frame Rate. Reduciendo las tramas de video en la trama IPTV, se reduce el ancho de banda requerido, sin embargo esto podría generar degradación de la señal de video, particularmente en casos de transiciones de escena muy rápidas.

Congestión de Servidores

El desempeño de los servidores de video puede también tener impacto negativo sobre la calidad del servicio, especialmente si el dimensionamiento de hardware no satisface la demanda de los usuarios en las horas pico. El síntoma principal de un servidor congestionado son imágenes congeladas cuando se observa video en demanda VoD o un canal multicast

CAPITULO IV

ASPECTOS REGULATORIOS

Con el advenimiento de la noción de Aldea Global, la gran mayoría de países se han visto forzados a desarrollar nuevas tecnologías de información, que les permitan estar interconectados entre sí. Esta situación ha determinado que cada uno de ellos adopte políticas destinadas a promover el uso masivo de las mismas, poniendo énfasis en el acceso y uso de Internet como principal mecanismo para lograr sus objetivos. Por otro lado, ante la inminente aparición de las nuevas tecnologías que permiten brindar mejores y más variados servicios, surge la interrogante respecto a si es conveniente regular o no las mismas.

4.1 ANÁLISIS DE LA POLÍTICA REGULATORIA EN EL PERÚ

El mercado de las telecomunicaciones en el Perú ha sufrido un cambio realmente sorprendente. En menos de una década ha logrado dejar atrás toda una historia de ineficiencia generada por la participación del Estado como titular de la prestación de los servicios públicos en el país.

Es así, que a principios de la década de los 90's el Perú se alineó a la tendencia internacional de liberalización de los mercados, por la cual el Estado era más eficiente con respecto del mercado mientras menor sea su intervención; así empezó la etapa de privatización de los activos del Estado en las empresas prestadoras de los servicios públicos del país, a la que no fue ajeno el sector telecomunicaciones.

Así tenemos que apenas doce años después de la privatización de las empresas estatales que brindaban los servicios públicos, estamos frente a un mercado que está empezando a regirse por las reglas del libre mercado, que aunque incipiente, se va manifestando cada vez más, siendo por ahora necesaria la presencia de un regulador creado oportunamente, para prevenir y corregir las fallas del mercado de telecomunicaciones.

Actualmente el mercado de las telecomunicaciones es uno de los que presenta el mayor crecimiento a nivel nacional, y uno de los que ha originado mayor inversión extranjera, lo que se complementa con una de la más variada gama de servicios que brindan las empresas operadoras a los usuarios.

Actualmente se presenta una tendencia global, los países se están encaminando a formar parte de la llamada Sociedad de la Información, de la que sólo se puede formar parte en la medida en que se implementen las condiciones necesarias para el acceso libre y masificado a Internet, que es el estandarte de esta sociedad. La finalidad es interconectar a todo el mundo, promover la cultura del conocimiento y difundir las diversas identidades sin restricción.

Es así, que el Estado ha expedido una normatividad especial orientada a crear estas condiciones, la que está compuesta por normas de diverso rango, desde su reconocimiento a nivel constitucional hasta disposiciones expedidas por el regulador, pasando por las normas con rango de ley por medio de las cuáles se reformó el marco legal del sector.

Atendiendo al tema de servicios de acceso a Internet, el tratamiento jurídico del tema se apoya en las siguientes normas.

4.1.1 La Constitución Política Del Perú

La Carta Magna, en su Título III, Del Régimen Económico, establece la libertad de empresa, además de afirmar el interés del Estado en el desarrollo de los sectores más importantes para la sociedad, entre los que se cuentan los servicios públicos y la infraestructura.

Esta fue la base sobre la que comenzó el proceso de privatización de las empresas prestadoras de servicios públicos. Adicionalmente se dictaron una serie de normas con rango de ley para el sector Telecomunicaciones.

4.1.2 T.U.O. De La Ley General De Telecomunicaciones

(D.S. N° 013-93-TCC)

Por medio de esta norma se declara de necesidad pública el desarrollo de las Telecomunicaciones como instrumento de pacificación y de afianzamiento de la conciencia nacional. Además se declara de interés nacional la modernización y el desarrollo de las Telecomunicaciones, dentro de un marco de libre competencia.

Se establece además que los organismos competentes en materia de Telecomunicaciones son el Ministerio de Transportes, Comunicaciones,

Vivienda y Construcción (MTC) y el Organismo Supervisor de Inversión privada en Telecomunicaciones (OSIPTEL), señalándose las funciones de cada uno de ellos.

Cada vez que se introduce un nuevo desarrollo tecnológico en el mercado, suele tenderse a derivar de la innovación técnica una consecuencia jurídico-política que trata de enmarcar la innovación dentro de los criterios de planeación y organización sectorial preestablecidos por cada uno de los países. Sin necesidad de partir del presupuesto de que la tecnología no es conveniente regularla asociándola a un servicio determinado ni como una facilidad de telecomunicación independiente, es indudable que la regulación sí debe ocuparse de ella desde la perspectiva técnica y económico financiera, con el propósito fundamental de asegurar el funcionamiento armónico de los servicios y la interoperabilidad de las redes en un marco de libre y leal competencia, bajo condiciones económicas de costo-beneficio equilibradas, que permitan el desarrollo progresivo de todo el sector en su conjunto.

4.1.3 Reglamento de la Ley General De Telecomunicaciones

(D.S. N° 06-94-TCC)

Este Reglamento desarrolla las ideas base de la ley, además de los principios bajo los que se prestan las Telecomunicaciones: Servicio con Equidad, Neutralidad, No Discriminación y Preeminencia de los servicios públicos de Telecomunicaciones sobre los servicios privados de Telecomunicaciones. De acuerdo con la clasificación de los servicios por la Ley, establece subclases en las que enmarca a los servicios existentes.

4.1.4 Lineamientos de Política de Apertura del Mercado de las Telecomunicaciones en el Perú

(D.S. N° 020-98-MTC)

Se establece que OSIPTEL tiene competencia exclusiva sobre la fijación de tarifas de servicios públicos de telecomunicaciones, manteniendo la potestad de desregularlas ante evidencia de competencia efectiva. También se le reconoce competencia exclusiva sobre los temas de la interconexión de los servicios públicos de telecomunicaciones. Por otro lado, se le reconoce al MTC competencia sobre la política y los mecanismos de otorgamiento de concesiones.

4.1.5 Lineamientos de Políticas de Acceso Universal

(Res. N° 017-98-CD/OSIPTEL)

Por medio de este documento se prevén las políticas orientadas a implementar los servicios de telecomunicaciones en las zonas rurales y en las zonas de preferente interés social, trazándose metas específicas a cumplir dentro de un plazo determinado de acuerdo a lo prescrito por esta norma el gobierno deberá fomentar el servicio universal.

El acceso a Internet es un objetivo complementario de la política de acceso universal diseñada por el gobierno peruano.

4.1.6 Condiciones de Uso de los Servicios Públicos de Difusión de Valor Añadido

(Resolución N° 015-2001-CD/OSIPTEL)

Mediante esta resolución se aprobaron las Condiciones de Uso de los Servicios Públicos de Difusión de Valor Añadido para Acceso a Internet (servicios de conmutación de datos por paquete y mensajería interpersonal en la modalidad de correo electrónico). Esta norma contempla las principales obligaciones y derechos existentes en la relación entre usuarios y empresa operadora, así como las condiciones mínimas para la contratación de los servicios, uso del mismo, pago de recibos, etc.

Es importante recalcar que en esta norma se reconoce el derecho de toda persona a acceder a los servicios materia de la resolución analizada.

Como se habrá podido apreciar solo la última norma mencionada hace referencia a servicios de valor añadido, existiendo un gran vacío para servicios como mensajería SMS, servicios VoIP o de difusión de contenidos por Internet. Por este motivo si se implementa un nuevo servicio este adoptará la normativa existente de un servicio similar, tal es el caso de la telefonía sobre IP, que analizaremos a continuación.

4.2 TELEFONIA SOBRE IP

Desde el punto de vista del regulador un servicio de telefonía sin importar la plataforma sobre la que trabaje debe cumplir ciertos parámetros de funcionamiento y calidad de servicio, los que están expresados en la Resolución N° 040-2005-CD/OSIPTEL Reglamento de Calidad de los Servicios Públicos de Telecomunicaciones, publicado el 25 de junio de 2005.

Para el análisis de un servicio de telefonía IP se deben considerar dos aspectos:

- El servicio de telefonía propiamente.
- El acceso IP sobre el cual se ofrece el servicio al usuario final.

Estos componentes son complementarios mutuamente, ya que el desequilibrio de los parámetros de calidad de uno de ellos afectará necesariamente al otro.

De acuerdo a la resolución antes mencionada el servicio de telefonía IP debe cumplir con los indicadores mostrados en las Tablas 4.1 y 4.2.

Tabla 4.1 Indicadores Portador Larga Distancia Nacional e Internacional

Indicador	Fórmula		Meta
Tasa Incidencia de Fallas(TIF)	Averías reportadas / Líneas en servicio		=<1.60%
	Averías reparadas del total de averías	< 24Hrs	90%
> 72Hrs			
Tasa de Llamadas Completadas(TLLC)	ASR (Tentativas de Llamadas contestadas / Total de tentativas de llamadas)	Total	70%
		LDN	
		LDI	

Tabla 4.2 Indicadores Operador de Telefonía Fija

Indicador	Fórmula		Meta
Tasa Incidencia de Fallas(TIF)	Averías reportadas / Líneas en servicio		=<1.60%
	Averías reparadas del total de averías	< 24Hrs	90%
> 72Hrs			
Tasa de Llamadas completadas(TLLC)	ASR (Tentativas de Llamadas contestadas / Total de tentativas de llamadas)	Total	70%
		LDN	
		LDI	
Respuesta de Operadora (RO)	Llamadas atendidas <10 segundos / Total de tentativas de llamadas al sistema operador	Total	90.00%
		101	
		102	
		103	
		104	
Tasa de Llamadas Completadas (TLLC)	Tentativas de llamadas completadas / Total de tentativas de llamadas	Total	90.00%
		Local	
		LDN	
		LDI	
	ASR (Tentativas de Llamadas contestadas / Total de tentativas de llamadas)	101	70%
		102	
		103	
		104	
		108	
		109	

Y el servicio de acceso a Internet cualquiera sea la modalidad que esta sea prestada debe cumplir los siguientes indicadores mostrados en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3 Indicadores Proveedor de Acceso a Internet

Indicador	Fórmula		Meta
Tasa Incidencia de Fallas(TIF)	Averías reportadas / Líneas en servicio		=<9.00%
	Averías reparadas del total de averías	< 24Hrs	
		> 72Hrs	

Los indicadores anteriores suponen que las empresas prestadoras del servicio de telefonía deben implementar los llamados servicios especiales o números de emergencia (101-109), implementar centros de atención al usuario, es decir un callcenter desde donde se absuelva los requerimientos de los clientes o se atienda los reportes de avería. Otra vez se puede apreciar que los indicadores solicitados hacen referencia como "Avería" a la caída del servicio, no existiendo un concepto de calidad del servicio prestado, en el caso de la telefonía a través de IP los parámetros que afectan la calidad son:

- Retardo
- Latencia
- Jitter
- Interferencia
- Calidad de Voz

La pérdida de control de uno de estos parámetros se traduce para los usuarios en forma de ruido, intermitencias, mala calidad de voz o intentos de llamada perdidos. Los causantes de este descontrol se localizan generalmente en la red de acceso a los clientes, siendo las causas más comunes las siguientes:

- Degradación de calidad del enlace, introduciendo errores de transmisión
- Saturación del ancho de banda disponible, introduciendo intermitencias y/o pérdidas de comunicación.
- Manipulación indebida por parte de los usuarios.

Es claro que para los usuarios la incidencia de cualquiera de los problemas antes mencionados representa una avería, sin embargo en muchos casos se confunde la caída del servicio que es la indisponibilidad total del servicio con problemas de calidad como ruido o interferencia, que si bien es cierto crea malestar en los usuarios pero no

representa una caída de servicio, sin embargo la norma no establece diferencias entre uno y otro caso.

Mediante Resolución CD N° 040-2005-CD/OSIPTEL, se obliga a los operadores de acceso a Internet a implementar una herramienta que provea información sobre la velocidad media de transferencia de datos desde la red del ISP al usuario conectado a éste, en un período determinado, medido en bits por segundo. Esta norma busca proporcionar a los usuarios herramientas de control sobre la calidad de los enlaces que tienen contratados a un ISP.

A pesar de las normas descritas anteriormente no se fijan en ningún momento parámetros técnicos objetivos en la prestación del servicio de telefonía sobre IP, sino mas bien subjetivos que rescatan únicamente el punto de vista de los usuarios, por otro lado el regulador establece que todo indicador que no este claramente expresado será normado por las normas internacionales, haciendo referencia por ejemplo a las normas de la UIT.

CAPITULO V

PROYECTO “TODO EN UNO”

La apertura del mercado de telecomunicaciones y los avances tecnológicos disponibles hacen posible que se implementen servicios e infraestructuras destinadas a proveer servicios de telecomunicaciones a cada vez un mayor número de usuarios. Es en este contexto que varios operadores nacionales han lanzado servicios que buscan unificar tecnológica y comercialmente los servicios tradicionales de acceso a Internet y telefonía fija. Este tipo de servicio esta orientado básicamente a sectores corporativos, empresariales donde es posible realizar un balance positivo entre las inversiones realizadas y los montos facturados por los servicios, a la vez estos productos están destinados a crear competencia a los operadores incumbentes de los mercados de telefonía y acceso Internet.

Este tipo de producto generalmente empaqueta los siguientes servicios tradicionales:

- Acceso a Internet
- Telefonía fija local, LDN y LDI.

Cuando es requerido se incluyen también dentro de estos paquetes:

- Servicio de preselección LDN, LDI
- Servicios de Hosting (web, correo, dominios)
- Servicios de conectividad Dial-Up, roaming Dial-UP y ADSL.

En el fondo se busca que los clientes dependan exclusivamente de un proveedor de servicios para satisfacer todas sus necesidades de comunicación.

Seguramente el próximo servicio a incluir en estos paquetes serán los servicios móviles, sin embargo su desarrollo en la actualidad esta limitado a los operadores de telefonía móvil.

A la fecha los productos comerciales lanzados por los operadores nacionales incluyen:

Todo en Uno: Infoductos y Telecomunicaciones del Perú (2005)
Xplora: Telmex Perú S.A. (2006)
NGN: Americatel Perú S.A. (2007)

La implementación de estos productos a nivel tecnológico representa un primer paso hacia la convergencia de servicios, ya que en todos los casos se emplea un único enlace de datos para brindar los servicios de acceso a Internet y telefonía fija bajo la modalidad de telefonía IP.

En este capítulo analizamos el proyecto “Todo en Uno” de Infoductos y Telecomunicaciones del Perú, específicamente la plataforma desarrollada para proveer los servicios de acceso a Internet y Telefonía sobre redes IP.

5.1 TODO EN UNO

Hace unos años se decía que pronto íbamos a tener todos los medios a través de una sola forma de transmisión: acceso a Internet, radio, televisión y teléfono por un sólo cable. En el Perú, Infoductos y Telecomunicaciones (ITP) hace posible esta *convergencia* tecnológica. Los servicios antes separados físicamente comparten ahora una misma infraestructura a través de la conexión IP. Todo en uno es la nueva oferta de ITP. *Menos gasto, más acción.*

Se ha diseñado una red IP para la transmisión convergente con capacidad para manejar altas velocidades y soporte de calidad de servicio (QoS). Esta red le permite asegurar el control y la calidad de diversos tipos de tráfico existentes.

Los beneficios de esta infraestructura, que integra la transmisión de voz y datos, son varios: simplifica la gestión, permite tener un solo equipo de soporte, elimina las redes paralelas, eleva la productividad y racionaliza las aplicaciones tecnológicas. Sin duda, aquello que imaginaban los estrategas de las redes hace una década, es ya una realidad. Los principales analistas en el mundo están de acuerdo: la convergencia está provocando una revolución en los procesos productivos y en las formas de comunicación. En apenas cinco años quienes no hayan optado por los ahorros que esta tecnología ofrece se verán obligados a integrarse, constatando que habrán perdido tiempo y recursos durante estos años de indecisión. La ola ya está formada. El tren ya partió. Este es, pues, un momento de quiebre.

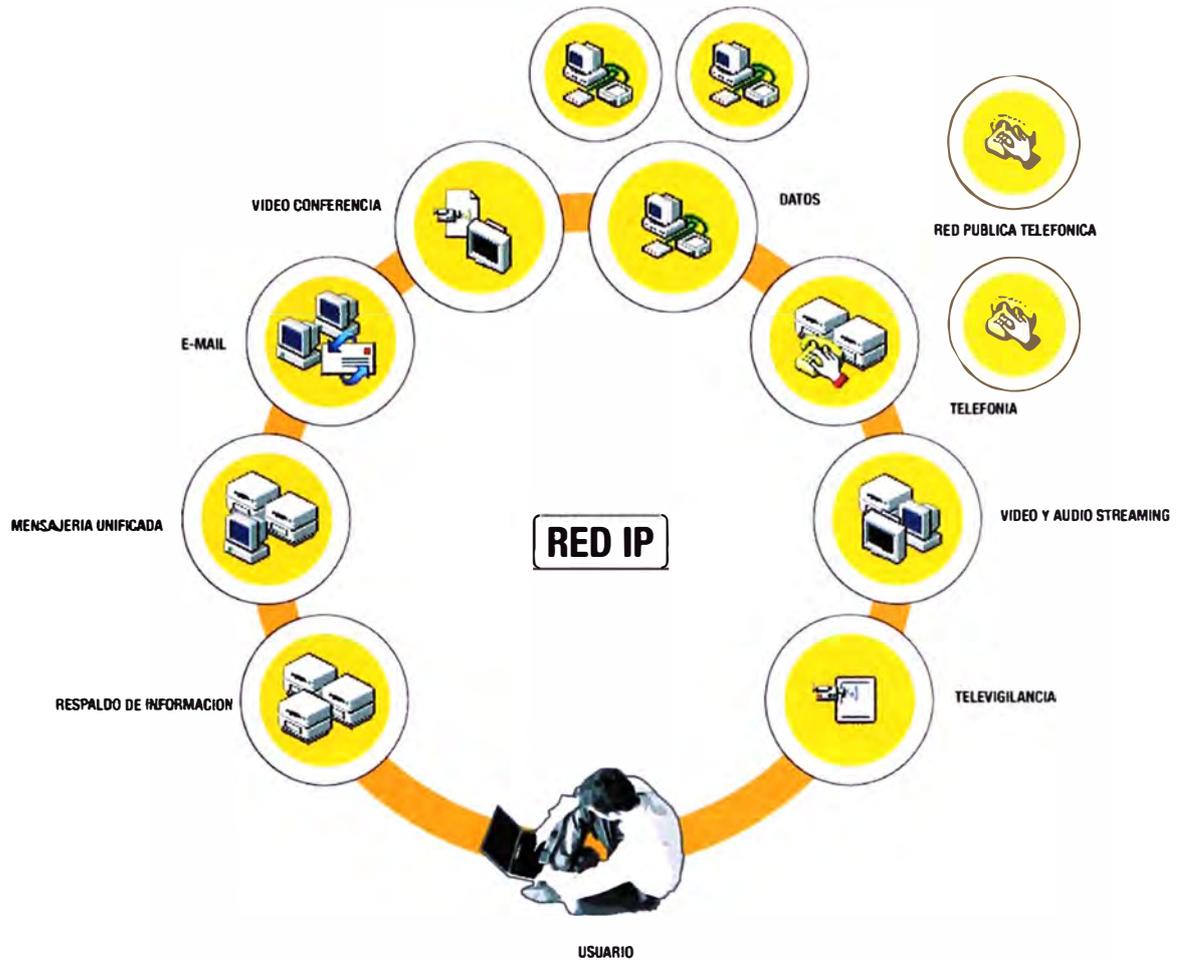


Figura 4.1 Servicios convergentes

5.2 SERVICIO TRADICIONAL

Los operadores locales hasta ahora han venido ofreciendo el servicio de conectividad limitado al acceso a Internet, interconexión entre locales y de forma limitada anexos extendidos (líneas telefónicas descentralizadas), pero como ya se ha mencionado anteriormente han surgido nuevas necesidades producto del avance tecnológico que hacen necesario un replanteamiento del esquema tradicional de servicios, en la siguiente figura apreciamos un esquema corporativo de comunicación, en este esquema la casa matriz, cuenta con el acceso a Internet provisto por un ISP, a la PSTN a través de la compañía de teléfonos local y una interconexión con un local remoto a través de un ISP, no necesariamente el mismo que el que provee el acceso principal a Internet.

Situación Original

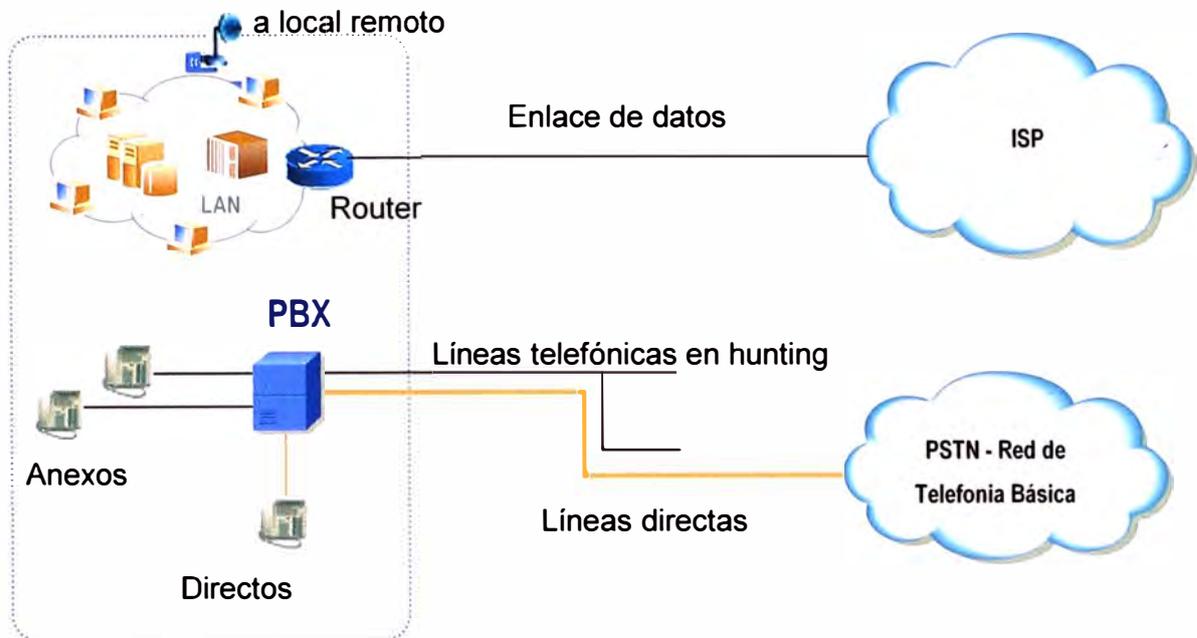


Figura 4.2 Esquema de red corporativa tradicional

Como se aprecia en este caso el cliente dependerá de dos proveedores distintos para satisfacer sus necesidades de comunicación, esta situación aparte de generar dificultades de tipo financiero (costos distintos de cada proveedor), exige también contar con personal técnico calificado para la administración del conjunto de servicios, sin duda este esquema es el más empleado por pequeñas y medianas empresas en nuestro país. A continuación mostramos el esquema de una red de datos y telefonía unificados.

Solución Propuesta

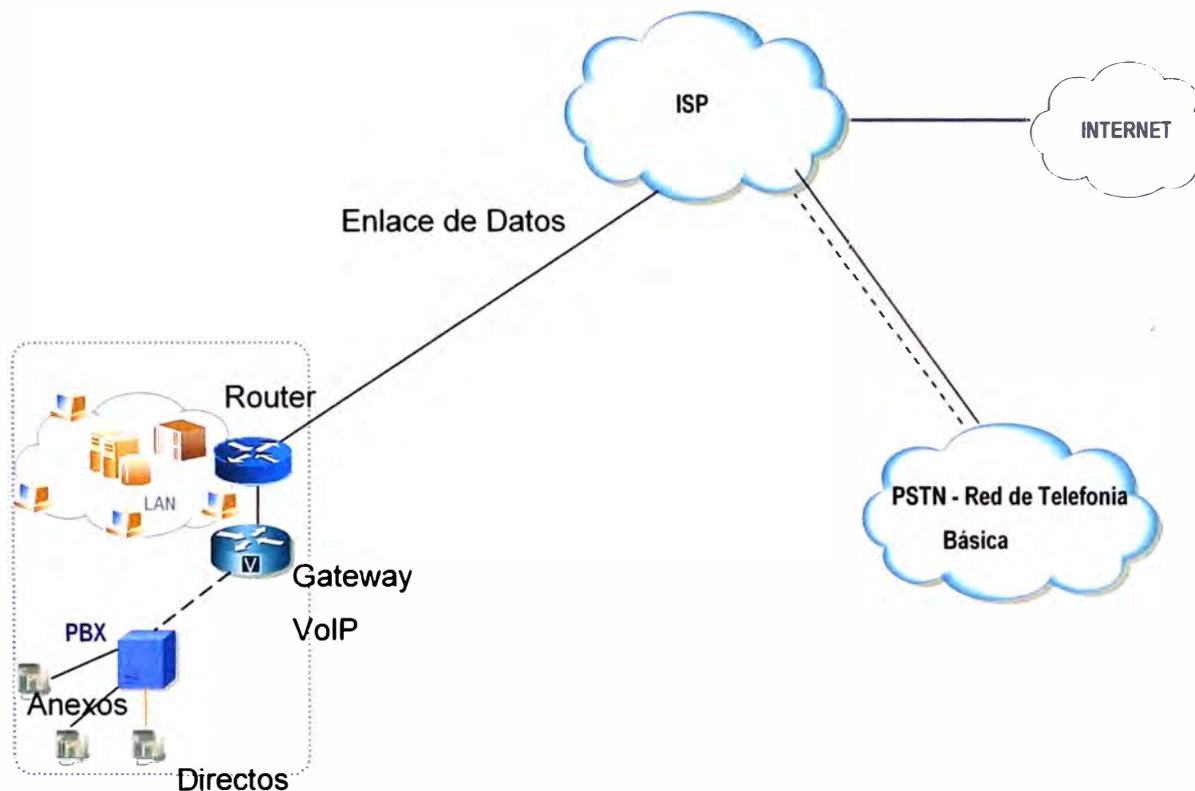


Figura 4.3 Esquema de red con integración voz-telefonía

Como se aprecia el cliente ahora dependerá de un solo proveedor para ambos servicios (voz y datos), simplificando la administración de los mismos.

5.3 DISEÑO DE LA SOLUCION

Como se ha mencionado en el Capítulo II, un proveedor de Telefonía IP debe diseñar la red ha emplear teniendo en consideración el Core del ISP, la red de acceso a los clientes y el lado cliente, a continuación mostramos el estudio realizado para cada uno de estos puntos en el caso del proyecto "Todo en Uno "de ITP.

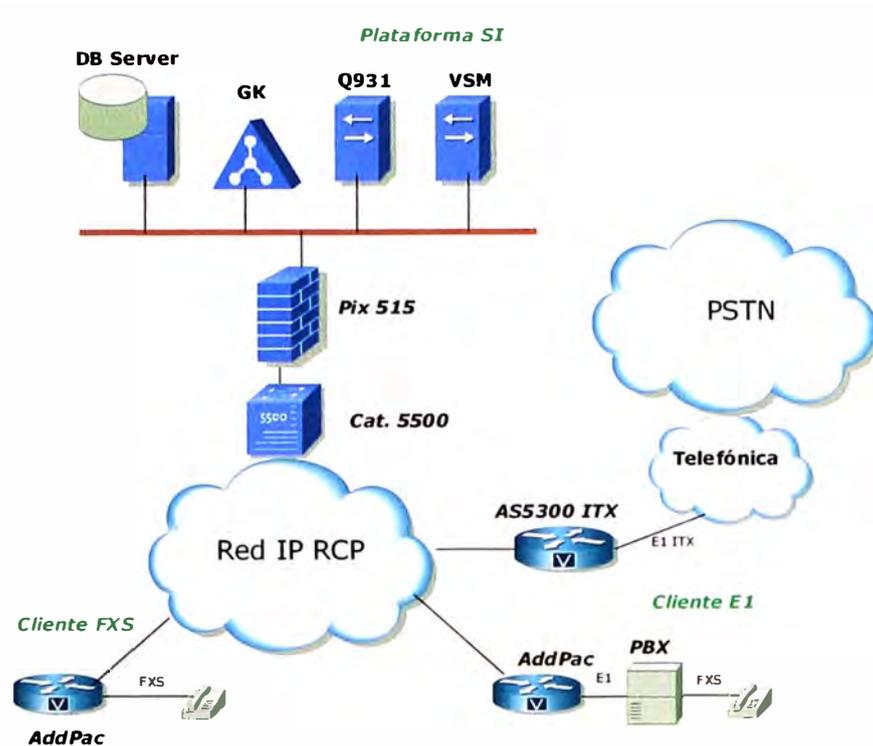
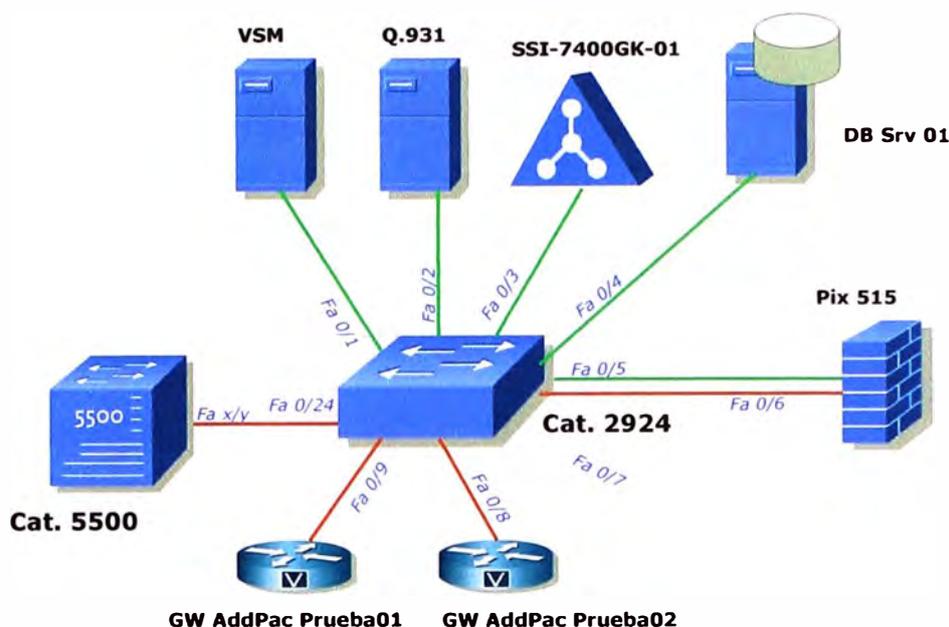


Figura 4.4 Esquema simplificado de solución "Todo en Uno"

5.4 CORE

El core de la red se ha diseñado para ser implementado en dos fases, la primera fase consiste fundamentalmente en un acceso a la PSTN a través de un tercer proveedor y la segunda fase consiste en una interconexión directa a la PSTN a través de SS7. A continuación mostramos el esquema de red empleado para la implementación de la primera fase:



Referencias

- Vlan segura
- Vlan pública

Figura 4.4 Componentes de Core de la solución "Todo en Uno"

La solución se ha realizado en colaboración con la empresa Argentina Mayeutia, como se observará el core de telefonía SI, se interconecta con la red de datos a través de un Switch Cisco Catalyst 5500 y esta protegido por un Firewall Cisco PIX 515.

Los componentes mostrados en el grafico anterior a excepción del switch Cisco Calalyst 5500 y el Firewall Cisco PIX 515, constituyen el softswitch de la solución, a continuación describimos cada uno de sus componentes.

Los requerimientos de hardware y software para la implementación de esta plataforma se listan en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1 Hardware y Software – Core Proyecto “Todo en Uno”

Item	Sub-Item	Especificaciones
Performance	Llamadas simultáneas	Minimo: 500 Escalabilidad: 500 llamadas x c/módulo Q931, hasta 12000
	Llamadas por segundo	Minimo: 6 Escalabilidad: 6 llamadas x c/módulo Q931
Equipos	Gatekeeper	Cisco 5350
	Gatekeeper	Cisco 2621XM
	Core Switch	Cisco 5500
	Firewall	Cisco PIX 515
	Lan Switch	Cisco Catalyst 2924
	VSM	SUN V60
	Q.931	SUN V60
	DB server	SUN V65
Software (S.O)	Cisco 5350	IOS ver 12.2(15)T
	Cisco 2621	IOS ver 12.2(15)T
	Cisco Catalyst 2924	IOS ver 12.0(5.2)XU or higher
	SUN V60	Red Hat 9.0
	SUN V60 DB	Red Hat Enterprise AS 3.0
	Oracle	9.2
Hardware	SUN V60	2.8 Ghz, 1GB RAM, 73GB HD SCSI
Conectividad	Servidor SUN V60	RJ-45 FastEthernet 10/100 Mbps
	Cisco 2621XM	RJ-45 FastEthernet 10/100 Mbps
	Cisco Cat.2924	RJ-45 FastEthernet 10/100 Mbps

Se han dispuesto los equipos físicamente en un rack con la siguiente disposición:

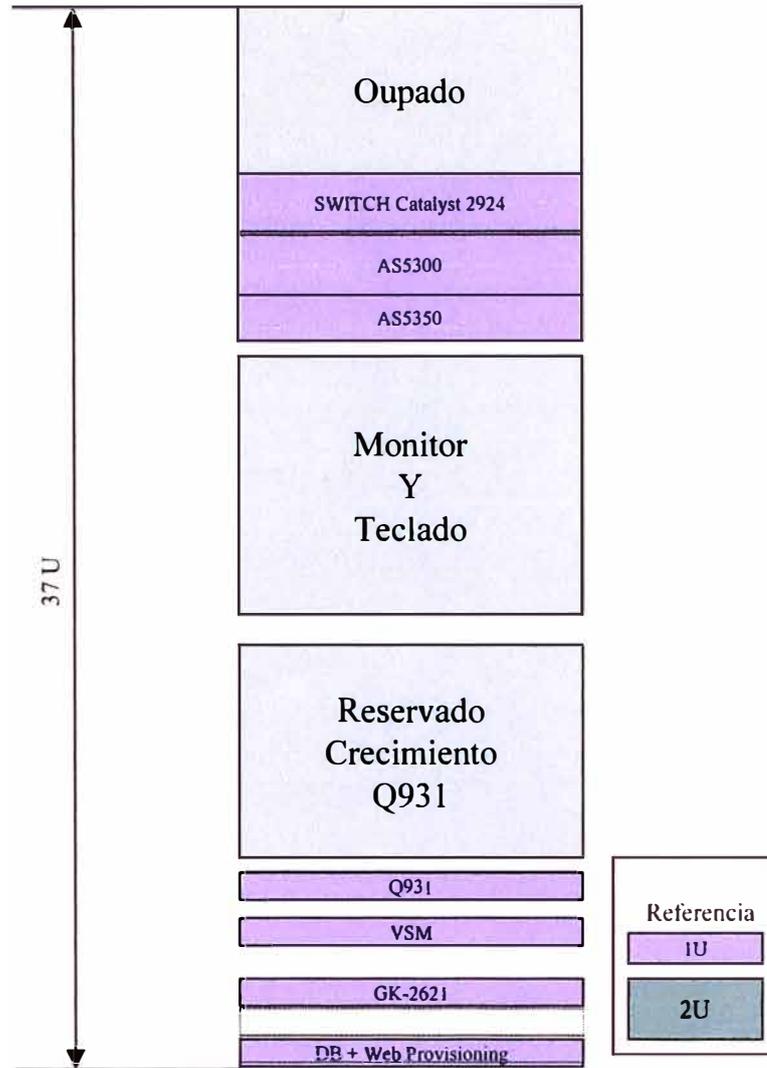


Figura 4.5 Disposición física de los componentes del Core de la solución "Todo en Uno"

5.5 PLATAFORMA SOFTSWITCH (SI)

5.5.1 Gatekeeper

Son equipos Cisco con IOS GK. Son los encargados de mantener el registro y control de acceso de los endpoints (equipos lado cliente) H.323 a la red.

Los GKs no procesan los mensajes de RAS, sino que los envían a una aplicación externa (VSM) mediante el protocolo GKTMP

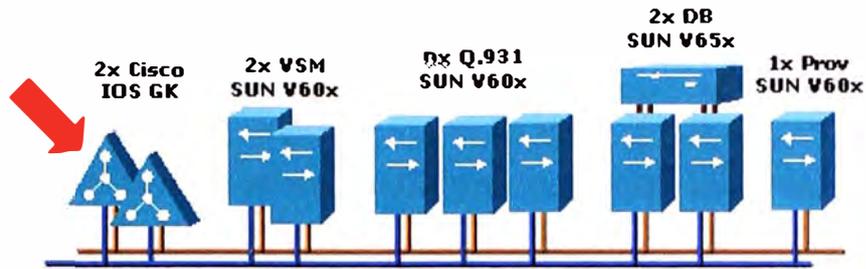


Figura 4.6 Gatekeeper (Cisco AS5350)

5.5.2 VSM Servers (Voice Service Manager)

Es la aplicación externa que mediante una API, se comunica usando el protocolo GKTMP con el GK. Es la encargada de realizar las siguientes funciones fundamentales:

Mantenimiento del estado de cada endpoint

Call control

Call routing

Control de flujo de llamadas

Asignación de servicios de abonado

El VSM realiza estas funciones consultando una Base de Datos (DB Oracle) que contiene toda la información necesaria.

Al realizar la función de routing, el VSM asigna la llamada a un módulo Q931 determinado para que haga las funciones de Proxy H.323 y pueda tener el control de la llamada desde su inicio hasta el fin.

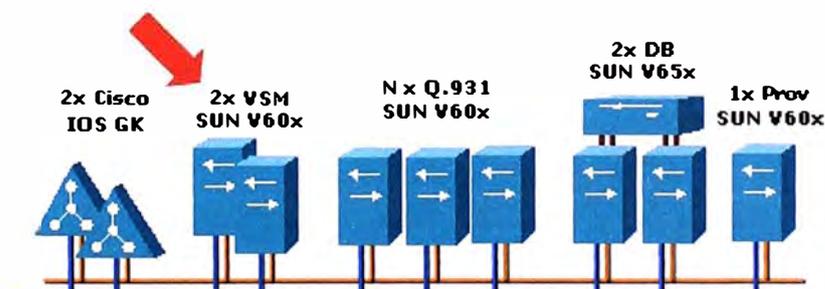


Figura 4.6 VSM Servers (Plataforma Sun Microsystems V60x)

5.5.3 Q.931 Servers

Este módulo realiza las funciones de Proxy H.323, efectuando la traslación de las direcciones de acuerdo a la información que le dejó previamente el VSM. Es el encargado de llevar el control de cada llamada desde el inicio hasta el fin. Para tal fin, se posiciona como endpoint de destino para el endpoint que origina la llamada, y como endpoint de origen para el que termina la llamada.

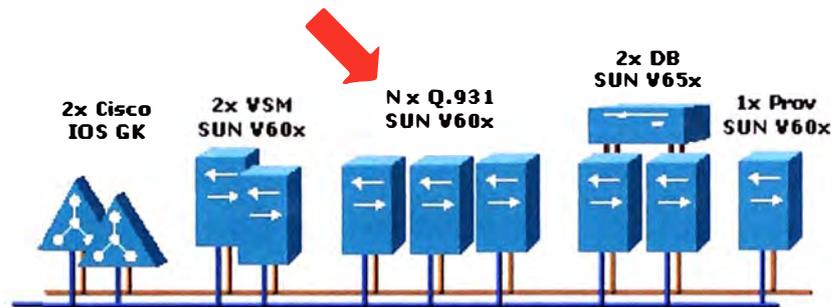


Figura 4.7 Q.931 Servers (Plataforma Sun Microsystems V60x)

5.5.4 Base de Datos - Oracle

Son los servidores redundantes de Base de Datos. Se encuentran configurados en un esquema RAC (Real Application Cluster), y son los que reciben las consultas de los VSM y el servidor de Provisioning. Ambos servidores están conectados por Fibre Channel al storage y entre sí mediante un crossover UTP a 1 Gbps.

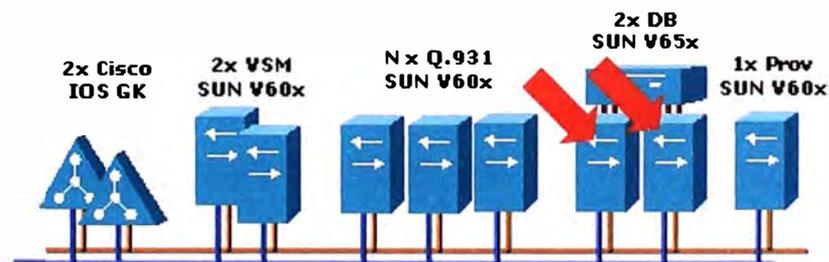


Figura 4.7 Oracle DB Servers (Plataforma Sun Microsystems V60x)

5.5.5 Web Provisioning Server

Es el equipo en donde se encuentra el servidor HTTP que alberga las páginas del módulo de aprovisionamiento. Para este servicio se está utilizando un web server Apache con soporte para páginas PHP que utilizan funciones de las librerías de Oracle.

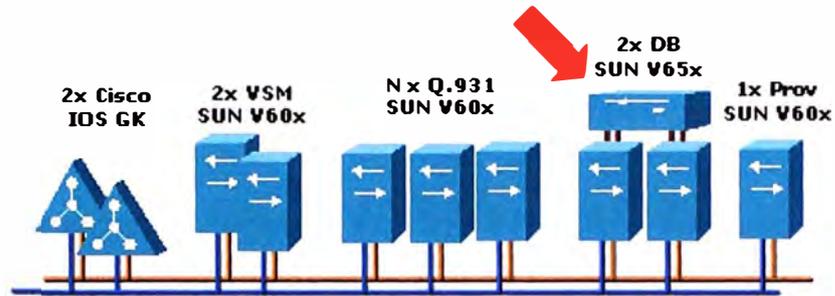


Figura 4.8 Web Provisioning Server (Plataforma Sun Microsystems V60x)

5.5.6 CDR Collector Server

Es el proceso que se encarga de conectarse y recolectar los archivos de CDR de los módulos Q931. Una vez finalizada la recolección realiza un archivo con la concatenación de estos, que es el que se entregará para el análisis posterior.

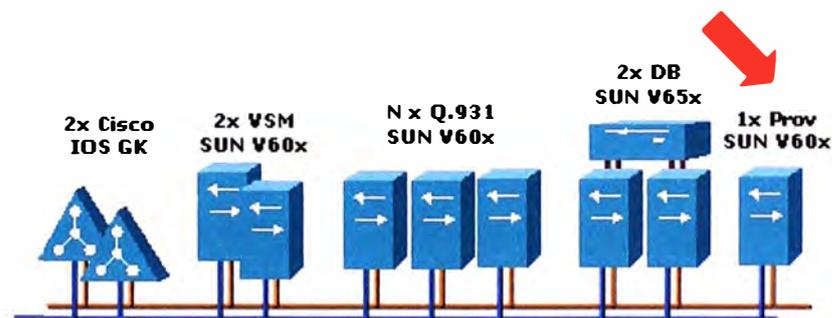


Figura 4.9 CDR Collector Server (Plataforma Sun Microsystems V60x)

5.6 ESTABLECIMIENTO DE LLAMADAS

En la siguiente imagen se muestra de forma gráfica el enrutamiento que siguen las llamadas desde que se originan en los terminales de usuario hasta alcanzar sus destinos.

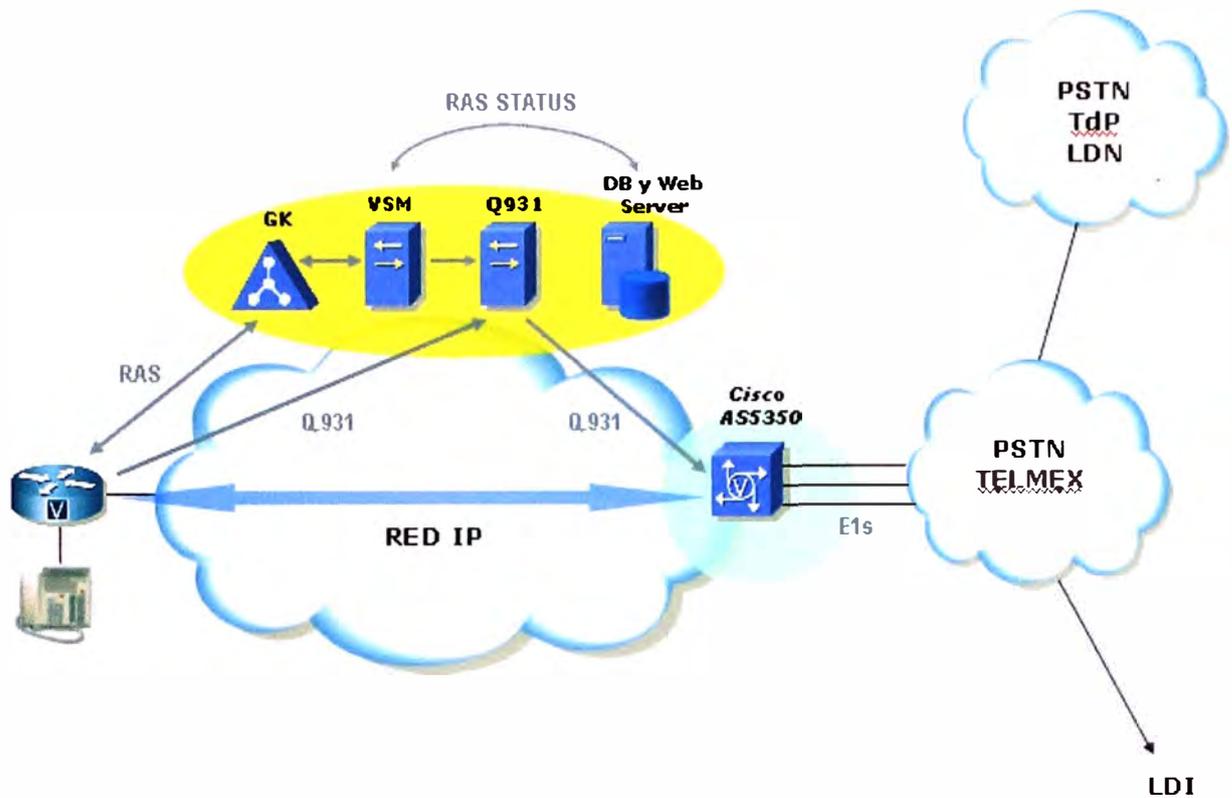


Figura 5.10 Proceso de establecimiento de llamada

A continuación el proceso detallado de establecimiento de llamadas (Figura 5.11 y Figura 5.12)

1. El GW1 origina una llamada hacia una numeración que se encuentra en el GW2. Para realizar esta llamada envía un ARQ (Admission Request) hacia el GK.
2. El GK envía un mensaje Request ARQ hacia el VSM utilizando el protocolo GKTMP. El objetivo es preguntarle al VSM cuál es el GW destino que tiene la numeración marcada.
3. El GK envía al GW1 un mensaje RIP indicándole que se encuentra procesando su requerimiento.
4. El VSM realiza una consulta en la Base de Datos para saber: cuál es el destino de la llamada y si la llamada es local o remota para determinar si tiene que realizar un LRQ (Location Request) a otro GK.

5. El VSM contesta con un Response ARQ al GK, con los datos necesarios para establecer la llamada.
6. El GK envía un ACF (Admission Confirm) al GW1 con los datos del Q.931 elegido como destino de la llamada.
7. El VSM le informa al Q.931 elegido los datos del GW destino al que tendrá que forwardear la llamada (GW2)
8. El GW1 inicia la llamada hacia el Q.931 elegido enviando un Setup.
9. El Q.931 re-envía la llamada hacia el GW2.
10. El GW2 recibe el Setup del GW1 y envía un ARQ al GK para poder recibir la llamada.
11. El GK le envía al GW2 un mensaje RIP.
12. El GK envía un ACF (Admission Confirm) al GW2 confirmando que puede recibir la llamada.
13. El GW2 envía un mensaje Call Proceeding al Q.931 indicando que la llamada está siendo procesada.
14. El Q.931 re-envía el Call Proceeding al GW1.
15. El GW2 envía un mensaje ALERTING al Q.931 indicando que está aplicando un ring en el teléfono del lado B.
16. El Q.931 re-envía el ALERTING al GW1.
17. Cuando el lado B contesta, el GW2 envía un mensaje CONNECT al Q.931 indicando que la llamada está establecida.
18. El Q.931 re-envía el CONNECT al GW1 y la comunicación queda establecida (tráfico RTP)
19. El GW1 corta la llamada y envía un RELEASE COMPLETE al Q.931.
20. El Q.931 re-envía el RELEASE COMPLETE hacia el GW2.
21. El GW2 recibe el RELEASE COMPLETE envía su propio mensaje RELEASE COMPLETE al Q.931.
22. El Q.931 re-envía el RELEASE COMPLETE hacia el GW1.

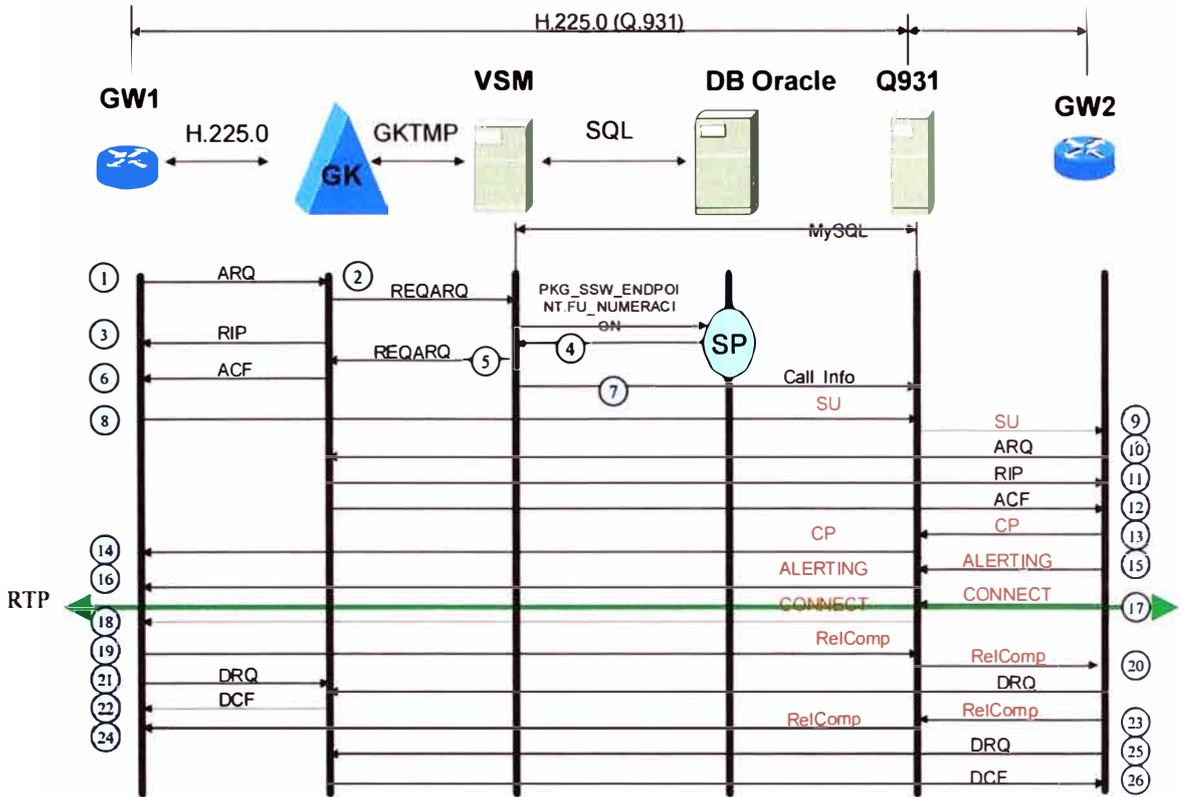


Figura 5.11 Proceso de establecimiento de llamada

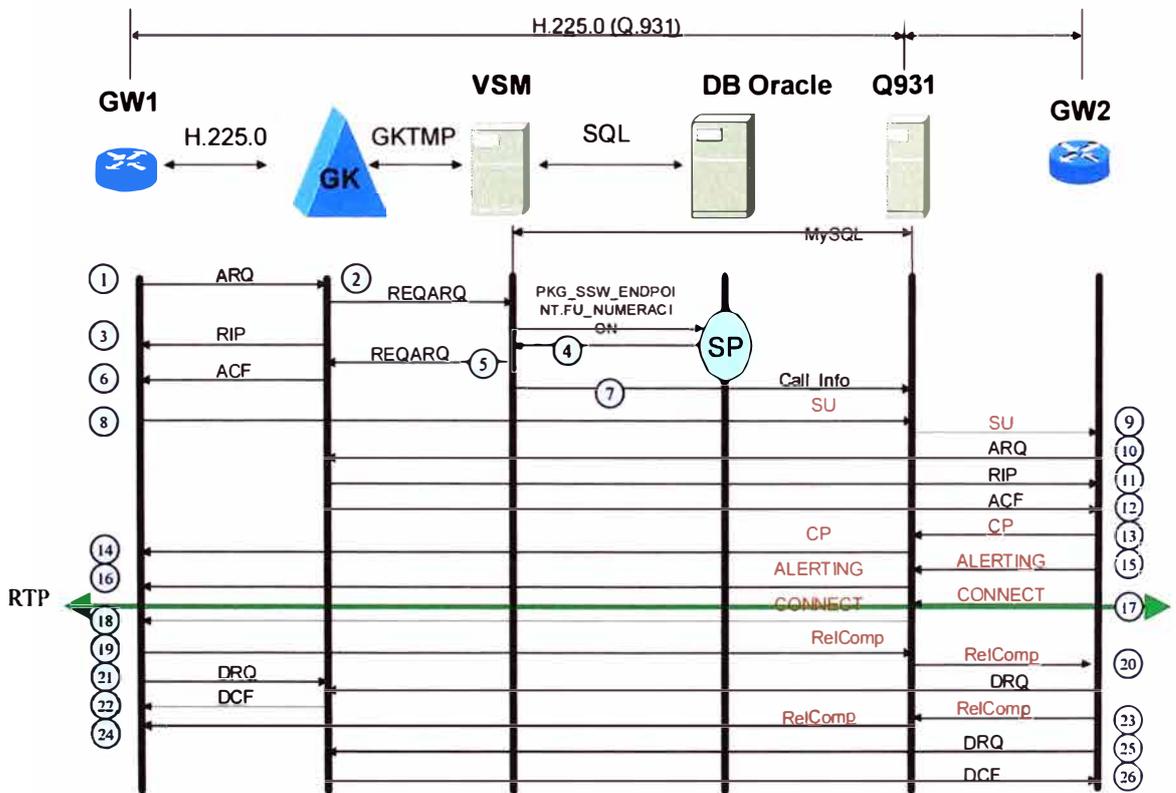


Figura 5.12 Proceso de establecimiento de llamada

5.7 PLAN DE NUMERACION

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones ha otorgado a ITP la serie de numeración 702-XXXX, la cual es manejada por el SoftSwitch SI y ha sido publicada en todas las centrales de conmutación de los operadores de telefonía nacional de acuerdo a la normativa vigente.

5.8 RED DE ACCESO A CLIENTES

ITP posee un centro de ruteo y switching propio, sin embargo no cuenta con una red de transporte propia, por tal motivo su esquema de funcionamiento como ISP es utilizando la red de transporte de los operadores de cobre, fibra óptica y wireless locales.

Para la implementación del proyecto “Todo en Uno” se requiere redes de calidad por encima del promedio, por este motivo se ha elegido los medios de transportes más fiables disponibles, buscando minimizar factores como latencia o retardo y que permitan asegurar el empleo de políticas de calidad de servicio (QoS) de extremo a extremo. Los productos con mejoras características técnicas se encuentran listados en la Tabla 5.2.

Tabla 5.2 Redes de Última Milla – Proyecto “Todo en Uno”

Operador	Telefónica del Perú	Telmex Perú
Medio de Transmisión	Cobre	Fibra Óptica
Ancho de Banda	≥ 256 kbps	≥ 128 kbps
Cobertura	Nacional	Nacional
Tecnología	IP/MPLS	ATM
Producto	IP-VPN	IP-DATA

Empleando estos medios de transmisión se han obtenido resultados muy satisfactorios, se están realizando pruebas actualmente para emplear como medio de transporte redes inalámbricas y ADSL, con resultados prometedores.

La siguiente imagen muestra de manera general la infraestructura de ITP como ISP y proveedor de telefonía fija.

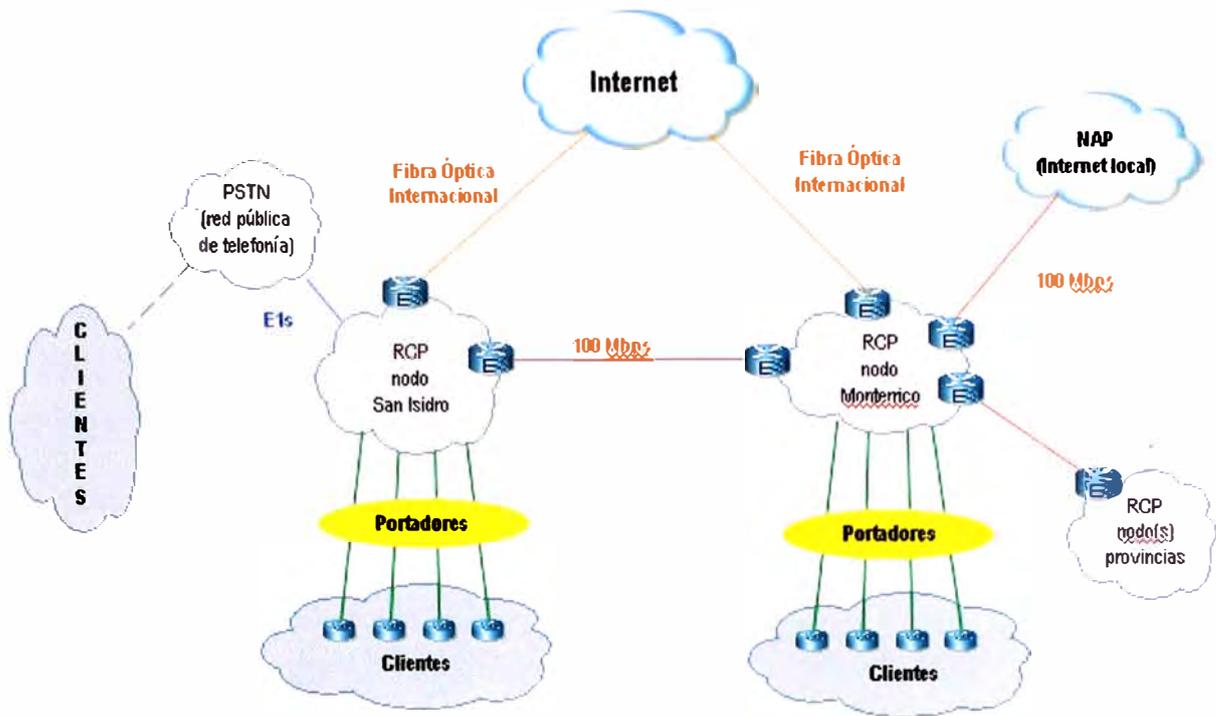


Figura 5.11 Esquema de red generalizado de ITP como proveedor de Acceso a Internet y Telefonía IP

Como se observa la red de portadores culmina en el lado cliente en routers, la Tabla 5.3 muestra todos los routers homologados para el proyecto "Todo en Uno".

Tabla 5.3 Routers homologados – Proyecto "Todo en Uno"

Equipo	Ancho de Banda	Software	Interfaces	RAM	Adicional
Cisco 831	hasta 512 kbps	IOS 12.3 o superior	01 WAN Ethernet y 04 LAN Fast Ethernet	64 MB	Puerto DMZ
Cisco 851	hasta 512 kbps	IOS 12.4	01 WAN Ethernet y 04 LAN Fast Ethernet	64 MB min	Puerto DMZ/ISR
Cisco 1721	hasta 2 Mbps	IOS 12.3 o superior	01 WAN V.35 y 01 LAN Fast Ethernet	64 MB min	
Cisco 2600XM	hasta 4 Mbps	IOS 12.3 o superior	01 WAN Ethernet y 01 LAN Fast Ethernet	64 MB min	
Cisco 1841	hasta 2 Mbps	IOS 12.4	01 WAN Ethernet y 01 LAN Fast Ethernet	64 MB min	ISR
Cisco 2800	hasta 8 Mbps	IOS 12.4	01 WAN Ethernet y 01 LAN Fast Ethernet	128 MB min	ISR

En el Anexo A se encuentra la configuración típica de un router Cisco 1721, con políticas de calidad de servicio y manejo de caudales (las direcciones IP mostradas son ficticias), como se apreciara este equipo posee dos rangos distintos de IPs públicas, uno empleado para Datos y el otro para Telefonía.

5.9 LADO CLIENTE

Tras el router de acceso se ubican los equipos en el lado cliente, compuesto generalmente por un switch y uno o más gateways de voz, los esquemas típicos de instalación son similares a los mostrados en las Figuras 5.13 y 5.14.

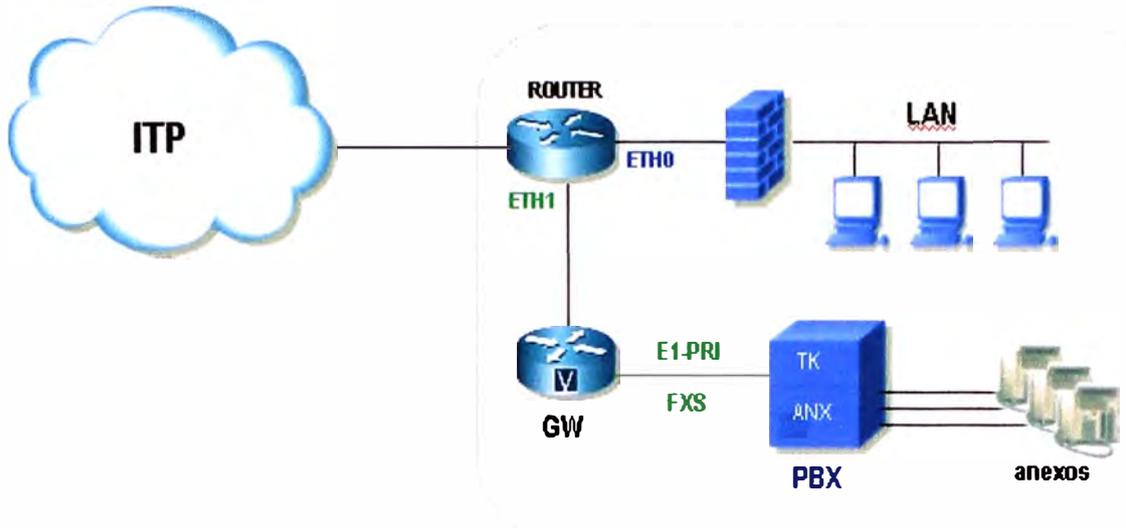


Figura 5.13 Esquema de instalación lado cliente – Modelo Básico

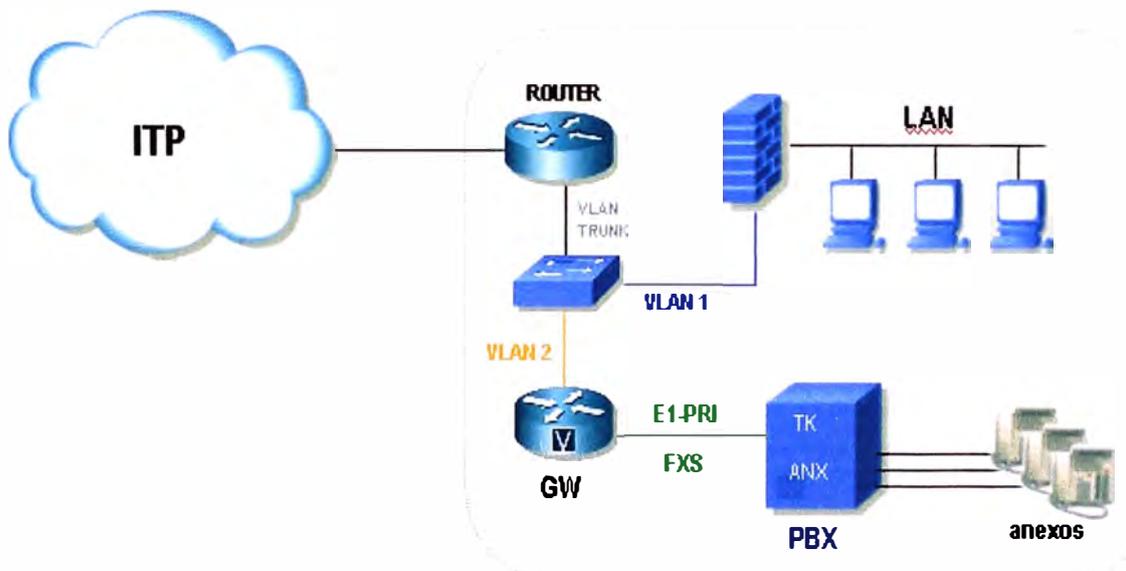


Figura 5.14 Esquema de instalación lado cliente – Modelo empleando VLANs

Como se puede apreciar la presencia de un Firewall que aisle la red LAN es importante, ya que se busca que cualquiera sea el comportamiento de la red interna no afecte a la red de telefonía. En general se espera un comportamiento saludable de la red LAN, ya que si por algún motivo esta empezara a consumir anchos de banda desproporcionados, la calidad del servicio se verá afectado, aun cuando las políticas de ancho de banda se encuentren correctamente configuradas y operativas, otro tipo de problemas como la contaminación con virus de algún host interno son particularmente perjudiciales para el servicio, en algunos caso tales agentes crean ataques hacia el exterior haciendo que el poder de procesamiento de los componentes de la red se incremente hasta límites no permisivos haciendo que el enlace caiga.

5.9.1 Gateways de Voz (End-Points)

Los gateways de voz que se han homologado para el proyecto se listan a continuación:

Cisco VG200

Cisco 26xx

Cisco 36xx

Cisco AS5300

Cisco AS5350

Cisco IAD 2430

Cisco ATA

Audiocodes MP-124 / MP-108 / MP-102

Cisco Call Manager

Addpack AP100 / AP200 / AP400 / AP1000

GW IP/IP iplan

Todos estos equipos soportan el protocolo H.323 y por lo menos un canal con compresión G.729. En el Anexo se encuentra la configuración clásica de un gateway de voz AddPac AP1000 que atiende hasta 08 líneas telefónicas a través de puertos FXS (las direcciones IP, números telefónicos y el H.323 ID mostrados son ficticios)

5.9.2 Consideraciones de Instalación

Se debe tener presente que lo que se busca con este tipo de servicio es la migración de usuarios de telefonía clásica a telefonía IP, por lo tanto es de suponer que existen instalaciones previas. Los usuarios desean que la migración no represente ningún cambio en su rutina de trabajo, por el contrario esperan mejor desempeño del que tenían hasta la migración. Son muy pocas las ocasiones en que una instalación se realiza partiendo de cero. Para ello es necesario seguir los siguientes pasos en orden para obtener resultados satisfactorios:

- Inspección previa a la instalación, de esta manera se obtendrán datos técnicos más precisos aun de los ya proporcionados por las áreas comerciales. Aquí se obtendrán datos como el tipo de PBX del usuario, si existe suficiente disponibilidad de entradas analógicas para conectar las líneas entrantes. Generalmente las tarifas de telefonía IP son más económicas por tal motivo los usuarios desean configuraciones que les permitan realizar todas sus llamadas salientes a través de las líneas IP, dejando el tráfico de llamadas entrantes a las líneas clásicas.
- Con los datos obtenidos se plantea la solución se destinan lo equipos necesarios y de presentarse algún inconveniente o incongruencia con las solicitudes de las áreas comerciales se realizan las objeciones necesarias para que sean resueltas antes de realizar las instalaciones.
- La instalación esta a cargo de un técnico especializado en telefonía IP y un programador de centrales telefónicas PBX.
- Se deben completar con éxito los Protocolos de Prueba del Anexo B (los resultados mostrados son ficticios), en la red de datos y la red de telefonía antes de dar de alta una instalación.

5.10 MONITOREO Y ALARMAS

El sistema cuenta con una red de monitoreo aislada de las redes públicas e incluso de la propia red VoIP. La figura 5.15 ilustra de manera sencilla los tres puntos de monitoreo principales:

- Monitoreo de Servidores Q.931 y Base de Datos, basado en *traps* SNMP.
- Monitoreo de Servidores VSM, basado en UNIX *syslog*.
- Monitoreo de Gatekeepers y Gateways basado en *traps* SNMP.

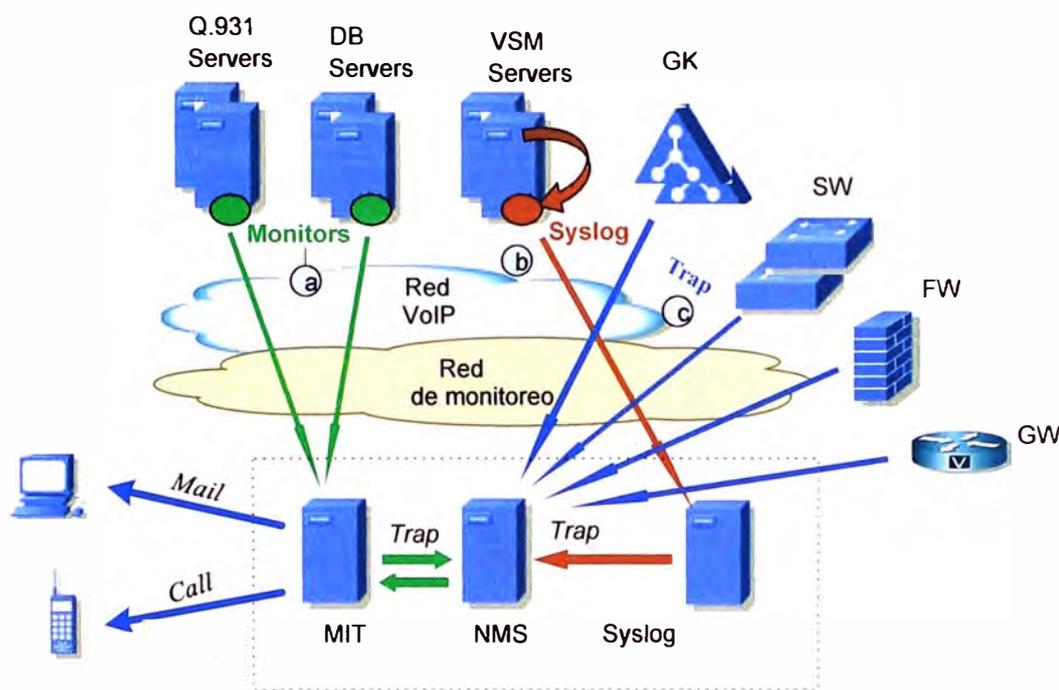


Figura 5.15 Sistema de Monitoreo y Alarmas proyecto "Todo en Uno"

Como se observa, todos los elementos de la red se encuentran permanentemente supervisados por el NMS (Network and Management System), que es un módulo complementario instalado dentro del Web Provisioning Server, a su vez el NMS del proyecto se ha integrado a la red de monitoreo de los demás servicios de ITP, finalmente los operadores emplean una interfaz MIT (Monitoring Interface Terminal), como punto final de supervisión, el software empleado posee incluso capacidades de envío de correos electrónicos o mensajes de texto SMS a teléfonos móviles, en caso de situaciones críticas. Esta integración ha hecho posible que el personal de soporte técnico de primer nivel añada a sus actividades diarias la supervisión del sistema de telefonía IP, no fue necesaria la inclusión de personal especializado en el tema, solo una campaña de capacitación interna.

5.11 SERVICIOS COMPLEMENTARIOS

- Servicio de Voice Mail
 - Recibir mensajes telefónicos en su correo electrónico
 - Numeración exclusiva
 - Podrá recibir los mensajes de voz en una casilla de correo electrónico de cualquier tipo.
 - Cada usuario tendrá un número y una clave personal con los cuales podrá escuchar sus mensajes desde cualquier teléfono.
 - No existe un tiempo límite para los mensajes de voz ni un número límite para la cantidad de mensajes de voz que pueden ser almacenados

- Conference Call Room
 - Tele conferencias independientemente de la ubicación física del usuario.
 - Numeración exclusiva para este servicio con contraseña de acceso
 - Un agente autorizado de la empresa tendrá a su cargo la administración de las conferencias y la creación de las contraseñas de acceso necesarias.
 - Las conferencias estarán disponibles sólo para aquellos que ingresen la contraseña que les proporcionará el agente autorizado.
 - Bajo el número asignado se podrán agrupar una o más conferencias
 - Puede emplear el servicio para presentaciones, capacitación a distancia, seminarios, lanzamientos de productos, comunicaciones entre clientes y socios, reuniones a distancia, entre otros
 - Proporciona ahorro en viáticos, movilizaciones, equipamiento especial, salas especiales, entre otras

5.12 RESULTADOS

Tras el lanzamiento del proyecto la introducción de usuarios clásicos al nuevo servicio ha sido paulatina pero con resultados interesantes, la Tabla 5.5 es una muestra de los clientes que ya cuentan con el servicio de voz y datos sobre un mismo enlace, como se apreciará existen distintos rubros, lo que significa que existe un gran mercado interesado en las nuevas soluciones que las redes IP ofrecen.

Tabla 5.4 Muestra de Clientes – Proyecto “Todo en Uno”

CLIENTES
AGP INDUSTRIAS SA
ARMSTRONG SRL
BRITISH ACADEMY
CEMPRO TECH SAC
CINEMARK DEL PERU SRL
CLINICA JAVIER PRADO
COLEGIO FRANKLIN DELANO ROOSEVELT
COLEGIO RECOLETA
COOPERATIVA DE AHORRO Y CREDITO AELU
COOPERATIVA DE SERVICIOS EDUCACIONALES LA UNION
COORDINADORA NACIONAL DE DERECHOS HUMANOS
CRUZ ROJA PERUANA
DROCERSA SA
ENJOY PERU SA
EXACT SIIGO DEL PERU SAC
FARMAGRO SA
FASHION OCEAN & ART MUSIC SAC
FEDERACION PERUANA DE CAJAS MUNICIPALES DE AHORRO Y CREDITO
FLINT INK PERU SA
HGM SOPORTE Y SOLUCIONES DE SISTEMAS SAC
INSTITUTO DE FORMACION BANCARIA IFB
KNIGHT PIESOLD CONSULTORES SA
KOMFORT SA
MACROCONSULT SA
MASTERCENTER SAC
MUNICIPALIDAD DE BREÑA
NOTARIA RICARDO ORTIZ DE ZEVALLOS VILLARAN
PALACIOS & ASOCIADOS AGENTES DE ADUANA SA
PERU.COM SA
RED ELECTRICA ANDINA SAC
RESONANCIA MEDICA SRL
RICKENBACKER COLLECTION SERVICE PERU INC SAC
SEALERS SA
SECREX COMPAÑÍA DE SEGUROS DE CREDITO Y GARANTIA
SUN PACKERS SRL
TALLER DE DISEÑO DIGITAL Y MULTIMEDIA CUATRO SA
THE CURL SAC
VULCO PERU SA

CONCLUSIONES

- Existe una tendencia actual de unificar las redes verticales existentes en redes horizontales capaces de brindar diversidad de servicios multimedia, empleando una misma plataforma tecnológica.
- El siguiente paso en la convergencia de servicios móviles y fijos dentro de una misma red, esta realidad aun no esta disponible en nuestro país.
- Un operador de telefonía IP, debe tener en cuenta para resultados satisfactorios el correcto diseño del Core, de la red de Acceso a Clientes y de los equipos terminales.
- Existe actualmente muchas formas de acceder a servicios de voz por IP concerniente a los terminales de usuario, estan disponibles conversores a teléfonos analógicos tradicionales, teléfonos IP y softphones.
- Se han estado desarrollando nuevas tecnologías de compresión de video, que hacen posible difundir contenido de video sobre redes IP DSL, tal es el caso de MPEG-4 y H.264/AVC.
- IPTV es ya una realidad, sin embargo existen aún detalles por resolver en el modo de operación, se deberá resolver por ejemplo que solo una cantidad mínima de canales sea transmitida simultáneamente o que haya que esperar lapsos de hasta un minuto para realizar el cambio de un canal a otro.
- Es necesario considerar la normativa local e internacional antes de implementar un proyecto de telecomunicaciones, obviarlos sería una omisión muy grave.
- Ya existe en nuestro país productos que tienden a unificar los servicios de telecomunicaciones, se esta tomando especial interés en unificar los servicios de voz y datos en segmentos corporativos.
- La implementación de un proyecto de voz y datos sobre IP debe estudiarse minuciosamente con la finalidad de obtener resultados satisfactorios, un protocolo de pruebas del estado de funcionamiento es necesario para evitar futuros reclamos de los usuarios.

ANEXO A

CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS

A.1. Configuración Router Cisco 1700 con políticas de calidad de servicio

```
Current configuration : 4269 bytes
No configuration change since last restart
version 12.3
service timestamps debug datetime msec localtime show-timezone
service timestamps log datetime msec localtime show-timezone
service password-encryption
hostname INFODUCTOS
boot-start-marker
boot system flash
boot-end-marker
logging buffered 4096 debugging
clock timezone GMT 5
mmi polling-interval 60
no mmi auto-configure
no mmi pvc
mmi snmp-timeout 180
ip subnet-zero
ip telnet tos 0
no ip domain lookup
ip cef
ip audit po max-events 100
class-map match-all DATA
  match access-group 101
class-map match-all VOZ
  match access-group 100
policy-map IPVPN
  class VOZ
    priority 128
  class DATA
    bandwidth 128
  class class-default
    fair-queue
```

```
interface FastEthernet0
  description LAN|INFODUCTOS
  ip address 207.45.50.47 255.255.255.252 secondary
  ip address 206.45.12.87 255.255.255.224
  ip access-group 102 out
  no ip redirects
  no ip proxy-arp
  ip policy route-map DATOS
  speed auto
interface Serial0
  description WAN|INFODUCTOS
  bandwidth 512
  ip address 10.17.29.98 255.255.255.252
  encapsulation frame-relay IETF
  load-interval 30
  frame-relay traffic-shaping
  frame-relay interface-dlci 16
    class VOIP512K
  frame-relay lmi-type ansi
router rip
  version 2
  timers basic 30 40 1 1
  redistribute connected route-map LAN
  passive-interface FastEthernet0
  network 10.0.0.0
  no auto-summary
ip classless
ip http server
no ip http secure-server
ip prefix-list REDES COMM seq 5 permit 206.45.12.86/27
ip prefix-list REDES COMM seq 10 permit 207.45.50.46/30
map-class frame-relay VOIP512K
  frame-relay cir 512000
  frame-relay bc 5000
  frame-relay be 0
  frame-relay mincir 512000
  service-policy output IPVPN
  frame-relay fragment 640
access-list 10 permit 10.15.5.0 0.0.0.255
access-list 10 permit 208.45.5.0 0.0.0.255
access-list 100 permit udp any any range 16384 32767
access-list 100 permit tcp any range 1718 1720 any
access-list 100 permit tcp any any range 1718 1720
access-list 101 permit ip any any
access-list 102 permit ip 208.45.52.0 0.0.0.255 host 207.45.50.48
access-list 102 permit ip 208.45.54.0 0.0.0.255 host 207.45.50.48
access-list 102 permit ip 208.45.56.0 0.0.15.255 host 207.45.50.48
access-list 102 permit ip 208.45.53.0 0.0.0.255 host 207.45.50.48
access-list 102 permit ip 208.45.5.0 0.0.0.255 host 207.45.50.48
access-list 102 deny ip any host 207.45.50.48
```

```

access-list 102 permit ip any any
route-map LAN permit 10
  match ip address prefix-list REDES_COMM
route-map DATOS permit 10
  match ip address 100
  set ip precedence critical
route-map DATOS permit 20
  match ip address 101
  set ip precedence priority
snmp-server community pubRCP RO
snmp-server enable traps tty
banner motd ^C

```

```

-----
                        INFODUCTOS
-----

```

```

      |           |
      ||          ||
      ||||        ||||
      ..:||||||:..:||||||:..
-----

```

```

IPVPN 512 Kbps
-----^C

```

```

line con 0
  stopbits 1
line aux 0
line vty 0 4
  password 7 094F471A1A0A
end

```

A.2. Configuración de Gateway de Voz AP1000

```

hostname GW_ABC.Com
no ip-share enable
no service ftpd
no service httpd
interface ether0.0
  ip address 116.123.2.46 255.255.255.252
interface ether1.0
  no ip address
  shutdown
exit
route 0.0.0.0 0.0.0.0 116.123.2.45
voice-port 0/0
  caller-id enable
  polarity-inverse
voice-port 0/1
  caller-id enable
  polarity-inverse
voice-port 0/2
  caller-id enable
  polarity-inverse
voice-port 0/3
  caller-id enable
  polarity-inverse
voice-port 1/0
  caller-id enable
  polarity-inverse
voice-port 1/1
  caller-id enable
  polarity-inverse
voice-port 1/2
  caller-id enable
  polarity-inverse
voice-port 1/3
  caller-id enable

```

```
polarity-inverse
voice service voip
  fax protocol t38 redundancy 0
  fax rate 9600
  h323 call start fast
  h323 call channel early
  no force-h245address-at-setup
  no busyout monitor gatekeeper
  no busyout monitor voip-interface
  display send e164
dial-peer voice 10 pots
  destination-pattern 017020451
  numbering-type national
  port 0/0
  no register e164
dial-peer voice 20 pots
  destination-pattern 017020452
  numbering-type national
  port 0/1
  no register e164
dial-peer voice 30 pots
  destination-pattern 017020453
  numbering-type national
  port 0/2
  no register e164
dial-peer voice 40 pots
  destination-pattern 017020454
  numbering-type national
  port 0/3
  no register e164
dial-peer voice 50 pots
  destination-pattern 017020455
  numbering-type national
  port 1/0
  no register e164
dial-peer voice 60 pots
  destination-pattern 017020456
  numbering-type national
  port 1/1
  no register e164
dial-peer voice 70 pots
  destination-pattern 017020457
  numbering-type national
  port 1/2
  no register e164
dial-peer voice 80 pots
  destination-pattern 017020458
  numbering-type national
  port 1/3
  no register e164
dial-peer voice 2000 voip
  destination-pattern 2.....
  session target ras
  numbering-type national
  voice-class codec 0
  dtmf-relay h245-alphanumeric
  no vad
  translate-outgoing called-number 0
  translate-outgoing calling-number 1
dial-peer voice 3000 voip
  destination-pattern 3.....
  session target ras
  numbering-type national
  voice-class codec 0
  dtmf-relay h245-alphanumeric
  no vad
  translate-outgoing called-number 0
  translate-outgoing calling-number 1
dial-peer voice 4000 voip
  destination-pattern 4.....
  session target ras
  numbering-type national
  voice-class codec 0
  dtmf-relay h245-alphanumeric
  no vad
  translate-outgoing called-number 0
  translate-outgoing calling-number 1
dial-peer voice 5000 voip
  destination-pattern 5.....
  session target ras
  numbering-type national
  voice-class codec 0
  dtmf-relay h245-alphanumeric
  no vad
  translate-outgoing called-number 0
  translate-outgoing calling-number 1
dial-peer voice 6000 voip
  destination-pattern 6.....
  session target ras
  numbering-type national
  voice-class codec 0
  dtmf-relay h245-alphanumeric
  no vad
  translate-outgoing called-number 0
  translate-outgoing calling-number 1
dial-peer voice 7000 voip
  destination-pattern 7.....
  session target ras
  numbering-type national
  voice-class codec 0
```

```

dtmf-relay h245-alphanumeric
no vad
translate-outgoing called-number 0
translate-outgoing calling-number 1
dial-peer voice 8000 voip
destination-pattern 8.....
session target ras
numbering-type national
voice-class codec 0
dtmf-relay h245-alphanumeric
no vad
translate-outgoing called-number 0
translate-outgoing calling-number 1
dial-peer voice 9000 voip
destination-pattern 9.....
session target ras
numbering-type national
voice-class codec 0
dtmf-relay h245-alphanumeric
no vad
translate-outgoing called-number 0
translate-outgoing calling-number 1
dial-peer voice 10000 voip
destination-pattern 0T
session target ras
numbering-type national
voice-class codec 0
dtmf-relay h245-alphanumeric
no vad

translate-outgoing calling-number 1
dial-peer voice 11000 voip
destination-pattern 00T
session target ras
numbering-type national
voice-class codec 0
dtmf-relay h245-alphanumeric
no vad
translate-outgoing calling-number 1
dial-peer voice 12000 voip
destination-pattern 1T
session target ras
numbering-type national
voice-class codec 0
dtmf-relay h245-alphanumeric
no vad
translate-outgoing calling-number 1
gateway
h323-id j692_200085245094
gkip 151.123.21.5 1719
keep-gk-on-rrj
register
voice class codec 0
codec preference 1 g729
codec preference 2 g7231r63
translation-rule 0
rule 0 [2-9]T 01&99
translation-rule 1
rule 0 01T %02%99

```

ANEXO B

PROTOCOLOS DE PRUEBA

B.1. Pruebas de Conectividad

DATOS CLIENTE: **PERU ALIMENTOS SAC**
ENLACE: **F.O.**
PORTADOR: **TELMEX PERU**
ANCHO DE BANDA: **256K**
Nº DE LINEAS TELEFÓNICAS: **4**

PRUEBAS DE CONECTIVIDAD

Desde el local del cliente se debe realizar pruebas de traceroute / ping a las siguientes direcciones y colocar el tiempo promedio (ms):

1. REDES ITP

- www.rcp.net.pe (161.132.8.40) **__51__** ms
- kuntutur.rcp.net.pe (200.1.178.4) **__45__** ms
- amauta.rcp.net.pe (161.132.8.48) **__47__** ms

2. PAGINAS INTERNACIONALES

- www.cisco.com (198.133.219.25) **182__** ms
- www.yahoo.com (216.109.118.70) **137__** ms
- www.hotmail.com (206.24.222.120) **141** ms
- www.cnn.com (64.236.24.12) **__Esta pagina no permite pings__** ms

3. REDES NACIONALES POR EL NAP-PERU

- ns1.ipdiveo.net.pe (200.31.96.17) **__Esta pagina no permite pings__** ms
- www.comsat.com.pe (200.47.155.8) **__Esta pagina no permite pings__** ms
- www.sunat.gob.pe (198.133.219.25) **__Esta pagina no permite pings__** ms
- www.ewong.com (216.244.147.36) **__Esta pagina no permite pings__** ms
- www.cmoviles.com.pe (67.28.23.107) **__Esta pagina no permite pings__** ms
- www.reniec.gob.pe (200.106.55.102) **__Esta pagina no permite pings__** ms

4. REDES NACIONALES CON AKAMAI

- www.elcomercioperu.com.pe 43 ms
- www.ulima.edu.pe 55 ms

Adicionalmente se debe realizar pruebas de trazas desde red externa hacia la red del cliente, para ello se ingresa a la siguiente página: <http://www.network-tools.com/>

Se realiza pruebas de trazas colocando el IP de la red del cliente.

OBSERVACIONES:

Adjunto archivos de las trazas de ping y tracert realizadas

B.2. Pruebas de Navegación

PRUEBAS DE NAVEGACIÓN

Desde el local del cliente se debe realizar pruebas de web, para verificar que pueda navegar sin problemas a las direcciones:

1. REDES ITP

- www.rcp.net.pe (161.132.8.40) ✓
- yachay.rcp.net.pe (161.132.7.132) ✓

2. PAGINAS INTERNACIONALES

- www.cisco.com (198.133.219.25) ✓
- www.yahoo.com (216.109.118.70) ✓
- www.hotmail.com (206.24.222.120) ✓
- www.cnn.com (64.236.24.12) ✓

3. REDES NACIONALES POR EL NAP-PERU

- www.sunat.gob.pe (198.133.219.25) ✓
- www.ewong.com (216.244.147.36) ✓
- www.cmoviles.com.pe (67.28.23.107) ✓ (Ahora esta pagina esta redireccionada a www.movistar.com.pe)
- www.reniec.gob.pe (200.106.55.102) ✓
- www.americatel.com.pe (200.31.96.20) ✓
- www.wi-net.net (200.47.155.130) ✓
- www.comsat.com.pe (200.47.155.8) ✓

4. REDES NACIONALES CON AKAMAI

- www.elcomercioperu.com.pe ✓
- www.ulima.edu.pe ✓

PRUEBAS DE DOWNLOAD

- Desde RCP Transf. máxima (KBytes/seg): **500 kbps**_(medido en el router)
- URL: ftp://ftp.freebsd.org/... Transf. máxima (KBytes/seg): 24 KBps
- URL: ftp://ftp.freebsd.org/... Transf. máxima (KBytes/seg): 25 KBps

- URL: http://www.apple.com Transf. máxima (KBytes/seg): 22 KBps
- URL: http://www.download.com Transf. máxima (KBytes/seg): 20 KBps
- URL: _____ Transf. máxima (KBytes/seg): _____
- URL: _____ Transf. máxima (KBytes/seg): _____

Transferencia Máxima total (KBytes/seg): 24.5 KBps (una sola descarga) Transferencia Máxima total (KBytes/seg): _____

Fecha: 07/10/2006 Hora: 11:15 AM Fecha: _____ Hora: _____

OBSERVACIONES:

Las descargas se realizaron al mismo tiempo que se ejecutaba una descarga de video streaming desde www.winamp.com Internet TV, sin entrecortes. _____

B.3. Pruebas de Solución VoIP

1.- Prueba de Conectividad y registro en el SI del GW-cliente.

Pruebas de Registro en SI	Completar con OK o comentario
Verificación de configuración del GW y router:	OK
Verificación de Registro de GW en SSI (registro, desregistro, registro)	30seg/1min/30seg
Verificar por medio de un ping conectividad con GW-ITX y GW-RCP round-trip min/avg/max:	GW-ITX: OK GW-RCP: X
Pruebas de conectividad a GW-ITX mediante ping	Completar con OK o comentario
PING – tamaño de paquetes: 36 bytes , Cantidad de paquetes: 100 Round-trip min/avg/max:	40 / 48 / 68
PING – tamaño de paquetes: 64 bytes , Cantidad de paquetes: 100 Round-trip min/avg/max:	40 / 48 / 60
PING – tamaño de paquetes: 100 bytes , Cantidad de paquetes: 100 Round-trip min/avg/max:	40 / 51 / 64
PING – tamaño de paquetes: 200 bytes , Cantidad de paquetes: 100 Round-trip min/avg/max:	52 / 67 / 112
PING – tamaño de paquetes: 500 bytes , Cantidad de paquetes: 100 Round-trip min/avg/max:	76 / 85 / 96
PING – tamaño de paquetes: 1000 bytes , Cantidad de paquetes: 100 Round-trip min/avg/max:	124 / 136 / 340

2.- Pruebas de Llamadas a Fija ITP

Descripción de pruebas	Completar con OK o comentario
Realizar llamada desde GW a GW-RCP y mantener una conversación de por lo menos 2 minutos. Cortar la llamada desde el teléfono conectado en el GW.	OK
Realizar llamada desde GW a GW-RCP y mantener una conversación de por lo menos 2 minutos. Cortar la llamada desde el teléfono conectado en el GW-RCP.	OK
Realizar llamada desde GW-RCP a GW y mantener una conversación de por lo menos 2 minutos. Cortar la llamada desde el teléfono conectado en el GW-RCP	OK
Realizar llamada desde GW-RCP a GW y mantener una conversación de por lo menos 2 minutos. Cortar la llamada desde el teléfono conectado en el GW.	OK
GW llama a GW-RCP. Mientras el lado GW-RCP suena, el lado GW escucha un Ring Back Tone remoto. GW-RCP llama a GW. Mientras el lado GW suena, el lado GW-RCP escucha un Ring Back Tone remoto.	OK
El lado GW llama al lado GW-RCP. El lado GW-RCP esta ocupado, el lado GW debe escuchar tono de ocupado.	OK
El lado GW-RCP llama al lado GW. El lado GW esta ocupado, el lado GW-RCP debe escuchar tono de ocupado.	OK
El lado GW llama al lado GW-RCP. El lado GW-RCP no contesta, el lado GW debe de escuchar tono hasta después de 1 minuto llamada debe cortarse.	OK
El lado GW-RCP llama al lado GW. El lado GW no contesta, el lado GW-RCP debe de escuchar tono hasta después de 1 minuto y la llamada debe cortarse.	OK
Realizar llamada desde GW a GW-RCP y mantener una conversación de por lo menos 2 minutos. Cortar la llamada desde el teléfono conectado en el GW.	OK

3.- Pruebas de Calidad de Llamadas

Enlace libre – codec G.729

Llamada saliente	Completar con OK o comentario					
El lado GW llama al lado GW-RCP. La calidad de audio debe ser aceptable en ambos sentidos. Ejem: buena(1), aceptable(2), mala(3) (distorsionada, entrecortada, metalizada, etc)	Lineas simultaneas					
	1	2	3	4	5	6
	OK	OK	OK	OK		
Verificar por medio de Ping al GW-ITX los tiempos de delay. PING – 32 bytes, 100 paquetes. Round-trip min/avg/max:	36 / 49 / 92					
Verificar la velocidad o BW que consume una llamada telefónica.	Input 31KBps			Output 33KBps		
Llamada entrante	Completar con OK o comentario					
El lado GW-RCP llama al lado GW. La calidad de audio debe ser aceptable en ambos sentidos. Ejem: buena(1), aceptable(2), mala(3) (distorsionada, entrecortada, metalizada, etc)	Lineas simultaneas					
	1	2	3	4	5	6
	OK	OK	OK	OK		
Verificar por medio de Ping al GW-ITX los tiempos de delay. PING – 32 bytes, 100 paquetes. Round-trip min/avg/max:	36 / 48 / 84					
Verificar la velocidad o BW que consume una llamada telefónica.	Input 23KBps			Output 31KBps		

Enlace al 70% de uso – codec G.729

Llamada saliente	Completar con OK o comentario					
El lado GW llama al lado GW-RCP. La calidad de audio debe ser aceptable en ambos sentidos. Ejem: buena(1), aceptable(2), mala(3) (distorsionada, entrecortada, metalizada, etc)	Lineas simultaneas					
	1	2	3	4	5	6
	OK	OK	OK			
Verificar por medio de Ping al GW-ITX los tiempos de delay. PING – 32 bytes, 100 paquetes. Round-trip min/avg/max:	Perdida de paquetes					
Verificar la velocidad o BW que consume la llamada telefónica.	Input 23KBps			Output 31KBps		
Llamada entrante	Completar con OK o comentario					
El lado GW-RCP llama al lado GW. La calidad de audio debe ser aceptable en ambos sentidos Ejem: buena(1), aceptable(2), mala(3) (distorsionada, entrecortada, metalizada, etc)	Lineas simultaneas					
	1	2	3	4	5	6
	OK	OK	OK			
Verificar por medio de Ping al GW-ITX los tiempos de delay. PING – 32 bytes, 100 paquetes. Round-trip min/avg/max:	Perdida de paquetes					
Verificar la velocidad o BW que consume la llamada telefónica.	Input 23KBps			Output 31KBps		

4.- Prueba de Llamadas y Numeración

Llamadas a numeración			
ITP: 702 1901, 702 0500	OK	TIM: 9752 2532, 9752 2237	OK
Telefonica: 2215045,	OK		
Telefonica: 2110500, 2110505	OK		

Pruebas de FAX			
Envío de fax: 440 5788		Recepción de fax: 440 5788	OK
Envío de fax:		Recepción de fax:	

OBSERVACIONES:

No se han encontrado problemas en la instalación se procede con alta de servicio.

BIBLIOGRAFIA

[1] Cisco Systems INC, "Cisco Voice over IP",
Cisco Systems INC – USA, 2004

[2] Telefónica España , "Redes NGN a fondo"
www.telefonica.es/sociedaddelainformacion
Telefónica España – España, 2006

[3] Iain E. G. Richardson, "H.264 and MPEG-4 video compression"
John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester – UK, 2003

[4] Cisco Systems INC, "Internetworking Technology Handbook",
Cisco Systems INC – USA, 2002

[5] Mayeutia Consulting & Technology, "Softswitch"
Mayeutia Consulting & Technology – Argentina, 2004

[6] Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones – OSIPTEL
"Indicadores de Calidad"
www.osiptel.gob.pe
OSIPTEL – PERU, 2007

[7] Intel Corporation, "H.264 & IPTV Over DSL White Paper"
Intel Corporation, USA, 2004

[8] Gonfalon Camarilla (Ericsson Finland), Miguel A. Garcia-Martin (Nokia Research Center Finland, "The 3G IP Multimedia Subsystem (IMS)"
John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England , 2006

[9] Monique Morrow, Azhar Sayeed, "MPLS and Next-Generation Networks: Fundation for NGN and Enterprise Virtualization"

Cisco Press, USA, 2006

[10] Gerard O'Driscoll, Next Generation IPTV Services and Technologies"

Wiley-Interscience, A John Wiley & Sons, Inc., publication, New Jersey, USA, 2007