

Nº4 | NUEVAS TECNOLOGÍAS | MARZO 2008

# VOZ SOBRE PROTOCOLOS IP

---

**Autor:** Ing. Carlos Mario Gainza

---

COORDINACION DE LAS PUBLICACIONES:

Ing. Guillermo Clemente | Ing. Guillermo Montenegro

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN:

Aixa Sacco | Area de Comunicaciones e Imagen Corporativa

La información contenida en la presente publicación puede ser utilizada total o parcialmente mientras se cite la fuente.

**ISBN 978-987-24110-5-3**

Hecho el depósito que marca la Ley N° 11.723

Primera Edición: 2000 ejemplares

Buenos Aires, Marzo de 2008

# NÓMINA DE AUTORIDADES

## **PRESIDENTA DE LA NACIÓN**

DRA. CRISTINA FERNANDEZ

## **MINISTRO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS**

ARQ. JULIO MIGUEL DE VIDO

## **SECRETARIO DE COMUNICACIONES**

ARQ. CARLOS LISANDRO SALAS

## **COMISIÓN NACIONAL DE COMUNICACIONES**

### **INTERVENTOR**

ING. CEFERINO ALBERTO NAMUNCURÁ

## **UNIDAD DE AUDITORÍA INTERNA**

CR. CARLOS ALBERTO BONOMI

## **GERENCIA DE CONTROL**

DR. SILVIO DE DIEGO

## **GERENCIA DE INGENIERÍA**

ING. GUILLERMO CLEMENTE | ING. CARLOS GAINZA

## **GERENCIA DE SERVICIOS POSTALES**

DR. ALFREDO JAVIER PÉREZ

## **GERENCIA DE RELACIONES INTERNACIONALES E INSTITUCIONALES**

LIC. SERGIO SCARABINO | LIC. NÉSTOR CHUMBITA

## **GERENCIA DE ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS**

LIC. HORACIO JOSÉ TRUCCO

## **GERENCIA DE ASUNTOS JURÍDICOS Y NORMAS REGULATORIAS**

DRA. JUVINA INÉS INTELÁNGELO DE TEN

## **COORDINACIÓN DE CENTROS DE COMPROBACIÓN TÉCNICA DE EMISIONES**

ING. VICTOR DANIEL FRIZZERA



# ÍNDICE

<b>PRÓLOGO</b>	7
<b>INTRODUCCIÓN</b>	11
<b>CAPÍTULO I</b>	
1. CONMUTACIÓN	13
1.1 Conmutación de circuitos	15
Características de la conmutación de circuitos	17
1.2 Conmutación de paquetes	18
Características de la conmutación por paquetes	20
2. SEÑALIZACIÓN	21
3. ENRUTAMIENTO	23
4. MODELO DE REFERENCIA OSI	25
5. MODELO TCP/IP	30
6. PROTOCOLOS	31
6.1 Familia de protocolos TCP/IP	31
6.1.1 Protocolo IP	31
6.1.2 Protocolos TCP y UDP	32
6.1.3 Protocolos para manejo de calidad de servicio	33
6.1.4 Protocolos para manejo específico de voz sobre IP	35
6.1.5 Protocolo H.323	36
6.1.6. Protocolo SIP	40
6.1.7 MEGACO	43
6.1.8 IPV6	44
<b>CAPÍTULO II</b>	
TRANSMISIÓN DE LA VOZ EN IP	45
Latencia	48
Pérdida de paquetes	49
Eco	51
Solapamiento	52
Fluctuación del retardo (jitter)	54
Codecs vocales	54

Supresión de silencios	52
<b>CAPÍTULO III</b>	
CALIDAD DE SERVICIO	57
Normativa	59
Acuerdos de calidad	59
<b>CAPÍTULO IV</b>	
1 NUMERACIÓN	61
1.1 Numeración geográfica	62
1.2 Numeración no geográfica	65
2 ENUM	67
3 NÚMEROS PERSONALES.	70
<b>CAPÍTULO V</b>	
INTERCONEXIÓN	73
<b>CAPÍTULO VI</b>	
SEGURIDAD Y CONFIDENCIALIDAD DE LAS COMUNICACIONES	75
Intercepción de las comunicaciones	76
Llamadas de emergencia	77
<b>CAPÍTULO VII</b>	
REGULACIÓN	79
Desarrollos regulatorios	84
Conclusiones	97

## PRÓLOGO

*En consonancia con los lineamientos trazados desde el Gobierno Nacional y el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, tendientes a promover una política social estratégica que posibilite recuperar la participación del Estado en la formulación de políticas e instrumentos de crecimiento, inclusión y desarrollo social, desde que comenzó nuestra gestión, en la CNC hemos ido desarrollando una serie de prácticas y actividades tendientes a construir un nuevo paradigma en cuanto al rol del Organismo en su relación con la sociedad.*

*Durante estos años hemos implementado diversos proyectos con el objetivo de mejorar los sistemas de información y comunicación, habilitar mecanismos de participación ciudadana, hacer más eficientes los procedimientos administrativos y de resolución de reclamos y diseñar nuevas estrategias de control en materia de Telecomunicaciones, Espectro Radioeléctrico y Postales, demostrando que es posible lograr una gestión pública con altos niveles de calidad y eficiencia, generando una mayor capacidad de control, optimizando recursos, desarrollando investigaciones, innovando tecnológicamente y redefiniendo las relaciones con los distintos actores sociales involucrados.*

*Dentro de este marco de mejores prácticas encaradas durante la actual gestión, una de las acciones fundamentales que nos hemos propuesto fue la generación y transferencia de conocimientos, impulsando, entre otros proyectos: Convenios de Cooperación para el desarrollo de nuevas tecnologías y aplicaciones con la Comisión Nacional de Actividades Espaciales, CONAE;*

## PRÓLOGO

---

*un Proyecto de Indicadores del Mercado de Telecomunicaciones, a efectos de disponer de información actualizada, consistente y confiable que permita reflejar el estado del sector, así como configurar un instrumento de gran valor estratégico para la gestión, planificación y control del mercado; la implementación de un Programa Federal de Capacitación a Cooperativas que prestan servicios de telecomunicaciones, informando acerca de los requerimientos, condiciones y posibilidades regulatorias y técnicas existentes, contribuyendo a mejorar la calidad de los servicios que prestan y a promover la competencia; y el desarrollo de una serie de investigaciones con el objetivo de aportar información sobre la materia en función de ciertas preocupaciones detectadas en distintos sectores sociales, tal el tema de las radiaciones no ionizantes, el emplazamiento de antenas y el reciclado y tratamiento de residuos electrónicos.*

*Es dentro de este contexto donde se encuadra la presente colección sobre nuevas tecnologías en el ámbito de las telecomunicaciones, conformada por 10 investigaciones realizadas por un grupo de estudio interdisciplinario, con el objetivo de brindar información actualizada a distintos actores acerca de los diversos avances tecnológicos y sus posibilidades de implementación, dotándolos de nuevas herramientas y conocimientos a fin de poder mejorar y ampliar los variados servicios de telecomunicaciones.*



## PRÓLOGO

---

*El desarrollo de estas investigaciones es posible gracias al formidable capital humano con que contamos en nuestro Organismo, altamente capacitado, en constante formación y con amplia predisposición y voluntad para compartir y transmitir sus conocimientos y experiencias en la materia.*

*La conformación de grupos de estudio se prevé que sea extendida a otras áreas del Organismo, a fin de investigar y divulgar sobre diversas temáticas de interés tanto particular, para el mercado de telecomunicaciones, como general, para la sociedad en su conjunto, pues consideramos que el desarrollo de investigaciones propias constituye una obligación y una responsabilidad para el Estado en tanto instrumento para mejorar las condiciones sociales de nuestra población, y, en particular para nuestro Organismo, con el propósito de facilitar y promover el acceso a las telecomunicaciones, a la información y al conocimiento.*



Ing. Ceferino Namuncurá

**INTERVENTOR**

COMISIÓN NACIONAL DE COMUNICACIONES



## INTRODUCCIÓN

El propósito del presente trabajo es dar una visión sobre la tecnología y los servicios comúnmente denominados VoIP y determinar su relación con la regulación vigente. A tal efecto, se ha decidido mantener un grado de profundización técnica que sea accesible a lectores que no posean conocimientos especiales sobre la materia.

En primer lugar, se hace una breve reseña sobre las redes que operan con conmutación de circuitos y se comparan con sistemas que conmutan paquetes de datos, analizando la conexión entre ambas redes. La óptica de este resumen pone énfasis en los aspectos que se relacionan con los servicios de telefonía y transmisión de datos. Luego se introduce una explicación de los sistemas que emplean protocolos IP para brindar servicios de telefonía. El tratamiento de las cuestiones técnicas se completa con una descripción de los escenarios más comunes del empleo de los servicios IP.

Luego, se analizan las implicancias que los servicios con tecnología IP desde el punto de vista de la regulación de los servicios de telecomunicaciones. Se discutirán varios escenarios posibles, sin pretender dar un excesivo detalle sobre las opciones regulatorias, con el objeto de facilitar la formación de una opinión sobre el tema.

Finalmente, se discute brevemente el tema de la numeración para servicios VOIP, sus alcances y problemas, la aparición de números nómades y variantes de portabilidad.



# CAPÍTULO I

## 1. CONMUTACIÓN

La comunicación entre un origen y un destino habitualmente pasa por nodos intermedios que se encargan de encauzar el tráfico. Por ejemplo, en las llamadas telefónicas los nodos intermedios son las centralitas telefónicas y en las conexiones a Internet, los routers encargados de direccionar las comunicaciones. Según la utilización de estos nodos intermedios, se distingue entre conmutación de circuitos y de paquetes.

En caso de requerir conectar a  $N$  usuarios de una red, existirían  $N*(N-1)/2$  posibles conexiones para comunicaciones punto a punto, según se muestra en la figura 1.

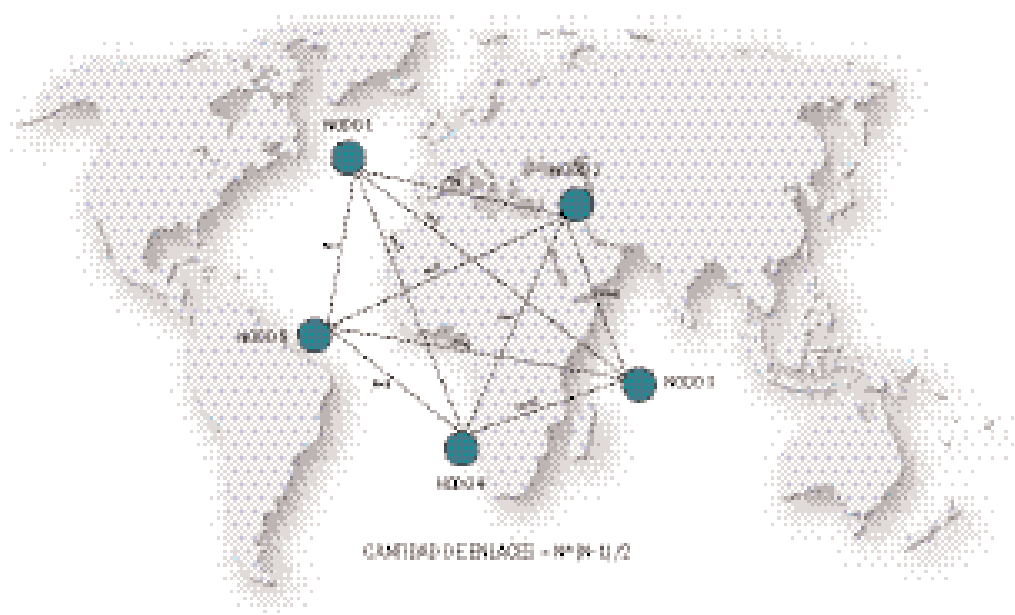


Figura 1

## CAPÍTULO I

El proceso de conmutación permite asignar temporalmente canales de comunicación extremo a extremo entre dos usuarios o abonados de las redes, de modo tal que dichos canales puedan ser compartidos, en distintos momentos, por varios usuarios logrando con ello no sólo eficiencias económicas, si no un ordenamiento adecuado de las redes que permite un manejo técnico racional al problema del número de conexiones posibles en la red. Por ejemplo, los enlaces de la figura anterior se reemplazarían por un centro de conmutación y una cantidad de enlaces menor.

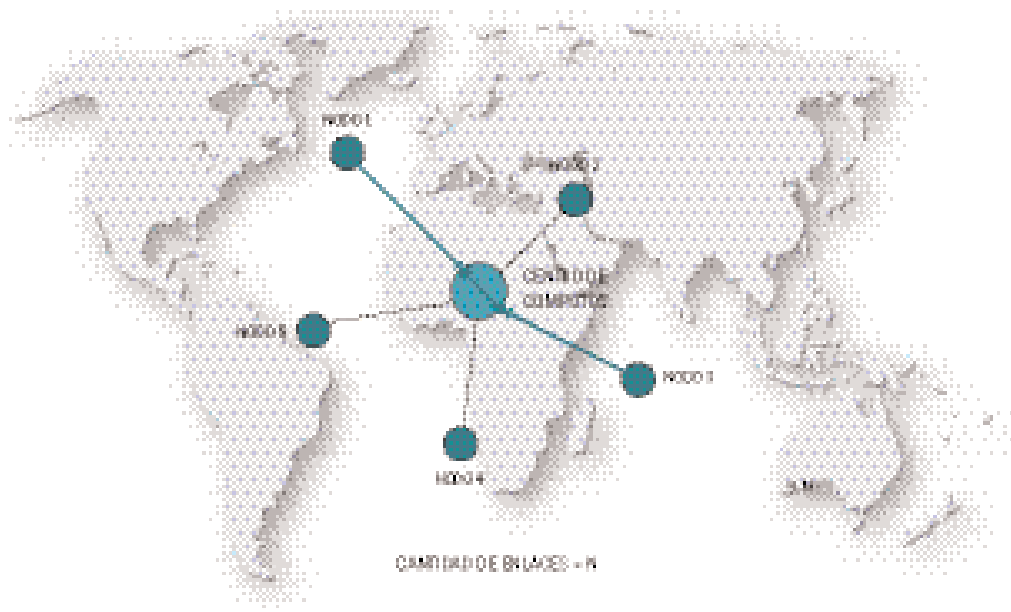


Figura 2

## CAPÍTULO I

### 1.1 CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS

El concepto de conmutación de circuitos está basado en la realización de una comunicación mediante el establecimiento de un circuito físico entre el origen y el destino durante el tiempo que dura la llamada. Esto significa que los recursos que intervienen en la realización de una llamada no pueden ser utilizados en otra llamada hasta que la primera no finalice, inclusive durante los silencios que se suceden dentro de una conversación típica.

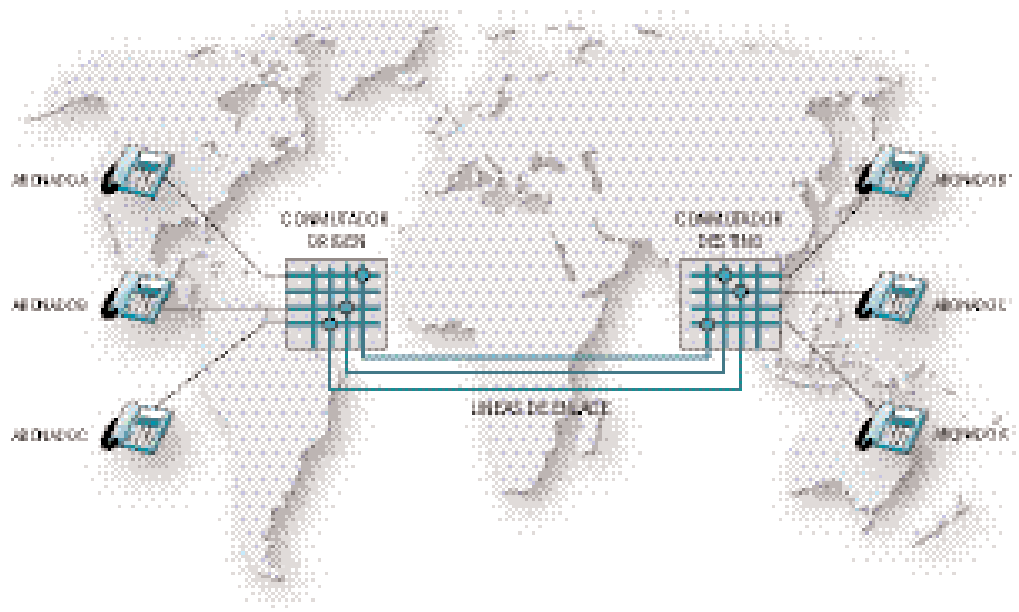


Figura 3

## CAPÍTULO I

Si bien la conmutación de circuitos fue desarrollada en redes telefónicas también es factible de ser empleada en redes de datos.

Su principal característica está dada por la reserva exclusiva de un canal específico para cada comunicación extremo a extremo en la red, durante el tiempo de duración de la misma (duración de la llamada).

En la figura siguiente se muestra un ejemplo de conmutación de circuitos, donde se han dibujado las centrales o conmutadores telefónicos de origen y destino, juntamente con algunos abonados. Cada una de las comunicaciones: A - A', B - B' y C - C' se establecen y mantienen por líneas de enlace individuales.

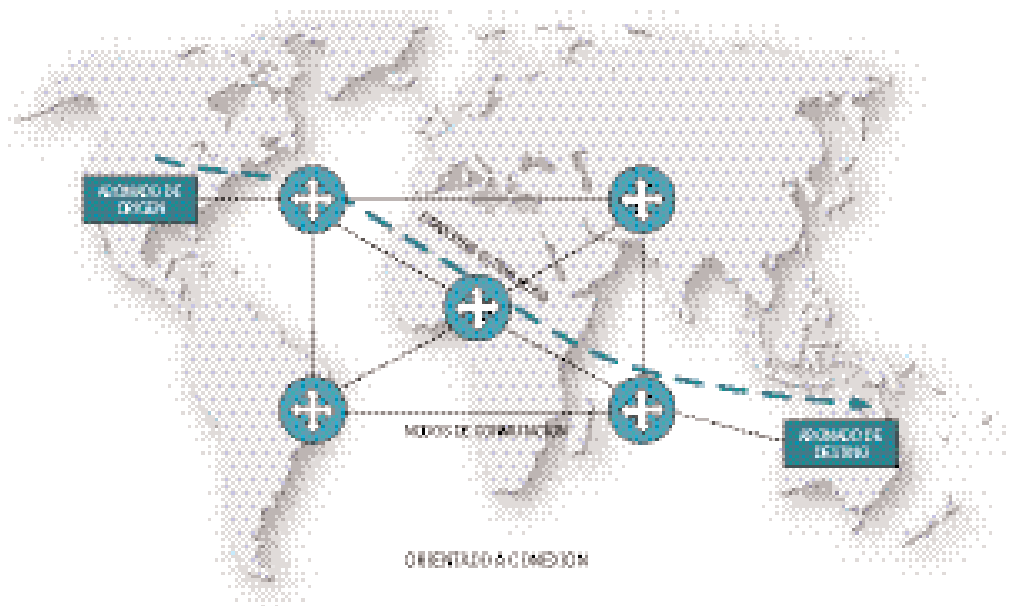


Figura 4



# CAPÍTULO I

---

En el caso de conmutación por circuitos, la comunicación entre el abonado de origen y el abonado de destino, ocupa, como se ha visto anteriormente, un canal dedicado durante el transcurso de la llamada, por ello se dice que está “orientada a la conexión”, como puede observarse en la figura 4.

### CARACTERÍSTICAS DE LA CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS

- Retardos establecidos.
- Garantiza la entrega continua.
- Los circuitos no se utilizan cuando la sesión está desocupada (vacía).
- Resulta ineficaz para el tráfico a ráfagas.
- Generalmente, la conmutación de circuitos se realiza con una velocidad fija (por ejemplo: 64 Kbps).
- Es difícil que soporte velocidades variables de datos.

## CAPÍTULO I

### 1.2 CONMUTACIÓN DE PAQUETES

Las aplicaciones de datos requieren, a menudo, la transmisión de información que es muy variada, desde simple información transaccional caracterizada por mensajes breves, hasta extensos archivos que hacen uso intensivo del canal de comunicaciones.

Este problema de manejo de información de diferentes tamaños ha sido resuelto mediante el desarrollo de protocolos<sup>1</sup> que fraccionan la información en pequeñas porciones (paquetes), para transmitir cada una de ellas por separado y luego rearmar la información completa en el punto terminal de la comunicación. De este modo se unifica la información en un único tipo a ser transmitido, esto es el paquete, lo cual simplifica los equipos de conmutación de la red (no necesitan una gran memoria temporal). Esta es la forma de transmisión que se utiliza en Internet: los fragmentos de un mensaje van pasando a través de distintas redes hasta llegar al destino. Este proceso está esquematizado en la figura 5.

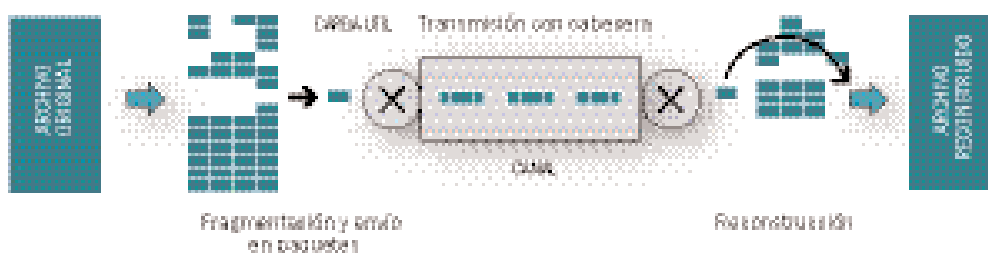


Figura 5

## CAPÍTULO I

La fragmentación del mensaje original en paquetes permite que por un determinado canal de comunicación puedan transferirse paquetes de distintos mensajes, es por ello que la característica más importante de este modo de conmutación es la compartición de recursos. Sobre la base del ejemplo anterior, las comunicaciones A - A', B - B' y C - C', de la figura 6, utilizan un canal compartido en el caso de conmutación de paquetes.

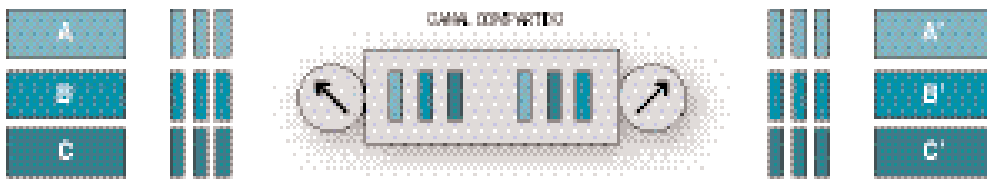


Figura 6

Adicionalmente, cabe mencionar que los paquetes provenientes de un mismo mensaje suelen enviarse al nodo de destino a través de distintos enlaces, es decir, no se establece un camino único como es el caso anterior, por este motivo a la conmutación de paquetes se asocia como “no orientada a conexión”. La figura siguiente muestra este proceso entre el origen A y el destino B.

<sup>1</sup>Se denominan protocolos a los mecanismos que se emplean para el intercambio de las señales empleadas para establecer, mantener y finalizar una sesión de intercambio de datos. Ver más adelante.

## CAPÍTULO I

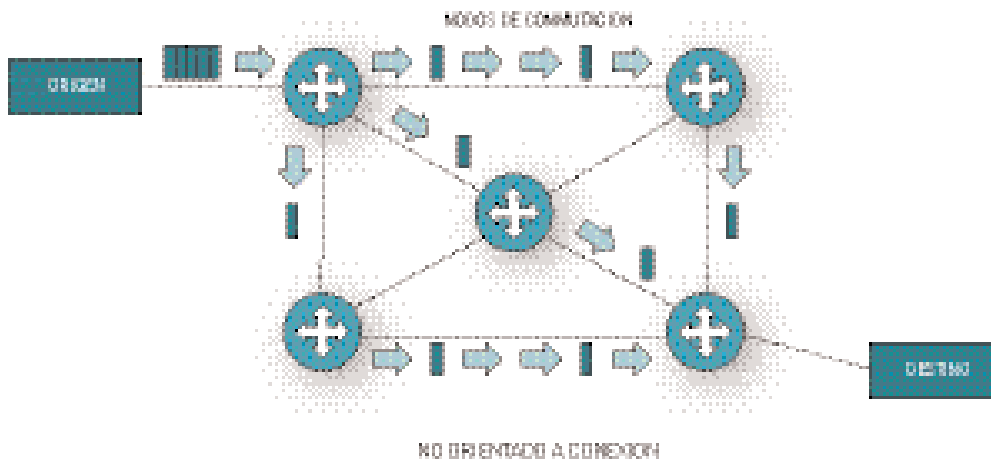


Figura 7

### CARACTERÍSTICAS DE LA CONMUTACIÓN POR PAQUETES:

- Para cada paquete se elige la mejor ruta siguiendo criterios de costo y congestión.
- Los distintos paquetes pueden seguir rutas diferentes
- Es eficaz para los datos transmitidos a ráfagas.
- Es fácil proporcionar ancho de banda con velocidades variables bajo demanda.
- Introduce retardos variables según el enrutamiento.
- Es difícil proporcionar garantías de calidad de servicio (servicio “Best-effort” o del mayor esfuerzo).
- Los paquetes pueden no llegar en orden a su destino.  
Ej.: IP (protocolo de Internet)

## CAPÍTULO I

---

### 2. SEÑALIZACIÓN

El proceso de señalización, se refiere a la información que se debe cursar entre los abonados y los distintos nodos de la red o entre nodos de esta, para poder establecer, mantener y finalizar una comunicación extremo a extremo.

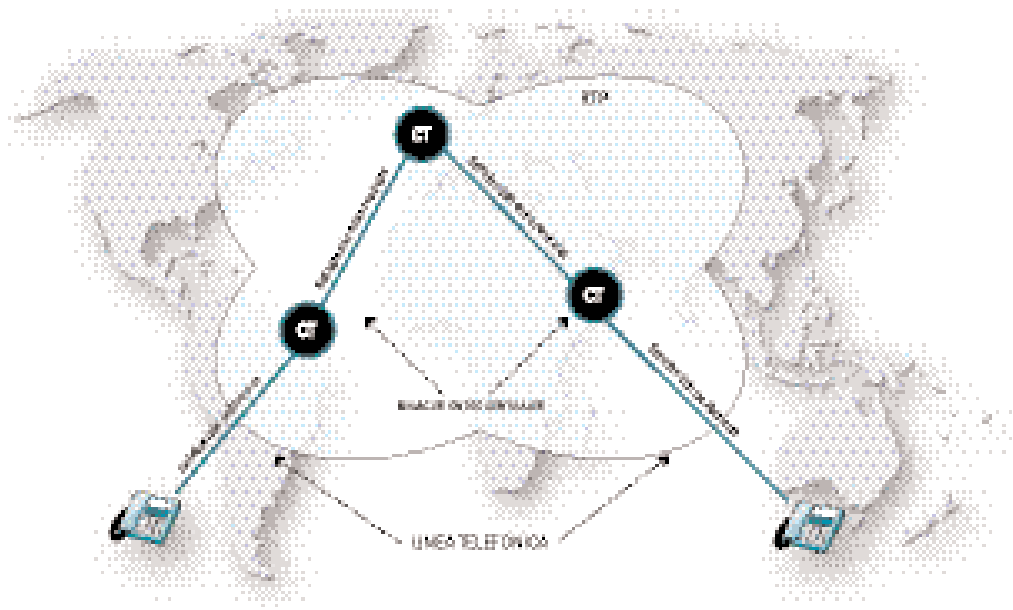
Las funciones básicas de la señalización son:

- **Supervisión**
- **Direccionamiento**
- **Explotación**

Mediante la supervisión se vigila constantemente el estado de la red para detectar cambios y proceder en consecuencia, el direccionamiento está relacionado con el enrutamiento de las llamadas a los destinos solicitados y la explotación tiene que ver, principalmente, con los procesos de tasación.

En las redes de telefonía, se crearon protocolos y normas de señalización tanto a nivel de abonado, para permitir la comunicación de este con el primer punto de conmutación o central telefónica, como entre centrales o nodos de conmutación, conociéndose, en términos generales la primera como señalización de abonado y la segunda como señalización a nivel troncal, como se muestra en la siguiente figura.

## CAPÍTULO I



**Figura 8**

Normalmente la señalización se maneja como una red en paralelo a la red que presta servicios desde el punto de vista lógico, si bien comparten los medios físicos en las centrales, parte de su capacidad de procesamiento atiende procesos de señalización y otra parte la conmutación propiamente dicha. En la transmisión se reservan algunos canales para el envío de la información de señalización.

En las redes de conmutación de circuitos se ha empleado tradicionalmente el sistema de señalización N° 7 definido por la UIT. El Reglamento Nacional de Interconexión establece que los prestadores tienen libertad para convenir el sistema de señalización para emplear en los enlaces de interconexión y, en caso de no llegar a un acuerdo

## CAPÍTULO I

---

deberían utilizar, por defecto, la norma técnica de señalización antes mencionada.

En redes IP se emplean varias normas de señalización, entre las cuales cabe citar las definidas por las recomendaciones H.225 y H245 de la UIT.

### 3. ENRUTAMIENTO

Las funciones de enrutamiento que provee una red de comunicaciones se relacionan con el establecimiento de reglas para buscar las rutas más adecuadas en cuanto a calidad y costo para una comunicación determinada.

El enrutamiento puede ser dinámico o rígido según el marco conceptual de red lo requiera. En el caso de redes tradicionales de voz, dada su conformación y la necesidad de mantener canales en reserva durante todo el curso de la llamada, el enrutamiento era relativamente estático, siendo una de las principales características de estas redes.

Este concepto estático, aplicado a las redes de voz, nace de una característica propia del tráfico telefónico la cual es su alta predictibilidad, es decir, el comportamiento estadístico del tráfico tiene parámetros muy definidos y permite un dimensionamiento previo de capacidades de número de canales entre centrales bastante cercano a la realidad,

## CAPÍTULO I

---

por tanto el problema de enrutamiento, en este caso, puede ser resuelto ex - ante a la construcción de red, mediante un adecuado cálculo de la capacidad necesaria en cuanto a canales entre un nodo de conmutación y aquel de mayor jerarquía del cual depende.

En contraposición, el tráfico tradicional de datos es no es fácilmente predecible (ver más adelante), por lo tanto establecida una determinada capacidad podría dar como resultado que surjan situaciones de congestión, incluso en escenarios donde se mantienen fijas las sesiones que existen en un momento dado, siendo aún mas complejo el problema de congestión cuando el número de sesiones que se activan o desactivan es muy variable en una red real.

Por lo dicho, en las redes de datos se utilizan protocolos de enrutamiento con esquemas más bien dinámicos que permiten manejar, “sobre la marcha”, problemas de congestión buscando rutas alternativas o fraccionando la información por distintas rutas para ser recuperada y rearmada en el nodo final. Este esquema de enrutamiento asegura la llegada de información con una baja tasa de error y en tiempos razonables, pero complica aún más los problemas de retardo y jitter que son indeseables en redes de voz.

Los distintos esquemas de enrutamiento serán tratados más adelante en oportunidad de tratar los protocolos de enrutamiento.



## CAPÍTULO I

---

### 4. MODELO DE REFERENCIA OSI.

El modelo OSI, (Open Systems Interconnection), interconexión de sistemas abiertos, es un modelo teórico de referencia que ofrece un lineamiento funcional para el establecimiento de las comunicaciones entre los nodos de una red, sin especificar normas técnicas para dichas funciones.

El modelo tiene una estructura multinivel, en la cual cada nivel tiene asignado el tratamiento de una parte de la comunicación. Es decir, cada nivel ejecuta funciones específicas para comunicarse con su similar en otro nodo. Para ello, envía mensajes a través de los niveles inferiores del mismo nodo. La comunicación internivel está bien definida, el nivel N utiliza los servicios del nivel N-1 y proporciona servicios al nivel N+1.

Unidades de información: En cada nivel, la unidad de intercambio de información tiene diferente nombre y estructura: Bits, tramas, paquetes, unidad del nivel de transporte (TPDU), unidad del nivel sesión (SPDU), unidad del nivel de presentación (PPDU) y unidad del nivel de aplicación (APDU).

## CAPÍTULO I

En la figura 9 se muestran los siete niveles del modelo OSI. Los tres primeros niveles se utilizan para enrutar, es decir, transportar la información entre los distintos nodos de una red. En cambio, los niveles superiores son exclusivos de los nodos origen y destino. En el nivel inferior se encuentra la interfaz física que depende del medio de utilizado en la transmisión y en el extremo opuesto se encuentra el nivel de aplicación, por ejemplo, un programa de mensajería electrónica. El usuario se sitúa por encima del nivel siete. En la figura 9 se ha esquematizado el flujo de información entre niveles.

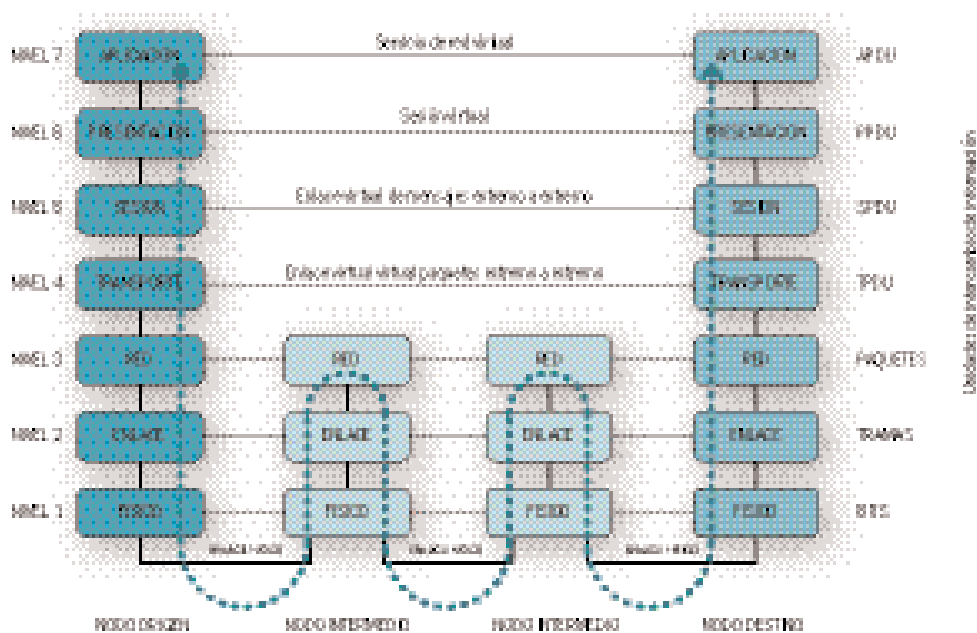


Figura 9

# CAPÍTULO I

---

Los datos útiles que el nodo de origen envía al nodo de destino, son los indicados en el nivel siete. Estos datos pasan de sucesivamente desde el nivel 7 hasta llegar al nivel físico del extremo de origen. Cada nivel, incorpora al mensaje un elemento de control (encapsulamiento). Este elemento de control, en forma de encabezado (C en la figura), permite que el nivel correspondiente en el nodo receptor se entere de que su similar, en el nodo emisor, está enviándole información. De esta manera, los mensajes están constituidos por dos partes, el encabezado y la información, conocida como carga útil.

En el nivel de enlace de datos se agrega también un elemento al final de la secuencia (F = final) para delimitar no sólo el comienzo sino también el final de un paquete de datos.

Estas señales llegarán, probablemente pasando por varios nodos intermedios, hasta el nivel físico del nodo de destino. A medida que se van recibiendo secuencias de bits, se van pasando a los niveles superiores. Cada nivel elimina su encabezado antes de pasarlo a un nivel superior. Finalmente los datos llegarán al nivel de aplicación, serán interpretados y mostrados al usuario del extremo de destino.

En este modelo, entonces, cada nivel se comunica con el nivel equivalente del otro nodo con el cual dialoga, por ejemplo, el Nivel de Red de un nodo se entiende con el Nivel de red del otro nodo. Sin embargo, como se ha visto, la comunicación realmente se realiza descendiendo niveles en el nodo de origen, transmitiendo por el medio físico y ascendiendo niveles en el nodo de destino.

# CAPÍTULO I

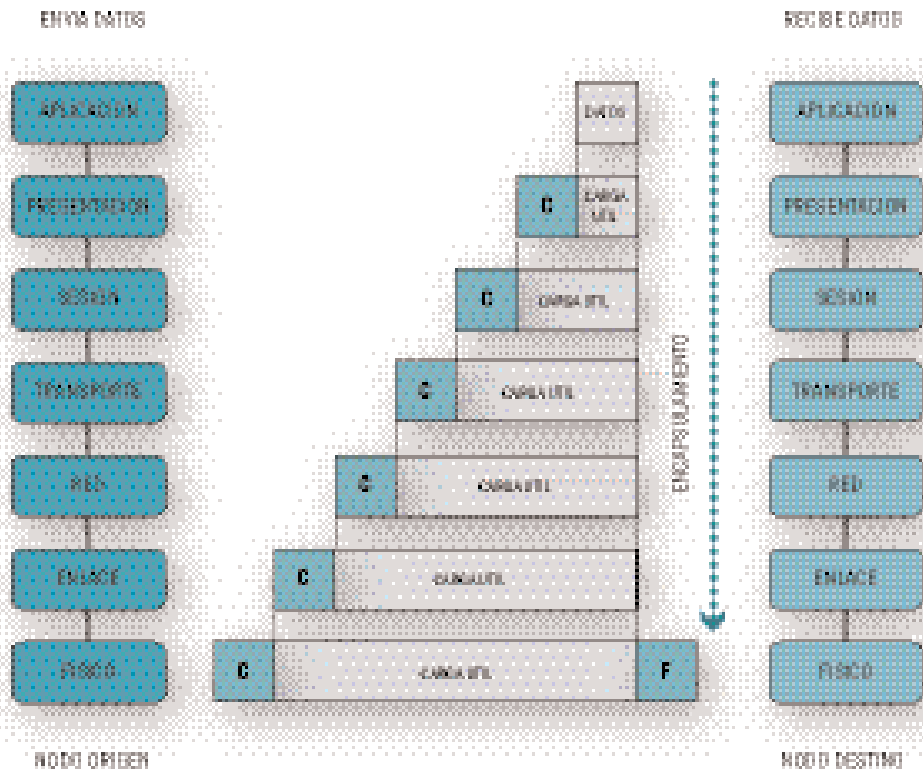


Figura 10

## CAPÍTULO I

---

### FUNCIONES DE LOS NIVELES

**NIVEL FÍSICO.** Se encarga de la transmisión de las señales eléctricas por el medio de transmisión.

**NIVEL DE ENLACE DE DATOS.** Envía tramas de datos entre nodos de una misma red. Delimita las secuencias de bits que envía al nivel físico.

**NIVEL DE RED.** Se encarga del encaminamiento de paquetes entre el origen y el destino. Los mensajes se fragmentan en paquetes y cada uno de ellos se envía de forma independiente. Su misión es unificar redes heterogéneas: todos los nodos tendrán un identificador similar al nivel de red (en Internet son las direcciones IP).

**NIVEL DE TRANSPORTE.** Únicamente realiza las funciones de transmisión entre origen-destino. Integra funciones de control de flujo y control de errores, de forma que los datos lleguen correctamente de un extremo a otro.

**NIVEL DE SESIÓN.** Se encarga de iniciar y finalizar las comunicaciones.

**NIVEL DE PRESENTACIÓN.** Codifica los datos que recibe del nivel de aplicación a un sistema convenido entre emisor y receptor, con el propósito de que tanto textos como números sean interpretados correctamente.

**NIVEL DE APLICACIÓN.** Aquí se encuentran los protocolos y programas que utiliza el usuario.

## CAPÍTULO I

### 5. MODELO TCP/IP

A diferencia del modelo OSI, el modelo TCP/IP tiene, además del nivel físico, tres niveles: nivel de red, de transporte y de aplicación, ver figura 11. No tiene niveles de sesión ni de presentación. Tampoco dice nada de los niveles físico y de enlace a datos.

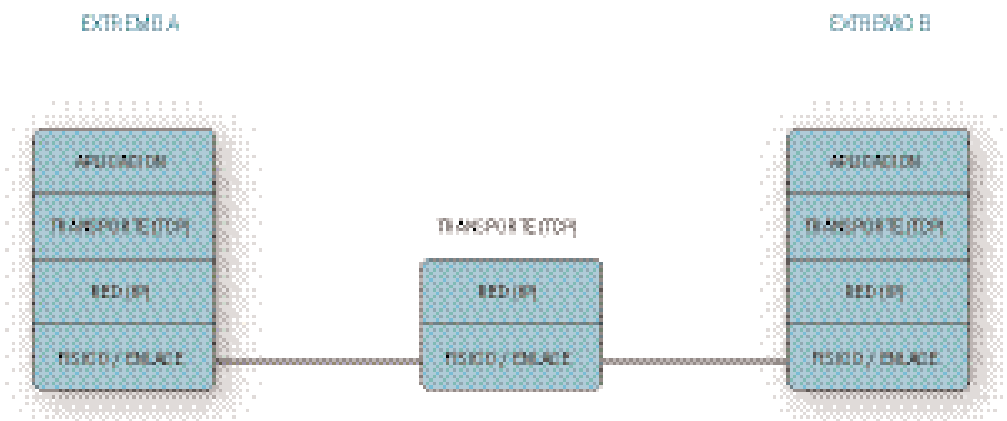


Figura 11

## CAPÍTULO I

---

### 6. PROTOCOLOS

En cada uno de los niveles de los modelos analizados (excepto en el nivel físico) se utiliza un protocolo distinto. Estos protocolos se van apilando de forma que los niveles superiores aprovechan los servicios de los protocolos de niveles inferiores. Durante una transmisión cada protocolo se comunica con su homónimo del otro extremo sin tener en cuenta los protocolos de otros niveles.

Se verán a continuación los protocolos más comunes correspondientes al nivel de red y de transporte usados en estas redes.

#### 6.1 FAMILIA DE PROTOCOLOS TCP/IP

##### 6.1.1 PROTOCOLO IP

El protocolo IP, en su versión actual IPv4, define una unidad de transferencia de información básica conocida como paquete, que se sustenta en una dirección origen y una dirección destino. El protocolo IP es un protocolo que se caracteriza por la funcionalidad de poder enviar los paquetes de un mensaje por varias rutas disponibles, de acuerdo a las condiciones de tráfico existentes en cada una de ellas. Por esta razón se lo denomina no orientado a conexión.

Emplea el principio llamado "del mayor esfuerzo", en donde todos los paquetes reciben el mismo tratamiento que consiste en cursar cada

## CAPÍTULO I

---

paquete intentando que éstos lleguen a su destino final, pero no garantiza que un paquete en particular alcance su destino correctamente. Los paquetes pueden llegar dañados, repetidos, en un orden distinto al enviado o, simplemente, pueden no llegar. Este protocolo no posee mecanismos eficientes para el chequeo de consistencia de la información, con lo cual surge la posibilidad de que se produzcan atrasos o pérdidas de paquetes. Las funciones de chequeo y consistencia de la información quedan para otros protocolos superiores que son parte de la familia.

### 6.1.2 PROTOCOLOS TCP Y UDP.

Sobre el protocolo base de red IP, como parte de la familia, existen otros protocolos que complementan funciones específicas, principalmente de transporte y adaptación de la información hacia las aplicaciones. El protocolo IP se encarga de comunicar las máquinas como usuarios de una red de telecomunicaciones, pero es necesario adaptar en cada una la información proveniente de las múltiples aplicaciones y dar la consistencia que cada una de ellas requiera de acuerdo a su naturaleza.

Para realizar estas funciones se han diseñado varios protocolos, siendo los más conocidos el UDP y el TCP, los cuales permiten el control de la comunicación.

La información que se genera en los protocolos UDP y TCP es la carga útil de los paquetes de IP, esta información, a su vez, tiene un enca-



## CAPÍTULO I

---

bezado y una carga útil que proviene de las aplicaciones.

El protocolo UDP adiciona la información de puerto de origen y destino en el encabezado, un campo de chequeo rápido (Como el CRC de IP)<sup>2</sup> e información referida a la longitud del paquete. Este protocolo sólo se enfoca a conectar aplicaciones específicas en puertos específicos, dejando toda función de chequeo de consistencia a las aplicaciones.

El protocolo TCP genera la posibilidad de orientar a conexión las comunicaciones que lo requieran, estableciendo una sesión completa entre las máquinas para una aplicación particular y verifica la consistencia de la información, solicitando retransmisiones si fuera necesario. En este sentido es eficaz en aplicaciones de datos, donde se requiere una total consistencia de la información y también en otras aplicaciones como la VoIP.

### 6.1.3 PROTOCOLOS PARA MANEJO DE CALIDAD DE SERVICIO

En las redes IP se han creado protocolos para obtener una determinada calidad de servicio, como es requerida en aplicaciones con tráfico en tiempo real de voz y video.

Uno de los más difundidos es el protocolo RSVP (ReSerVation Protocol) que actúa directamente sobre IP, sin acudir al uso de UDP o TCP. Este

---

<sup>2</sup> CRC: Control de Redundancia Cíclica, es un mecanismo para la detección de errores.

## CAPÍTULO I

---

protocolo permite a los routers reservar un ancho de banda determinado en la ruta para la aplicación que así lo solicite y está enfocado para comunicaciones punto a punto, no considerando aplicaciones de tipo punto multipunto como puede ser una difusión de radio sobre una red IP o una conferencia múltiple.

Por su parte, en redes de alto desempeño es común encontrar el manejo de MPLS (Multi Protocol Label Switching), protocolo que permite etiquetar desde el origen con una información de prioridad y requerimientos de servicio específicos a cada uno de los paquetes enviados, de modo que el tiempo de procesamiento de estos paquetes en el interior de la red se reduce sensiblemente. Este tipo de soluciones, sin embargo, dependen de la red y de la capacidad de manejo MPLS que ella posea, por lo que es usado en servicios de proveedores privados de redes sobre IP que tienen en todos sus equipos implementadas estas funciones, pero no es usual encontrarlo en la Internet pública.

Asimismo, se han desarrollado algunos modelos de manejo para la negociación de la calidad de servicio en las redes, como IntServ (Integrated Services), el cual permite disponer de niveles de servicios determinados mediante el empleo del procedimiento RSVP antes mencionado, por el cual se hacen reservas de recursos en los routers en forma individual para cada flujo de información en particular. No obstante, esta técnica genera un compromiso de desempeño por el tráfico adicional que se requiere para la reserva de parámetros en la red y está más orientado a gestionar redes de acceso.

### CAPÍTULO I

---

Otro protocolo es el DiffServ (RFC 2475) que define un conjunto de clases de tráfico o niveles de calidad en la red y atribuye prioridades para cada una ellas. Con el tráfico clasificado se realiza un tratamiento diferencial de los servicios según su sensibilidad al retardo o pérdida de paquetes. DiffServ es más adaptable al núcleo de red.

En la versión sexta del protocolo IP, IPV6, se han tenido en cuenta mecanismos QoS que consisten en etiquetar los paquetes e identificar los flujos de manera que se pueda controlar el trayecto a seguir por la red, asignando mayor prioridad a los flujos que ocurren en tiempo real (por ejemplo, una sesión de VoIP).

Existen otros protocolos y mecanismos enfocados a resolver el tema de reserva de recursos, no obstante, en términos generales, ello es común en redes privadas y ambientes controlados o a través de proveedores de servicios basados en IP que usan su propia infraestructura donde pueden controlarse estos parámetros. En el caso de la Internet, aún con protocolos tan difundidos como RSVP, existe la limitante de su completa implementación y uso en toda la red global, por lo que el tema de calidad de servicio para el manejo de VoIP en la Internet depende más de la disponibilidad de anchos de banda suficientes en toda la ruta a ser usada, de modo tal que no sea crítica una reserva previa de algún tipo sobre un recurso limitado.

#### 6.1.4 PROTOCOLOS PARA MANEJO ESPECÍFICO DE VOZ SOBRE IP.

Si bien se han desarrollado varios protocolos para el manejo de VoIP,

## CAPÍTULO I

---

principalmente sobre la Internet, muchos de ellos propietarios, son tres los que por su estandarización, apertura y aval tanto del IETF (Internet Engineering Task Force) como de la UIT, han prevalecido en el desarrollo de este tipo de aplicaciones:

### 6.1.5 PROTOCOLO H.323

Está dado por la Recomendación UIT-T H.323 que define los Sistemas de Comunicaciones Multimedia basados en paquetes y describe una arquitectura distribuida para crear aplicaciones multimedia, incluyendo VoIP. Como norma de la UIT, permite tener interfaces abiertas compatibles entre diversos proveedores de equipos, es realmente un conjunto de protocolos y un marco conceptual de arquitectura de red, que configura una solución para el manejo de servicios multimedia en redes IP. En una red H.323, se encuentran entonces varios elementos y protocolos que interactúan entre si.

#### COMPONENTES H.323

- **Gatekeeper.** Este elemento realiza funciones de direccionamiento, autorización, autenticación de otros elementos, administración de recursos disponibles y, en el caso de servicios pagos, funciones de tasación y tarificación.
- **Gateway.** Este componente permite realizar la conexión entre redes H.323 y redes de otra naturaleza, como las tradicionales redes de telefonía. Realiza funciones de traducción de protocolos

# CAPÍTULO I

---

entre las dos redes. Este elemento no es necesario para comunicaciones internas a una red H.323 ni entre redes H.323, pero si para su comunicación con redes de otro tipo como la red telefónica.

- **Terminales.** Son los elementos que permiten la interfaz del usuario con las aplicaciones que se ejecutan en la red H.323. Pueden ser PC genéricos con software H.323 o dispositivos especializados para algún tipo de aplicación, normalmente soportan aplicaciones de audio y eventualmente de video.

- **MCU (Multipoint Control Unit).** Estos elementos, optativos en las redes H.323, permiten la realización de conferencias entre 3 o mas usuarios, estableciendo comunicación con cada uno de ellos.

### PROTOCOLOS H.323

El VoIP/H.323 comprende una serie de protocolos que cubren los distintos aspectos de la comunicación:

#### DIRECCIONAMIENTO:

- **RAS (Registration, Admision and Status):** Protocolo de comunicaciones que permite a una estación H.323 localizar otra estación H.323 a través del Gatekeeper.

- **DNS (Domain Name Service):** Servicio de resolución de nombres en direcciones IP con el mismo fin que el protocolo RAS pero a través de un servidor DNS.

## CAPÍTULO I

---

### SEÑALIZACIÓN:

- **H.225 (RAS):** Protocolo que permite a los terminales hablar con el Gatekeeper, solicitar y regresar ancho de banda y proporcionar actualizaciones de estado.
- **Q.931:** Protocolo de señalización de llamadas, para establecer y liberar las conexiones con la red telefónica RTC.
- **H.245:** H.245 - Protocolo de control para comunicaciones multi-medios Protocolo de control de llamadas, permite a los terminales negociar ciertos parámetros como: el tipo de Codec, la tasa de bits.

### COMPRESIÓN DE VOZ:

- **Requeridos:** G.711 y G.723.1
- **Opcionales:** G.728, G.729 y G.722

### TRANSMISIÓN DE VOZ:

- UDP: La transmisión se realiza sobre paquetes UDP, pues aunque UDP no ofrece integridad en los datos, el aprovechamiento del ancho de banda es mayor que con TCP.
- RTP (Real Time Protocol): Maneja los aspectos relativos a la temporización, marcando los paquetes UDP con la información necesaria para la correcta entrega de los mismos en recepción.

### CONTROL DE TRANSMISIÓN:

- RTCP (Real Time Control Protocol): Es un protocolo de control de los canales RTP. Se utiliza principalmente para detectar situaciones de congestión de la red y tomar, en su caso, acciones correctoras.

## CAPÍTULO I

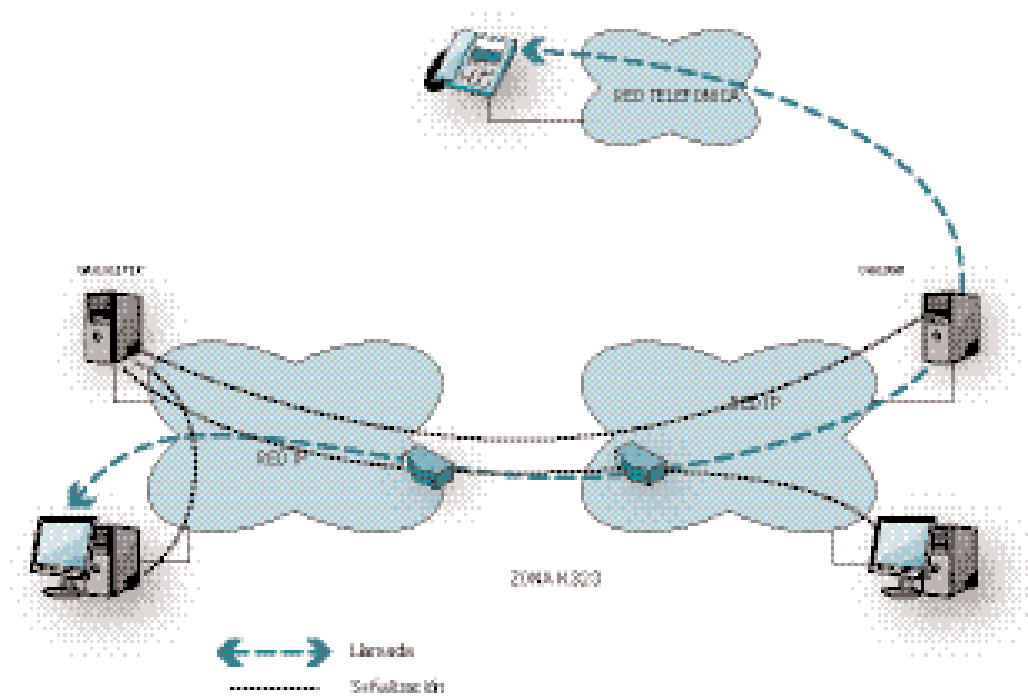


Figura 12

En la figura N° 12 se muestran los diversos canales lógicos establecidos durante una llamada.

## CAPÍTULO I

---

### 6.1.6 PROTOCOLO SIP

#### SIP (SESSION INITIATION PROTOCOL)

SIP especifica procedimientos para telefonía, videoconferencia y otras conexiones multimedia sobre Internet. SIP es un protocolo del nivel de aplicación independiente de los protocolos de paquetes subadyacentes (TCP, UDP, ATM, X.25). SIP esta basado en una arquitectura cliente servidor en la cual los clientes inician las llamadas y los servidores responden las llamadas. Es un protocolo abierto de señalización a nivel de aplicación diseñado para el manejo de aplicaciones de comunicación en tiempo real como puede ser la voz o la mensajería corta.

Otros protocolos que trabajan en conjunto con SIP son: RTP/RTCP ya descritos para H.323, RTSP y SDP.

Una de las principales características de SIP es la de simplificar el mecanismo para el establecimiento de la llamada, el cual se realiza prácticamente con un mensaje, siendo muy eficiente en cuanto a estos tiempos. Asimismo, mejora las capacidades de las redes al admitir movilidad mediante el uso de esquemas de proxy servers, que permiten al usuario modificar dinámicamente su ubicación, permitiendo un manejo transparente e independiente del terminal.

SIP puede establecer sesiones tipo punto a punto, punto a multipunto y conferencia múltiple. Las sesiones pueden contener audio, video o datos. SIP solo maneja establecimiento, manejo y terminación de sesiones. Para el transporte de datos, se utilizan otros protocolos, como RTP/RTCP. SIP es un protocolo de nivel de aplicación y puede ejecutarse sobre UDP o TCP.



## CAPÍTULO I

### COMPONENTES SIP:

En la figura 13 se muestra la interacción entre los componentes de una red SIP.

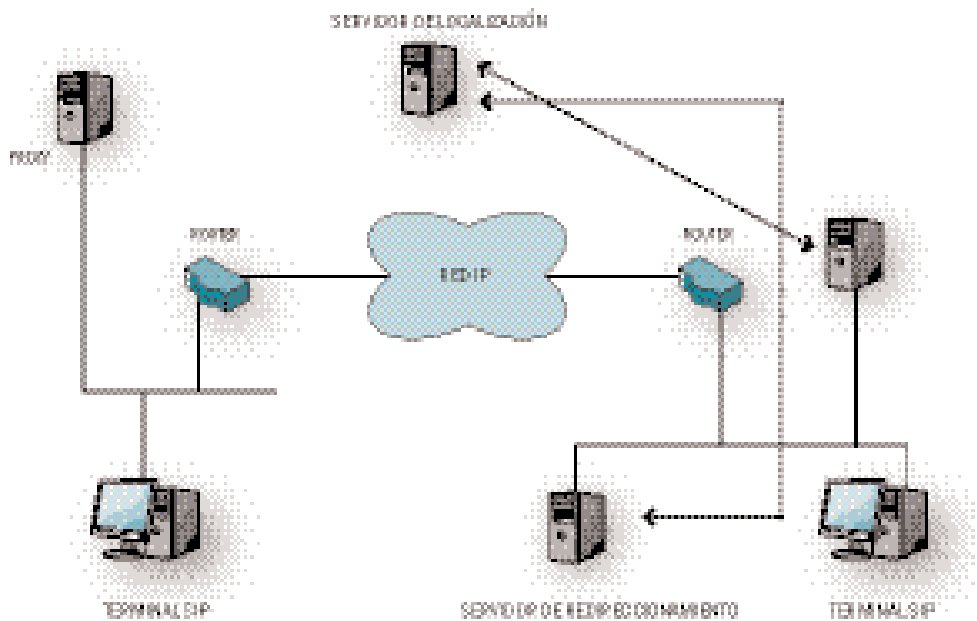


Figura 13

El sistema SIP contiene dos componentes: el agente usuario (User Agents - UA) y los servidores de red.

### AGENTE USUARIO (UA):

Un agente usuario es un cliente SIP, el cual realiza y recibe llamadas SIP. Los tipos de agente usuario son: clientes Teléfonos IP y Gateways. El servidor es llamado Servidor Agente Usuario (UAS), que recibe las peticiones del agente usuario cliente (UAC) y devuelve una respuesta al usuario.

## CAPÍTULO I

### SERVIDORES DE RED:

Hay tres tipos de servidores SIP:

- **Servidor Proxy SIP:** decide a que servidor se debe enviar la petición.
- **Servidor de Redirección:** notifica a la parte llamante la ubicación actual de destino.
- **Servidor de Registro:** provee servicios de registro para los UAC's para su localización permanente.
- **Servidor de Localización:** para consultar la ubicación actual del usuario.

### Ejemplo de sesión de llamada SIP entre 2 teléfonos

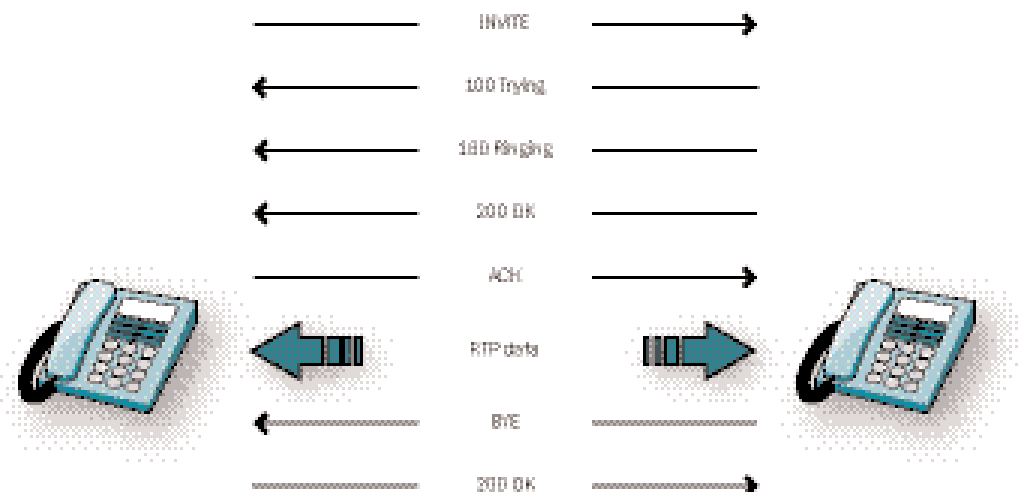


Figura 14

# CAPÍTULO I

---

Una sesión de llamada SIP entre 2 teléfonos se establece de la siguiente manera:

1. El teléfono de origen envía la señal - *invite*.
2. El teléfono de destino envía hacia atrás la respuesta informativa 100 - *tratando*.
3. Cuando el teléfono al que se llama empieza a sonar se envía al origen la señal 180 - *llamando*.
4. Cuando el receptor levanta el teléfono, el teléfono al que se llama envía la respuesta 200 - *OK*.
5. El teléfono llamante responde con un ACK - *confirmado*.
6. Ahora la conversación es transmitida como datos vía RTP.
7. Cuando la persona a la que se llama cuelga, se envía una solicitud -BYE- al teléfono llamante.
8. El teléfono llamante responde con un 200 - *OK*

### 6.1.7 MEGACO

La recomendación UIT-T H.248 establece el protocolo de Control Gateway donde se define una arquitectura centralizada con un controlador de Gateways (MGC). Este protocolo puede manejar varios gateways pudiendo también interactuar con otros MGC comunicándose por H.323 o SIP.

La recomendación H.248 es un complemento a los protocolos H.323 y SIP: se utiliza la norma H.248 para controlar los Media Gateways y el H.323 o SIP para comunicarse con otro controlador Media Gateway

## CAPÍTULO I

---

### 6.1.8 IPV6

Este protocolo corresponde al nivel de red y es el encargado de dirigir y encaminar los paquetes a través de la red.

IPV6 está destinado a sustituir al protocolo que se emplea actualmente, IP versión 4, que es el protocolo IP analizado en capítulos previos, cuyo límite en el número de direcciones admisibles de red está empezando a restringir el crecimiento de Internet. Además, el nuevo estándar también proporcionará direcciones a dispositivos móviles. IPV4 soporta cuatro mil millones ( $2^{32}$ ) de direcciones de red diferentes, un número insuficiente para asignar una dirección a cada persona del mundo, mientras que IPV6 admite más de 300 sextillones ( $2^{128}$ ) de direcciones. IPV6 tiene capacidad de ofrecer nuevas facilidades, como la movilidad, calidad de servicio (QoS), privacidad, etc.

## CAPÍTULO II

### TRANSMISIÓN DE LA VOZ EN IP

#### TRANSMISIÓN DE DATOS Y TRANSMISIÓN DE VOZ

En el caso de la voz, dada la naturaleza de la comunicación humana, pequeñas pérdidas de información en la señal, como la pérdida de una muestra, no son críticas para la completa comprensión de los mensajes. Ello es así dado que las aplicaciones de voz nacen de una señal análoga con información redundante, donde una ligera distorsión de la misma no es percibida por el oído humano, el cual es capaz de captar fonemas, palabras y frases a pesar de estos pequeños errores. Por ello es factible aplicar técnicas que permitan tener una muy buena comunicación aún cuando esté presente un cierto nivel de pérdida de información.

En cambio, no ocurre lo mismo en el caso de los datos, en donde pequeñas alteraciones en la transmisión pueden hacer incomprendible el mensaje final o inutilizar el archivo transmitido. Por ello, se planteó la necesidad de establecer métodos y protocolos de transmisión de datos que suplieran el factor limitante de todo medio de comunicación: la probabilidad de error debida a factores físicos como el ruido en el canal, la atenuación, retardos, entre otros.

Otra de las diferencias entre la comunicación de voz y las comunicaciones de datos está relacionada con la sensibilidad al retardo. Así, en el caso de la voz humana, la percepción misma del cerebro humano comienza a definir, como pérdida de comunicación, cuando en una conversación ocurren retardos en la respuesta superiores a 300 ms. Es común este tipo de problemas en comunicaciones de voz que

## CAPÍTULO II

---

requieren de transmisión satelital, donde son típicos retardos superiores a este límite, situación muy común en llamadas de larga distancia internacional por ese medio.

En el caso de la transmisión de datos, el procesamiento de información insume demoras típicamente muy superiores a los tiempos de transmisión, por lo que si bien existe un límite al retardo admisible, éste es muy superior al tolerable en los servicios de voz, pudiendo ascender al orden de los segundos.

Esta característica de insensibilidad al retardo de los sistemas de comunicación de datos tiene relación con el tiempo necesario para eventuales retransmisiones por la recepción de errores. Lo anterior implica, a diferencia de los servicios de voz tradicionales, el manejo de procesos (colas) de almacenamiento de información, tanto en el emisor como en el receptor, para capear adecuadamente eventuales retransmisiones, los retardos y el jitter, como se verá seguidamente.

La voz, por la necesidad de ser enviada en un continuo sin retardos notorios y sin efectos indeseables como el jitter, implica el manejo de una cadencia continua y totalmente predecible de información, que los sistemas tradicionales de telefonía resolvieron implementando comunicaciones orientadas a la conexión y la reserva y asignación de canales dedicados para cada conversación.

Por otra parte, las redes de telefonía tradicionales aseguran altos valores de calidad y confiabilidad a expensas de un menor aprovechamiento del ancho de banda de transmisión, puesto que se emplea el

## CAPÍTULO II

ancho de banda disponible (64 kb/s) durante la transmisión efectiva y “se desperdicia” ancho de banda durante pausas en la conversación en las cuales el canal sigue disponible. Por eso, las redes conmutadas de circuitos no hacen uso eficiente de la capacidad disponible.

Cuando existe una sobrecarga en la red IP, algunos paquetes se pierden y otros no llegan a tiempo para ser reensamblados en el orden correcto. Si ocurre esto, la calidad de la voz disminuye y se generan problemas como pausas en la conversación, comunicación entrecortada o demoras en los tiempos de respuesta, que impiden la normal fluidez de la comunicación.

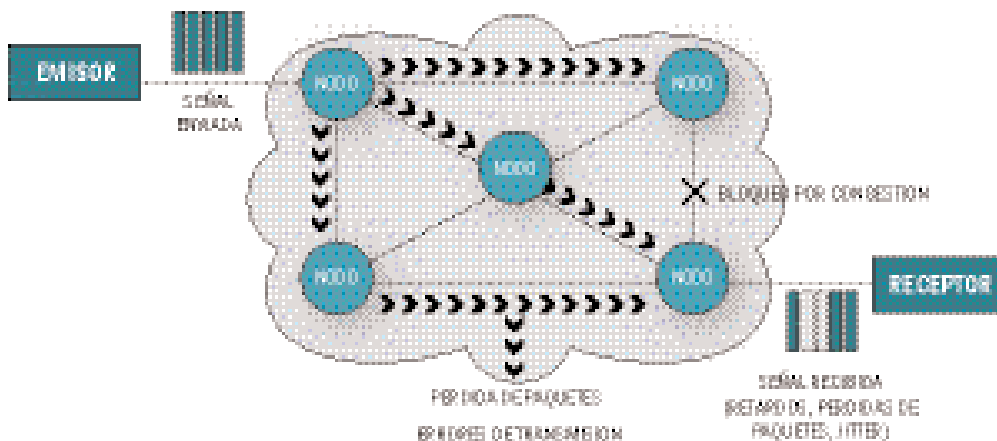


Figura 15

Factores típicos fuente de error en una comunicación. Se presenta un resumen de los factores más importantes que afectan la calidad de voz.

## CAPÍTULO II

---

### LATENCIA:

Es el tiempo o lapso necesario para que un paquete de información se transfiera de un lugar a otro. La latencia, junto con el ancho de banda, son determinantes para la velocidad de una red. Latencia es el retardo de extremo a extremo, considerada como el tiempo entre la generación de un paquete en un extremo de una llamada y su recepción en el otro extremo. El retardo incluye el tiempo que toma codificar el sonido como señal digital, la travesía de la señal por la red, y la regeneración de la señal como sonido en el extremo de recepción. La latencia causa dos deterioros diferentes, primero, al aumentar el retardo, el eco se vuelve más evidente. Segundo, cuando el retardo es lo suficientemente prolongado, perturba la dinámica de la conversación, dificultando la comunicación. Cuando la latencia excede 250 ms se vuelve molesta en una conversación normal.

A continuación se describen las causas de retardo identificadas en llamadas hechas con paquetes de voz:

### FUENTES DE RETARDO:

- **Retardo algorítmico:** es el retardo introducido por el codec y es inherente al algoritmo de codificación y compresión.
- **Retardo de paquetización:** es el tiempo para llenar un paquete de información (carga útil), de la conversación ya codificada y comprimida. Este retardo es función del tamaño de bloque requerido por el codificador de voz y el número de bloques de una sola trama.
- **Retardo de serialización:** es el tiempo requerido para transmitir un paquete IP, es decir está relacionado directamente con la tasa



## CAPÍTULO II

---

del reloj de transmisión. El retardo de serialización también se presenta cuando los paquetes pasan a través de dispositivos de almacenamiento y retransmisión tales como un router o un centro de conmutación.

- **Retardo de propagación:** es el tiempo requerido por la señal óptica o eléctrica para viajar a través del medio de transmisión y es una función de la distancia geográfica.

- Otros retardos incluyen los introducidos por los componentes del sistema de transmisión.

En la Rec. UIT-T G.114 se analiza el efecto de los retardos en la transmisión de voz.

### **PÉRDIDA DE PAQUETES:**

Los paquetes VoIP se pueden perder como resultado de una congestión de red o corrupción de datos. Además, para tráfico en tiempo real como la voz, la retransmisión de paquetes perdidos en el nivel de transporte no es práctica por ocasionar retardos adicionales. Entonces, se asigna a los terminales de voz la tarea de retransmitir las muestras de voz perdidas.

En el caso que se pierda una muestra de voz, el terminal introduce un intervalo de silencio en el flujo de voz. En el caso de que se pierdan muchas tramas, el sonido resulta molesto, pudiendo, llegado el caso, producirse pérdidas de sílabas o palabras enteras.

## CAPÍTULO II

---

Otra de las técnicas usadas para superar esta situación consiste en utilizar protocolos que no obliguen la retransmisión ante errores recibidos, combinados con técnicas de extrapolación predictiva (cálculo de la siguiente muestra, basado en el histórico de muestras anteriores teniendo en cuenta las características de la señal original) e interpolación (cálculo de una muestra faltante en medio de otras muestras, basado en la continuidad de la señal. Una forma de este proceso es el cálculo del promedio simple de las muestras adyacentes) que permiten recrear con un mínimo grado de error la señal original ante pérdidas de paquetes por errores en la transmisión o exceso de tiempo de transmisión de alguno de ellos. Para lo primero se han desarrollado protocolos específicos, especialmente en las redes IP, que agilizan la transmisión al eliminar los procesos de chequeo de consistencia de la información ante errores y la retransmisión de paquetes errados.

Para combatir las ráfagas de errores, se recurre a procedimientos de interpolación, basados en muestras de voz previas. Esta técnica es conocida como Packet Loss Concealment (PLC).

Por ejemplo, la Recomendación UIT-T G.711, Apéndice I, describe un algoritmo PLC para PCM. Otros codecs de voz, basados en CELP (Code Excited Linear Predictive), tales como definidos en las Recomendaciones UIT-T G.723.1, G.728 y G.729 también incorporan algoritmos PLC en sus normas. En general, si las pérdidas no son muy grandes, y la señal no es muy cambiante, las pérdidas pueden resultar imperceptibles después de aplicar el PLC.

### CAPÍTULO II

---

#### ECO

El retardo causa dos problemas: eco y solapamiento del habla. El eco es causado por las señales vocales que partiendo del transmisor son reflejadas por el equipo telefónico del extremo receptor (híbrido) distante y regresan al oído del hablante. Si el tiempo empleado por la señal en el viaje de ida y vuelta es breve, 20 - 30 ms, o si el nivel del eco está muy atenuado, 25 dB, probablemente no producirá molestias en la conversación. Sin embargo, el eco llega a ser un problema significativo cuando el retardo del viaje ida-vuelta supera los 50 milisegundos.

Existen dos formas de resolver el problema del eco: con supresores de eco y con canceladores de eco. Los supresores de eco funcionan suprimiendo la señal de voz del extremo con menos intensidad, haciendo que la comunicación se vuelva halfduplex. Este funcionamiento se puede observar cuando se usa el "manos libres" de un teléfono.

Los canceladores de eco son dispositivos más complejos, en donde la idea básica es sintetizar una réplica del eco y restarla a la señal que retorna. En circuitos de telefonía de larga distancia generalmente se instalan en el centro de conmutación internacional.

Cuando las redes de paquetes se conectan con redes con conmutación de circuitos se debe establecer un control del eco, para lo cual pueden tomarse las directrices que brinda la UIT - T en la Recomendación G.131, en donde se dan las características del eco aceptables en función del retardo.

## CAPÍTULO II

---

### **SOLAPAMIENTO:**

El solapamiento del habla se produce cuando uno de los abonados se superpone a la voz del otro abonado debido a la existencia de un retardo significativo, mayor de 250 milisegundos. Aún con la inclusión de dispositivos para la cancelación de eco, si el retardo es demasiado grande, mantener una conversación podría llegar a ser dificultoso debido al solapamiento.

### **FLUCTUACIÓN DEL RETARDO (JITTER):**

Otro de los problemas que se presentan en las redes de datos al aplicar sobre ellas contenidos de voz en tiempo real, corresponde al retardo que puede presentarse en los procesos de digitalización, compresión, enrutamiento y transporte y por la misma congestión en la red, además de las retrasmisiones inherentes a las redes de datos cuando se detecta error en algún paquete.

Asimismo, dado los diversos niveles de congestión en la red y las posibles rutas que se pueden usar en un momento dado, es muy normal que los paquetes de información lleguen a su destino con una cadencia distinta. El retardo experimentado por una trama en particular durante el tiempo de transmisión puede diferir de los retardos que sufren otras tramas. Este efecto se debe a que el tiempo de procesamiento puede variar dependiendo del tráfico cargado en la red. En efecto, en el origen se generan tramas de voz a intervalos regulares (por ejemplo cada 20 ms), en el destino no se recibirá tramas de voz a intervalos regulares debido a que los retardos individuales de las tramas, en general, no son iguales. Esta variación en los retardos se denomina jitter.

## CAPÍTULO II



**Figura 16**

Para combatir el problema de jitter se almacenan las tramas recibidas en una memoria (buffer) lo suficientemente grande para permitir que las tramas más lentas arriben a tiempo para ser ubicadas en la secuencia correcta. Esto hace que el jitter introduzca un retardo adicional. Para minimizar su efecto, muchas aplicaciones usan un buffer de capacidad variable, que se adapta a la magnitud del jitter presente en la red.

## CAPÍTULO II

---

### CODECS VOCALES

El codec (codificador decodificador) vocal tiene por objeto convertir las señales analógicas de la voz en información digital y viceversa. Generalmente a estos dispositivos se le agregan funciones de compresión con el objeto de eliminar toda información redundante o de poco contenido, de manera tal que el ancho de banda necesario para la transmisión de estas informaciones resulta, consecuentemente, reducido. Es decir, los codecs comprimen las señales de voz conservando solamente la información que tiene mayor impacto en la percepción humana de la señal vocal. En algunos tipos de codec la forma de onda original de la voz no se reproduce en el extremo receptor de una conversación IP. Por ejemplo, los codecs de la Recomendación G.729 y G.731 reproducen el sonido subjetivo de la señal en lugar de la forma de onda original y por tal razón se los considera no-lineales. En cambio los codecs de la Recomendación G.711 pueden considerarse lineales por cuanto la forma de onda reproducida es parecida a la original.

La función de compresión tiene en cuenta la calidad de la voz, la capacidad de procesamiento necesaria, el retardo introducido en esta operación y el ancho de banda necesario.

### SUPRESIÓN DE SILENCIOS Y RUIDO DE CONFORT

Con el objeto de aprovechar mejor el ancho de banda disponible, las redes VoIP emplean una funcionalidad conocida como supresión de los silencios o detección de actividad vocal. Mediante su aplicación, se detiene el envío de paquetes durante los períodos de silencio que ocu-

## CAPITULO II

ren en la conversación. La supresión de silencios se realiza en el equipo transmisor y, complementariamente, en el lado receptor se inyecta un ruido suave para evitar que la persona receptora tenga la sensación de que la comunicación se ha interrumpido. Sin embargo, si estos dispositivos no funcionan correctamente pueden disminuir la inteligibilidad de las señales vocales. Al eliminar la codificación de los silencios se produce inevitablemente un efecto no deseado que es la eliminación de la parte inicial de cada frase, recorte frontal. Además, al fin de cada frase, hasta su extinción, hay un período llamado hold over que también resulta perjudicial. Si el recorte frontal es exagerado resulta difícil comprender lo que se dice y si el valor de hold over es alto produce la sensación de una conversación entrecortada.

La figura 17 muestra los parámetros empleados en los dispositivos para la supresión de silencios.

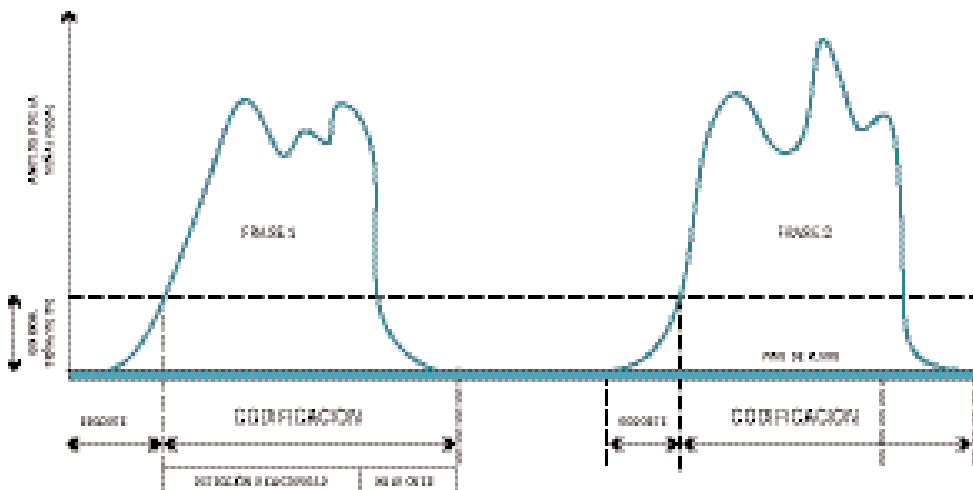


Figura 17





## CAPÍTULO III

### CALIDAD DE SERVICIO

Las redes tradicionales de telefonía pública conmutada desde hace tiempo han abordado el problema de la calidad de la voz transmitida optimizando sus circuitos para el rango dinámico de la voz humana y para el ritmo de las conversaciones. Las redes evolucionaron de manera que hoy día brinda se un servicio de una calidad tal que generalmente se la toma como referente en esta materia.

Las redes IP, fueron diseñadas, en un comienzo, para el transporte óptimo del tráfico de datos, por lo que la QoS requerida en las mismas estaba orientada a la integridad de los mismos evitando la pérdida de paquetes bajo el principio de “mayor esfuerzo” (best effort networks), sin mayor compromiso por parámetros de tiempo real que son críticos para la transmisión de voz. No obstante, al evolucionar dichas redes hacia redes convergentes, se desarrollaron mecanismos que permiten reservar ancho de banda en los conmutadores para comunicaciones que por su contenido así lo requieran, entre ellas la voz y el video, de modo tal que el efecto es similar al de un circuito dedicado emulado, con la ventaja adicional de poder usar estos recursos en otros servicios en el momento en el que no es usado efectivamente por el servicio que generó la reserva.

Por lo dicho, las redes de paquetes que cursan transmisiones de voz deben proyectarse y manejarse cuidadosamente para una expeditiva entrega y una pérdida mínima de los paquetes. Aún en redes bien proyectadas, las pérdidas son inevitables durante los períodos de congestión, a menos que cuenten con mecanismos de control de la con-

## CAPÍTULO III

---

gestión. Pueden usarse estrategias tales como la intercalación y la redundancia como ayuda para aliviar los efectos de la pérdida de paquetes. Las técnicas de ocultamiento de la pérdida de paquetes son útiles en el extremo receptor para minimizar los datos faltantes.

Si se desea obtener una calidad de servicio similar a la de la telefonía tradicional es necesario, por lo tanto, asegurar valores apropiados de ancho de banda, retardo, jitter y una máxima tasa de pérdida de paquetes. Si bien, en las redes IP no es posible “asegurar” estos parámetros, existen soluciones que permiten optimizarlos de alguna manera.

En el contexto de las aplicaciones VoIP, la calidad de servicio (QoS) está referida a los recursos y procedimientos que los administradores aplican a las redes con el objeto de gestionar los tráficos de manera de disminuir las posibilidades de congestión o de atenuar sus efectos. Los parámetros que influyen en la calidad de servicio en VoIP, han sido comentados en el capítulo anterior referido a la transmisión de la voz en medios IP. En esa oportunidad se analizaron los factores tales como latencia, pérdida de paquetes, jitter, eco, etc.

Con el objeto de combatir los efectos adversos que esos parámetros ejercen sobre la QoS, se han ideado procedimientos para mejorar el concepto inicial de “mayor esfuerzo” propio del protocolo IPV4.

Con respecto a los protocolos destinados a la implementación de QoS en la redes IP nos remitimos al capítulo II en donde se han revisado los procedimientos más comúnmente utilizados para este fin.

### CAPÍTULO III

---

#### NORMATIVA

Para los servicios basados en IP se han establecido objetivos de funcionamiento de red en las Recomendaciones UIT-T Y.1540, Y.1541 y la I.380. Luego de la Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (ANMAT) del 2004, la UIT-T esta actualizando algunas de ellas como la Y.1541.

- **Y.1540** Servicio de comunicación de datos con protocolo Internet - Parámetros de calidad de funcionamiento relativos a la disponibilidad y la transferencia de paquetes del protocolo Internet
- **Y.1541** Objetivos de calidad de funcionamiento de red para servicios basados en el protocolo Internet
- **I.380** - Servicios de comunicación de datos con protocolo Internet - Parámetros de calidad de funcionamiento relativos a la disponibilidad y la transferencia de paquetes del protocolo Internet.

#### ACUERDO SOBRE NIVEL DE SERVICIO (SLA)

Mención aparte merecen los Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA) que son instrumentos comerciales dirigidos a establecer diversas condiciones de servicio y a fijar penalidades en caso de incumplimientos pudiendo incluir plazos y objetivos.

Para comprender mejor el tema, se debe recordar que en el servicio de telefonía tradicional, todo lo que se le es ofrecido al cliente por un operador ya contiene valores de referencia basados en la propia definición

## CAPÍTULO III

---

del servicio de telefonía. Son las propias normas las que establecen diversos parámetros, incluida la calidad de servicio.

En el caso de la voz, cuando se utilizan redes basadas en IP, la situación es diferente ya que se basa en el conocido “mayor esfuerzo” con el agregado de otros elementos para la mejora de la calidad que ya fueron anteriormente tratados. Así resulta que la QoS es fuertemente dependiente de los codecs y de la eventual existencia de congestión. A fin de lograr ciertas condiciones de referencia con un determinado nivel para los clientes, se suelen establecer entonces estos SLA que pueden ser entre operadores u operador - cliente.

Los primeros se orientan a la interconexión entre pares en el ámbito de la red de transporte que ocurre generalmente en redes públicas con calidad de llamada. Los segundos están más orientados a conectar con redes privadas en el ámbito de la red de acceso.

## CAPÍTULO IV

### 1. NUMERACIÓN

Al interior de la red IP se manejan direcciones IP lógicas y sobre ella la aplicación de VoIP puede ser lo compleja que se desee, usando incluso nombres propios de personas para la identificación de origen y destino. Una alternativa interesante con respecto al formato de las direcciones que pueden emplearse en servicios de VoIP es la numeración definida por la Recomendación UIT-T E.164, Plan Internacional de Numeración para las Comunicaciones Públicas, para el enrutamiento de las comunicaciones la RTPC.

En dicho plan se ha establecido la estructura del número de telecomunicaciones públicas internacionales formada por un conjunto de cifras dispuestas en dos grupos: el indicativo de país (CC) y el número nacional (significativo) N(S)N. A su vez, el número nacional significativo admite una subdivisión en el código de destino nacional (NDC) y el número de abonado (SN).

CC	N(S)N
	NDC   SN

Donde:

CC es código de país

N(S)N es el número nacional significativo

NDC es el código de destino nacional

SN es número de abonado

## CAPÍTULO IV

---

Dentro de esta estructura los NDC, son los que definen las posibilidades técnicas de este recurso, siendo su estructura, o composición de dígitos, y sus posibilidades de utilización variables en cada país.

### 1.1 NUMERACIÓN GEOGRÁFICA

Esta se refiere a la numeración en la cual un NDC específico se encuentra vinculado a un área geográfica particular. En ese caso los NDC son los códigos de área o indicativos interurbanos empleados en telefonía fija donde a un grupo de localidades o áreas locales de una región geográfica se le asigna a un código en particular. En la normativa vigente, la ubicación del punto terminal de red en el domicilio del cliente determina rígidamente el área local a la cual pertenece y, por consiguiente, la numeración que tiene asociada.

La numeración geográfica puede ser empleada en VoIP como se verá en el siguiente ejemplo.

El usuario de RTP da origen a la comunicación marcando el número del usuario de destino, la red dirige la llamada al punto de interconexión con la red IP en donde se encuentra el gateway. En dicho elemento se produce la traducción del número E.164 discado por la dirección IP del usuario de destino. Como puede apreciarse, en este caso la traducción se realiza en un gateway en particular y resulta rígida, es decir, depende de las tablas contenidas en el mismo que no tienen posibilidad de ser cambiadas dinámicamente.

## CAPÍTULO IV

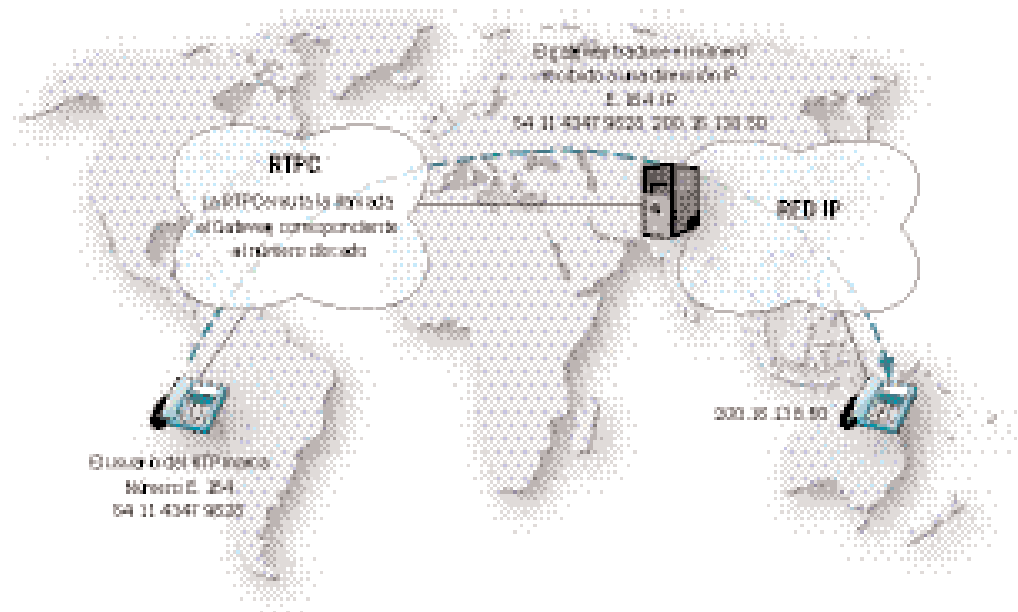


Figura 18

En el sentido inverso, la llamada telefónica emerge de un ambiente de protocolo IP desde terminal de origen por la red IP y utilizando el gateway se realiza la conversión de protocolos para luego ingresar a la red de circuitos RTP. Es así como la fase final, por medio de señalización, llegará al dispositivo de destino.

En este ejemplo se ha supuesto que esta red IP pertenece al prestador del servicio brindado al usuario IP. Bajo estas condiciones, la funcionalidad resultante de esta topología y numeración asociada se puede decir que se corresponde con el servicio de telefonía.

## CAPÍTULO IV

---

Distinto es el caso en donde en lugar de una red privada IP se emplee Internet, puesto que ello implicaría que el usuario IP está conectado mediante un acceso a Internet, es decir, el servicio de telefonía estaría montado sobre un Servicio de Valor Agregado, situación que no está contemplada en el marco regulatorio vigente.

La conjunción de estos dos servicios, en algunos ámbitos, ha dado en llamarse “servicio VoIP” y para el cual se pretende una regulación especial, diferente de la que aplica a los servicios de telefonía.

El “servicio de VoIP” permite que la numeración asignada al usuario en una determinada área local pueda ser utilizada para generar y recibir llamadas en cualquier otra área local del país o en cualquier lugar del mundo en donde se tenga acceso a una conexión a Internet. Esta facilidad, denominada nomadismo, produce una pérdida de la noción de ubicación geográfica que caracteriza a esta numeración. En efecto, el concepto de punto terminal de red deja de tener sentido por cuanto no existe vinculación entre la red del prestador y la instalación interna del abonado. En este caso el nomadismo observado se realiza por medio del acceso a Internet que paga el usuario. Por lo dicho, se entiende que ese nomadismo no es una propiedad intrínseca del “servicio VoIP”, sino, más bien, una facilidad del acceso a Internet contratado por el usuario.

Por otra parte cabe señalar que en el escenario analizado se da la posibilidad de manejo de servicios extraterritorialmente, aún con numeración de un país determinado.



## CAPÍTULO IV

---

El argumento principal a favor de la asignación de números geográficos para servicios VoIP es que ofrecen mejor incentivo para la competencia, especialmente en combinación con la portabilidad de números. Los argumentos principales en su contra son el uso nomádico de VoIP y el agotamiento de recursos de numeración.

Se pueden considerar tres formas para asignar los números geográficos para los “servicios VoIP”:

1. Permitir nomadismo en un área limitada.
2. Permitir nomadismo al nivel del país pero relacionado con el área geográfica determinada.
3. Quitar los requisitos de la relación con la ubicación geográfica.

### 1.2 NUMERACIÓN NO GEOGRÁFICA

A diferencia de la anterior, mediante esta numeración no se hace referencia a un área local en particular, es decir el destino puede estar ubicado en cualquier lugar dentro del país. Tiene aplicación para el acceso a servicios no geográficos como Audiotexto, Valor Agregado, Cobro Revertido, etc. El encaminamiento de las llamadas se efectúa mediante el empleo de redes inteligentes o plataformas similares, mediante las cuales el número no geográfico es traducido al número geográfico indicado por el destino.

## CAPÍTULO IV

---

Dentro de la numeración no geográfica el código de destino nacional se emplea para identificar redes o servicios:

- **Numeración de Redes:** Esta es la numeración que asocia NDC particulares a una red particular y definida, como podría ser la red de un operador móvil.
- **Numeración de servicios:** Es la numeración asociada a un servicio independiente del punto donde sea accedido, como son los servicios de cobro revertido (800 en la mayoría de países) o los servicios de tarifa diferenciada (6XX).

El código de numeración de redes sirve como un código de escape que permite salir de la numeración de la red telefónica y entrar en otra numeración, por ejemplo para acceder a las redes móviles. Es posible entonces utilizar numeración no geográfica para el “servicio VoIP” con un enfoque totalmente nómada, o sea, servicio geográfico indefinido.

En España la numeración atribuida para los servicios de telefonía sobre IP consiste en un rango de numeración geográfica compartido con el servicio telefónico fijo en el prefijo 8 admitiendo nomadismo en el área local y numeración no geográfica en el prefijo 51, admitiendo nomadismo a nivel de país. La intención es permitir que los usuarios hagan uso de la capacidad de nomadismo, admitiendo el acceso desde diferentes ubicaciones de acuerdo a la numeración utilizada.

## CAPÍTULO IV

---

### 2. ENUM

Telephone Number Mapping, ENUM, es una iniciativa para permitir asociar recursos de redes las telefónicas tradicionales a recursos de Internet y viceversa, permitiendo por ejemplo localizar la página Web de una persona a partir de su número telefónico.

Para el enrutamiento de las comunicaciones en Internet se emplean direcciones IP consistentes en un conjunto de cuatro grupos de números. Habitualmente, para mayor conveniencia de los usuarios, en lugar de estas direcciones numéricas IP, se utilizan nombres de dominio que resultan más fáciles de recordar, que luego son traducidos a las direcciones correspondientes. Así, en lugar de ingresar la dirección IP 200.16.138.5 para acceder a la página de la CNC, se usa el nombre de dominio **www.cnc.gov.ar**.

ENUM es un protocolo elaborado por el grupo de trabajo del Internet Engineering Task Force (IETF), que especifica un procedimiento para hacer corresponder los números telefónicos definidos por la Recomendación UIT-T E. 164, antes explicada, a nombres de dominio de Internet, RFC 2916 -September 2000; RFC2816bis -June 2003.

La aplicación básica de dicho protocolo es para efectuar consultas, a través de Internet, con el objeto de obtener los datos de contacto determinados previamente por una persona, por ejemplo, correo electrónico, número de teléfono celular, domicilio, etc. A tal efecto se emplearía una dirección de Internet derivada del número telefónico, en formato internacional, que dicha persona ha suministrado para tal fin.

## CAPÍTULO IV

---

El protocolo ENUM requiere que los servicios relacionados se busquen a través de una convención de correspondencia inversa biunívoca de los dígitos de un número conforme con la Recomendación UIT-T E.164 con direcciones (del Domain Name System (DNS) de Internet. La correspondencia es inversa en el sentido que los números E.164, por ejemplo 54 11 4347 9628, se procesan de izquierda a derecha, primero el país (54), después el área local (11), luego el prestador (4347) y finalmente el abonado (9628). En cambio, las direcciones IP se procede de derecha a izquierda, primero el país (ar), luego el tipo de organización (gov) y finalmente el nombre (cnc).

Como ejemplo, sigamos el proceso de construcción del dominio DNS asociado con el número **+54 11 4347 9628**:

- Se escribe el número E.164 completo, incluido el indicativo de país, en orden inverso separando cada dígito por un punto: 8.2.6.9.7.4.3.4.1.1.4.5.
- Al final se agrega la zona ENUM, e164.arpa: 8.2.6.9.7.4.3.4.1.1.4.5.e164.arpa, se tiene así el formato ENUM.

Para acceder a la información de contacto (teléfono particular, del trabajo, celular, fax, direcciones de correo, domicilio y lo se quiera poner) se ingresa la dirección de la persona en el formato ENUM con lo cual se llega a la página donde se ha colocado dicha información.

## CAPÍTULO IV

### EJEMPLO DE UTILIZACIÓN DE NUMERACIÓN ENUM EN VOIP

Se emplea un prefijo de acceso, por ejemplo 10XX, a un gateway de la red IP, de manera que al marcar el número E.164 antecedido por este prefijo, 10XX 54 114347 9628 en la figura, la RTPC encamina la llamada a ese gateway desde donde se produce una consulta a la base de datos ENUM, la que devuelve la dirección IP relacionada con el número E.164 marcado, en este caso charlie1@iphone.ar, para luego enrutar la llamada en la red IP al terminal de destino.

Se diferencia del caso anterior en que el usuario de destino tiene la facultad de cambiar la dirección IP donde desea recibir las llamadas.

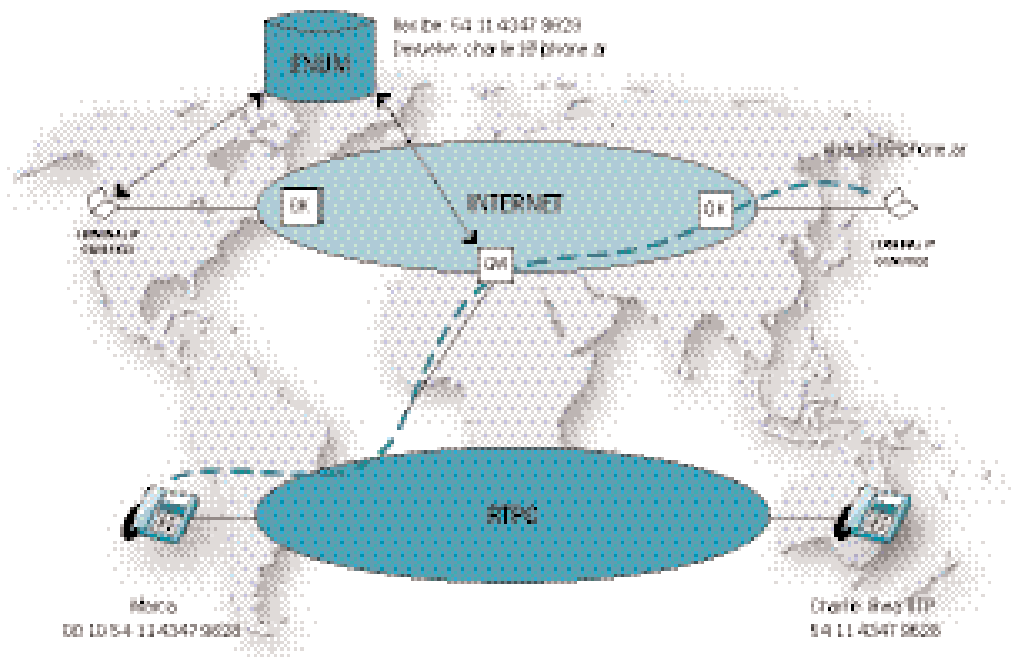


Figura 19

## CAPÍTULO IV

---

### 3. NÚMEROS PERSONALES

La UIT ha asignado el indicativo de país 878, con el agregado de dos dígitos, 10, a VISIONng con el objeto de que esta empresa brinde números personales de telecomunicaciones universales, UPT, que permitirían una portabilidad mundial con independencia de la geografía o del prestador del cual dependa el usuario. El indicativo 878 está reservado para servicios de telecomunicaciones con números personales y el agregado de los dígitos 10 es para su empleo en redes IP.

Las características de la numeración UPT son las siguientes:

- Portabilidad de los números a nivel global.
- Estructura flexible por cuanto el número está formado por indicativo de país 878 más el número de abonado global de 12 dígitos. Para el acceso a redes IP los dos primeros dígitos son 10. Esto permite emplear números E.164 en el espacio restante.

## CAPÍTULO IV

### EJEMPLO DE UTILIZACIÓN DE NÚMERO UPT

El proceso es similar al descrito para ENUM, con la salvedad que en este caso el usuario de origen emplea el indicativo de números personales 878 seguido del prefijo 10 y el número de abonado, con lo cual la llamada es encaminada a un gateway de la red IP, desde donde se genera la consulta a la base de datos para obtener la dirección IP:

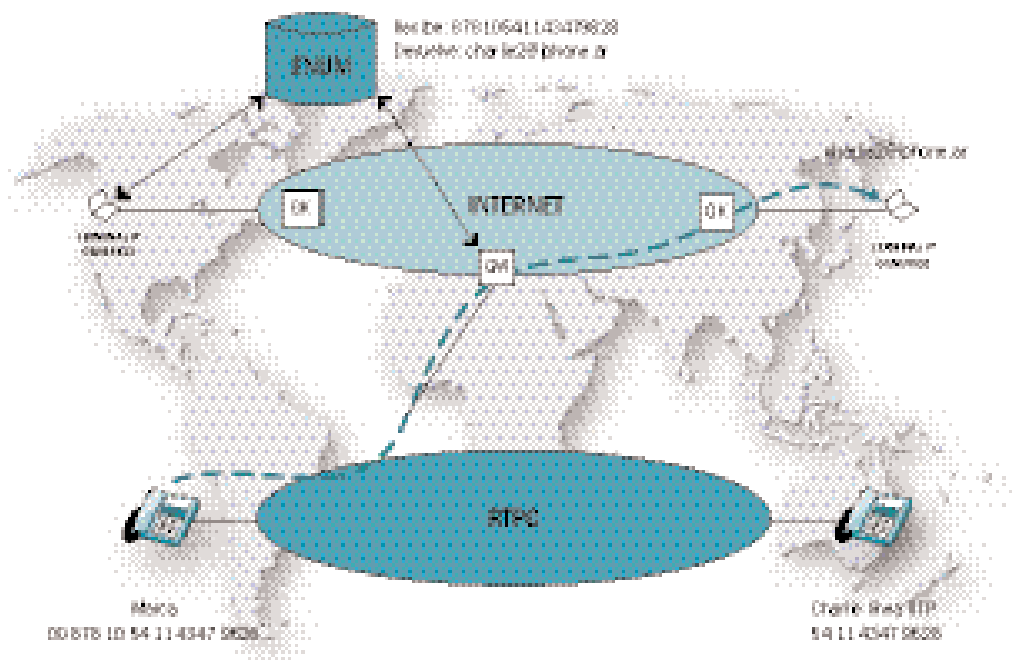


Figura 20



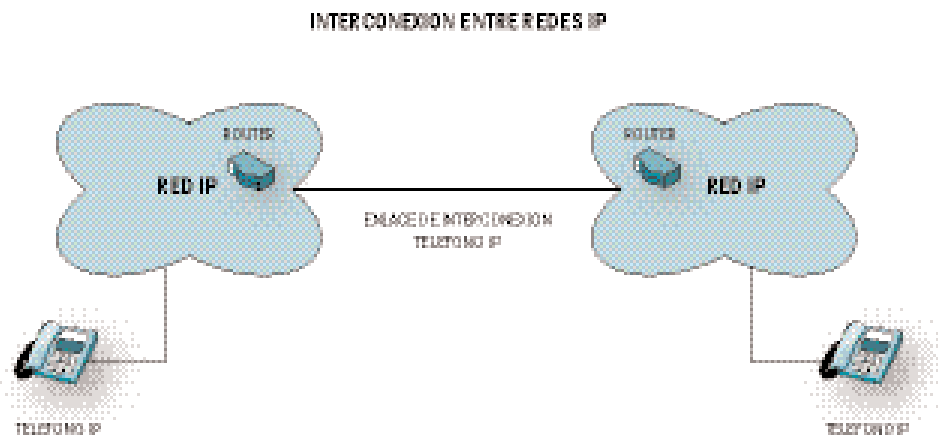


## CAPÍTULO V

### INTERCONEXIÓN

#### ENTRE DOS REDES IP

Interconexión nacional: Dos prestadores que ofrecen telefonía y que en una parte o en la totalidad de su red emplean tecnología de VoIP, se interconectan mediante una interfaz IP. Este escenario debería poder enmarcarse dentro del Reglamento de Interconexión. No obstante, la necesidad de definir un Punto de Interconexión (PdIP) IP podría requerir la elaboración de normativa adicional a la existente.



**Figura 21**

## CAPÍTULO V

### INTERCONEXIÓN ENTRE REDES IP Y RTPC

En este caso, entre la red IP y el enlace de interconexión se intercala un gateway que convierte la VoIP, y la señalización asociada, al lenguaje convencional de la RTPC.

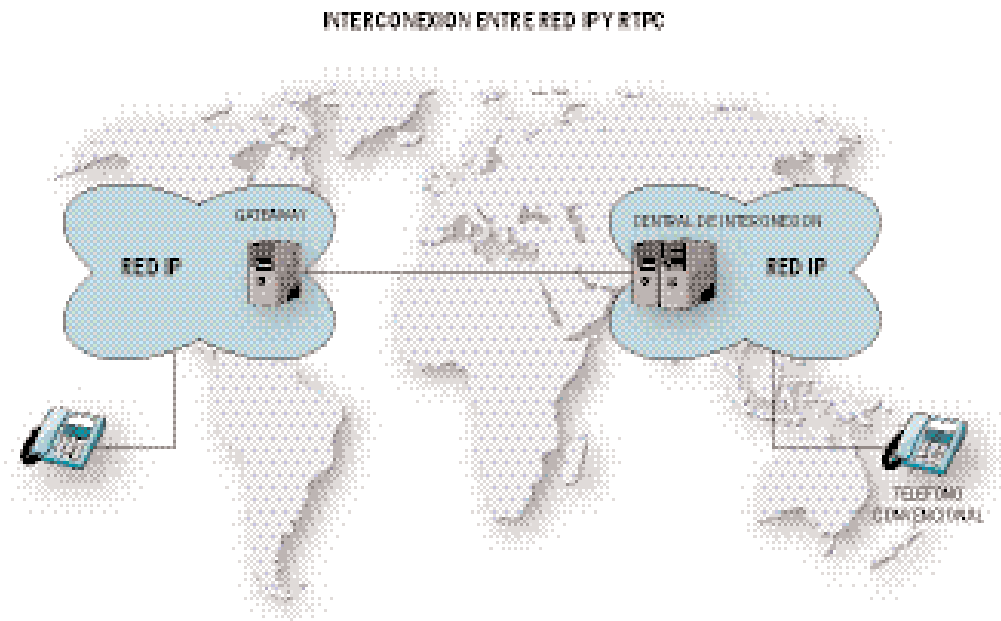


Figura 22

## CAPÍTULO VI

### SEGURIDAD Y CONFIDENCIALIDAD DE LAS COMUNICACIONES

La seguridad de un servicio basado en una red IP difiere significativamente de la correspondiente a la red telefónica tradicional, debido a que la red telefónica es, por naturaleza, una red cerrada, mientras que la IP se basa en una arquitectura abierta en la cual la vulnerabilidad, los riesgos y amenazas a la seguridad están presentes en cada uno de sus elementos.

Los servidores, gateways, softswitch, teléfonos IP, etc. pueden ser blancos de ataques que los dejen fuera de servicio. Estos tipos de ataques son conocidos como Denial of Service o “DoS” y los más comunes son:

- Consumo de recursos escasos o limitados
- Destrucción o alteración de información de configuración
- Destrucción física o alteración de los componentes de red

Además de esta clase de ataques, los equipos pueden ser infectados con virus informáticos que degraden su desempeño.

Pueden protegerse los equipos de ataques maliciosos con la implementación de sistemas de detección de intrusos y sistemas de firewalls.

La Recomendación UIT-T X.805 trata la Arquitectura de seguridad para sistemas de comunicaciones extremo a extremo).

## CAPÍTULO VI

---

### INTERCEPCIÓN DE LAS COMUNICACIONES.

Actualmente las redes de telecomunicaciones que procesan el tráfico de llamadas telefónicas deben incluir medidas con respecto a la seguridad, tal como la “intercepción de llamadas” (CALEA- Communications Assistance for Law Enforcement Act).

Estas técnicas de seguridad, en la mayoría de los casos, son requisitos legales obligatorios interpuestos por los entes administradores del servicio telefónico como ayuda a las autoridades judiciales.

Es así que la “intercepción de llamadas” es un sistema que deberá incluir la facilidad de permitir la generación de los detalles de llamadas, replicación o intercepción de las conversaciones originadas o terminadas de un cliente particular. Además el cliente no debe detectar la replicación o intercepción de sus llamadas.

Desde el punto de vista técnico, la RTPC siempre ha brindado la posibilidad de determinar fehacientemente el terminal desde el que se originó una determinada llamada. También se puede rastrear - casi en tiempo real- el lugar desde donde se está realizando una llamada maliciosa.

Este grado de seguridad no está disponible hoy en las comunicaciones de VoIP. Si bien en los foros de estandarización existen propuestas de solución para estas cuestiones, su efectividad no está probada ni su uso difundido.

## CAPÍTULO VI

---

### LLAMADAS DE EMERGENCIA

La naturaleza nomádica de VoIP, en el caso de acceso a través Internet, plantea un problema para las llamadas de emergencia en cuanto puede no quedar definido el lugar donde se genera la llamada para poder derivarla al centro de atención más cercano.

El problema es más acentuado cuando se trata de llamadas que trascienden las fronteras de un país, primero por la misma identificación del número de emergencia, dado que son más de 60 los números que se utilizan en todo el mundo (911, 112, 128, 100, etc.) y luego porque la llamada debe ser enrutada al país correcto y al ente de emergencia correcto.

Los países de la Comunidad Europea han decidido que las llamadas de emergencia contengan la información relativa a la ubicación del terminal cuando ello sea técnicamente factible. Se establece la obligación de enrutar las llamadas de emergencia al centro de atención más cercano cuando el número tenga significado geográfico e informar a los usuarios las restricciones en otros casos.



## CAPÍTULO VII

### REGULACIÓN

En el marco regulatorio internacional se nota la herencia de la conmutación de circuitos y las concepciones de red y servicios basadas en la tecnología clásica. La telefonía sobre IP no parece encajar bien en el nuevo marco por varias razones ya que desde el punto de vista de neutralidad tecnológica, debería ser irrelevante que el servicio telefónico se soporte en conmutación de circuitos o de paquetes.

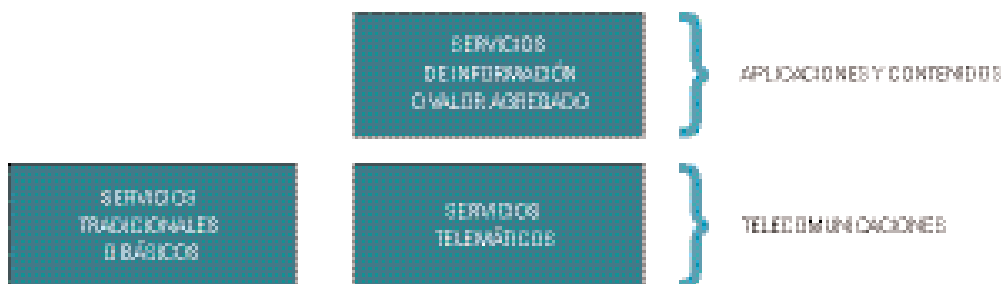
Internacionalmente han surgido dos posiciones en cuanto a las bases regulatorias de VoIP:

- Establecer una categoría de servicios de telecomunicaciones propiamente dichos, donde se incluyen los servicios tradicionales o básicos y los servicios telemáticos como subconjuntos de esta categoría; siendo estos últimos los que actúan como base de las redes IP. En este escenario los servicios VoIP, se encuadran como servicios de información o de valor agregado.
- VoIP no es, en sí misma, un servicio si no una tecnología. Es un concepto basado en el principio de independencia tecnológica y clasificación por servicios de extremo a extremo.

Quienes sustentan la segunda posición consideran que la VoIP es equivalente a la voz sobre tecnologías tradicionales de conmutación de circuitos. En cambio, en la primera alternativa la independencia tecnológica debe darse al interior de cada servicio y sólo dentro de él

## CAPÍTULO VII

se puede plantear el análisis de neutralidad, es decir: en el caso de servicios básicos tradicionales podrían ellos darse independiente de si existe conmutación de circuitos o de paquetes en las capas bajas del modelo OSI o de si el medio de transmisión es una fibra óptica, pares de cobre, satélites o coaxiales; asimismo, en el caso de servicios telemáticos, el concepto de independencia tecnológica llevaría a considerar que el uso de IP o de otro protocolo abierto como Frame Relay es equivalente para considerar un servicio como telemático.



Es importante destacar que este tema debe ser analizado en un entorno donde la experiencia internacional muestra que la política regulatoria es crucial, el principio de neutralidad tecnológica del cual se valen los reguladores como un esfuerzo por aplicar las reglamentaciones de forma ecuánime a servicios similares, independientemente de la tecnología que se utilice para proporcionar dichos servicios. Sobre el particular, se suelen aplicar los siguientes enfoques:

- 1) Ex - ante, regulación de servicios funcionalmente equivalentes a la telefonía básica.



## CAPÍTULO VII

---

- 2) Ex - post, dada la evolución tecnológica hacia una convergencia, podría favorecerse en principio un tratamiento regulatorio asimétrico para favorecer su introducción, y regular solo si hay restricciones o si se distorsiona la competencia o si afecta al servicio universal.

También hay que tomar en cuenta que los organismos reguladores pueden tener como justificación la permanencia VoIP como un servicio sin regulación debido a que no se quiere frenar el crecimiento de la inversión en Internet ni limitar la futura innovación en otros servicios. Asimismo, las obligaciones impuestas a los licenciarios de la red pública conmutada aseguran que los objetivos de política pública se lleven a cabo, por lo cual, al dejar sin regular esos servicios desplaza los objetivos antes mencionados.

Finalmente, hay que considerar que el rápido cambio tecnológico, hace imposible asegurar a los organismos reguladores que las medidas regulatorias a aplicar sean las correctas con el transcurso del tiempo.

## CAPÍTULO VII

---

### CATEGORÍAS

A los efectos regulatorios es conveniente adoptar una clasificación o categorización de las variantes que pueden darse para brindar servicios de voz basados en los protocolos y redes IP: No obstante, debe tenerse en cuenta que un ordenamiento regulatorio rígido puede quedar desactualizado debido al rápido desarrollo tecnológico de las redes.

La UIT-T en un documento denominado Trends in Telecommunication Reform 2005 presenta una clasificación de estos servicios, donde se consideran tres categorías separadas de la siguiente manera.

#### CATEGORÍA I

Comprende las ofertas de VoIP que realmente no requieren regulación debido a que no se brinda un servicio propiamente dicho. Incluyen en esta categoría comunicaciones VoIP basadas en programas que corren en PC.

#### CATEGORÍA II

Abarca las ofertas de VoIP que están fuera del marco regulatorio en el sentido que no están sujetas a obligaciones públicas específicas:

- Redes privadas en las cuales se emplee VoIP para las comunicaciones internas.
- Tecnologías IP en las redes de prestadores que no tengan efecto en los servicios ofrecidos a los usuarios finales.

#### CATEGORÍA III

En esta categoría se incluyen los servicios ofrecidos a los usuarios

## CAPÍTULO VII

---

finales empleando tecnologías VoIP, en los cuales se tiene acceso hacia/desde la Red Telefónica Pública.

Este escenario es el que se describe en el capítulo de numeración, Figura 18, donde la red IP es Internet.

Al respecto cabe pensar que el usuario del Servicio de Acceso a Internet paga a su proveedor un precio que le permite, justamente, acceder a cualquier servidor o sitio de Internet independientemente de la ubicación que tenga en el globo terráqueo. Así, si desde Buenos Aires puede acceder a algún sitio de, supongamos, Londres, lo hace sin la obligación de tener que afrontar un cargo adicional. En esta línea de pensamiento, un prestador de "servicios VoIP" que le ofreciera un servicio de telefonía internacional entre esas dos ciudades solamente tendrá derecho a reclamar un precio por la terminación de la llamada en la red de destino, puesto que el transporte de los paquetes de voz entre las ciudades mencionadas se encuentra solventado por el usuario. Esta situación podría llevar confusión al usuario al momento de comparar tarifas para llamadas internacionales. Obvio es decirlo que las mismas circunstancias pueden darse para llamadas nacionales.

En general, no ha habido a la fecha definiciones de fondo en la mayoría de países, si bien se han dado en algunos casos unas líneas de acción que apuntarían a que en el mediano y largo plazo se defina este tráfico como parte de los servicios de información o valor agregado al interior de la red IP involucrada hasta el gateway y como un servicio de telefonía tradicional desde este punto en adelante.

## CAPÍTULO VII

---

No obstante, al ser el servicio de telefonía tradicional un servicio típicamente de carácter geográfico, surge el tema de las obligaciones de localización geográfica como puede ser el caso de los números geográficos y de emergencia cuando ellos se extienden y virtualizan a través de Internet y las redes IP.

### DESARROLLOS REGULATORIOS EN SERVICIOS DE VOIP

#### ESTADO DE SITUACIÓN EN DISTINTOS PAÍSES.

Analicemos a continuación los principales hitos en la discusión sobre VoIP en algunos mercados de la región y del mundo, los cuales permitirán entender algunos matices dentro de la discusión y la línea general de desarrollo regulatorio ya descrita.

La UIT en su Informe “*Tendencias en las reformas de telecomunicaciones 2004/2005*” plantea varios temas de relevancia en cuanto al servicio VoIP que se resumen a continuación:

- En la mayoría de países del mundo existe un incremento del nivel de competencia de servicios tradicionales de telefonía, planteándose la tendencia a considerar la expedición de títulos habilitantes convergentes.

## CAPÍTULO VII

---

- No obstante, donde más competencia existe es en servicios de acceso a Internet y en servicios móviles, en contraste con servicios de telefonía fija y larga distancia, donde aún existen en varios países monopolios y en otros, si bien se abre a la competencia, su efectiva implementación es limitada.
- En cuanto a la Internet, comienza a plantearse una tendencia de construcción de puntos de intercambio de información regionales, de modo que los tráficos intra-país e intra-región reduzcan su costo de transmisión. Este punto es importante para VoIP donde, en oposición a los tráficos tradicionales de navegación, ellos tienen intereses más bien locales.
- Ha habido un avance significativo en la obligación de desagregación del bucle local, elemento fundamental para la masificación de la banda ancha y el desarrollo sobre ella de la VoIP.
- Hay una tendencia general a considerar la revisión de tasas de terminación internacional en móviles, este es uno de los principales cuellos de botella en el modelo de VoIP móvil.
- Hay una fuerte tendencia a considerar reformas en cuanto a títulos habilitantes convergentes, situación que resolvería varias de las barreras reglamentarias para el desarrollo de la VoIP.

## CAPÍTULO VII

---

- Existe una tendencia fuerte a la definición de bandas no licenciadas para promover tecnologías de acceso a Internet, como WiFi, a mínimo costo para toda la población; ello ha de incrementar el acceso a banda ancha como insumo básico de la VoIP y habilitará en algún momento la posibilidad de planes VoIP móviles.

### UNIÓN EUROPEA

En 2004, la firma Analysis entrega, por encargo de la Unión Europea, su informe sobre telefonía IP, Informe que desarrolla temáticas diversas como los problemas de interconexión, la presión que VoIP genera en los planes de numeración, los problemas de costos relacionados y el marco de competencia y mercado que se presenta por la introducción de VoIP.

En este informe se llama también la atención sobre la posibilidad de manejo de servicios extraterritorialmente, aún con numeración de un país determinado y se desarrollan los servicios disponibles al público en general (PATS), como un subconjunto de las comunicaciones electrónicas.

El grupo de reguladores europeos del ERG (European Regulator Group) establece en febrero de 2005 directivas sobre los principales temas relacionados con la VoIP. Dentro de los puntos relevantes desarrollados, se encuentra el tema de la inaplicabilidad generalizada del principio de neutralidad tecnológica, cuando en los servicios VoIP, a diferencia de la telefonía tradicional, se obtienen características como el uso nómada de los números geográficos de abonado a través de Internet.

### CAPÍTULO VII

---

En dicho documento se aclara también la posición de los reguladores sobre el uso de numeración en VoIP y el manejo para VoIP de los servicios de acceso a números de emergencia con localización geográfica:

- Sobre el primer tema se sugiere usar números virtuales fuertemente relacionados a un domicilio. La numeración a utilizar podría ser numeración geográfica con con significancia local o nacional, o bien números asignados para servicios totalmente virtuales o nómadas en un espacio de numeración separado.
- En cuanto a los números de emergencia, se establece la obligación de enlutar dichas llamadas al sitio mas cercano cuando el numero VoIP está atado principalmente a una localización geográfica e informar en el caso de servicios totalmente virtuales a los usuarios, de las restricciones en el acceso a servicios de esta índole.

#### IRLANDA

En Febrero de 2005, El regulador Irlandés estableció una directiva para el uso de un prefijo de red específico (076) para el acceso a servicios VoIP. Dicho prefijo, liberado en Octubre de 2004, no ha sido activado por los operadores tradicionales, razón por la cual el regulador Irlandés ha decidido en esta fecha intervenir en cuanto a las condiciones técnicas y económicas de la interconexión.

## CAPÍTULO VII

---

### ESPAÑA

En Febrero de 2005 la CMT de España propone un régimen de regulación mínima para la VoIP. Dentro de los principales puntos que se encuentran en este documento tenemos:

- La posibilidad de operadores VoIP de hacer uso de la numeración geográfica tradicional, así como la activación de un espacio de numeración particular para estos servicios, reconociendo con ello servicios semi-virtuales relacionados con domicilios geográficos específicos y servicios totalmente nómadas o virtuales.
- La obligación de ofrecer portabilidad numérica tal como existe para operadores de telefonía tradicional fija o móvil.
- Por otro lado se reconoce que la obligación de localización geográfica para números de emergencia aplicará solo cuando el usuario se encuentre en su domicilio y las posibles bajas de calidad en el nomadismo del acceso, por lo que deberá advertirse en la oferta comercial.
- Asimismo, se establece el punto de acceso a la numeración geográfica como el punto de definición para costos de interconexión, independiente del uso virtual del número en la Internet.



## CAPÍTULO VII

---

### NORUEGA

La autoridad reguladora de Noruega publicó en Abril de 2005 un documento en el cual establece el marco general de acción en cuanto a regulación de VoIP.

En dicho documento establece tres categorías de VoIP:

- Una en la que no existe posibilidad de interconexión o comunicación con las redes tradicionales limitando el tráfico al caso PC a PC.
- Una segunda categoría en la cual se posibilita la facilidad de generar tráfico saliente hacia la red telefónica tradicional.
- Una tercera categoría donde es posible una comunicación en ambos sentidos desde y hacia la red telefónica.

En el caso de las categorías 1 y 2, se concluye que estos servicios se encuentran bajo el marco legal de Comunicaciones Electrónicas que desarrolla el marco en este tema de la Unión Europea.

En cuanto a la categoría 3, las conclusiones preliminares indican que:

- Están dentro del marco de comunicaciones electrónicas, pero en caso de ser ofrecidas al público en general estarán también en el contexto de servicios telefónicos públicos como subconjunto de ellos.

## CAPÍTULO VII

---

- En este caso los proveedores VoIP de categoría 3 deben cumplir con lo correspondiente a comunicaciones electrónicas y a servicios PATS en particular.
- No obstante, el regulador plantea eximir temporalmente a los operadores de algunas obligaciones siempre que las limitantes derivadas de ello sean adecuadamente comunicadas a clientes potenciales.
- El regulador ve como positiva la facilidad de nomadismo del servicio telefónico a través de las redes IP y la Internet.
- Se permite el empleo de numeración geográfica siempre que el servicio sea usado principalmente en un domicilio fijo del usuario. En el caso de servicios virtuales o nómadas, se utilizará numeración de redes. No obstante, se advierte que el uso principal de la numeración ha de estar atada al territorio Noruego y no puede ser usada para virtualizar completamente los números fuera de su territorio.
- Si los servicios se basan en un domicilio primario, deben implementarse servicios de localización para números de emergencia.
- Se estudiará en conjunto con el sector los temas de interceptación de llamadas.
- Se exige en el caso de VoIP de la obligación de multi-acceso o multi-portador.

## CAPÍTULO VII

---

### REINO UNIDO

En el Reino Unido la OFCOM, regulador de las telecomunicaciones, ha considerado que la VoIP no ha de tener los mismos parámetros regulatorios de la telefonía tradicional, llamando a consultas públicas sobre el tema desde el 2004.

### CHILE

La tecnología debe ser transparente para la regulación. El marco regulatorio no debe favorecer un tipo de tecnología por sobre otro.

De este modo, especialmente refiriéndose al último de estos principios enunciados y lo consignado en la Ley General de Telecomunicaciones N° 18168 de 1982, que en su artículo 3° letra b) define a los denominados servicios públicos de telecomunicaciones, como aquellos *“destinados a satisfacer las necesidades de la comunidad en general”*; los cuales *“deberán estar diseñados para interconectarse con otros servicios públicos de telecomunicaciones”*. Y luego en su artículo 8° en su párrafo segundo se determina que *“se requerirá de concesión otorgada por decreto supremo para la instalación, operación y explotación”*, entre otros, de los servicios de telecomunicaciones públicos; es que en Chile se ha otorgado concesión de servicio público telefónico local, entre otros, a empresas que utilicen tecnología basada en el protocolo IP (no Internet) en la arquitectura de redes dedicadas; teniendo un mismo régimen regulatorio que aquellas que empleen medios tradicionales.

## CAPÍTULO VII

---

Distinto es el caso de los servicios de voz sobre Internet. Dentro de estos, en Chile están operando empresas nacionales y desde el exterior que ofrecen servicios de voz por Internet, bajo los modelos PC a PC o PC a teléfono. Estos servicios operan en el entendido que son servicios de Internet, red que no está regulada.

### ESTADOS UNIDOS

Definición de la FCC: *“Si bien no adoptamos una definición formal para 'VoIP', usamos en general el término para incluir cualquier servicio IP que ofrezca funcionalidad de voz en tiempo real, multidireccional, incluyendo pero no limitándose a servicios que imiten a la telefonía tradicional”.*

En los últimos años, la FCC ha evitado toda regulación de la Internet y de servicios asociados, al respecto, sobre el tema de VoIP, este ha sido considerado un servicio de información siempre que se provea totalmente a través de la Internet.

En un Aviso de Propuesta de creación de Regulaciones (Aviso), la Comisión Federal de Comunicaciones reconoció que los servicios de Internet deberán continuar sujetos a regulaciones mínimas y a medida que las comunicaciones son trasladadas a los servicios por medio del Internet, pueden cambiar los mecanismos para implementar objetivos sociales importantes, tales como la seguridad pública, el servicio de atención de emergencias 911, acceso para la policía, protección para el consumidor y acceso para los incapacitados. El procedimiento abier-

## CAPÍTULO VII

---

to por medio de este Aviso se refiere al Procedimiento de la FCC de los Servicios Habilitados para IP.

En relación con este procedimiento, la FCC anunció que iniciará un procedimiento de regulación de Asistencia para Comunicaciones para la Policía (CALEA) para dirigirse a los temas técnicos asociados con acceso para la Policía a los servicios habilitados para Internet. Ese procedimiento se dirigirá al alcance de los servicios cubiertos, asignará la responsabilidad de cumplimiento, e identificará las capacidades requeridas para interceptar llamadas telefónicas.

### MÉXICO

Con el propósito de evaluar el tratamiento regulatorio que se aplicará al servicio de telefonía a través de protocolo de Internet, conocido como “Voz por IP”, la Comisión Federal de Telecomunicaciones (COFETEL) se encuentra realizando estudios.

El objetivo es asegurar que exista el marco regulatorio adecuado que pueda garantizar una sana competencia entre los actuales prestadores de servicios y los entrantes, para estimular el crecimiento de infraestructura y una mayor inversión en el mercado de las telecomunicaciones, la diversificación y mejor calidad de los servicios, así como tarifas accesibles para los usuarios y el desarrollo exitoso de las nuevas tecnologías.

Asimismo, diversos ordenamientos en nuestra regulación establecen que la telefonía básica en sus diferentes modalidades -local, larga dis-

## CAPÍTULO VII

---

tancia o larga distancia internacional- únicamente puede ser ofrecida por quienes cuenten con una concesión que les autorice a ofrecer tales servicios y modalidades. Del mismo modo, se establece en nuestra regulación que los servicios de telefonía básica, los cuales se caracterizan técnicamente como tráfico público conmutado, requieren para su enrutamiento la utilización de números geográficos, no geográficos o códigos de servicios especiales, o cualquier otro tipo de numeración definida en el Plan Técnico Fundamental de Numeración.

### CANADÁ

En el caso del Canadá, la filosofía del órgano regulador (CRTC) ha sido la de mínima intervención sobre la Internet. No obstante en 1997 se estableció que en el caso de tráfico de teléfono a teléfono se debía soportar las cargas de servicio universal, política que se implementó un año después.

Posteriormente se reguló en el sentido de no establecer este tipo de contribuciones para el tráfico PC a PC o PC a teléfono. No obstante lo anterior, por protección al usuario se establecen en el 2005 obligaciones de localización geográfica para servicios de llamadas de emergencia.

## CAPÍTULO VII

---

### BRASIL

En este caso, no existe legislación específica sobre VoIP. ANATEL ha considerado la VoIP como un servicio de valor agregado que acorde con su clasificación legal no es servicio de telecomunicaciones y no prevé generar alguna regulación específica al respecto.

### RESUMEN

Las principales conclusiones que pueden inferirse de lo expuesto en este capítulo son:

- VoIP genera un amplio debate regulatorio, más que por las dudas con respecto a la naturaleza de la tecnología, por el impacto que ella genera en otros segmentos de la industria.
- Gran parte del debate se genera precisamente por los intereses de sectores de la industria, totalmente legítimos, en cuanto a condiciones de competencia y mercado con un nuevo producto.
- Hay cierto consenso en cuanto al hecho de que el tráfico entre teléfonos de redes tradicionales es tráfico telefónico, independiente de que para las redes de transporte involucradas se utilice VoIP.

## CAPÍTULO VII

---

- Asimismo, el tráfico de PC a PC es considerado mayoritariamente como un servicio de valor agregado o un servicio de información, según el contexto de cada país.
- El debate principal se centra en el tráfico del modelo dado en la Figura 18 en donde la red IP es Internet para el cual pocos países han establecido algún hito notorio en el tema.
- Uno de los puntos centrales en la discusión tiene que ver con el carácter nómada de los servicios VoIP del esquema mencionado, y el impacto que esta característica tendría ante las facilidades de localización geográfica en llamadas de emergencia.
- En el caso de países de Europa y Norteamérica, el común denominador es el de mínima intervención para permitir el desarrollo del servicio para beneficio de los usuarios.
- En el caso de Latinoamérica, si bien hay países que han seguido la senda de desarrollo y mínima intervención, hay otros que mantienen un estado de indefinición de los mismos.
- En cuanto al uso de numeración, se ha aceptado tanto el manejo de numeración geográfica en servicios principalmente enfocados a un domicilio determinado con la virtualización o nomadismo como atributo accesorio; así como el uso de prefijos o códigos de red especializados para servicios con un enfoque totalmente nómada.



## CONCLUSIONES

En el presente trabajo se han analizado dos corrientes de pensamiento en cuanto al encuadre de los servicios de telecomunicaciones, una de ellas es la clasificación por tecnología y la otra posición, más tradicional, ordena la prestación por servicios extremo a extremo, con independencia de las tecnologías que se empleen. La primera alternativa pretende que la VoIP sea considerada como un nuevo servicio, mientras que la segunda posición considera que VoIP es una tecnología más para la prestación de servicios de telecomunicaciones. También se analizaron cuestiones referidas al empleo de numeración, en donde se mostraron las alternativas más relevantes desde el punto de vista de aplicación práctica. Con estos elementos se examinó el caso particular de emplear Internet como medio de acceso, observando que se produce una conjunción de servicios que no están contemplados en la regulación vigente, motivo por el cual, en algunos ámbitos, se pretende una regulación especial, diferente de la aplicada a los servicios de telefonía.

Por otra parte se hizo notar que en el caso de VoIP mediante Internet el usuario podría encontrarse en una situación de confusión al momento de comparar tarifas para llamadas de larga distancia cuando el acceso a Internet corre por su cuenta. Además, en tal situación las cuestiones de seguridad y las llamadas a servicios de emergencias no están resueltas.



## BIBLIOGRAFÍA

- MANUAL SOBRE REDES BASADAS EN EL PROTOCOLO INTERNET (IP) Y ASUNTOS CONEXOS, UIT, 2005.
- THE ESSENTIALS REPORT ON IP TELEPHONY, GROUP OF EXPERTS ON IP TELEPHONY / ITU-D, 2003.
- TRENDS IN TELECOMMUNICATIONS Reform 2005, Chapter 5 - VOIP and Regulation, Tracy Cohen, Olli Mattila y Russell Southwood.
- ESTUDIO SOBRE CARACTERÍSTICAS DE LA VOZ BASADAS EN REDES QUE CURSAN IP, CITEL, 2005.
- PROTOCOLOS TCP/IP, Saulo Barajas, 2001.
- VOZ Y TELEFONÍA SOBRE IP, M Calderón López, 2005.
- REDES DE DATOS, Eytan Modiano.
- IP QUALITY OF SERVICE, Kimmo Raatikainen.
- EL DESARROLLO DE LA VoIP Y SUS IMPLICANCIAS REGULATORIAS, Colegio de Ingenieros de Telecomunicación, Madrid.

