

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**VOZ SOBRE IP PARA TELEFONÍA LARGA
DISTANCIA INTERNACIONAL**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
ELECTRÓNICO**

PRESENTADO POR:

ALDO RODAS LUCAR

PROMOCIÓN 2000 - I

LIMA – PERÚ

2004

Dedico este trabajo a:

Mis padres, por el apoyo
brindado durante mi carrera,
a mi esposa y mi hijo Diego,
fuente de mis deseos de superación.

**PROYECTO VOZ SOBRE IP PARA TELEFONÍA LARGA
DISTANCIA INTERNACIONAL**

SUMARIO

En este informe se presenta el estudio técnico y económico de un proyecto de inversión que considera la implementación de un Nodo VoIP en un operador LDI de Perú, que a través de la interconexión con la red pública conmutada terminará en los usuarios finales el tráfico VoIP que operadores LDI emergentes en USA, enviarán al Perú a partir del año 2004.

ÍNDICE

PRÓLOGO	1
CAPÍTULO I	2
VOZ SOBRE IP	2
1.1.Introducción	2
1.2.Transporte de Voz Sobre Paquetes	4
1.3.Diseño del ancho de banda de la red VoIP	7
1.3.1.Códecs de voz	7
1.3.2.Supresión de silencios	9
1.3.3.Número de muestras por paquete	10
1.3.4.Protocolo RTP con compresión de cabecera	11
1.3.5.Retardo extremo a extremo	11
1.3.6.Fluctuación de retardo (jitter)	13
1.3.7.Pérdida de paquetes	14
1.4.Ancho de banda para una llamada VoIP	15
1.4.1.Reducción del ancho de banda en una llamada VoIP	17
1.5.Protocolos de señalización en telefonía sobre IP	17
1.5.1.Protocolos de señalización entre terminales VoIP nativos	19
1.5.2.Protocolos de señalización a través de redes IP	20

CAPÍTULO II	23
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	23
2.1.Antecedente social	23
2.2.Aparición de operadores LDI en USA	24
2.3.Objetivo del proyecto	24
2.4.Uso de la tecnología VoIP	25
CAPÍTULO III	26
ESTUDIO DE MERCADO	26
3.1.Expectativas del mercado VoIP LDI	26
3.2.Estimación de tráfico VoIP recibido	27
3.3.Precio de los minutos VoIP entrantes	28
3.4.Interconexión con la PSTN	28
3.5.Estrategia de mercado	29
CAPÍTULO IV	30
INGENIERÍA DEL PROYECTO	30
4.1.Descripción del nodo VoIP	30
4.2.Requerimiento de equipos	32
4.2.1.Router Cisco 3600	32
4.2.2.Switch Catalyst 2924	32
4.2.3.Router Cisco 2600	33
4.2.4.Gateway Cisco AS5400	33
4.2.5.Gatekeeper Cisco 3640	33
4.2.6.Servidor SUN Netra	34
4.2.7.Software de señalización	34
4.3.Requerimiento de infraestructura	34
4.4.Conexión con los operadores LDI de USA	35
4.5.Interconexión con la PSTN de Perú	36
4.6.Operación y mantenimiento del nodo VoIP	37

CAPÍTULO V	38
EVALUACIÓN ECONÓMICA	38
5.1.Cuantificación de la inversión del proyecto	38
5.2.Depreciación	39
5.3.Ingresos	39
5.4.Gastos del proyecto	40
5.5.Estado de ganancias y pérdidas del proyecto	41
5.6.Flujo de fondos proyectados	43
5.7.Indicadores de rentabilidad	44
CONCLUSIONES	45
ANEXO A: RESUMEN DE FIGURAS	46
ANEXO B: RESUMEN DE TABLAS	47
ANEXO C: GLOSARIO	49
BIBLIOGRAFÍA	51

PRÓLOGO

La apertura del mercado de las telecomunicaciones que permite la interconexión a la PSTN a operadores emergentes, motiva a que estos últimos basen sus negocios en recolectar tráfico de voz LDI y enviarlo a su destino final haciendo uso de la tecnología VoIP, por lo que los principales operadores LDI de Perú deben estar preparados para captar estos miles de minutos de voz entrante que mensualmente se recibirá.

En este proyecto de inversión se toma a los operadores emergentes de USA que enviarán su tráfico de voz bajo la tecnología de VoIP a los operadores LDI de Perú los cuales no necesitan realizar gastos de publicidad en nuestro medio ya que los ingresos que se perciben es por terminar los miles de minutos entrantes en los usuarios finales del Perú, para lo cual solo es necesario que el operador tenga interconexión con la PSTN.

CAPÍTULO I

VOZ SOBRE IP

1.1. Introducción

Tradicionalmente el tráfico de voz y de datos han sido soportados por redes distintas, diseñadas específicamente para proporcionar un tipo de servicio. El primer tipo de redes, las de transporte de voz (telefonía) transportan un tráfico continuo en el tiempo. Se utilizan redes de conmutación de circuitos que asignan recursos a cada comunicación individual durante todo el tiempo para proporcionar un retardo constante. En el caso en el que no haya circuitos disponibles, la red rechaza la petición de un nuevo usuario.

El segundo tipo de redes, las de datos, proporciona servicio a un tráfico de naturaleza completamente distinta. Es un flujo de información intermitente por lo que la asignación de circuitos permanentes a lo largo de un periodo de tiempo supondría un desperdicio de recursos en los intervalos de inactividad. Por este motivo las redes de datos son redes de conmutación de paquetes. En este caso la asignación de recursos es dinámica y sólo se consumen recursos cuando existe tráfico que transmitir. El retardo es variable debido a las fluctuaciones en el nivel de ocupación de las colas de paquetes.

Al utilizar dos redes separadas para el flujo de datos y de voz es posible optimizarlas por separado. Sin embargo, al integrar múltiples servicios sobre una red se consigue una reducción de costes y la utilización más eficiente de los recursos.

El primer intento de integración fue la *RDSI* (Red Digital de Servicios Integrados) que supone la transmisión de datos sobre redes de voz. El usuario accede a servicios en modo paquete o en modo circuito a través de una interfaz que le conecta a la red. El segundo enfoque es *Frame Relay*, que es el intento en sentido contrario: utilizar una red de datos para transmitir voz. El tercer intento es *ATM* (Modo de Transferencia Asíncrono), que transporta datos de forma eficiente pero permite asegurar calidad de servicio para la voz. En este caso, la integración de servicios se produce en toda la red y no en la interfaz como ocurre en RDSI.

En los últimos años el éxito de Internet ha llevado a tratar de integrar todos los servicios sobre una red basada en IP. Aunque el motivo inicial era la reducción en los costes de usuarios y operadores, más adelante se dieron cuenta de los múltiples servicios que se pueden ofrecer (conferencias multimedia, correo electrónico, fax, etc.).

Sin embargo para poder ofrecer servicios sobre IP es necesario que la red pueda proporcionar calidad adecuada a cada tipo de servicio. Este aspecto es crítico en los servicios multimedia (voz y video) donde las exigencias de retardo son cruciales. Al utilizar redes IP para transmisión de voz es necesario solucionar numerosos problemas: pérdida de paquetes, retardos grandes y muy variables, sobrecarga debido a las cabeceras de los paquetes de voz.

En el caso del servicio de telefonía, además de solucionar los problemas técnicos derivados de la transmisión de voz sobre paquetes IP, es necesario cumplir unos requisitos de calidad de voz, disponibilidad del servicio, conectividad entre terminales de diferentes redes, seguridad, es decir el servicio de telefonía que se transmite a través de redes IP debe cumplir los requisitos exigidos a la telefonía convencional.

El objetivo principal de esta sesión es presentar las arquitecturas y los protocolos que se utilizan para prestar el servicio telefónico sobre redes IP.

1.2. Transporte de Voz Sobre Paquetes

En este apartado se presentan algunos de los problemas asociados al transporte de voz sobre paquetes que aparecen en las diferentes tecnologías de paquetes (VoIP, VoATM, VoFR).

La Figura 1.1 ilustra las funciones básicas necesarias para el transporte de voz sobre una red de conmutación de paquetes.

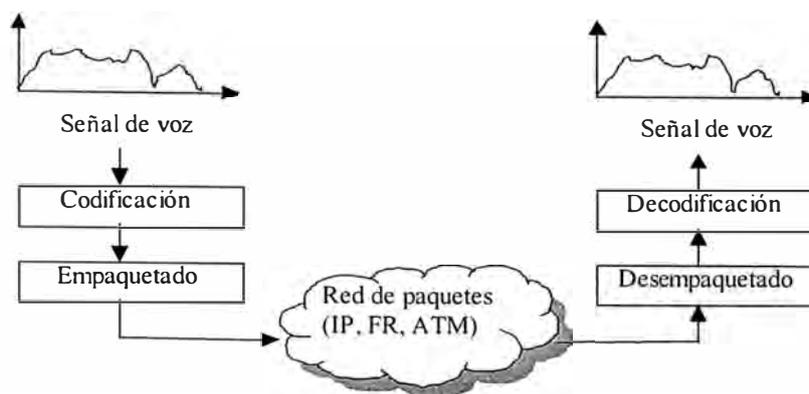


Figura 1.1 Transporte de voz sobre paquetes

El primer paso del proceso es el muestreo y digitalización de la señal vocal en el origen. A continuación se codifica la información en bloques obtenidos con una ventana temporal (el número de bits por bloque depende del codificador). El tercer paso es el empaquetamiento, en el que se encapsulan uno o más bloques de datos en un paquete (el empaquetamiento se produce en uno o varios pasos, dependiendo de la pila de protocolos que se utilice).

El proceso en el extremo de recepción es inverso al realizado en el origen: desempaquetado, de codificación y reconstrucción de la señal a partir de la señal digitalizada.

En apariencia es un proceso sencillo pero está determinado por los problemas derivados del transporte del flujo de información a través de la red. Según la carga de tráfico de los diferentes nodos, los paquetes sufren esperas variables dando lugar a fluctuaciones en el retardo y en algunos casos a pérdidas de paquetes. Esto da lugar a un flujo de paquetes que no mantiene el espaciamiento constante y que es posiblemente incompleto. Desde el punto de vista del usuario estos problemas se traducen en la degradación de la voz.

En las redes ATM la voz como servicio importante se le asegura diferentes calidades de servicio. Sin embargo las redes IP y Frame Relay, pensadas originalmente para datos, no incluyen requisitos estrictos de retardo y es necesario incluir una serie de mecanismos para obtener calidad de servicio adecuada para voz.

Los mecanismos complementarios que reducen los efectos indeseados (pérdida de paquetes y fluctuaciones de retardo) se orientan en dos sentidos:

Eficiencia y calidad de servicio:

- Códecs compresores que reducen el ancho de banda necesario.
- Buffers en recepción que regeneran el espaciado entre paquetes y amortiguan las fluctuaciones del retardo.
- Mecanismos de calidad de servicio en la red (priorización de los paquetes de voz).

Señalización:

- Establecimiento y liberación dinámica de las llamadas VoIP.
- Información para el usuario del progreso de la llamada.
- Acuerdo en los códecs a emplear.
- Tarifación
- Servicios suplementarios (desvío de llamadas).
- Interfuncionamiento con la red telefónica.

1.3. Diseño del ancho de banda de la red VoIP

Para definir el enlace WAN en el transporte del tráfico VoIP existen varias consideraciones que afectan el ancho de banda a utilizarse, las cuales presentamos a continuación:

1.3.1. Códecs de voz

El Códec determina el tamaño de carga (payload size) de los paquetes transferidos, por lo que el codificador elegido impacta directamente sobre el ancho de banda utilizado. Al incrementar el payload size se reduce el número total de paquetes enviados, así el ancho de banda necesitado disminuye por la reducción de las cabeceras (headers) requeridas para la llamada.

Existen tres bloques de codificadores de voz, según las técnicas de codificación que emplean:

- a) *De forma de onda*: representan cada muestra del conversor analógico-digital por un valor binario. Un ejemplo representativo es el G.711 utilizado en la red telefónica conmutada.
- b) *Adaptativo diferencial*: es muy parecido al códec de forma de onda, pero no codifica el valor de la muestra sino la diferencia entre cada muestra y la anterior. La ventaja fundamental que presenta es que necesita tasas de bits menores porque el rango de valores que tiene que codificar es mucho más reducido.
- c) *Predictivo lineal*: Son codificadores de bloques que trabajan con conjuntos de muestras en vez de utilizar muestras aisladas. Seleccionan el conjunto a

través de ventanas de muestreo, extraen una serie de características y las representan de manera parametrizada. Una de sus principales virtudes es la baja tasa binaria que generan. Al comparar la tasa binaria con la del G.711 se observan reducciones significativas por lo que se denominan códecs compresores. Estos codificadores se utilizan en ocasiones en las que el ancho de banda es un recurso escaso. Un ejemplo es el acceso vía MODEM telefónico a la telefonía IP a través de Internet. Otro caso es el de un operador que ofrece tránsito de llamadas de larga distancia sobre una red IP. En la Tabla 1.1 se presentan las características más relevantes de los principales códecs de voz normalizados en las recomendaciones de la serie G del ITU-T.

	G.711	G.721	G.726	G.728	G.729
Tipo de codificación	PCM	ADPCM	ADPCM	LD-CELP	CS-ACELP
Tasa binaria (Kbits/s)	64	32	16/24/ <u>32</u> /40	16	8
Complejidad (MIPS)	0,1	10	12	33	22
Retardo codificador (ms)	0,125	0,125	0,625	0,125	15
Calidad (MOS)	4,2	4,0	4,0	4,0	4,0
Robustez frente a errores	-	+	+	--	++

Tabla 1.1 Códecs normalizados

Las principales características que conviene destacar son:

El factor de compresión, indica la reducción de ancho de banda que proporciona. Se compara con los 64 Kbits/s habituales en la PSTN.

La complejidad del algoritmo de codificación, es directamente proporcional a la capacidad de proceso necesaria (influye en aspectos de implementación: si puede implementarse en software ó requiere *hardware* específico) Normalmente el algoritmo es más complejo al aumentar el factor de compresión del códec.

Retardo de codificación, depende del tipo de proceso que se realiza sobre las muestras. En los códecs LPC es superior a los demás porque es necesario esperar a obtener el grupo de muestras antes de codificar. El retardo puede ser despreciable en comparación con el resto de retardos pero si existen problemas de retardo es necesario optar por un codificador más sencillo.

Calidad, evaluada mediante el parámetro MOS (*Mean Opinion Score*) que se obtienen a partir de la valoración subjetiva de un conjunto de personas.

1.3.2. Supresión de silencios

Es un mecanismo complementario al empleo de códecs compresores para reducir el ancho da banda. Se pretende detectar períodos de silencio durante la conversación (mecanismos VAD, *Voice Activity Detection*) suprimiendo el envío de paquetes de voz mientras dure la situación. Como en la conversación telefónica cada interlocutor sólo habla la mitad del tiempo y realiza pausas entre frases, se pueden

obtener reducciones de hasta el 50% en el flujo de paquetes. Para evitar que el interlocutor piense que se ha cortado la comunicación durante los intervalos de silencio se envían periódicamente paquetes de silencio (SID, *Silence Insertion Description*) durante la pausa. Estos paquetes proporcionan una indicación del nivel de ruido que existe en el origen para que el receptor lo simule en el terminal remoto mediante un generador de ruido.

Para efectos de planificación del ancho de banda se considera que utilizando el VAD se obtiene una reducción de hasta 35% en el ancho de banda necesario.

1.3.3. Número de muestras por paquete

El número de muestras por paquete es otro factor determinante en el ancho de banda. El Códec define el tamaño de la muestra (bloque de información) pero el número total de muestras por paquete afecta en cuantos paquetes son enviados por segundo por lo que afecta el ancho de banda de cada llamada.

Por ejemplo considerando en la G.729 con 20 bytes por muestra de 10 ms

a) en una llamada con 1 muestra por paquete tenemos:

$$20 \text{ bytes} + 20 \text{ bytes IP} + 12 \text{ UDP} + 8 \text{ RTP} = 60 \text{ bytes/paquete}$$

$$60 \text{ bytes/paquete} \times 50 \text{ pps} \times 8 \text{ bits} = 24 \text{ Kbps por llamada}$$

b) en una llamada con 2 muestras por paquete tenemos:

$$(20 \text{ bytes} \times 2 \text{ muestras}) + 20 \text{ bytes IP} + 12 \text{ UDP} + 8 \text{ RTP} = 80 \text{ bytes/paquete}$$

$$80 \text{ bytes/paquete} \times 33 \text{ pps} \times 8 \text{ bits} = 21 \text{ Kbps por llamada}$$

Los resultados muestran 3 Kbps de diferencia entre las dos llamadas cambiando el número de muestras por paquete.

1.3.4. Protocolo RTP con compresión de cabecera

Todos los paquetes de VoIP tienen 2 componentes : la muestra de voz (payload) y la cabecera conformada por los bytes de IP/UDP/RTP. Las muestras de voz son comprimidas por el DSP (digital signal processor), mientras que las cabeceras son siempre constantes de 40 bytes. Usando el protocolo RTP con compresión de cabecera, estas pueden ser comprimidas a 2 ó 4 bytes, por ejemplo utilizando el estándar G.729 la llamada VoIP consume 24 Kbps sin RTP, pero solo 12 Kbps con el protocolo RTP activado.

1.3.5. Retardo extremo a extremo

El retardo extremo a extremo es uno de los aspectos más críticos de los sistemas de voz empaquetada y será lo que determine el tamaño máximo posible del paquete .Existen muchos factores que contribuyen al retardo extremo a extremo: retardo del algoritmo de codificación, tiempo de empaquetado, tiempo de propagación, tiempo de transmisión, tiempos de espera en los nodos de conmutación (dependiente del tráfico en la red) y tiempo de descompresión.

El retardo total extremo a extremo en una conversación telefónica, ha de mantenerse por debajo de un cierto nivel para minimizar dos efectos indeseables como la pérdida de interactividad y el eco.

A partir de 150 ms de retardo en un sentido, la comunicación se vuelve molesta por la pérdida de interactividad, la persona que habla al percibir que su interlocutor tarda en contestar, repite sus palabras, a la vez que recibe la respuesta procedente del otro extremo.

El segundo efecto, el eco, es más molesto cuanto mayor es el retardo ida y vuelta. Los motivos por los que se produce eco en la telefonía IP son los mismos de las redes telefónicas convencionales. Sin embargo, el retardo que introduce el transporte de voz por redes de paquetes (codificación, empaquetado, transporte y espera en los nodos) hace que los efectos sean más perjudiciales.

- a) *Eco eléctrico*: el bucle telefónico convencional consta de un par de hilos sobre los que se transmite de manera bidireccional. En el teléfono y en las centrales telefónicas se separan los dos sentidos de transmisión mediante bobinas híbridas. Como estos dispositivos no son perfectos la separación de señales no es completa y aparecen reflejos indeseados de las señales hacia los focos emisores. De todas las posibles reflexiones, la más molesta es la que presenta mayor desfase temporal con respecto a la señal original. Si el retardo ida y vuelta de la señal es elevado, superior a 50 ms el usuario percibe el eco. En la telefonía convencional este retardo sólo se produce en llamadas internacionales. Sin embargo, en las pasarelas VoIP (Gateways) este límite se supera con bastante frecuencia. Al superar 50 ms de retardo, es necesario utilizar mecanismos de supresión o cancelación de ecos.

En la teoría se plantea que el punto óptimo de cancelación de eco es en el punto más próximo a la reflexión, sin embargo, en la práctica hay que tener en cuenta

que el eco ha de ser cancelado por el operador que lo introduce. En el ejemplo de la Figura 1.2 el eco se percibe como consecuencia del retardo que introduce la red de tránsito VoIP, por lo que la cancelación del eco es responsabilidad del operador de tránsito y ha de llevarse a cabo en las pasarelas (Gateways).

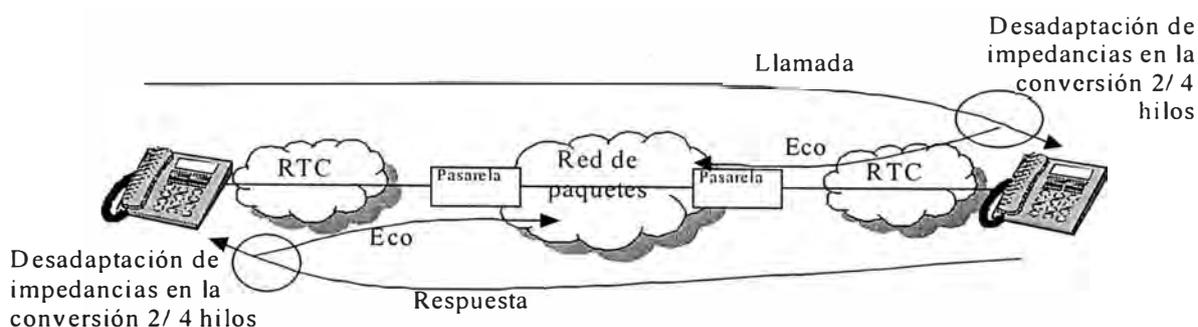


Figura 1.2 Generación de eco eléctrico

1.3.6. Fluctuación de retardo (jitter).

El transporte de voz empaquetada no es sensible sólo al retardo extremo a extremo (latencia) sino también a las fluctuaciones o variaciones de ese tiempo de retardo (*jitter*). Estas variaciones son debidas a la fluctuación en los tiempos de espera de los nodos de conmutación de la red que depende del tráfico concreto del momento.

Estas variaciones en el tiempo de retardo se traducen en flujos de paquetes espaciados de manera irregular en el tiempo. Como la regeneración de la señal de voz en el receptor es un proceso síncrono, necesita disponer de un bloque de voz de manera periódica (con periodo dependiente de la ventana de muestreo del codificador) sin embargo, por las variaciones del retardo, el flujo de paquetes recibido carece de la sincronía necesaria. Para evitarlo se utiliza un buffer amortiguador en el receptor que almacena los paquetes por orden de llegada

extrayéndolos de manera síncrona. En la Figura 1.3 se observa cómo se reduce la incertidumbre del retardo sufrido por un paquete al incluir un buffer amortiguador

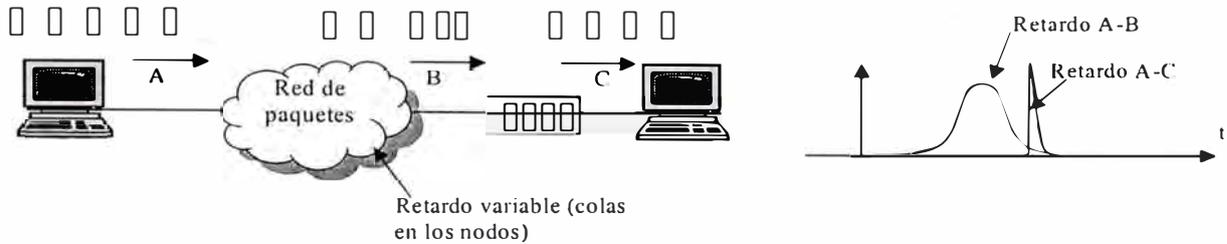


Figura 1.3 Efecto del buffer amortiguador en el retardo

En las redes IP actuales no hay garantía de retardo máximo por lo que existe una cierta probabilidad de pérdida de paquetes. En este caso es necesario ajustar el buffer en función de las pérdidas admisibles y el retardo adicional tolerable. En la práctica muchos equipos de VoIP suelen ajustar el buffer de manera automática en función de las características actuales del tráfico.

1.3.7. Pérdida de paquetes

Las pérdidas de paquetes se producen por errores de transmisión y por congestión de la red. Como el tráfico es impredecible en las redes de paquetes, el número de paquetes que esperan salir por un enlace en un momento determinado supera la capacidad de la cola de salida, en este caso, el conmutador debe descartar los paquetes que no caben en la cola y se pierden. En algunos casos se descartan paquetes antes de que se produzca la congestión para que los emisores de flujo perciban las pérdidas como aviso de congestión inminente y reduzcan el tráfico.

En los emisores de voz, que tienen flujo de tasa fija, el aviso de congestión es inútil porque no pueden reducir la tasa de envío aunque se detecten las pérdidas. En este caso tampoco se pueden aplicar técnicas de retransmisión porque los paquetes serían descartados en el destino por llegar con retardo excesivo. Por este motivo en el caso de VoIP se utiliza el protocolo de transporte UDP en vez de TCP.

Para solucionar estos problemas, las redes de paquetes emplean diferentes mecanismos:

- a) ATM tiene mecanismos normalizados de control de tráfico y calidad de servicio.
- b) *Frame Relay* no garantiza calidad de servicio pero puede controlar el tráfico entrante y evitar situaciones de congestión.
- c) Las redes IP no tienen ningún mecanismo y sólo pueden ofrecer un servicio *best-effort*.

Además se emplean técnicas de corrección de errores, reducción de variaciones de retardo, enmascaramiento de los paquetes de voz perdidos y si no queda otro remedio, sobredimensionar la red (solución más típica actualmente en VoIP).

1.4. Ancho de banda para una llamada VoIP

Al estimar el ancho de banda necesario para una llamada VoIP es necesario tener en cuenta el tamaño de carga útil y la sobrecarga por cabeceras. El tamaño de carga útil viene determinado por el tamaño de los bloques de información que entrega el codificador y por el número de bloques que se desean transportar en un

paquete. En el cálculo de la sobrecarga por cabeceras se tienen en cuenta las cabeceras que añaden los sucesivos protocolos (RTP, UDP, IP y capas inferiores). En el caso más sencillo, por ejemplo en una llamada de voz entre dos terminales VoIP, la cabecera RTP se compone de 12 octetos, a los que hay que sumar los 8 de la cabecera UDP y los 20 de la IP.

En la Tabla 1.2 se presenta el ancho de banda necesario para una llamada de voz en dos casos diferentes: códec normalizado G.711 de 64 Kbit/s (códec de la red telefónica) y el G.729 de 8 Kbit/s (códec de baja velocidad utilizado en el acceso a una red IP).

Código	Tasa nominal (Kbit/s)	Payload (bytes)	Paquetes por Segundo (PPS)	IP/UDP/RTP Header (bytes)	CRTP Header (bytes)	Layer2 Header (bytes)	Total Bandwidth (Kbits/s)	
							Sin VAD	Con VAD
G.711	64	160	50	40	2	14	85.6	42.8
		160	50	40	2	6	82.4	41.2
		80	100	40	2	14	107.2	53.6
G.729	8	20	50	40	2	14	29.6	14.8
		20	50	40	2	6	26.4	13.2
		30	33	40	2	14	22.4	11.2

Tabla 1.2 Ancho de banda para varios escenarios

Para reducir el ancho de banda necesario se puede recurrir a diferentes métodos que se presentan en el apartado siguiente.

1.4.1. Reducción del ancho de banda en una llamada VoIP

Los métodos más habituales para reducir el ancho de banda son la supresión de silencios (comentada en el apartado 1.3.2) y la compresión de cabeceras.

Los mecanismos de compresión de cabeceras se aplican en el enlace, es decir que si un extremo utiliza este método el extremo remoto es responsable de la descompresión. Existen varios estándares de compresión de cabeceras que permiten la compresión de cabeceras IP, UDP y RTP. Estos mecanismos suprimen la información redundante que se transmite repetidamente en una sesión RTP y consiguen reducir la sobrecarga de cabeceras a 2 ó 4 octetos. Esta reducción supone una mejora sustancial de la eficiencia. Sin embargo, la compresión de cabeceras sólo suele aplicarse en enlaces de acceso y no en enlaces troncales, en los que se recurre a la supresión de silencios.

1.5. Protocolos de señalización en telefonía sobre IP

La telefonía IP necesita protocolos de señalización entre los diferentes elementos que constituyen la red VoIP: terminales, servidores de llamadas, pasarelas (gateways) entre VoIP y red telefónica convencional.

Algunas de las funciones que realizan estos protocolos son equivalentes a las que existen en la actualidad en las redes telefónicas.

Funciones de establecimiento de llamada: negociación entre origen y destino de la direcciones IP y de los puertos UDP.

Señales de progreso de llamada: por ejemplo, la señal de aviso al origen que suena el timbre en el terminal destino.

Control de acceso: permite identificar a los terminales y facturar.

Otras funciones son necesarias en las redes IP:

Selección de la modalidad de acceso: según el tipo de red a la que se conecta el terminal (LAN, RDSI ó PSTN).

Negociación del códec de voz: determinan los tipos de codificadores que se pueden emplear.

Además, mientras coexistan diferentes tipos de redes, es necesario que las redes IP realicen funciones de adaptación de protocolos de señalización que permitan el interfuncionamiento entre redes VoIP y las redes telefónicas convencionales.

Los factores que han motivado la multiplicidad de protocolos de señalización se pueden resumir en:

Variedad de escenarios a considerar, comunicación directa entre terminales VoIP ó interfuncionamiento entre redes VoIP y redes telefónicas convencionales.

Diferentes enfoque de los organismos de normalización (IETF e ITU-T)

Existen dos grandes familias de protocolos orientadas a dos escenarios diferentes: protocolos de señalización entre terminales nativos y protocolos de señalización de llamadas telefónicas a través de redes IP. A continuación se presentan los protocolos más significativos de ambos escenarios.

1.5.1. Protocolos de señalización entre terminales VoIP nativos

Estos protocolos se desarrollan entre terminales VoIP nativos. Destacan el H.323 de la ITU-T y el SIP (*Session Initiation Protocol*) del IETF. No son protocolos específicos de VoIP, sino que son protocolos para sesiones multimedia sobre IP (audio y video). En ambos casos se contempla la posibilidad de que los usuarios de la red VoIP se comuniquen con usuarios de redes telefónicas convencionales a través de pasarelas y además permiten el establecimiento de la comunicación entre dos terminales VoIP directamente o a través de servidores intermedios (ejemplos: servidor SIP o *Gatekeeper* H.323).

Las arquitecturas de redes que siguen estos protocolos tienen un esquema similar al de la Figura 1.4.

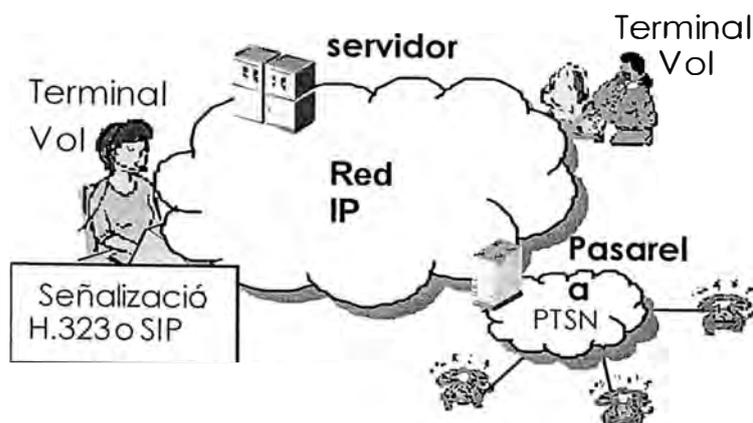


Figura 1.4 Comunicación entre terminales nativos

1.5.2. Protocolos de señalización a través de redes IP

El segundo gran escenario mostrado en la Figura 1.5 que ha llevado a la normalización de protocolos de señalización VoIP es el tránsito de llamadas telefónicas a través de una red IP. Surge con la liberalización del servicio telefónico que permite la entrada en el mercado de nuevos operadores. La necesidad de obtener redes más baratas que la solución clásica basada en conmutación de circuitos y centrales telefónicas es la causa fundamental de creación de infraestructura de voz sobre IP. En este caso, no existen terminales IP y es necesario recurrir a pasarelas conectadas entre sí a través de una red IP, y localmente a una o más centrales telefónicas de operadores convencionales.

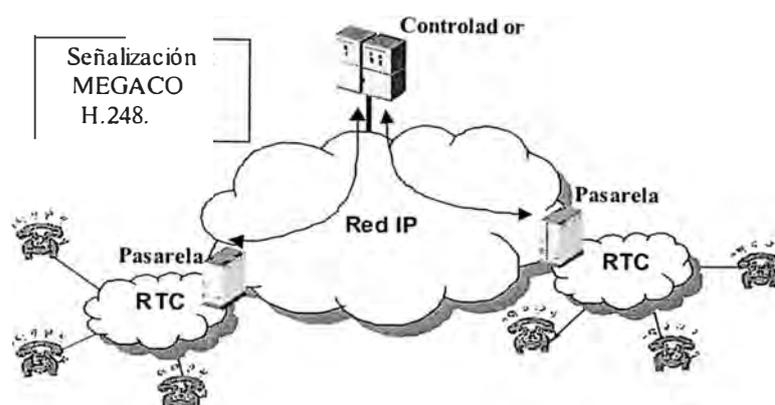


Figura 1.5 Tránsito de llamadas a través de una red IP

El tránsito entre las centrales telefónicas y las pasarelas VoIP de la red no se reduce sólo a voz (sobre circuitos PCM de 64 Kbps) sino que ha de incluir señalización. Sin embargo, si las pasarelas VoIP se encargaran de la señalización sería necesario dotarles de inteligencia similar a la de una central telefónica, igualando los costes entre ambos dispositivos. Para resolver el problema y obtener pasarelas simples y económicas, se centraliza el manejo de la señalización en un controlador desde el que se gobiernan las pasarelas de manera remota. Las funciones de las pasarelas quedan reducidas a la manipulación física de los flujos de voz (códecs, empaquetados, control de variaciones de retardo, cancelación de ecos, etc.), dando lugar a una “central telefónica distribuida”.

Como resultado de la separación de funciones, surge la necesidad de definir un protocolo de comunicación entre el controlador y las pasarelas para lo cual se usa el estándar MEGACO/H.248. el cual ha sido aceptado por diferentes organismos de normalización y ha sido definido conjuntamente por IETF (RFC3015) e ITU-T (recomendación H.248). Este protocolo no maneja la señalización telefónica por

canal común SS7 por lo que existe la necesidad de procesar convenientemente esta señalización en algún elemento de la red VoIP, y la tarea recae sobre el controlador de pasarelas. En los puntos de interconexión con la red telefónica se crean pasarelas de señalización que realizan la conversión de la señalización de la red telefónica a un flujo de mensajes sobre una pila de protocolos equivalente que permita su transporte sobre IP hasta el controlador de pasarelas.

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En el presente CAPÍTULO se hará una explicación de las razones que motivan a un operador LDI de Perú a implementar un Nodo VoIP para captar el tráfico entrante proveniente de USA.

2.1. Antecedente social

La migración de peruanos a USA ha formado un mercado para las llamadas LDI entre este país y el nuestro. La gran mayoría de este tráfico de voz es generado desde USA hacia nuestra patria originando así un tráfico entrante de voz al Perú. La razón por la que las llamadas se establecen desde USA son básicamente dos: la primera es que los peruanos en USA no tienen un teléfono fijo en sus residencias y la segunda razón es por que en USA diferentes operadores LDI comercializan tarjetas prepago que permite a los usuarios peruanos realizar las llamadas en cualquier momento y de larga duración.

2.2. Aparición de operadores LDI en USA

Actualmente están emergiendo en un ritmo acelerado operadores internacionales que envían Voz sobre IP desde USA hacia los países de Latinoamérica. La razón es muy sencilla, el bajo costo de los equipos de tecnología IP que permiten enviar la voz en paquetes IP de un punto de origen a un punto final, permitiendo que estas operadoras ofrezcan el servicio de Larga Distancia Internacional (LDI) a costos más bajos que los operadores tradicionales, los cuales envían su tráfico de voz LDI mediante las centrales tradicionales de conmutación. Entre los principales operadores LDI de USA que envían tráfico de VoIP tenemos CTI e IBasis y entre los emergentes tenemos a Telenova, Supernet, Arbinet e ITXC.

2.3. Objetivo del proyecto

El objetivo principal del proyecto es el implementar en un operador LDI de Perú un nodo de VoIP a fin de conectarse con los operadores emergentes de USA y captar el tráfico LDI que estos enviaran mensualmente al Perú bajo este tipo de tecnología . Para esto necesitamos tener interconexión a la PSTN de Perú para terminar en los usuarios finales el tráfico entrante.

El negocio se basa en que el operador de Perú cobra al operador de USA un costo por minuto para terminar el tráfico entrante en los usuarios de la PSTN de Perú y a su vez nuestro operador de Perú le paga al operador también de Perú que tiene la planta externa y la PSTN un costo de interconexión por minuto para terminar el tráfico de voz en sus usuarios. En esta diferencia de precios, la que cobramos por

minuto entrante y la que pagamos por minuto terminado en la PSTN es que se origina el negocio de captar el tráfico VoIP proveniente de USA.

2.4. Uso de la tecnología VoIP

El proyecto presentado muestra que invertir en tecnología de VoIP para recibir el tráfico LDI de puntos estratégicos como USA es un negocio rentable que permite obtener ganancias permanentes con una tendencia de incremento.

La inversión se centra en la compra de equipos para implementar un Nodo de VoIP que permita hacer la conversión del Tráfico VoIP (paquetes) a tráfico de voz convencional (conmutación de circuitos). El equipo principal es el Gateway que en el CAPÍTULO I se describía como la pasarela entre la Red IP y la PSTN. En el CAPÍTULO IV se tocará con mayor detalle todos los equipos que forman el Nodo de VoIP con las funciones que realizan cada uno de ellos.

CAPÍTULO III

ESTUDIO DE MERCADO

3.1. Expectativas del mercado VoIP LDI

Las proyecciones para el mercado de VoIP de Perú muestran que para el año 2008 del total del tráfico de voz enviado desde USA al Perú el 50% será VoIP. En la Tabla 3.1 y Figura 3.1 se muestra la evolución del tráfico total de voz LDI entrante a Perú y el tráfico parcial de VoIP. Más adelante veremos que porcentaje del tráfico total VoIP entrante al Perú será el que podamos captar, el cual será la fuente de ingresos de nuestro proyecto.

Año	Minutos Entrantes de USA		
	Tráfico Total Entrante	Tráfico Parcial VoIP	Porcentaje de VoIP
2004	900,000,000	225,000,000	25.00%
2005	1,200,000,000	360,000,000	30.00%
2006	1,650,000,000	594,000,000	36.00%
2007	2,100,000,000	903,000,000	43.00%
2008	2,300,000,000	1,150,000,000	50.00%

Tabla 3.1 Evolución del tráfico de voz entrante de USA

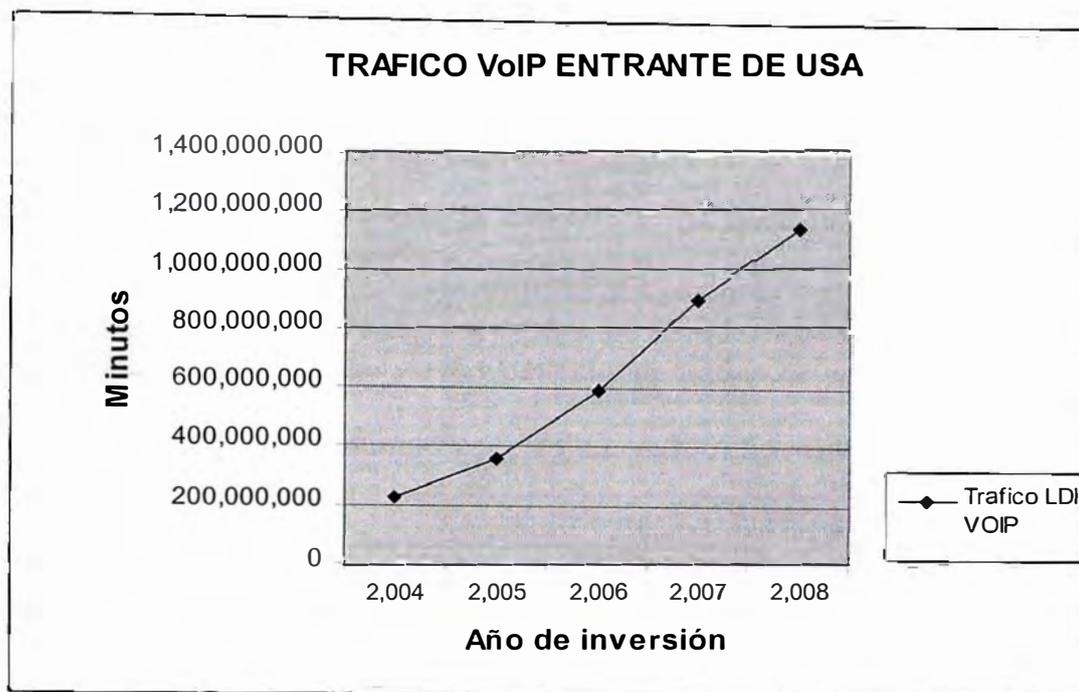


Figura 3.1 Evolución del tráfico de voz entrante de USA

3.2. Estimación de tráfico VoIP recibido

El objetivo de nuestro proyecto es captar hasta un 15% del tráfico VoIP que será enviado al Perú a partir del año 2004. La evaluación que hacemos es para un periodo de 5 años, desde inicios del 2004 hasta finales del 2008. En la Tabla 3.2 se muestran los minutos que nuestro negocio espera captar.

Año	Tráfico VoIP para Nuestro Negocio		
	Tráfico Total VoIP Entrante (min)	Tráfico captado por nuestro Proyecto (min)	Porcentaje del Mercado
2,004	225,000,000	22,500,000	10.00%
2,005	360,000,000	54,000,000	15.00%
2,006	594,000,000	106,920,000	18.00%
2,007	903,000,000	180,600,000	20.00%
2,008	1,150,000,000	230,000,000	20.00%

Tabla 3.2 Minutos captados por nuestro proyecto

3.3. Precio de los minutos VoIP entrantes

La tarifa por minuto que se cobraría a los operadores LDI de USA por terminar su tráfico en nuestro Nodo VoIP se indican en la Tabla 3.3 . Estos minutos serán negociados por nuestra Área Comercial de tráfico de voz con los operadores extranjeros a un precio por minuto y por volumen de tráfico enviado al mes

Año	Tarifa/min (US \$/min)
2004	0.01901
2005	0.01808
2006	0.01709
2007	0.01601
2008	0.01508

Tabla 3.3 Precio por minuto VoIP entrante

3.4. Interconexión con la PSTN

Los minutos que nuestro negocio captará mensualmente de los operadores de USA deberán ser terminados en los usuarios finales de Perú, para esto debemos tener interconexión con la PSTN . Osiptel es la institución que regula las tarifas de interconexión, en nuestro caso consideramos que nuestro negocio como operador diferente a Telefónica del Perú arrienda a este E1's para lograr la interconexión deseada. De cada E1 (32 circuitos) podemos utilizar 31 circuitos para cursar tráfico de voz, cada circuito en promedio puede recibir hasta 13 000 min/mes (uso eficiente del circuito), por lo que cada E1 puede soportar al año un tráfico de 4 836 000 min /año.

En la Tabla 3.4 se muestran las cantidades de E1's por año que se deberán interconectar con la PSTN a fin de satisfacer con la demanda de minutos de VoIP entrantes descritos en la Tabla 3.2.

Año	Tráfico captado por nuestro Proyecto (min)	Capacidad E1/año (min)	Nro de E1's Necesarios
2004	22 500 000	4 836 000	5
2005	54 000 000	4 836 000	12
2006	106 920 000	4 836 000	23
2007	180 600 000	4 836 000	38
2008	230 000 000	4 836 000	48

Tabla 3.4 E1's de interconexión con la PSTN

3.5. Estrategia de mercado

La estrategia del mercadeo será a través de publicidad impresa dejada en todos los operadores extranjeros, en este caso de los ubicados en USA tales como CTI, IBasis, Arbinet, Telenova, etc. En esta publicidad se describirá a nuestra empresa como un socio estratégico para hacer terminar su tráfico LDI debido a los buenos precios por minuto ofertados y la garantía de poder absorber en forma completa un crecimiento del tráfico enviado. Así mismo el Área de Voz LDI de nuestro negocio se pondrá en contacto con estos operadores LDI de USA a fin de realizar presentaciones que nos muestren como un socio estratégico.

CAPÍTULO IV

INGENIERÍA DEL PROYECTO

4.1. Descripción del nodo VoIP

El Nodo VoIP tiene la función de convertir el tráfico de voz enviado en forma de paquetes a tráfico de voz convencional es decir mediante conmutación de circuitos. Esta función principal es realizada por los Gateways (pasarelas entre de la red IP y la PSTN). Otra de las funciones básicas del Nodo VoIP es la señalización con la central de conmutación, muy importante para el establecimiento de la llamada así como para los fines de liquidación, esta función es realizada por el software de señalización (SS7).

Algo importante a tener en cuenta, es que se está trabajando con equipos que prestan el servicio de telecomunicaciones para llamadas telefónicas, por lo que el Ministerio de Transporte y Comunicaciones exige que toda esta clase de equipos sean homologados y certificados antes de entrar en operación comercial, por eso en la fase de instalación se considera realizar pruebas de optimo funcionamiento del sistema

En la Figura 4.1 se muestra el diagrama del Nodo VoIP propuesto.

Conexión con Operador LDI de USA

Nodo VoIP

Interconexión con la PSTN

Terminación en la PSTN

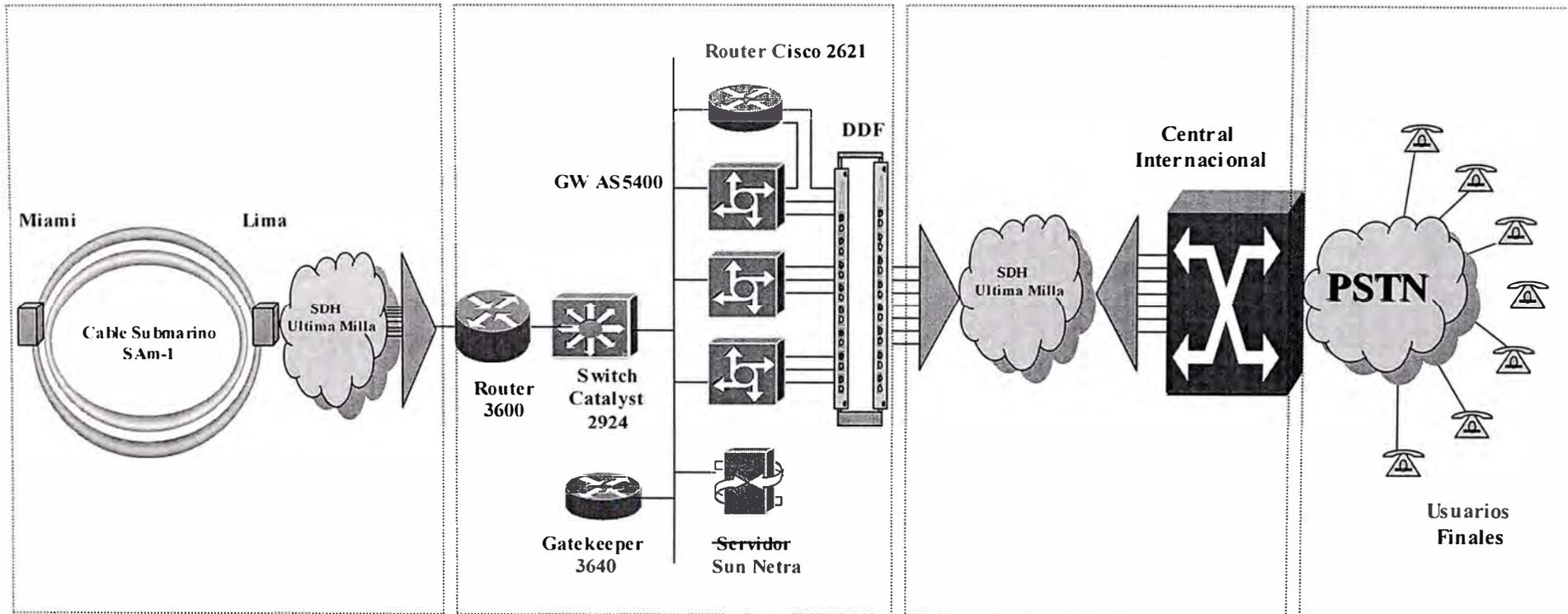


Figura 4.1 Nodo VoIP

Leyenda



Mux / Demux



Gateway AS5400



POP del cable submarino



Servidor con software de señalización PGW2200

4.2. Requerimiento de equipos

De acuerdo a la descripción del Nodo VoIP realizada en el punto anterior los equipos y software necesarios se muestran en la Tabla 4.1:

Equipos del Nodo VoIP	Cantidad
Router Cisco 3600	1
Switch Catalyst 2900	1
Router Cisco 2600	1
Gateway Cisco AS5400	3
Gatekeeper Cisco 3640	1
Servidor Sun Netra	1
Software de Señalización	1

Tabla 4.1 Hardware y software del nodo VoIP

Se ha elegido la marca Cisco por ser comercial y usado por muchos operadores. A continuación detallamos la función de cada equipo:

4.2.1. Router Cisco 3600

Este router es el que nos permite formar la red WAN con los otros operadores LDI de USA y la red LAN de nuestro Nodo VoIP, de esta manera identifica la dirección IP de todos los equipos del Nodo. El router elegido tiene la capacidad de soportar el tráfico de paquetes planificado para nuestro Nodo.

4.2.2. Switch Catalyst 2900

Este Switch recibe los paquetes IP del router Cisco 3600 y se los entrega al equipo correspondiente teniendo en cuenta la dirección IP de destino. Todos los elementos de nuestro Nodo se conectan mediante un cable UTP con conectores RJ-45 desde sus puertos Fast Ethernet a un puerto del Switch.

4.2.3. Router Cisco 2600

Este Router es el SLT (Signal Line Terminal) que coge un canal de 64Kbps de todo el E1 para realizar la señalización con la central. Los otros canales se utilizan para cursar tráfico de voz. La conexión a realizar es un E1 a la central y otro E1 hacia un Gateway.

4.2.4. Gateway Cisco AS5400

Los Gateways son los encargados de convertir el tráfico de voz de paquetes IP a tráfico de voz convencional (conmutación de circuitos), La capacidad máxima que maneja este Gateway es 16 E1's (modelo Cisco AS5400). Para cubrir con nuestra demanda proyectada se eligen 3 Gateways. La conexión de estos equipos hacia la central son E1's y la conexión con los demás equipos del Nodo es a través de un puerto Fast Ethernet. La configuración de los Gateways se programa para que estos se compartan la carga de tráfico recibida, y en el caso que uno de ellos se malogre, los otros asumen la carga total.

4.2.5. Gatekeeper Cisco 3640

El Gatekeeper es el encargado de asignar los circuitos de voz de los Gateways según la ocupación y disponibilidad de los mismos. La conexión es a través de su puerto Fast Ethernet hacia un puerto del Switch.

4.2.6. Servidor SUN Netra

En este Servidor se instalará el software de señalización que permitirá la comunicación entre los Gateways y la central. Se elige un servidor de la marca SUN Netra por ser robusto con el sistema operativo Unix. La conexión es a través de su puerto Fast Ethernet hacia un puerto del Switch.

4.2.7. Software de señalización

El software de señalización que se utiliza es el SS7. El nombre del producto en la marca Cisco es el PGW 2200, el mismo que se instalará en el servidor SUN Netra.

4.3. Requerimiento de infraestructura

Los equipos que conforman nuestro Nodo VoIP deben estar instalados físicamente en un ambiente que ofrezca optimas condiciones de buen funcionamiento, las cuales se listan a continuación:

- Energía AC disponible 220VAC estabilizado
- Aire Acondicionado para la sala de equipos.
- Sistema Contra Incendios.
- Bandejas para los cableados de energía y cables coaxiales.
- Racks de Equipos, DDF y cables coaxiales.

4.4. Conexión con los operadores LDI de USA

Los operadores LDI de USA recolectan el tráfico de llamadas y lo envían al Perú en forma de VoIP . Este tráfico de paquetes IP es enviado a través de enlaces dedicados punto a punto, por lo cual se tiene que arrendar E1's dedicados desde nuestro Nodo hasta el Nodo de los operadores de USA. Para saber cuantos E1's se van a instalar con cada operador LDI hay que tener en cuenta la demanda proyectada y la compresión de 4:1 del códec utilizado. Por cada 4 E1 que se interconecten con la PSTN solo será necesario contratar 1 E1 como circuito internacional hasta el operador de USA.

Las principales empresas que ofrecen este servicio en el Perú son Telefónica del Perú, ATT e Impsat. El costo varía de acuerdo al Nro de E1's alquilados y a la cantidad de años contratados, además cada año se observa una disminución en los costos de alquiler. Para nuestro caso consideramos alquileres por 3 años y en las cantidades que se muestran en la Tabla 4.2. (Se aplica la reducción en el ancho de banda utilizado para la conexión LDI en la razón 4:1 respecto al ancho de banda interconectado con la PSTN).

Año	Nro de E1's conectados LDI	Precio por E1/mes (US \$)	Costo Total mensual (US \$)
2004	2	5 000	10 000
2005	3	4 000	12 000
2006	6	3 000	18 000
2007	10	2 500	25 000
2008	12	2 500	30 000

Tabla 4.2 Costos de conexión con los operadores LDI

4.5. Interconexión con la PSTN de Perú

Los E1's de Interconexión con la PSTN se contratarán en forma progresiva de acuerdo al crecimiento por año mostrado en la Tabla 3.4. Para esto se tiene que celebrar un contrato de interconexión con Telefónica del Perú ya que esta empresa es la que tiene casi toda la planta externa y usuarios finales. Los costos por cada E1 interconectado así como por cada minuto terminado son regulados por Osiptel. En la Tabla 4.3 se muestran los costos por cada E1 interconectado con la PSTN los cuales dependen de la cantidad de E1's solicitados. El costo por minuto terminado es de US \$ 0.01208

Año	Nro de E1's Interconectados PSTN	Precio por E1/mes (US \$)	Costo Total mensual (US \$)
2004	5	800	4 000
2005	12	700	8 400
2006	23	500	11 500
2007	38	400	15 200
2008	48	350	16 800

Tabla 4.3 Costos de interconexión con la PSTN

4.6. Operación y mantenimiento del nodo VoIP

La operación del Nodo VoIP comprende la provisión permanente de energía AC y aire acondicionado; la mano de obra del Ingeniero responsable del correcto funcionamiento de los equipos cuyo gastos en su sueldo incluyendo los beneficios sociales se muestran en la Tabla 4.4 y los costos de un contrato de mantenimiento celebrado con un proveedor de soporte técnico de hardware y software que nos asegure el permanente funcionamiento de nuestro Nodo VoIP. Por razones de costo elegimos un soporte de mantenimiento con tiempo de respuesta NBD (Next Business Day), es decir respuesta al día siguiente útil de reportada la incidencia o avería, los costos de mantenimiento por año de los equipos se considera un 5% del costo total de la inversión realizada, en la Tabla 4.4 se muestran dichos costos.

Año	Costo en energía/año (US\$)	Costo de técnicos/año (US \$)	Costo de Mantenimiento (US \$)	Costo Total Anual (US \$)
2004	1 500	19 200	17 500	38 200
2005	1 500	19 200	17 500	38 200
2006	1 500	19 200	17 500	38 200
2007	1 500	24 000	17 500	43 000
2008	1 500	24 000	17 500	43 000

Tabla 4.4 Costos de operación y mantenimiento

CAPÍTULO V

EVALUACIÓN ECONÓMICA

A continuación presentamos el estudio y resultados de la evaluación económica del proyecto.

5.1. Cuantificación de la inversión del proyecto

Se considera que la inversión total se realiza en el primer año la cual consiste en la compra de los equipos, de repuestos y en la infraestructura del lugar donde se instalarán los equipos (tales como el Rack y aire acondicionado). En la Tabla 5.1 se muestra el detalle de la inversión.

INVERSIONES

Equipos del Nodo VoIP	Cantidad	Precio Unitario (US \$)	Precio Parcial (US \$)
Router Cisco 3600	1	12,000	12,000
Switch Catalyst 2900	1	3,500	3,500
Router Cisco 2621	1	8,500	8,500
Gateway Cisco AS5400	3	70,000	210,000
Gatekeeper Cisco 3640	1	10,000	10,000
Servidor Sun Netra	1	11,000	11,000
Software de Señalización	2	25,000	50,000
Repuestos	1	20,000	20,000
Infraestructura	1	5,000	5,000
Instalaciones	1	20,000	20,000
Inversión Total (US \$)			350,000

Tabla 5.1 Cuantificación de la inversión

5.2. Depreciación

Consideramos que la depreciación de toda nuestra inversión es de 5 años a una tasa constante por año de 20%. En la Tabla 5.2 se muestran los montos de depreciación por cada año.

Año	Depreciación (US \$)
2004	70 000
2005	70 000
2006	70 000
2007	70 000
2008	70 000

Tabla 5.2 Depreciación de la inversión

5.3. Ingresos

Los ingresos de nuestro proyecto consiste en el pago de los operadores LDI de USA que nos realizan mediante liquidaciones mensuales por el tráfico que nos entregan par terminar en la PSTN de Perú. En la Tabla 5.3 se muestran los minutos entrantes por año los cuales van en aumento y la tarifa por minuto que se cobrará la cual consideramos disminuye por cada año transcurrido.

INGRESOS

Año	Minutos Entrantes	Tarifa/min (US \$/min)	Ingresos Netos (US \$)
2004	22,500,000	0.01901	427,725
2005	54,000,000	0.01808	976,320
2006	106,920,000	0.01709	1,827,263
2007	180,600,000	0.01601	2,891,406
2008	230,000,000	0.01508	3,468,400

Tabla 5.3 Ingresos por año

5.4. Gastos del proyecto

En los puntos 4.4, 4.5 y 4.6 se tocaron los costos de conexión con los operadores LDI de USA, los costos de interconexión con la PSTN y los costos de operación y mantenimiento del Nodo VoIP respectivamente. Además de estos gastos existe uno importante que es el costo por terminación de los minutos en la PSTN, el precio por minuto terminado es fijado por Osiptel con un valor máximo y actualmente es de \$ 0.01208 por minuto terminado. Este valor puede ser menor y depende del acuerdo que se celebre con el operador que tenga la planta externa local que en el caso de Perú es la empresa Telefónica del Perú. Para nuestro proyecto consideramos la tarifa máxima por minuto terminado y una disminución en su valor por cada año transcurrido conforme ha venido sucediendo.

Año	Minutos Terminados en la PSTN	Precio por min Terminado (US \$)	Costo Total Anual (US \$)
2004	22,500,000	0.01208	271,800
2005	54,000,000	0.01008	544,320
2006	106,920,000	0.00808	863,914
2007	180,600,000	0.00608	1,098,048
2008	230,000,000	0.00608	1,398,400

Tabla 5.4 Costos de terminación por minuto en la PSTN

De las Tablas 4.2, 4.3 y 4.4 obtenemos los costos totales del proyecto por cada año, los cuales se muestran en la Tabla 5.5.

Año	Gastos Totales (US \$)
2004	478 000
2005	827 320
2006	1 256 114
2007	1 623 448
2008	2 003 000

Tabla 5.5 Gastos totales por año

5.5. Estado de ganancias y perdidas del proyecto

En la Tabla 5.6 se muestra el estado de ganancias y perdidas obtenidas del proyecto. En los 2 primeros años no se paga impuesto a la renta por que las utilidades acumuladas son negativas, a partir del 3er año las utilidades acumuladas son positivas por lo que aplicamos el impuesto a la renta a este acumulado . En el cuarto y quinto año el impuesto a la renta se aplica por cada año.

ESTADO DE GANANCIAS Y PERDIDAS

CONCEPTO	2004	2005	2006	2007	2008
INGRESOS DE OPERACIÓN	427 725	976 320	1 827 263	2 891 406	3 468 400
GASTOS TOTALES	548 000	897 320	1 326 114	1 693 448	2 073 000
Costos de Operación y Mantenimiento	38 200	38 200	38 200	43 000	43 000
Costos de Conexión por E1 con los Operadores LDI	120 000	144 000	216 000	300 000	360 000
Costos de Interconexión por E1 con la PSTN	48 000	100 800	138 000	182 400	201 600
Costos de Interconexión por min terminado en la PSTN	271 800	544 320	863 914	1 098 048	1 398 400
Depreciaciones	70 000	70 000	70 000	70 000	70 000
UTILIDAD OPERATIVA	-120 275	79 000	501 149	1 197 958	1 395 400
Impuesto a la Renta (30%)			137 962	359 387	418 620
UTILIDAD NETA	-120 275	79 000	363 187	838 571	976 780
EBITDA		149 000	571 149	1 267 958	1 465 400
MARGEN EBITDA		15%	31%	44%	42%

Tabla 5.6 Estado de ganancias y perdidas

5.6. Flujo de fondos proyectados

En la Tabla 5.7 se observa que en el primer año se produce las salidas de dinero del proyecto, el cual es por los costos de inversión y por los gastos de operación y mantenimiento que no pueden ser cubiertos con los ingresos generados en el primer año. En los años posteriores observamos que el proyecto empieza a generar entradas de dinero que tienen un aumento por cada año transcurrido. Toda la inversión del proyecto se recupera en el tercer trimestre del 2006.

FLUJO DE FONDOS PROYECTADOS

CONCEPTO	2004	2005	2006	2007	2008
I. ENTRADAS	-50 275	149 000	433 187	908 571	1 046 780
Utilidad Neta	-120 275	79 000	363 187	838 571	976 780
Depreciaciones	70 000	70 000	70 000	70 000	70 000
II. SALIDAS	350 000				
Inversión Total	350 000				
III SALDO NETO:(I-II)	-400 275	149 000	433 187	908 571	1 046 780

Tabla 5.7 Flujo de fondos por año

5.7. Indicadores de rentabilidad

En la Tabla 5.8 se muestra los valores de los indicadores de rentabilidad obtenidos del proyecto. El tiempo de vida útil de nuestra inversión es de 5 años y el Costo de Capital que elegimos es de un 14%.

El valor actual neto del proyecto (VAN) es de \$ 1 296 787 sobre los \$ 400 275 desembolsados en el primer año.

El cociente del valor actual neto entre el valor de la inversión (VAN / VAI) es de 3.7 es decir que por cada dólar invertido obtenemos 3.7 dólares.

La tasa interna de retorno (TIR) es 92.04% lo cual nos muestra que el proyecto es rentable.

INDICADORES DE RENTABILIDAD	
Vida Útil de la Inversión	5
VAN (US \$)	1 296 787
VAN / VAI	3,7
TIR	92,04%

Tabla 5.8 Indicadores de rentabilidad

CONCLUSIONES

- Debido a que los equipos de VoIP para el envío de voz de un punto inicial (USA) a un destino final (Perú) son considerablemente económicos, los operadores LDI están migrando su tráfico de voz a este sistema.
- El objetivo del proyecto es captar los millones de minutos VoIP enviados por diferentes operadores de USA al Perú.
- Si no se ejecuta el proyecto la competencia de nuestra empresa de telecomunicaciones será quien absorba estos ingresos lo cual no se puede permitir. Además la adquisición de estos equipos nos permite estar acorde con los avances tecnológicos.
- Es importante la función comercial que se realice con los operadores LDI de USA ya que en estos acuerdos se fijan el volumen de tráfico y las tarifas por minuto entrante.
- De los indicadores de rentabilidad obtenidos deducimos que el proyecto es rentable.

ANEXO A

RESUMEN DE ILUSTRACIONES

Figura 1.1	Transporte de voz sobre paquetes	5
Figura 1.2	Generación de eco eléctrico	13
Figura 1.3	Efecto del buffer amortiguador en el retardo	14
Figura 1.4	Comunicación entre terminales nativos	20
Figura 1.5	Tránsito de llamadas a través de una red IP	21
Figura 3.1	Evolución del tráfico de voz entrante de USA	27
Figura 4.1	Nodo VoIP	31

ANEXO B

RESUMEN DE TABLAS

Tabla 1.1	Códecs normalizados	8
Tabla 1.2	Ancho de banda para varios escenarios	16
Tabla 3.1	Evolución del tráfico de voz entrante de USA	26
Tabla 3.2	Minutos captados por nuestro proyecto	27
Tabla 3.3	Precio por minuto VoIP entrante	28
Tabla 3.4	EI's de interconexión con la PSTN	29
Tabla 4.1	Hardware y software del nodo VoIP	32
Tabla 4.2	Costos de conexión con los operadores LDI	35
Tabla 4.3	Costos de interconexión con la PSTN	36
Tabla 4.4	Costos de operación y mantenimiento	37
Tabla 5.1	Cuantificación de la inversión	38

Tabla 5.2	Depreciación de la inversión	39
Tabla 5.3	Ingresos por año	40
Tabla 5.4	Costos de terminación por minuto en la PSTN	41
Tabla 5.5	Gastos totales por año	41
Tabla 5.6	Estado de ganancias y pérdidas	42
Tabla 5.7	Flujo de fondos por año	43
Tabla 5.8	Indicadores de rentabilidad	44

ANEXO C

GLOSARIO

CRTP: Compressed Real Time Protocol

DSP: Digital Signal Processor

Ethernet: Protocolo de bajo nivel.

Gatekeeper: Componente de una red H323

Gateway: Pasarela

IETF: Internet Engineering Task Force

IP: Internet Protocol

ITU: International Telecommunication Union

Jitter: Fluctuaciones de Retardo

Latencia: Retardo extremo a extremo.

LPC: Linear Predictive Code

LDI: Larga Distancia Internacional

MEGACO: Media Gateway Control

MG: Media Gateway

MGC. Media Gateway Controller

MOS: Mean Opinion Score

NBD: Next Business Day

Osiptel: Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones.

PCM: Pulse Code Modulation

PSTN: Red Telefónica Publica Conmutada

RDSI: Red Digital de Servicios Integrados

RJ-45: Conector de cable UTP

RTC: Red Telefónica Conmutada

RTP: Real Time Protocol

SG: Signalling Gateway

SID: Silence Insertion Description

SIP: Session Initiation Protocol

SLT: Signal Line Terminal.

SS7: Signalling System N° 7

TCP: Transmission Control protocol

TIR: Tasa Interna de Retorno.

UDP: User Datagram Protocol

VAD: Voice Activity Detection

VoIP: Voice over IP

WAN: Wide Area Network

BIBLIOGRAFÍA

1. Jonathan Davidson and Tina Fox, “Deploying Cisco Voice over IP Solutions”, Cisco Press, 2002.
2. Alex Coronado, “Estadísticas de Tráfico LDI entrante a Perú”, Telefónica Internacional, 2003.
3. Edwin San Román, “Cargo tope de Interconexión para llamadas LDI entrantes”, Osiptel, 2003.
4. Dagoberto Díaz, “Análisis Financiero”, Universidad del Pacífico, 2002.
5. José Fernández, “Estudio de Protocolo H.323”, Universidad Nacional de Ingeniería, 2002.