

Modelo de convergencia para la integración de servicios en redes de telecomunicaciones ampliación de la competencia y posible marco regulatorio – *Oferta y demanda de Voz sobre IP para Bogotá**

Jorge Alfredo López Jiménez.

Resumen

La voz sobre IP (VoIP) es una tecnología que ha llegado con la promesa de reducir las tarifas de las comunicaciones de voz que actualmente se cursan por las redes alámbricas e inalámbricas de conmutación de circuitos generando inquietudes acerca de cual será el comportamiento de este tipo de tecnología entrante al mercado. Este trabajo esta enfocado en analizar las diferentes posibilidades que tiene la VoIP en un mercado de voz tradicional. Se estudia el impacto de VoIP bajo tres módulos fundamentales: uno técnico que describe los componentes y características de la tecnología de VoIP, uno de mercado que analiza el mercado actual y el impacto de la VoIP en la oferta y demanda, y por último, en el modulo de regulación se dan algunas recomendaciones regulatorias.

Palabras clave: VoIP, oferta de servicios de telefonía, modelo de mercado de telefonía IP, convergencia de servicios, demanda de VoIP.

1. Introducción

Los nuevos desarrollos tecnológicos han acentuado el fenómeno de convergencia entre tecnologías, infraestructura, niveles de contenido, servicio y aplicaciones. Esta convergencia es una realidad en Colombia en donde el sector de las telecomunicaciones esta superando los rezagos tecnológicos mas relevantes, como el de la implantación de nuevas tecnologías para proveer servicios tradicionales como las comunicaciones de voz. Con la convergencia de redes y contenido en un solo terminal, el sector reconoce que sólo a través de la innovación tecnológica se mejora la calidad y se reducen los costos de

* Trabajo de Tesis para optar al título de Magíster en Ingeniería Electrónica, dirigido por el Ingeniero Mauricio López Calderón, profesor de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes y Gustavo Gómez Uribe, (Ministerio de comunicaciones).

prestación de los servicios. Este tipo de convergencia se traduce en mayor productividad y en competitividad.

No parecería adecuado pensar en legislación por servicios, cuando la tendencia del negocio y de la tecnología es hacia las redes... Las tendencias de convergencia, amenazan el mercado “tradicional” de los operadores fijos, sin embargo son estos operadores los que tienen una mayor ventaja competitiva: el acceso al cliente.

En Colombia y en el mundo las posibilidades de crecimiento de la industria están enfocadas en negocios cuya plataforma son las redes multi servicio, pero para lograrlo es necesario plantear cambios de fondo en la percepción de los usuarios y en los modelos de negocios planteados por los operadores. Además, los fundamentos legales y regulatorios actuales datan de hace más de 10 años (Ley 142 de 1994, Decreto 1900 de 1990, entre otros), cuando las condiciones y necesidades eran muy diferentes.

Tomando en cuenta las anteriores consideraciones, se hace necesario ver el impacto que tendría la tecnología emergente de VoIP entrando a competir en un mercado maduro como lo es el de la telefonía local. Este impacto se analiza en tres módulos. El primer módulo es técnico, en el que se describen los componentes y características de la tecnología de VoIP. Un segundo módulo es de mercado, en el que se analiza el mercado actual y el impacto de la VoIP en la oferta y demanda. Por último, en el tercer módulo se plantean algunos de los inconvenientes regulatorios y se dan algunas recomendaciones.

La región tomada como muestra para el análisis es Bogotá, ya que dadas sus características es la que permite visualizar el estado del arte en Colombia, además de ofrecer la información más completa.

2. Modulo Técnico

2.1 Voz sobre IP (VoIP)

La voz sobre IP (VoIP), es la tecnología que hace posible tener una conversación de voz (emulando la telefónica) donde la señal de voz es paquetizada y transmitida a través de Internet o una red LAN IP. Este tipo de comunicación elimina la conmutación de circuitos e incrementa el uso eficientemente el ancho de banda del canal [14].

Algunas de las principales características de las VoIP son: es independiente de la ubicación geográfica ya que la dirección IP no define su localización, con el mejoramiento y desarrollo de los protocolos de servicio se han hecho mejoras en la calidad del servicio. La VoIP impulsa otras aplicaciones y servicios IP y su estructura permite que los servicios proveídos por esta tecnología se acoplen a los servicios tradicionales de voz.

La VoIP utiliza las redes de transmisión de datos para el transporte de paquetes, pero para que la VoIP pueda operar necesita de componentes de software (otros protocolos y aplicativos de cara al usuario final) y de hardware [22].

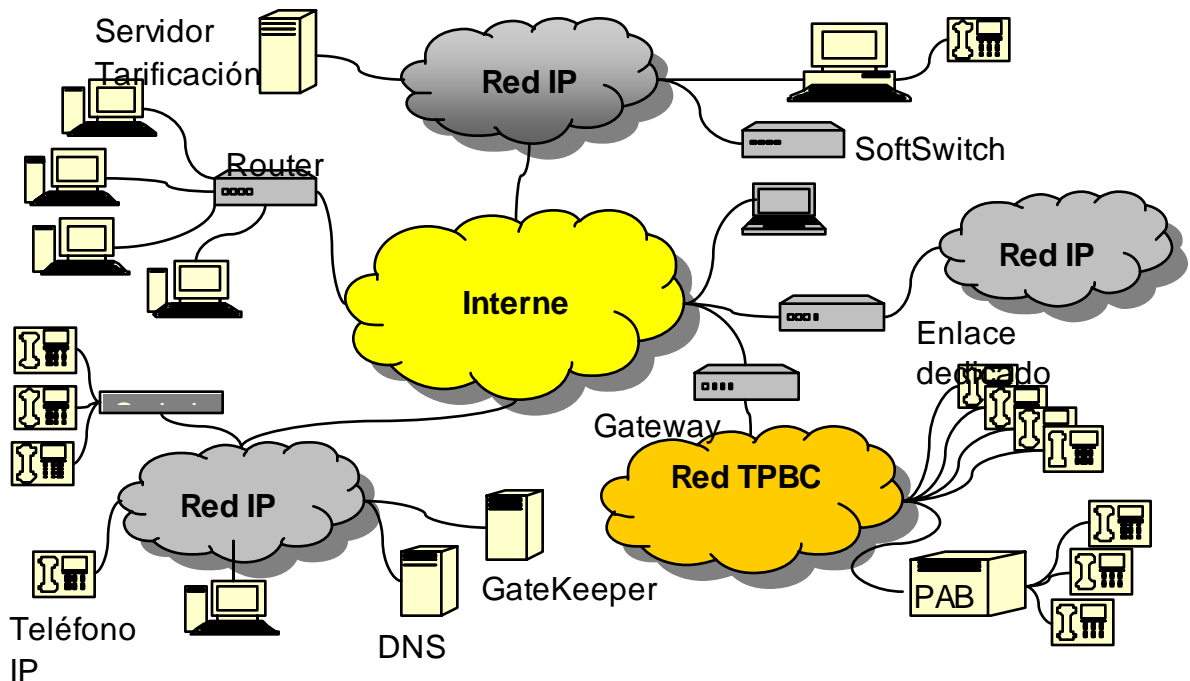


Figura 1. Convergencia de redes de conmutación de circuitos y paquetes

Primero que todo, conviene tener en claro que una red de datos consta de entre otros elementos de terminales, gatekeepers y gateways entre otros, como se ilustra en la figura 1. Las principales características de estos componentes son:

- Gatekeepers. Realizan funciones equivalentes a las actuales centralitas, siendo el centro de toda la organización de Voz IP.
- Gateways. Se encargan del enlace con las redes actuales de voz. Realizan la conversión de TDM a paquetes. Son totalmente transparentes para los usuarios.
- Gateway de señalización. Transporta la señalización N° 7 de las redes TPBC sobre la red IP
- Softswitch: Realiza las funciones de un servidor de llamadas. Contiene los protocolos de señalización.
- Router. Se encarga de enrutar los paquetes y de darle prioridad a los paquetes de IP
- Terminales. Tanto en hardware como en software son el sustituto de los actuales teléfonos. Realizan las funciones de convertir la voz en paquetes de datos.

Los componentes de software, hacen posible el proceso de conversión, codificación y compresión para que la voz pueda ser transmitida por una red de datos. La idea general de los sistemas que convierten las señales analógicas de voz en paquetes de datos es aprovechar que la comprensión perceptual de la información se basa en la eliminación de la redundancia de la señal, y en la eliminación de información irrelevante mediante métodos dinámicos [15].

Como marco para este avance se ha formalizado un estándar que ha permitido aclarar como será el desarrollo de todas las comunicaciones, con la suficiente amplitud como para abarcar todas las posibilidades existentes. La voz sobre IP ha sido desarrollada principalmente alrededor de la recomendación H.323¹. Esta es una recomendación, que abarca otras recomendaciones técnicas y que ha sido el estándar elegido por la mayoría de los desarrolladores de tecnología para la transmisión de voz sobre redes IP (figura2)[14].

¹ Ver anexo A, Resumen de la recomendación H.323.



Figura 2. . Pila de protocolos para VoIP según la recomendación H.323.[14]

El Protocolo de Transporte en Tiempo Real (RTP) forma parte del estándar H.323 y su objetivo es proveer servicios de audio y video en tiempo real de una terminal a otra. RTCP es el protocolo que acompaña a RTP, ofreciéndole funciones de control en el transporte [15].

Acceso	Protocolos	Servicio	Dispositivo terminal	Principales Prestadores
Conmutado	SIP , H323, MPLS	Baja calidad	Modem 56Kbps	Telcos
Banda ancha	SIP , H323, MGCP, MPLS	Calidad media y alta	Softphone Teléfonos IP, Teléfono Convencional con puerto USB o Ethernet	Telcos Cable operadores Yophone
XDSL	SIP, H323	128Kbps hasta 600Kbps	Modem DSL y softphone o teléfono IP	Vonage, Skype, Communicator, AIM, ICQ
Cable	SIP, Packet Cable	150Kbps 2Mbps	Cablemodem, PC o teléfono IP	Net2phone Peoplecall
OTRAS		Hasta 512 Kbps	Acceso inalámbrico, o alámbrico (PLC)	Asylum

Tabla 1. Resumen de los principales medios de acceso a VoIP.

Otros protocolos adicionales que se implementan son el Protocolo de Iniciación de Sesión (SIP), packet cable y el Protocolo de Control del Gateway de Transporte (MGCP).

Uno de los protocolos que mayor desarrollo tiene actualmente es SIP. SIP es un protocolo de señalización para crear, modificar y terminar sesiones, tales como conversaciones por IP y conferencias multimedia entre dos o más participantes dentro de una red IP. SIP se ha constituido en una estandarización por uso, más que por imposición

de la Internet Engineering Task Force SIP Working Group. Mientras que los protocolos Sigtran son actualmente elegidos para la interacción entre redes IP con salida a las redes públicas de conmutación de circuitos, SIP será el protocolo elegido para la convergencia de redes de comunicaciones en el futuro cercano.

2.2 Conmutación de circuitos vs. Conmutación de paquetes

El paso de la telefonía tradicional a la telefonía sobre una red de datos trae consigo cambios en el diseño y dimensionamiento de las redes. Es conveniente tener en cuenta las principales diferencias y consideraciones de cada uno de los métodos de conmutación.

Las principales características de las redes de conmutación de circuitos son:

- Topología de la red jerárquica en estrella.
- Señalización SSN⁷
- Tráfico modelado por la distribución de poisson
- Requieren de Central telefónica

Las redes de conmutación de paquetes:

- Generan tráfico auto similar, que a diferencia del tráfico de voz no es fácilmente predecible estadísticamente. La probabilidad de bloqueo aumenta más rápido con el nivel de congestión del canal
- Topología en bus (acceso xDSL) y en estrella (acceso por cable)
- Señalización por protocolos sigtran.
- Conmutación entre servidores y gateways.
- La calidad de las comunicaciones de voz a través de redes de datos es menor (tabla2)
- Utilizan los protocolos TCP – IP.

Conmutación de Paquetes	Conmutación de circuitos
Nacen del Best Effort Network Model	Redes tradicionales
TCP - IP	TDM (generalmente)
Topología de la red en bus	Topología en estrella
Señalización sigtran	-Señalización SSN ⁷

MPLS y otras tecnologías han dado posibilidad de QoS.	Sensible al retardo y al jitter.
Retardo alto	Muy sensible a la calidad del canal
Eficiencia media del canal	Eficiencia baja del canal
Caudal medio , alto.	Caudal Bajo
Trafico autosimilar	Trafico modelado por poisson

Tabla 2. Calidad Voz tradicional vs. Voz IP

2.3 TCP-IP

TCP IP es el protocolo abierto base de la red de redes totalmente abierta y pública. Comprende una familia de protocolos. Los más conocidos son IP a nivel de Red y TCP y UDP a nivel de transporte. Su fortaleza está en ser de amplia difusión por ser la base tecnológica de la Internet.

Las direcciones IP se relacionan con las direcciones MAC (Dirección física de los dispositivos). La dirección MAC es numero serial único en cada maquina [34].

Las direcciones IP (Direcciones lógicas que permiten el enrutamiento a nivel de red). Tienen una capacidad de 32 bits, aunque actualmente ya se pusieron en marcha algunos sitios y servidores para IPv6 con capacidad de direcciones de 128 bits.

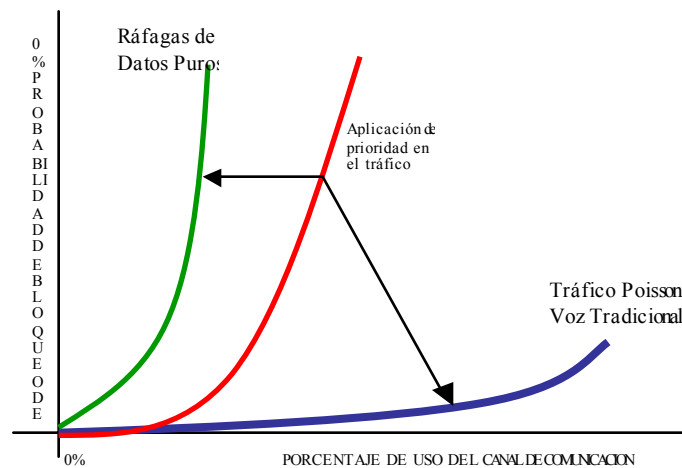


Figura 3. Probabilidad de bloqueo para una red de conmutación de paquetes y una de circuitos. Fuente: Mauricio López - Regulación y mercados de telecomunicaciones, Universidad de los Andes 2005.

2.4 Calidad del servicio. QoS

En todo el proceso de la comunicación intervienen diversos factores que determinarán la calidad del servicio ofrecido. En el caso de IP depende del algoritmo de compresión utilizado y el retraso en la propagación de la señal.

La comunicación sobre la misma red de datos, obliga a compartir ancho de banda con todo el conjunto de aplicaciones que se ejecutan en la red (figura 3). Por ello es necesario disminuir en lo posible la saturación de la red y de esta forma asegurarse de que no se produzca un colapso de todas las comunicaciones. Por eso se utilizan algoritmos de compresión, que sin disminuir la calidad del sonido notablemente, si reducen drásticamente el ancho de banda utilizado.

En una codificación normal, por ejemplo PCM, el muestreo de la señal con una resolución y frecuencia determinada se inyecta en la corriente de datos. Con ello la calidad obtenida puede ser de un nueve sobre diez, ciertamente alta pero a costa de necesitar 64 Kbps para la transmisión. Sin embargo mediante algoritmos de compresión se reduce a 9 Kbps, lo que realmente optimiza la utilización del canal.

Para el caso particular de la telefonía IP es necesario que se cumplan con los siguientes requerimientos en aras de proveer calidad de servicio:

- Jitter: el retraso en la propagación de la señal debe ser bajo (<200 ms).
- Latencia menor a 250mS.
- Pérdida de paquetes inferior al 5%.
- Compartir ancho de banda con todo el conjunto de aplicaciones que se ejecutan en la red.
- Control de eco.
-

2.5 Red de VoIP para un operador de cable.

Las redes de datos para proveer VoIP son similares, aunque dependiendo de las características del tipo de acceso de banda ancha que se proporcionen, tienen algunas

diferencias en sus componentes básicos. Ya que para este estudio se tiene en cuenta la plataforma que necesita un operador de cable, la figura 4 muestra sus componentes principales [27].

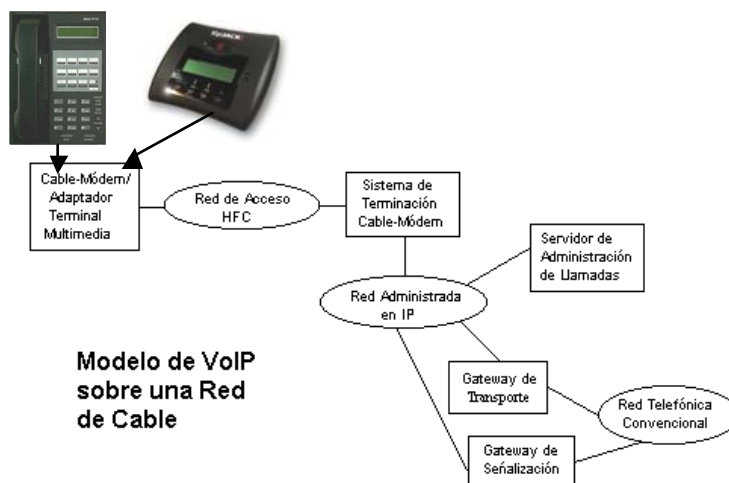


Figura 4. Elementos Principales sistema VoIP red HFC.

Los elementos principales que dan origen al sistema VoIP se listan a continuación:

- Cable-Módem o Adaptador Terminal Multimedia.
- Red de Acceso Híbrida Fibra-Coaxial (HFC).
- Sistema de Terminación Cable-Módem.
- Servidor de Administración de Llamadas.
- Red Administrada sobre IP.
- Gateway de Señalización.
- Gateway de Transporte.
- Red Telefónica Convencional.

El Cable-Módem se encuentra en el lado del suscriptor y es el elemento responsable de proveer el enlace al aparato telefónico. Su función es similar al trabajo que realizaría un gateway residencial, convirtiendo la señal de voz analógica en paquetes que se transmiten a través de la red HFC hasta llegar al Sistema de Terminación Cable-Módem. El Cable-Módem, la red HFC y el Sistema de Terminación Cable-Módem son los elementos que conforman la red de acceso al suscriptor.

Por su parte, el Servidor de Administración de llamadas es el responsable de establecer las conexiones de voz sobre la red IP, donde también se encuentran el Gateway de señalización y el Gateway de transporte. La función del primero de estos elementos es dejar pasar los mensajes a la red de señalización SS7 (Sistema de Señalización Número 7). El segundo de estos elementos se encarga de proveer el camino que finalmente transmitirá las señales de voz a la red telefónica convencional.

Las consideraciones más importantes para un suscriptor son el precio, la seguridad y el servicio que se les pueda garantizar. Así, la implementación de una arquitectura VoIP que las garantice, representa el punto de partida para quien desea ofrecer servicios de voz en su sistema.

Una vez entendido el funcionamiento y al dinámica de los servicios disponibles por la tecnología de VoIP, es necesario plantear la descripción general del modelo de mercado para los servicios proveídos por esta tecnología en un mercado en competencia.

3 Modulo De Mercado

3.1 Análisis Descriptivo

El modelo de mercado planteado en este análisis busca encontrar un precio óptimo de conciliación entre la oferta (costo + utilidad razonable del operador) y la demanda (disponibilidad a pagar de los usuarios), es decir una maximización del bienestar social.

Tal como se muestra en la figura 5, el precio óptimo es el que optimiza la oferta y demanda simultáneamente.

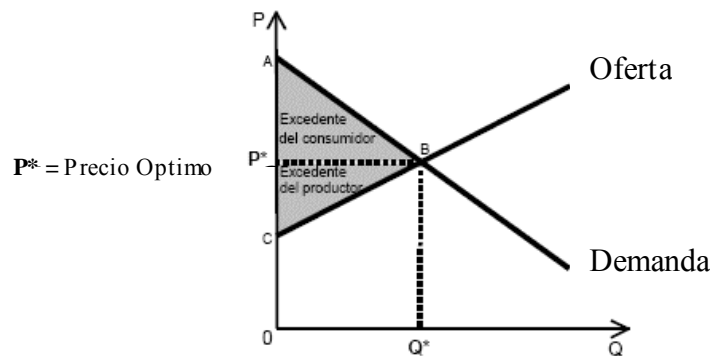


Figura 5. Relación teórica entre la curva de oferta y demanda. Fuente :[16]

El análisis de la oferta se hace desde el punto de vista de un operador de cable, que posee una infraestructura establecida y una base de clientes con disponibilidad a pagar por un nuevo servicio. En este análisis se tienen en cuenta las variables macroeconómicas que afectan el mercado de la voz tradicional, así como una suposición de que el mercado esta en expansión y tiene sentido un plan de negocios a mediano plazo.

El análisis de la demanda de los servicios de VoIP puede ser visto como la combinación de tres factores. La distribución total de las facturas telefónicas, la probabilidad de que los hogares tengan o estén interesados en adquirir un acceso de banda ancha para Internet y la disponibilidad a pagar de cada hogar por los servicios de VoIP.

La disponibilidad a pagar depende del gasto total de cada hogar en telecomunicaciones, esto significaría que un hogar con una cuenta telefónica alta probablemente tenga una mayor disponibilidad a pagar por VoIP que un hogar con bajas cuentas telefónicas.

Para el caso de Colombia se toma como referencia el gasto en telecomunicaciones de los hogares dependiendo de la facturación promedio y del gasto total de cada hogar en comunicaciones por estrato socioeconómico.

3.2 Consideraciones teóricas

El proceso de optimización es el convencional para un mercado en competencia, en el que existen las funciones de oferta y demanda y se cumplen las restricciones de la ecuación (1).

$$\begin{aligned}
 &MAX \text{ Bienestar} = EP - CS \\
 &s.a. DAP \geq \pi \\
 &\quad \pi \geq 0
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

donde EP representa el excedente del productor, CS el excedente de los consumidores, DAP es la disponibilidad a pagar y π es el precio óptimo por minuto ofrecido.

El EP se calcula mediante la relación matemática:

$$\begin{aligned}
 EP &= \int T(p, v, c) dp \\
 EP &= \int_{-\infty}^{p^*} B e^{-v(\alpha p - bc)} dp
 \end{aligned} \tag{2}$$

donde $T(p, v, c)$ es la función de tarifa que relaciona el precio cobrado con la utilidad v que se considera razonable, menos los costos de prestación del servicio c .

El excedente del consumidor [18] (CS) que será usado esta dado por

$$CS = \int q(z, y) dz \tag{3}$$

π denota el precio de acceso, entonces su demanda se dará si:

$$CS \geq \pi \tag{4}$$

O equivalentemente (en logaritmo) si:

$$\ln CS \geq \ln \pi \tag{5}$$

Asumiendo la función de demanda de la forma:

$$CS = \int_p^{\infty} A e^{-\alpha p} y^{\beta} e^u dz \tag{6}$$

Donde y denota el ingreso (o otras variables) y u es un término de error aleatorio con distribución $g(u)$. El excedente del consumidor, CS es entonces

$$CS = \frac{A e^{-\alpha p} y^{\beta} e^u}{\alpha} \tag{7}$$

Con los beneficios de red por el uso y los precios de acceso expresados en logaritmos, la condición para demandar acceso a una red de telefonía estaría dada por:

$$\begin{aligned}
 p(\ln CS \geq \ln \pi) &= P(a - \alpha p + \beta \ln y + u \geq \ln \pi) \\
 p(\ln CS \geq \ln \pi) &= P(u \geq \ln \pi - a + \alpha p - \beta \ln y)
 \end{aligned} \tag{8}$$

Donde $a = \ln(A/\alpha)$. El paso final es especificar una distribución de probabilidad específica para el excedente del consumidor. Que como se ve en la última línea de la ecuación anterior, puede ser reducido a especificar una distribución de u en la función de demanda por uso. Para el caso se asumirá u con una distribución normal.

Para cualquier precio de VoIP, la voz IP será demandada a un valor igual o superior a la disponibilidad a pagar, mientras que la VoIP no será demandada cuando la disponibilidad a pagar sea menor que este valor. Estas consideraciones implican que la distribución de disponibilidad a pagar es una función de demanda agregada (o mas específicamente una función de penetración) para los servicios de VoIP. En particular esta función de demanda estaría dada por:

$$\begin{aligned}
 D(\pi) &= \text{proporción de DAP mayor o igual a } \pi \\
 D(\pi) &= P(DAP \geq \pi) \\
 D(\pi) &= 1 - FDA(\pi)
 \end{aligned}
 \tag{9}$$

Donde $FDA(\pi)$ denota la función de distribución acumulativa de la disponibilidad a pagar y DAP es la distribución de disponibilidad a pagar. Una vez que las FDA de las funciones de disponibilidad a pagar son construidas, las elasticidades de precio pueden ser obtenidas (sin la intervención de la función de demanda) mediante la fórmula:

$$\text{Elasticidad}(\pi) = \frac{d \ln FDA(\pi)}{d \ln(\pi)}
 \tag{10}$$

Otra forma de calcular las elasticidades es:

$$\text{Elasticidad}(\pi) = \frac{\Delta FDA(\pi) / FDA(\pi)}{\Delta DAP(\pi) / DAP(\pi)}
 \tag{11}$$

3.3 Datos empleados en el análisis

La información tomada como base para este análisis fue basada en el Análisis del mercado servicios de banda ancha en Colombia de Pyramid research y CINTEL(2004) [17], en el estudio de elasticidades para el mercado colombiano realizado por Consultoría colombiana [2], el Informe de Internet junio 2004 de la CRT [3] [4] [5], en el estudio de Promoción y masificación de la banda ancha en Colombia versión II de marzo del 2005 [6], en la información reportada por los operadores a la Superintendencia de Servicios Públicos (SUI) y a la CNTV para el mercado de Bogotá y en datos del DANE. Otra información fue tomada de la base de datos del DAPD.[7] [8].

Para el diseño del plan de negocios se emplearon datos suministrados en la oferta básica de interconexión de cada uno de los prestadores de servicios en Bogotá y datos de la Superintendencia de sociedades.

3.4 Elasticidades de precio para el mercado de VoIP

La elasticidad de precio es un indicador que permite evaluar competencia en un mercado. Así mismo este indicador permite analizar la reacción de la demanda de servicios de telecomunicaciones ante cambios en los precios [16]. Una variación porcentual de la cantidad demandada conlleva una reacción porcentual en el precio demandado. Si el valor absoluto de la elasticidad es menor que 1, se dice que la demanda es inelástica, y si el valor absoluto de la elasticidad es mayor que 1 esta es elástica.

Para este estudio se tomaron como base las elasticidades encontradas en el estudio de Consultoría Colombiana [2], el cual establece que la elasticidad de precio para el servicio de telefonía (local-local) se ubica entre -0.423 y -0.927. La larga distancia muestra una elasticidad de precio cercana a 1 (-0.956 a -0.970) lo que implica que hay una relación porcentual inversamente proporcional entre los precios del servicio y el consumo del mismo. Por otro lado este estudio determina los porcentajes de consumo de los diferentes servicios con respecto al gasto total en comunicaciones, así: el 66,42% es para llamadas local-local, el 24,13% es para llamadas móviles, el 6.98% corresponde al gasto en larga distancia y solo el 2,41% corresponde a la llamada fijo-móvil. [2]

Las elasticidades de precio para VoIP se calculan con base en expresiones numéricas, como las expresiones (19 y (11). De estos cálculos y de la información del estudio norteamericano [16] se realizó el cálculo de las elasticidades de precio para el caso colombiano, utilizando el método de ajuste por balanceo (método de teoría de decisión), para ponderar los pesos de las elasticidades con base en la información existente.

Con lo anterior y tomando como referencia la conclusión planteada por los norteamericanos que dice que las elasticidades de precio para VoIP son similares entre los

usuarios con acceso de banda ancha y los que no lo poseen, se calcularon las elasticidades de precio para VoIP en Bogotá como se ve en la tabla 3.

DAP	Elasticidad
\$ 15.000	-0,483
\$ 20.000	-0,559
\$ 25.000	-0,703
\$ 30.000	-0,962
\$ 35.000	-0,977
\$ 40.000	-1,161

Tabla 3 elasticidades de precio para VoIP mediante modelo de extrapolación y ajuste por balanceo para el mercado de Bogotá.

3.5 Mercado potencial de la VoIP

El mercado potencial de los servicios proveídos por VoIP, esta directamente vinculado con dos características. La primera esta relacionada con las condiciones necesarias para que la telefonía IP sea viable² y la segunda característica se relaciona con los servicios a los que reemplazaría, o con los que entraría en competencia directa.

Para analizar la primera característica cabe aclarar que para que la telefonía IP sea un sustituto directo de la telefonía tradicional es necesario que los usuarios cuenten con un acceso de banda ancha que les garantice calidad de servicio y un acceso a Internet, así como un equipo terminal adecuado para ello.

Colombia presenta una penetración de Internet del 7.9% a junio de 2004, con un total de 818.853 suscriptores y que corresponde a unos 3.585.686 usuarios. La Figura 6 muestra la composición de suscriptores y usuarios según el tipo de acceso, con un subtotal dedicado del 11.15% y el 88.85% restante con conexiones conmutadas [6].

² Las condiciones para que la telefonía IP sea competencia directa de la telefonía tradicional es que los usuarios cuenten con un acceso a internet de banda ancha, o para el servicio local que su proveedor de telefonía IP les garantice un ancho de banda en ambas direcciones de mínimo 56 Kbps.

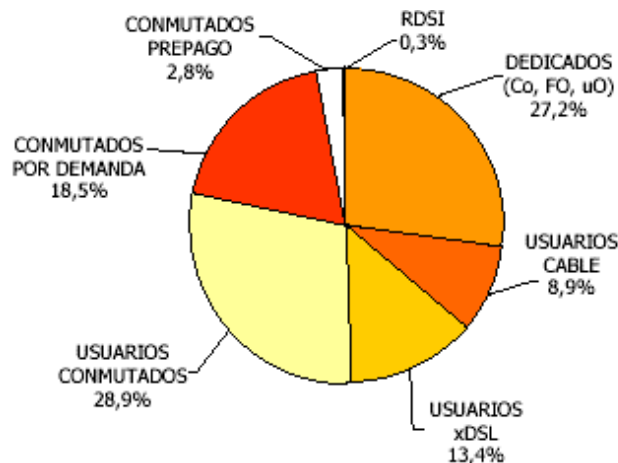


Figura 6. Distribución de los usuarios de Internet por medio de acceso. Fuente [5]

Si se suman los accesos por cable módem y xDSL, se observa que el país cuenta con 547.133 usuarios de banda ancha, lo cual equivale aproximadamente al 1.2% de penetración, cifra alejada de los promedios de países desarrollados, e incluso de países cercanos como Chile, Brasil y Argentina [6].

El mercado de banda ancha en Colombia está centrado en algunas capitales de departamentos (Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Bucaramanga, entre otras.) destacándose Bogotá con el 76.3% del mercado de cable y el 75.7% del mercado de DSL[6].

La segunda característica que le daría viabilidad a la telefonía IP se relaciona con los servicios que estarían en competencia directa, como lo son la telefonía local, la larga distancia y en menor medida la telefonía móvil. Actualmente en Bogotá existen 3 empresas de telefonía pública local (TBPLC): ETB, EPM Bogotá y Capitel, 3 empresas de telefonía móvil (TMC y PCS): Comcel, Movistar y Colombia móvil, 3 operadores de larga distancia nacional (LD): ETB, Orbitel y Telecom y 3 operadores de larga distancia internacional (LDI): ETB, Orbitel y Telecom entre los cuales se distribuye el mercado.

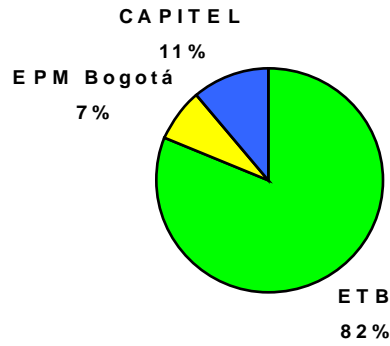


Figura 7. Distribución de las líneas fijas por operador en Bogotá a diciembre 2004, Fuente :SUI

	Líneas	Porcentaje
Estrato 1	105.499	4,21%
Estrato 2	586.928	23,41%
Estrato 3	775.317	30,93%
Estrato 4	222.269	8,87%
Estrato 5	79.554	3,17%
Estrato 6	65.974	2,63%
No residencial	671.134	26,77%
Total	2.506.675	100,00%

Tabla 4. Total de líneas en servicio por estrato en Bogotá a diciembre 2004. Fuente SUI.

Según un estudio del DANE –DPD [7] la población total aproximada al año 2005 en la ciudad de Bogotá es de 7.185.000 y su distribución por estratos es la siguiente:

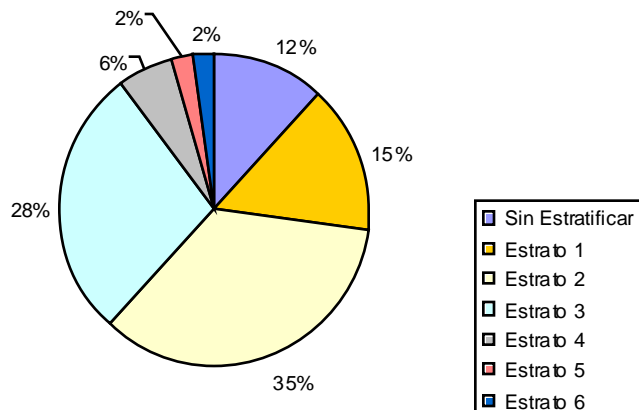


Figura 8. Distribución de hogares por estrato. Fuente [6]

3.5.1 Mercado Potencial del un operador de cable

TV Cable es la empresa con mayor alcance con respecto a Banda Ancha en la ciudad de Bogotá y el operador con la tecnología e infraestructura suficiente (digital y bidireccional) para soportar el servicio de voz sobre IP (VoIP). Actualmente TV Cable cuenta con el siguiente número de usuarios. Ver tabla 5.

Plan	Suscriptores
Televisión	79000
Cable	10000
Tv+Cable	47000
Total	89000

Tabla 5. Suscriptores TV Cable Mayo de 2005. Fuente TV Cable S.A

Por estos motivos el plan de negocios y más específicamente el análisis de mercado se realizó en base a la cobertura que la empresa tiene en estos momentos en su mayoría en estratos 4, 5 y 6. Vale la pena aclarar que el mercado potencial se calculó en base únicamente al mercado domiciliario y no se tuvo en cuenta el mercado potencial comercial.

La VoIP ya esta desplegada en el sector comercial por lo que no se considera como parte de este estudio la posibilidad de que el operador de cable este interesado incluir este sector en su plan de negocios.

De acuerdo con el informe sectorial de las telecomunicaciones 5 presentado por la CRT [5], el porcentaje de sus ingresos que los Colombianos destinan para la telefonía local es el que se muestra en la tabla 6.

	Ingreso promedio	Gasto promedio en servicios públicos	Factura promedio de telefonía fija	% del ingreso dedicado a la telefonía local.
ESTRATO 1	\$ 705.304	\$ 77.583	\$ 17.698	2,5%
ESTRATO 2	\$ 940.766	\$ 94.077	\$ 20.669	2,2%
ESTRATO 3	\$ 1.637.935	\$ 147.414	\$ 32.442	2,0%
ESTRATO 4	\$ 3.659.623	\$ 182.981	\$ 39.356	1,1%

ESTRATO 5	\$ 5.611.207	\$ 280.560	\$ 51.925	0,9%
ESTRATO 6	\$ 7.111.438	\$ 355.572	\$ 52.021	0,7%

Fuente: Fedesarrollo , SSPD y CRT 2004

Tabla 6. Proyección Porcentaje de Ingresos por hogar según estrato 2005

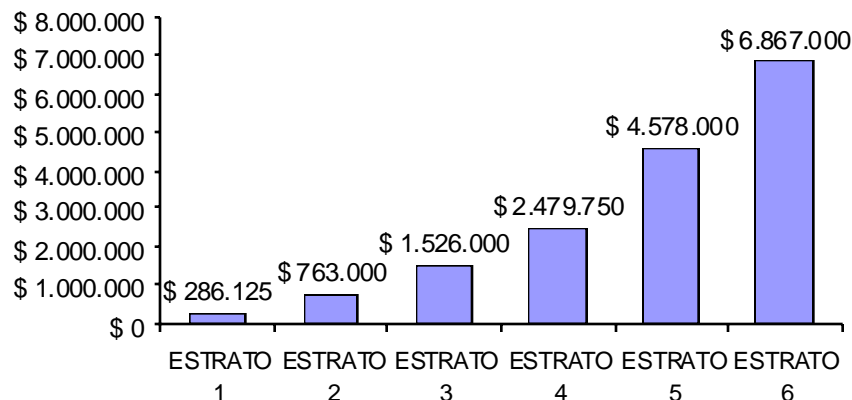


Figura 9. Proyección promedio de ingresos por estrato Bogotá 2005. Fuente Dane y cálculos propios

Considerando que la tarifa de Banda Ancha más económica establecida por TV Cable es de \$95.000, se encontró que si en un hogar se invirtieran estos \$95.000, los porcentajes mínimos de sus ingresos que estarían usando para pagar por el servicio de banda ancha y por tanto para VoIP serían:

Precio mínimo actual *	95000
ESTRATO 3	6,23%
ESTRATO 4	3,83%
ESTRATO 5	2,08%
ESTRATO 6	1,38%

Tabla 7. Porcentaje de ingresos a invertir en Telecomunicaciones según estrato, sobre tarifa plana de \$ 95,000 pesos. Cálculos Propios a partir de tarifa plana de TV Cable mínima a Mayo de 2005.

La zona de cobertura de la empresa se muestra a continuación, demarcada por una línea violeta, donde el estrato 6 está indicado por el color verde oscuro, el estrato 5 por el color naranja y el estrato 4 por el color verde claro.

En la gráfica se puede observar que hay sitios de estrato 4 afuera del área de cobertura y zonas de estrato 3 (azul) dentro de la cobertura, sin embargo debido a la poca información proporcionada por la empresa, estas zonas fueron descartadas.

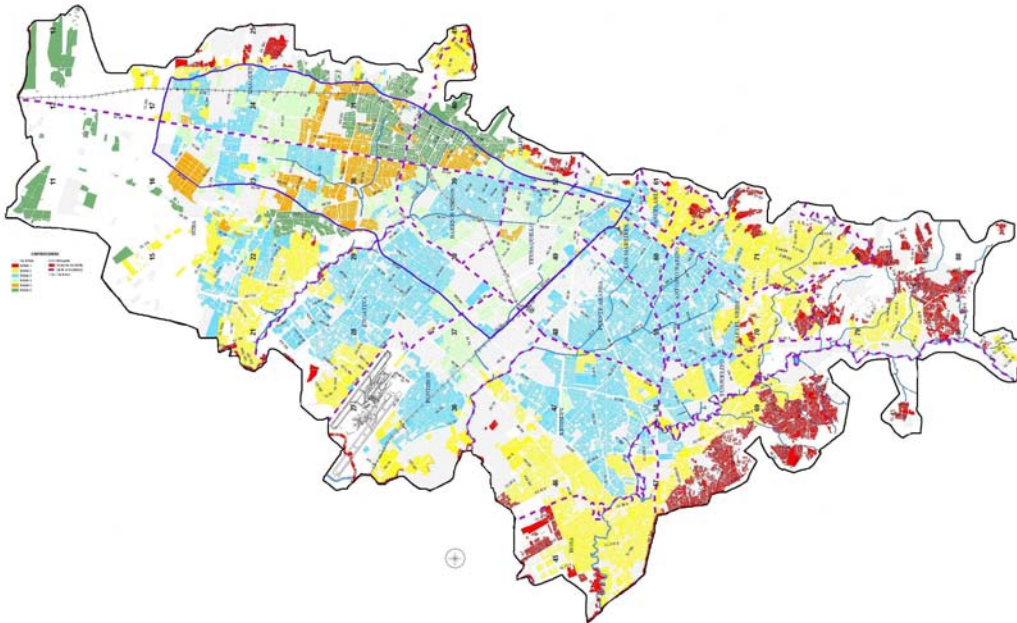


Figura 10. . Estratificación socioeconómica urbana. 2004. Fuente: DAPD

Además de la cobertura y del porcentaje de ingresos, para calcular el mercado potencial definitivo también se tomo en cuenta la población por localidades. Para esto se tomaron en cuenta las localidades con estratos superiores al 4 (en total 10 de 20) las cuales se muestran en la siguiente tabla con su respectivo número de hogares:

LOCALIDAD	TOTAL HOGARES
Total	1.934.828
Usaquén	137,095
Chapinero	52,972
Santafé	41,256
Kennedy	238,199
Fontibón	79,451

Engativa	226,639
Suba	239,781
Barrios Unidos	56,191
Teusaquillo	54,927
Los Martires	28,196

Tabla 8. Hogares según localidades³ Bogotá. Fuente DANE

Sin embargo el análisis de mercado se debe hacer basado en el número de hogares por estrato en Bogotá, ya que la telefonía pública esta estratificada, más no en hogares por localidad. Debido a que la cifra de hogares por estrato en Bogotá es inexistente (o si existe no nos fue proporcionada por ninguna entidad). El calculo de esta cifra se baso en datos de población clasificada según estrato socioeconómico (DAPD, 2002).

Una vez calculado el porcentaje de población en cada estrato por localidad, se multiplica por el número total de habitantes en cada localidad, información extraída de la población municipal proyectada por el Dane al 2005.

Teniendo la población por localidad por estrato al 2005, se divide en el número de personas promedio por hogar de cada localidad para así obtener el número total de hogares por localidad y sumando estos datos se obtiene la proyección del número total de hogares que componen el mercado potencial a capturar por el operador.

Total de hogares en localidades con estratos altos	1.062.903
Total de hogares en nicho de mercado	267.920
Estrato 4	161.932
Estrato 5	58.983
Estrato 6	47.006

Tabla9. Hogares Proyección de Hogares estratos 4,5 y 6 año2005⁴.

³ Se consideran solo las localidades con estratos 4, 5 y 6. (Mercado Potencial)

⁴ Cálculos propios a partir de Fuentes del DANE

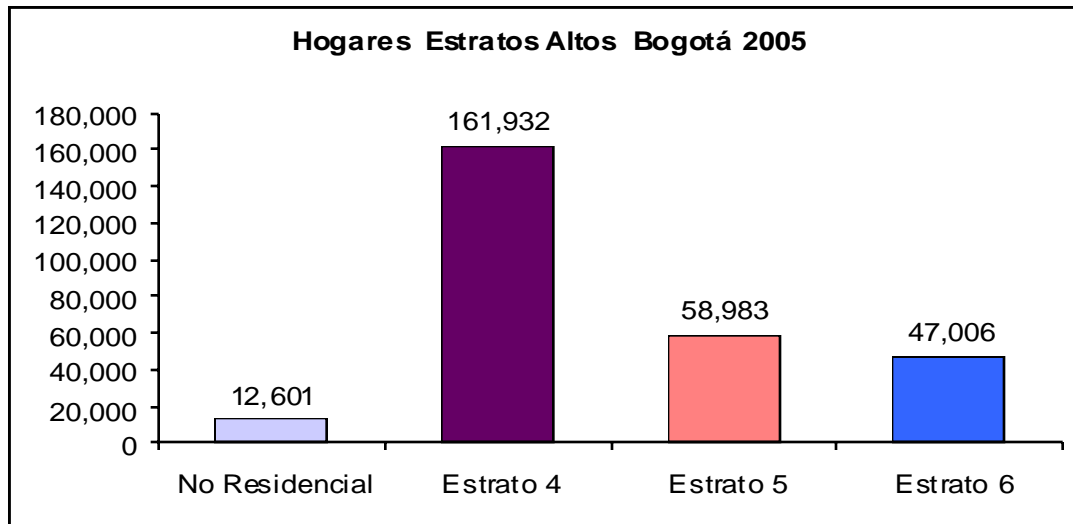


Figura 11. Proyección de Hogares en nicho de mercado año 2005⁵.

Teniendo el nicho de mercado potencial y debido a que el mercado de la telefonía pública local está maduro, el negocio se extiende a lo largo de 3 años, procurando captar el 40% del total de este nicho de mercado en este periodo de tiempo es decir 107.168 hogares. Teniendo en cuenta una tasa de retiros normal en este sector (10%), el total de usuarios a captar durante estos 3 años es de 96.451 que es aproximadamente el número de usuarios que TV cable tiene en este momento.

3.6 Validación del modelo

Para la validación del modelo se analizan dos frentes. Por una parte se analiza la oferta con base en un plan de negocios para un operador de cable que estaría dispuesto a ofrecer un servicio de telefonía local IP en Bogotá utilizando su red de banda ancha HFC. La telefonía IP se consideró parte de un negocio marginal y se determinó como un servicio que se ofrece empaquetado con los ya existentes. Por parte de la demanda, esta se analiza en relación a la disponibilidad a pagar de los usuarios y al mercado de voz tradicional de la capital.

⁵ Cálculos propios a partir de Fuentes del DANE

Como herramienta computacional se utilizan varias de las funciones de Excel, entre las que se encuentran las herramientas de análisis de datos, solver, regresión y suavización exponencial.

3.7 Oferta de VoIP

En la tendencia de las empresas por ofrecer convergencia de servicios, caso operadores de telefonía fija que entre su portafolio ofrecen acceso a Internet Banda Ancha más telefonía fija con tarifas planas, o el caso de los operadores de cable que ofrecen Televisión y acceso a Internet Banda Ancha, también con tarifas planas, existe la posibilidad de que estos operadores de cable ofrezcan servicios de telefonía fija a través de la tecnología de Voz sobre IP

Para el análisis de la oferta de telefonía IP, se plantea el caso de un operador de cable HFC (TV Cable) que estaría dispuesto a prestar el servicio de telefonía IP local con tarifa plana en Bogotá como negocio marginal sobre la infraestructura ya existente.

Se realizó un plan de negocios con la meta de capturar 96.451 usuarios (en 3 o 5 años), cifra que se encuentra dentro de los límites del mercado potencial calculado anteriormente en el cual el operador ya posee usuarios de otros servicios.

El plan de negocios contempla tanto la expansión de la red propia, como los costos de interconexión para prestar el nuevo servicio. En cuanto a las ventas se tuvo en cuenta un churn del 10 %.

El plan de negocios está propuesto a 3 años, año en que se espera recuperar toda la inversión. Sin embargo este análisis se extiende 2 años más para mirar algunos efectos económicos y de viabilidad del proyecto.

3.7.1 Recursos e Inversiones

Para el cálculo del WACC, se tuvieron en cuenta fuentes del sector de telefonía fija, ya que no se dispone de información actualizada del sector de la VoIP.

La estructura deuda capital es 40% deuda y 60 % capital propio. Se consideró conveniente esta estructura de capital principalmente con base en el reporte de utilidades de TV cable a la Superintendencia de industria y comercio, con lo cual ellos podrían apalancar una inversión de esta magnitud. Sin embargo esta estructura se vario hasta lograr una composición 20% deuda, 80% capital propio, para mirar el comportamiento del WACC dentro del plan de negocios.

Cálculo del WACC	
Rf (Tasa Libre de Riesgo. Bonos de Tesoro EU ⁶)	5.7%
Beta Desapalancado	1.06
Beta Apalancado (Riesgo Sistemático del sector ⁷)	1.21
Rm (Tasa de retorno del mercado -de acuerdo con el índice de la bolsa NYSE)	9.2%
Prima de Mercado (Fuente Damodaran ⁸)	6.54%
Rp (Riesgo País ⁹)	5.6%
Ke (Costo de Patrimonio Equity)	20.62%
%Patrimonio	81.8%
Kd (Costo de la deuda después de impuestos)	7.1%
WACC (después de impuestos)	18.08%

Tabla 10. Calculo del WACC

		Total	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
inversion	100%	3.704.530.480				
propia	60%	-2.222.718.288				
banco	40%	-1.481.812.192	-1.481.812.192			
interes	28,50%			-422.316.475	-445.543.881	-468.771.287
Amortización 3 años	33%			-493.937.397	-521.103.954	-548.270.511

⁶ Fuente: Federal Reserve Bank

⁷ Estimación de la tasa de retorno para la industria de TPBCL en Colombia. 2003. CINTEL.

⁸ Fuente Damodarán <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>

⁹ Fuente: Latin Focus Concesus Forecast , se tomo un promedio de los últimos 4 años.

			-1.481.812.192	-916.253.872	-966.647.835	-1.017.041.798
VPN deuda a 3 años			-3.568.809.252			
total ventas				2.511.971.501	7.950.389.802	16.729.730.199

Tabla 11. Calculo de las inversiones: inicial y anuales

3.7.2 Factibilidad Económica: Ventas, Costos

El CAPEX y el OPEX que se maneja en el plan de negocios está descrito a continuación. Cabe anotar que los valores correspondientes a las inversiones y los egresos están directamente relacionados en Excel con el porcentaje de usuarios que se pretende captar en cada uno de los años de vida del negocio. Por ello, no constituye un valor total sino que debe ser analizado desde el archivo adjunto en Excel.

Egresos				Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Equipos		costo unitario	cantidad						
equipos terminales	modem	188.000	10.000	1.880.000.000	3.760.000.000	5.640.000.000	3.760.000.000	3.760.000.000	
	telefono IP	100.000	10.000	1.000.000.000	2.000.000.000	3.000.000.000	2.000.000.000	2.000.000.000	
Ampliación de la infraestructura									
equipos	x usuario	2.000		19.290.240	38.580.480	57.870.720	38.580.480	38.580.480	
Instalación	x usuario	2.000		19.290.240	38.580.480	57.870.720	38.580.480	38.580.480	
Inversión en interconexión									
equipo red propia	1	10.000	23.500.000	23.500.000					
equipos nodo ix	13	7.000	16.450.000	213.850.000					
mantenimiento			20.000.000		20.000.000	21.100.000	22.260.500	23.484.828	24.776.493
metro cuadrado en nodo ix									
	Operador	mensual	anual						
	ETB	763.000	9156000		9.156.000	9.659.580	10.190.857	10.751.354	11.342.679
	EPM	686.700	8240400		8.240.400	8.693.622	9.171.771	9.676.219	10.208.411
	Capitel	763.000	9156000		9.156.000	9.659.580	10.190.857	10.751.354	11.342.679
	Comcel	1.526.000	18312000		18.312.000	19.319.160	20.381.714	21.502.708	22.685.357
	Movistar	1.526.000	18312000		18.312.000	19.319.160	20.381.714	21.502.708	22.685.357
	Ola	1.526.000	18312000		18.312.000	19.319.160	20.381.714	21.502.708	22.685.357
	Orbitel	686.700	8240400		8.240.400	8.693.622	9.171.771	9.676.219	10.208.411

	Telecom	763.000	9156000		9.156.000	9.659.580	10.190.857	10.751.354	11.342.679
	007 mundo	763.000	9156000		9.156.000	9.659.580	10.190.857	10.751.354	11.342.679
arrendamiento Puerto E1	40	1.000.000	480000000		480.000.000	506.400.000	534.252.000	563.635.860	594.635.83 2
Infraestructura	distancia(m)								
Postes y tuberia	3500	4200000							
	1365	45500							
Arrendamiento Postes		5460000	65520000		65.520.000	69.123.600	72.925.398	76.936.295	81.167.791
Fibra a nodos	13	54600000		54.600.000					
Equipos terminales de fibra		94000000		94.000.000					
Otros (Mantenimiento)			50000000		50.000.000	52.750.000	55.651.250	58.712.069	61.941.233
Inversion en soporte									
personal calificado	12	2500000	360000000	360.000.000	379.800.000	400.689.000	422.726.895	445.976.874	470.505.60 2
adquisicion de clientes	100000				964.512.000	1.929.024.000	2.893.536.000	1.929.024.000	1.929.024.0 00
publicidad					50.000.000	30.000.000	20.000.000	10.000.000	
facturacion x usuario		500	6000		57.870.720	173.612.160	347.224.320	462.965.760	578.707.20 0
otros				40.000.000	20.000.000	10.000.000	10.000.000	10.000.000	10.000.000
Total Egresos				3.704.530.480	8.032.904.480	12.062.423.244	10.335.989.434	9.544.762.623	3.884.601.7 58

Tabla 12. Total de egresos

Los equipos fueron cotizados por Internet, pero ya que muchas de las empresas no publican el valor real de los dispositivos, se realizo un promedio de los valores encontrados en las páginas de comercio de tecnología.

Para el dimensionamiento y distribución de los enlaces para la interconexión con los 9 operadores se utilizaron los porcentajes de participación en el mercado, mencionados en la sección respectiva.

Se tuvo en cuenta tanto la expansión de la red propia como los costos de interconexión para prestar el nuevo servicio.

En cuanto a las ventas se tuvo en cuenta un chorn del 10 %.

Porcentaje de la población que participa en el plan de negocios	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	20%	30%	30%	10%	10%

VPN 3 años	VPN a 5 años
540.596.339	28.229.735.105

Ingresos				Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas	Población total a capturar	Tarifa mensual x suscriptor	Tarifa anual				Proyecciones	
ESTRATO 4	64.773	17.711	212.536	2.753.317.807	7.261.875.717	12.224.731.064	14.434.268.605	16.795.238.625
ESTRATO 5	23.593	20.895	250.738	1.183.133.415	3.120.514.381	5.253.112.361	6.202.576.926	7.217.113.829
ESTRATO 6	18.802	23.916	286.994	1.079.213.910	2.846.426.687	4.791.709.760	5.657.778.923	6.583.204.850
Total Ingresos	107.168		750.269	5.015.665.132	13.228.816.785	22.269.553.185	26.294.624.454	30.595.557.304
con retiros 10% usuarios anual	96.451	10%						
	10.717							
ESTRATO 4	58.296	25.000	300.000	3.497.742.000	9.225.294.525	15.529.974.480	18.336.912.435	21.336.226.200
ESTRATO 5	21.234	28.000	336.000	1.426.904.640	3.763.460.988	6.335.456.602	7.480.547.575	8.704.118.304
ESTRATO 6	16.922	30.000	360.000	1.218.369.600	3.213.449.820	5.409.561.024	6.387.302.628	7.432.054.560
Total Ingresos	96.451		996.000	6.143.016.240	16.202.205.333	27.274.992.106	32.204.762.638	37.472.399.064
morosos	-0,03			-184.290.487	-486.066.160	-818.249.763	-966.142.879	-1.124.171.972

Tabla 13. Total de ingresos

3.7.3 Factibilidad Financiera

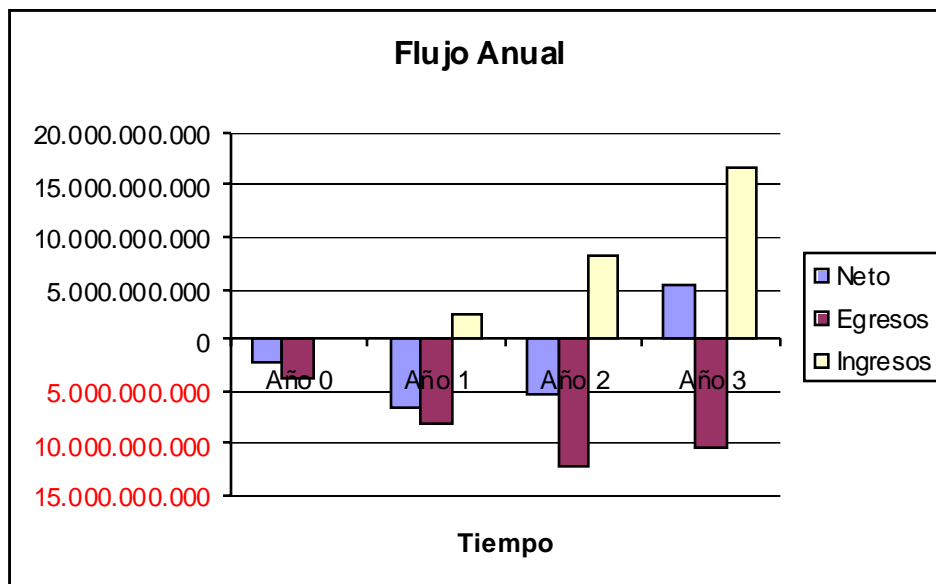


Figura 12. Flujo de caja Anual

En la figura 12 se puede ver el flujo de caja consolidado para 3 años con las tarifas óptimas y el 100 % de participación dentro de los 3 años. Con estas condiciones el VPN es cero.

De los análisis de sensibilidad y la variación del porcentaje de participación se pueden construir dos escenarios de viabilidad del proyecto, uno con una participación alta de usuarios y otro con un alza en las tarifas.

El primer escenario plantea un piso en las tarifas de \$15.000 (estrato 4), \$18000 (estrato 5) y \$20000 (estrato 6) para recuperar la inversión en 5 años. Y para recuperar la inversión en 3 años las tarifas óptimas son \$21.500 (estrato 4), \$22.500 (estrato 5) y \$25.000(estrato 6).

El segundo escenario plantea una participación de solo el 30% durante los 3 años del proyecto, las tarifas óptimas serían \$30.000(estrato 4), \$33.000 (estrato 5) y \$36.000(estrato 6). Si el proyecto se extiende a 5 años con una participación del 50 % se pueden mantener estas tarifas garantizando la rentabilidad del negocio.

Tomando como base el piso y techo encontrado en el análisis anterior, se decide fijar una tarifa de \$25.000 (estrato 4), \$28000 (estrato 5) y \$30.000(estrato 6). Con un escenario intermedio de participación del 60% en el que no se compromete la rentabilidad del proyecto a 3 años. Con estas condiciones los VPN serian:

VPN 3 años	VPN a 5 años
223.158.154	21.284.505.465

Tabla 14. Calculo del VPN

De esta forma las tarifas dentro de los planes empaquetados serian:

Plan	Estrato	Internet + TV	+ VoIP	Con IVA
150Kbps	Estrato 3	95.000	120.000	139.200
	Estrato 4	100.000	125.000	145.000
	Estrato 5	135.000	163.000	189.080
	Estrato 6	135.000	165.000	191.400
300Kbps	Estrato 3	120.000	145.000	168.200
	Estrato 4	132.000	157.000	182.120
	Estrato 5	164.000	192.000	222.720
	Estrato 6	164.000	194.000	225.040
500Kbps	Estrato 3	140.000	165.000	191.400
	Estrato 4	159.000	184.000	213.440
	Estrato 5	196.500	224.500	260.420
	Estrato 6	196.500	226.500	262.740

Fuente TV cable

Tabla 15. Planes ajustados con el nuevo servicio respecto a los planes que actualmente ofrece el operador

Como se ve en la tabla anterior se tiene en cuenta el estrato 3 ya que es un potencial de mercado que podría ser capturado por el operador. El estrato 3 tiene el mismo cobro por el servicio que el estrato 4.

3.7.4 Análisis de Sensibilidad para la oferta.

Se realizaron diferentes análisis de sensibilidad, para observar el comportamiento de las variables que mas afectan el plan de negocios.

Como estas simulaciones fueron realizadas con una tabla dinámica de Excel, es conveniente tener en cuenta que una variación en uno de los parámetros modifica directamente toda la estructura del plan y por lo tanto el VPN del proyecto.

	Total de Usuarios Máximo a capturar	Tarifa optima para VPN = 0 a 3 años
ESTRATO 4	58.296	21.645
ESTRATO 5	21.234	22.417
ESTRATO 6	16.922	24.833

Tabla 16. Tarifas optimas para 3 años del proyecto

Las tarifas mencionadas en la tabla 16 son las óptimas para el plan de negocios a 3 años

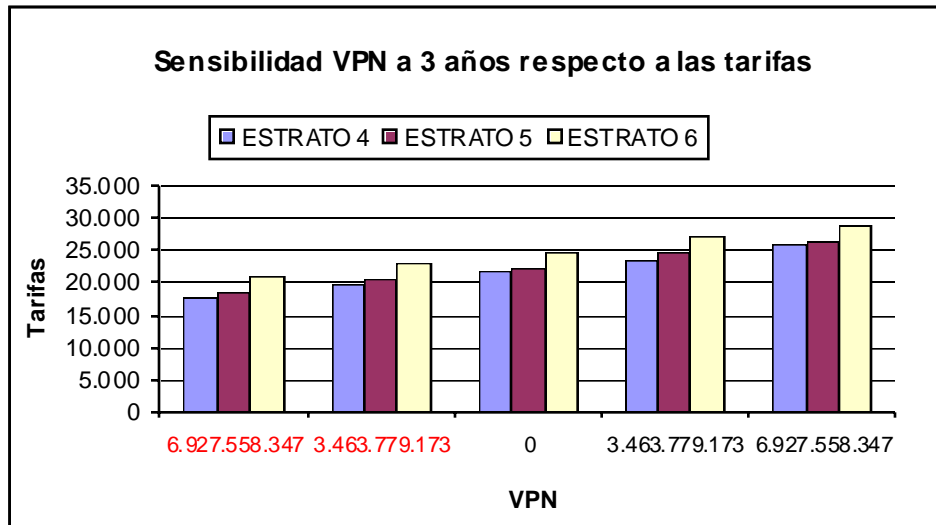


Figura 13. Análisis de sensibilidad para el plan de negocios a 3 años, respecto a las tarifas. Las variaciones son de \$2000 en las tarifas

En la figura 13 se puede ver que si las tarifas se varían \$2.000 por encima del óptimo ya hay una utilidad considerable

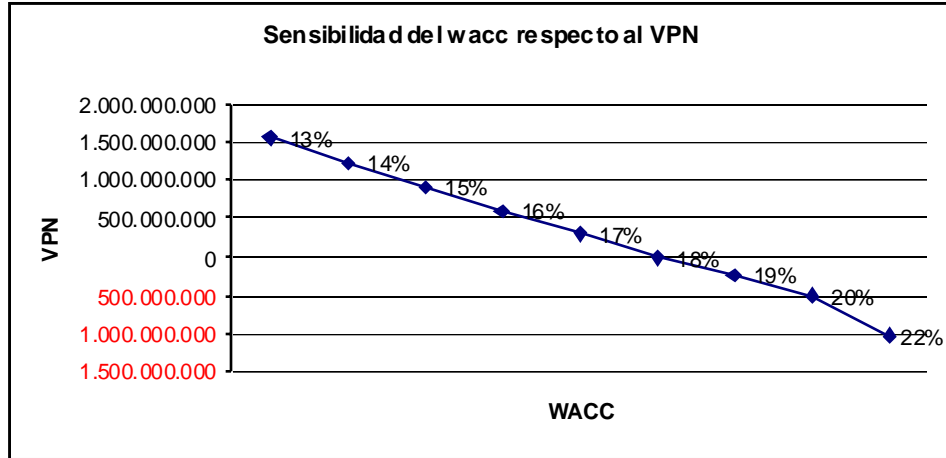


Figura 14. Análisis de sensibilidad

De este análisis de sensibilidad se puede concluir que el wacc incide inversamente proporcionalmente en el cálculo del VPN, independientemente del tiempo de vida del proyecto.

Sensibilidad del numero de suscriptores por año contra VPN a 3 años					
Año 1	Año 2	Año3	Año4	Año 5	VPN 3 años
100%	0%	0%	0%	0%	10.302.032.825
90%	10%	0%	0%	0%	9.272.437.793
80%	10%	10%	0%	0%	6.868.021.884
70%	10%	10%	10%	0%	3.711.513.939
60%	10%	10%	10%	10%	2.327.736.181
50%	20%	10%	10%	10%	1.298.141.149
40%	30%	10%	10%	10%	268.546.117
40%	30%	30%	0%	0%	0
30%	30%	20%	10%	10%	2.135.869.793
20%	20%	10%	10%	20%	2.853.192.125
10%	10%	20%	30%	30%	9.157.251.134

* manteniendo las tarifas optimas fijas para 3 años

Sensibilidad del numero de suscriptores por año contra VPN a 5 años					
Año 1	Año 2	Año3	Año4	Año 5	VPN a 5 años
100%	0%	0%	0%	0%	36.879.477.700

90%	10%	0%	0%	0%	35.849.882.668
80%	10%	10%	0%	0%	33.445.466.758
70%	10%	10%	10%	0%	29.792.821.081
60%	10%	10%	10%	10%	25.012.002.588
50%	20%	10%	10%	10%	23.982.407.556
40%	30%	10%	10%	10%	22.952.812.524
40%	30%	30%	0%	0%	26.577.444.875
30%	30%	20%	10%	10%	20.548.396.614
20%	20%	10%	10%	20%	10.863.235.034
10%	10%	20%	30%	30%	5.740.658.339

* manteniendo las tarifas optimas fijas para 3 años

Tabla 17. Análisis de sensibilidad

Del análisis de sensibilidad de suscriptores adquiridos mostrado en las tablas anteriores, se puede concluir que si el porcentaje de usuarios que ingresa al plan es menor que el optimo, el proyecto no seria viable salvo un aumento en las tarifas. No obstante si se mantiene un porcentaje de participación bajo, pero el proyecto se extiende dos años mas, empieza a ser altamente rentable.

3.7.5 Conclusiones de la oferta

Debido a que el operador de cable TV Cable es mayoritario en el mercado de su negocio para los estratos 4, 5 y 6, este plan de negocios es una opción viable para que el operador pueda entrar como competencia directa de los operadores de telefonía fija en este nicho de mercado, lo cual mejoraría la competencia y la calidad del servicio.

Se espera que TV Cable siga ampliando su red HFC hacia estratos 3, que como se analizó son casi la mitad de hogares en la ciudad, considerando que gran parte de los hogares estrato 3 estarían dispuestas a pagar las tarifas planas presentadas en el plan de negocio, porque estarían cercanas al 5% del ingreso, que es lo que invierte aproximadamente un suscriptor en Telecomunicaciones.

Después de realizar un análisis dinámico con todas las variables del plan de negocios, se pudo establecer que para un total máximo de 96.451 suscriptores las tarifas optimas que generan $VPN = 0$ se deben establecer entre: \$15.000 (estrato 4), \$18000 (estrato 5) y \$20000 (estrato 6) para recuperar la inversión en 5 años. Para recuperar la inversión en 3 años las tarifas optimas son \$21.500 (estrato 4), \$22.500 (estrato 5) y \$25.000(estrato 6).

Otra conclusión importante del análisis de sensibilidad del VPN respecto al porcentaje de usuarios por año, es que si solamente se lograra capturar el 60 % la tarifa se incrementaría entre un 20% y un 25 % y así sucesivamente, para cada uno de los plazos del plan de negocios.

El proyecto es viable y rentable para el operador, tanto a 3 como a 5 años con tarifas planas de telefonía local altamente competitivas.

3.8 Modelado de la disponibilidad a pagar (DAP)

La función de la disponibilidad a pagar esta representada por las áreas bajo las curvas de demanda, por lo que puede ser representada en términos de los componentes de la función de demanda [19]. DAP es función del precio, el ingreso y otras variables socioeconómicas. Para analizar la disponibilidad a pagar, regresamos a l expresión del excedente del consumidor en la ecuación (7) que ahora esta expresada en logaritmos, así:

$$\ln CS = f(p, y, x, u) \quad (12)$$

donde p , y , x , y u representan el precio por uso, ingreso , una variedad de factores socioeconómicos y un factor de error inobservable, respectivamente.

La relación entre el ingreso y el nivel educativo es positivo frente a la DAP, mientras que es negativo con respecto a la edad. [18]

Suscriptores con acceso a Internet de banda ancha			
Tipo de Acceso	Suscriptores	% Bogotá	Susc Bogotá
Dedicado (Cu/Sat/FO)	6.649	75,0%	4.987
Cable (fibra/coaxial)	84.987	76,3%	64.845
Dedicado xDSL	35.413	75,7%	26.808
ToTal	127.049		96.639

Fuente: CRT a diciembre de 2004.

Tabla 18. Suscriptores de banda ancha en Bogotá

La penetración de Banda ancha es mayor en las grandes ciudades del país, principalmente en Bogotá donde se encuentran concentrados 76.3% del mercado de cable y el 75.7% del mercado de DSL [6]. Tal como se ve en la tabla 18.

	Ingreso promedio	Gasto promedio en servicios públicos	Factura Promedio		
			ETB	EPM	Capitel
ESTRATO 1	\$ 705.304	\$ 77.583	12.455,74	10.749,28	14.595,06
ESTRATO 2	\$ 940.766	\$ 94.077	15.348,00	14.294,70	16.380,94
ESTRATO 3	\$ 1.637.935	\$ 147.414	26.626,74	28.912,00	29.971,94
ESTRATO 4	\$ 3.659.623	\$ 182.981	36.313,50	35.765,00	37.028,75
ESTRATO 5	\$ 5.611.207	\$ 280.560	48.086,00	47.353,20	49.001,60
ESTRATO 6	\$ 7.111.438	\$ 355.572	47.804,00	47.076,00	48.716,16

Tabla 19. Tarifas de TPBC actuales en Bogotá. Fuente Superservicios.

Para la construcción de la disponibilidad a pagar por el servicio de telefonía IP, se toman en cuenta la facturación promedio de voz local (tabla 14), el número de accesos posibles (tabla 19), y la distribución de las líneas por nivel de ingreso (figura 15).

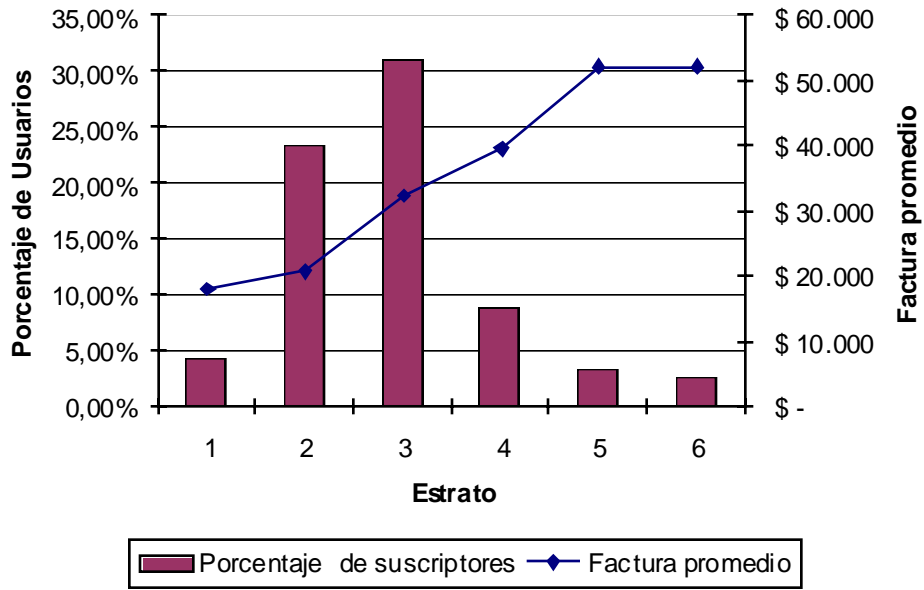


Figura 15. Porcentaje de suscriptores y nivel de ingreso por estrato.

Con la información anterior y la ayuda de Excel se realiza la simulación de la demanda, teniendo en cuenta que para el acceso a la telefonía IP es necesario contar con un acceso de banda ancha (figura 16). Posteriormente se realiza el ajuste exponencial, tal como se describe en el modelo [18].

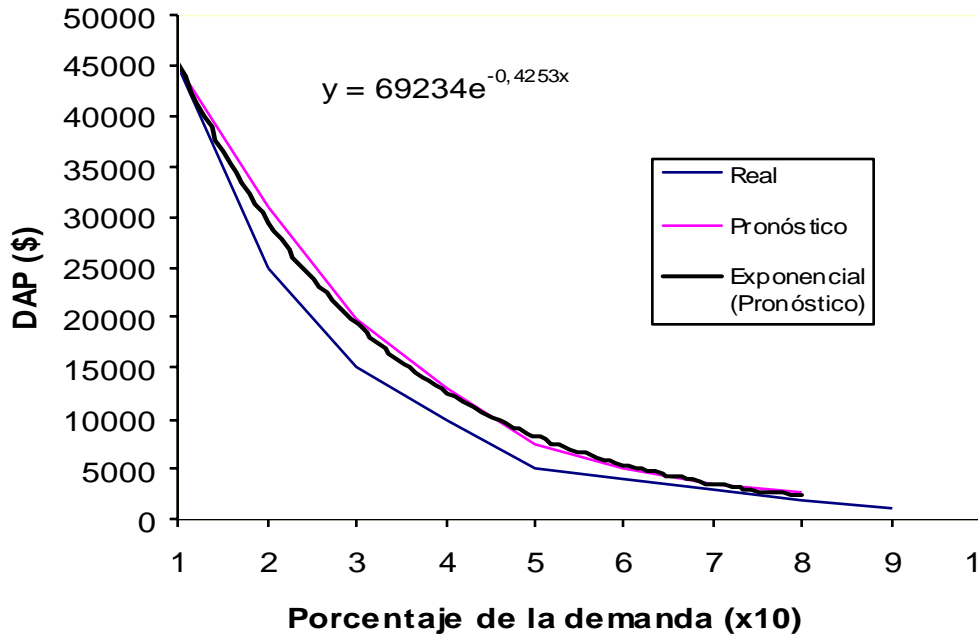


Figura 16. Disponibilidad a pagar por VoIP en Bogotá

Es claro que los hogares con acceso a Internet de banda ancha, tienen una mayor probabilidad de acceder a VoIP y su disponibilidad a pagar es mayor por este servicio.

Como resultado final con la ayuda del solver se relaza finalmente el proceso de optimización numérico para cada uno de los estratos. Los resultados aproximados al mayor entero son los siguientes:

- Para el estrato 6 el precio optimo seria \$32.000, para el estrato 5 serán \$28.000, para el estrato 4 seria \$24.000.
- El estrato 3 esta en \$23.000, pero dadas las elasticidades de la telefonía local para este nivel de ingresos, el porcentaje de participación de este estrato dentro del mercado potencial es inferior al 10%

4 Modulo De Regulación

Dentro de este modulo se revisaron varias propuestas de regulación. Principalmente las presentadas en los documentos de discusión de SUBTEL, CITEL, y el Ministerio de Comunicaciones.[24] [25]. Además se revisaron los comentarios publicados en el sitio web de la FCC y boletines de reglamentación de UIT. Se concluyo que no se encontró evidencia de regulación de VoIP en ninguna parte del mundo, así como tampoco se encontró información sobre regulación de telefonía IP. La legislación Colombiana establece que la VoIP es un servicio de valor agregado cobijado bajo el principio de neutralidad tecnológica.

Uno de los principales inconvenientes para que se regule la VoIP, es que esta se debe encasillar en algunas de las definiciones legales para poder ser regulada. Si es telefonía IP publica deberá respetar las condiciones de prestación del servicio y de protección al usuario contempladas en la ley de servicios públicos domiciliarios (Ley 142 /94).

Los posibles modelos regulatorios están relacionados con el tipo de comunicación. Pueden ser: comunicación PC a PC, PC a teléfono convencional, PC a teléfono IP, teléfono convencional a PC, teléfono IP a PC y teléfono IP a teléfono convencional. Solo tiene sentido una regulación del servicio para las comunicaciones que tocan o se cursan en algún

punto por las redes de los operadores de TPBC (donde se pagarían cargos de acceso o transporte según el caso), ya que las demás comunicaciones que se cursen por Internet o una red IP (LAN o WAN) solo requieren que el usuario adquiera un enlace de Banda Ancha.

Quedan claros algunos de los inconvenientes que plantearía la regulación de los servicios de VoIP: si la comunicación es PC a PC no debe ser regulada si utiliza para ello Internet, ya que esta es de libre acceso, y los usuarios ya están pagando un cargo al ISP para acceder a la red. Otro de los aspectos importantes a considerar por parte de cualquier regulador consiste en la posibilidad de hacer cumplir las normas que se expidan. En el caso de la Voz sobre IP, por sus características de ubicuidad, flexibilidad, variedad y dinámica, se hace difícil la vigilancia y control de las medidas que regulatoriamente se establezcan.

Uno de los grandes obstáculos de los servicios proveídos por la VoIP es el presentado por los operadores de larga distancia que argumentan que la VoIP no respeta la competencia, pero no porque sea una tecnología peligrosa (ya que ellos la utilizan para cursar tráfico internacional y nacional) sino porque ellos pagaron una licencia de US\$ 150 millones en 1998 para poder cursar este tráfico. Este problema se podrá solucionar cuando en el 2008 expiren estas licencias y el Ministerio de Comunicaciones decida adoptar un nuevo esquema para las llamadas de larga distancia o antes si el Ministerio desarrolla con éxito un proceso de negociación con los titulares de las licencias (ETB y Orbitel) para adelantar esta fecha.

En resumen podemos decir que en los servicios proveídos por VoIP, la reglamentación existente¹⁰ ya establece algunas condiciones para que tanto los operadores como los usuarios puedan explotar esta tecnología, estos servicios no deben ser regulados ya que esto solo generaría un retraso en el desarrollo del país y en la expansión de esta tecnología.

Esta tecnología con una adecuada reglamentación se constituye en un incentivo a la masificación de la Banda ancha en Colombia.

¹⁰ Ver Anexo B

En caso de que el regulador decidiera introducir regulación sobre el tema, las consideraciones de este estudio pueden ser punto de partida para un análisis más detallado sobre los aspectos puntuales a regular.

5 Conclusiones

En este trabajo se analizó la situación de la tecnología proveída por la VoIP para el mercado de Bogotá desde la oferta y la demanda. Por parte de la oferta se concluye que es posible prestar el servicio de telefonía IP con tarifas altamente competitivas en los sectores de ingresos medio y alto no obstante en los sectores de bajos recursos el acceso a banda ancha y terminales son los principales impedimentos para que la VoIP se masifique. Por parte de la demanda existe una disposición natural de los usuarios a resistirse al cambio y conservar los servicios bajo las condiciones establecidas lo que impide que se genere presión por parte de los usuarios para estimular la demanda de VoIP.

Del módulo de tecnología se puede concluir que la VoIP es una tecnología que estimula el nivel de competencia del mercado y la innovación de aplicaciones y contenidos entre los proveedores del servicio. VoIP es un valor agregado en la desagregación del bucle de abonado y un incentivo para la penetración de los servicios de banda ancha. VoIP estimula el incremento de líneas de banda ancha e impulsa el triple play y otros servicios prestados por IP.

A pesar de no contar con una masa crítica de usuarios de banda ancha, un 30% de las redes de la capital está en disponibilidad de prestar servicios de banda ancha, por lo tanto también estará disponible en el mediano plazo la capacidad de proveer telefonía y otros servicios por IP.

Bogotá tiene un mercado potencial de 1.143.114 suscriptores que podrían migrar en el largo plazo a la banda ancha y eventualmente a los servicios IP. Sin embargo, con la

penetración actual proyectada a 5 años estos accesos apenas alcanzara 329.400 accesos de banda ancha. En el estudio realizado el mercado potencial de telefónica IP es de 98.741 suscriptores el cual es un numero bajo teniendo en cuenta que esto solo cubre el 1.37 % de la población.

Los precios óptimos del mercado para los servicios de telefonía IP se encuentran entre \$32.000 para el sector de mayores ingresos y \$23.000 para el sector de menores ingresos. Estos precios no tienen en cuenta el acceso de banda ancha necesario para proveer este servicio.

El empaquetamiento de servicios es la única opción viable para que un operador de Banda ancha preste telefonía IP. Es el empaquetamiento de este servicio con el acceso o algún otro de los servicios del operador lo que le permitirá hacer viable su plan de negocios y competir en un mercado maduro como el de la voz local.

La baja oferta de servicios de banda ancha y de aplicaciones de IP es realmente lo que detiene la demanda, contrario a lo que se cree no es que no exista demanda, aunque en este momento sea muy baja.

Es necesario incentivar el acceso a la banda ancha antes que a los contenidos, ya que con aplicaciones como las de VoIP se genera un estímulo adicional a la demanda y se crean nuevas opciones de contenidos y aplicaciones.

Los prestadores de banda ancha con mayor perspectiva de crecimiento son los que proveen acceso DSL, pero dado que a ellos no les conviene perder las rentas que reciben con el actual sistema de cobro de voz. Por eso esta en mano de los prestadores de cable la mayor posibilidad de crecimiento de suscriptores usando como incentivo la telefonía IP

La penetración de la telefonía IP esta directamente relacionada con la penetración de los accesos de banda ancha, los cuales son mayores en los segmentos de mercado de mayores ingresos. Por esto, se hace necesario considerar un cambio en las políticas de

oferta para los sectores de menores ingresos, ya que incluso en los países mas desarrollados, el despliegue de esta tecnología se ha constituido en una barrera económica.

6 Bibliografía

- [1] CINTEL. 2003. Estimación de la tasa de retorno para la industria de TPBCL en Colombia. 2003.
- [2] Consultaría Colombiana. 2005. Estudio de estimación de demanda de los mercados de telefonía local, telefonía de larga distancia y telefonía móvil, estimación de elasticidades propias y cruzadas de cada servicio. Febrero 2005.
- [3] CRT. 2004 Informe sectorial de telecomunicaciones 4, febrero 2005.
- [4] CRT. 2004. Reporte de Internet en Colombia. Primer Semestre de 2004.
- [5] CRT. 2005. Informe sectorial de telecomunicaciones 5, julio 2005.
- [6] CRT. 2005. Promoción y masificación de la Banda Ancha en Colombia , versión II, marzo 2005.
- [7] DAPD. 2004. Diagnóstico físico y socioeconómico de las localidades de Bogotá, D.C. 2004. Alcaldía Mayor de Bogotá. Tomado del sitio web: http://www.shd.gov.co/publicaciones/economicas/localidades/diagnostico_localidades_public.htm. marzo 2005.
- [8] DAPD. 2004. Ingreso monetario promedio de hogares y personas, según localidad. Tomado del sitio web: <http://www.dapd.gov.co/www/section-1790.jsp> febrero 2005.
- [9] DeSalvo, J. Huq, M. 2002. Introducing nonlinear pricing into consumer choice theory, *Journal of economic education* 33(2) 166 -179.
- [10] Económica consultores. CINTEL. 2004. Definición de los lineamientos generales del nuevo régimen tarifario para los operadores de TPBCL. CRT , febrero 2004.
- [11] ETB. 2005. Oferta Básica de Interconexión OBI 2005.
- [12] Evalueserve. 2005. Impact of Skype on telecom service providers. Evalueserve report, enero 2005.
- [13] Fundacion Auna. 2004. Los retos de la Banda Ancha. Notas 05, Marzo 2004.

- [14] García, E. 2000. Integración de Servicios. Cisco Systems, 2000. Tomado del sitio web: <http://webdia.cem.itesm.mx/ac/rogomez/SlidesTecno/VoIPtech.PDF>
- [15] García, E. 2000. Tendencias computacionales. Codificación de voz, teoría y estándares. Tomado del sitio web: <http://webdia.cem.itesm.mx/ac/rogomez/SlidesTecno/codecs1.PDF>
- [16] Intven, H. Oliver, J. Sepúlveda, E. 2001. Telecommunications regulation handbook. Infodev 2001.
- [17] Pyramid research. Cintel. 2004. Análisis del mercado servicios de banda ancha en Colombia. Proyecto PNUD/Col/96/020, febrero 2004.
- [18] Rappoport, P., Taylor, L., Kridel, D. & Alleman, J. 2004 Estimating the demand for voice over IP Services, *Connecting societies and markets: Communication technology, policy and impacts*. Fifteenth Biennial conference of the ITS, septiembre 2004.
- [19] Rappoport, P., Taylor, L., Kridel, D. & Alleman, J. 2004. The demand for voice over IP: An econometric analysis using survey data on willingness to pay. *Telektronikk 4 2004*.
- [20] Secretaría de Hacienda, 2004. Desarrollo Social de Bogotá D.C. Alcaldía Mayor de Bogotá. Dirección de estudios económicos. No. 1 de 2004.
- [21] Sánchez, C. (2004). Marco Jurídico De La Transmisión De Voz Mediante Protocolo IP. España, disponible en <http://www.alfa-redi.org/revista/revista.asp?idRevista=69>
- [22] Ministerio de Comunicaciones. Decreto Número 2542 DE 1997. Por medio del cual se reglamenta el proceso de concesión de licencias para el establecimiento de operadores del servicio de Telefonía Pública Básica conmutada de Larga Distancia (TPBCLD) y se dictan otras disposiciones.
- [23] Secretaria de Hacienda. 2004. Desarrollo Social de Bogotá D.C. Dirección de estudios económicos. No. 1 de 2004. Secretaría de Hacienda. Alcaldía Mayor de Bogotá.
- [24] CITELE. 2004. Carpeta técnica: estructura del estudio sobre características de la voz basadas en redes que usan IP. Tomado del sitio web: http://www.citel.oas.org/sp/ccpl-tel/docs/carpeta2_e.pdf
- [25] Ministerio de Comunicaciones. 2004. Documento de discusión VoIP N° 2, Bogotá, junio 2004.
- [26] CINTEL. 2003. Estimación de la tasa de retorno para la industria de TPBCL en Colombia. 2003.

[27] Net2Phone. 2005. Learn About the Cable Operator Benefits of the Net2Phone End-to-End Solution. Tomado del sitio web: <http://cable.net2phone.com>

[28] DAPD. 2004. Ingreso monetario promedio de hogares y personas, según localidad. Tomado del sitio web: <http://www.dapd.gov.co/www/section-1790.jsp>

[29] DAPD. 2004. Diagnóstico físico y socioeconómico de las localidades de Bogotá, D.C. 2004. Alcaldía Mayor de Bogotá. Departamento Administrativo de Planeación. Tomado del sitio web:

http://www.shd.gov.co/publicaciones/economicas/localidades/diagnostico_localidades_pub.htm.

[30] OBI EPM Bogotá 2005

[31] OBI Capitel y Colombia Telecomunicaciones 2005

[32] OBI Comcel 2005-05-13

[33] Contrato de Interconexión entre OLA y Comcel 2003

[34] Otras referencias de sitios web.

<http://www.dapd.gov.co>

<http://www.iec.org/online/tutorials/mppls/>

http://lat.3com.com/lat/solutions/es_LA/small_business/scenarios/run_voice.html

<http://www.redestelecom.com/Actualidad/Noticias/Comunicaciones/Telefonía/20050214005>

<http://www.eveliux.com/fundatel/nyquist.html>

<http://www.redestelecom.com/Actualidad/Noticias/Infraestructuras/Soluciones/20041223034>

<http://www.comunicaciones.unitronics.es/tecnologia/voip.htm>

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

<http://www.itu.int/home/index.html>

ANEXOS

*Anexo A Anexo técnico***Codificación de la voz para IP [15]**

Para que la voz pueda ser transmitida por una red de datos es necesario que esta sufra un proceso de conversión, codificación y compresión. La idea general de los sistemas que convierten las señales analógicas de voz en paquetes de datos es aprovechar que la comprensión perceptual de la información se basa en la eliminación de la redundancia de la señal, y en la eliminación de información irrelevante mediante métodos dinámicos. Parte de este análisis se basa en que la percepción humana tiene un comportamiento de filtro pasa bajos que no tiene en cuenta ciertas variaciones que si serian detectadas por el receptor (transductor) digital. La redundancia se elimina mediante procesos de predicción markovianos

El primer paso es la conversión de la señal análoga de voz en una señal discreta. Una vez que la señal analógica es entregada al sistema de digitalización por parte de los transductores, se procede a digitalizarla o discretizarla utilizando una modulación de impulsos codificados (PCM), PCM diferencial (DPCM) o uno basado en el mismo principio.

El segundo paso es el de la codificación. En este proceso se elimina parte de la información irrelevante, mediante los procesos de cuantificación y codificación diferencial, además de técnicas mas depuradas como

El tercer paso es la compresión de la señal. Es necesario disminuir el volumen de información que se va a trasmitir por el canal mediante el empleo de códigos de longitud variable (VLC)

El proceso PCM tiene en cuenta la tasa de muestreo, la modulación por amplitud de pulso (PAM), la cuantificación lineal y los códigos de longitud finita. Se usa en principio PCM por ser la que genera menor retardo y compresión. El muestreo sigue el teorema de

nyquist (la frecuencia de muestreo f_m es mayor Al doble del ancho de banda B de la señal analógica)

$$f_m > 2 \cdot B$$

En el caso de la voz, el ancho de banda de la voz es de 4,000 Hz aproximadamente. Entonces, su razón de muestreo será $2 \cdot B = 2 \cdot (4,000 \text{ Hz})$, es igual a 8000 Hz, equivalente a 8,000 muestras por segundo (1/8000). Entonces la razón de muestreo de la voz debe ser de al menos 8000 Hz, para que puede regenerarse sin error.

Cada muestra es cuantificada y enviada al canal en un código finito, con un número determinado de elementos. El objetivo de la cuantificación es representar la amplitud de los pulsos mediante un numero finito de estados. La cuantificación permite disminuir el el flujo de datos aunque se ocasione una perdida de información.

Se emplean dos clases de cuantificadores según el método de asignación de valores finitos que usen:

- cuantificación lineal (uniforme)
- cuantificación no lineal (no uniforme)

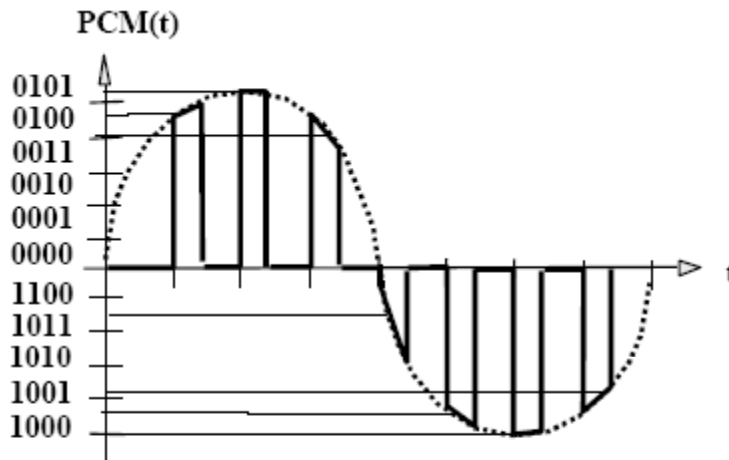
En cuantificador lineal los niveles están espaciados igualmente. Este espacio se conoce como el paso de cuantificación

En el caso de VoIP se sigue el estándar G.711. En este se emplea un cuantificador de 256 niveles:

$$\log_2 (256) = 8 \text{ bits por nivel}$$

Entonces, el flujo de información para este tipo de codificación es:

$$\text{Tasa de información} = 8\text{Khz} * 8 \text{ bits} = 64 \text{ Kbps}$$

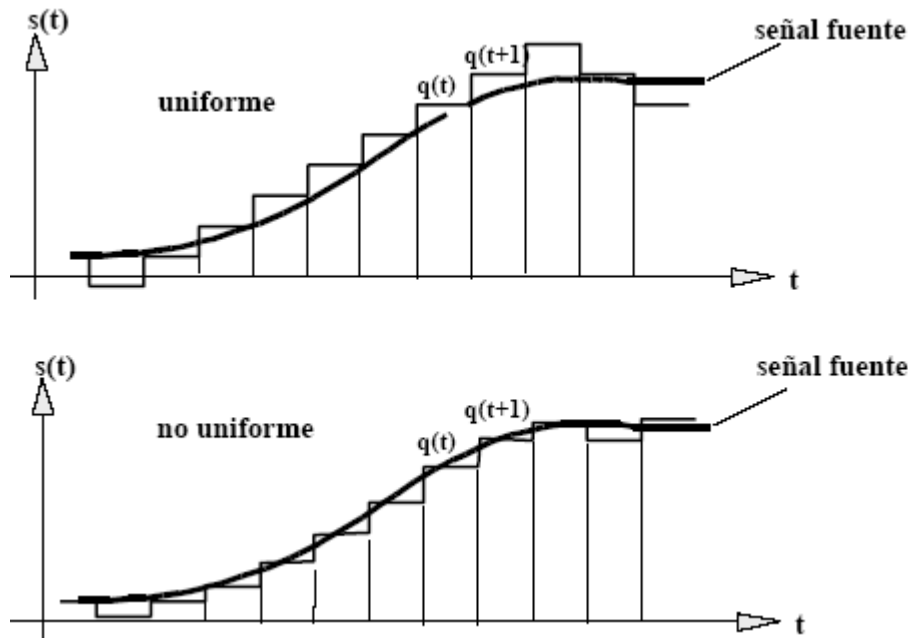


Salida de la Modulación de Impulsos Codificados :

0100 0101 0011 1011 1000 1000 1001

El comportamiento aleatorio de ciertas señales puede provocar que la repartición uniforme de niveles de cuantificación no sea apropiada debido a el exceso de niveles para valores muestra no frecuentes y a una baja resolución para representar valores muestra frecuentes

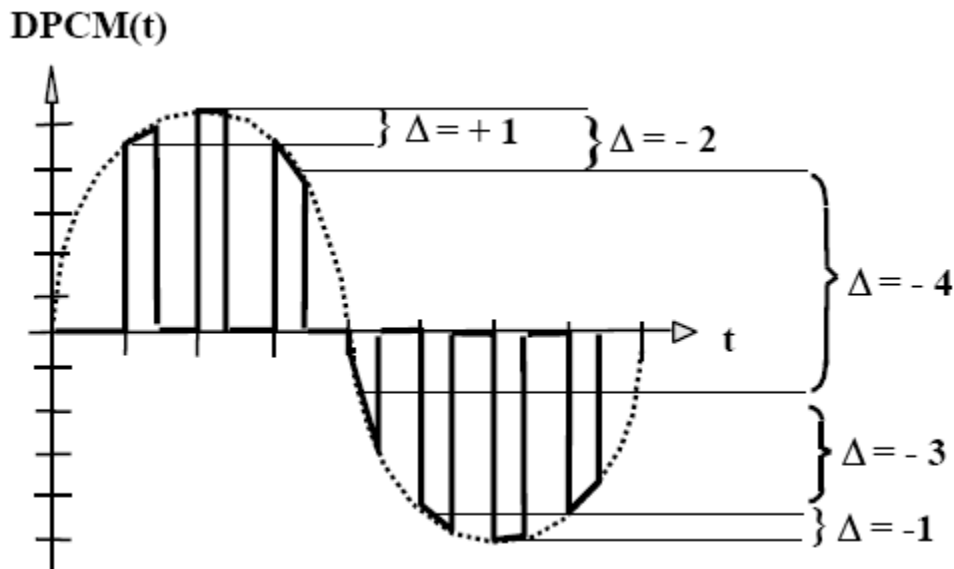
La cuantificación no lineal permite asignar niveles de cuantificación de manera no uniforme, con lo que se logra una asignación de mayor número de niveles en zonas de cambios abruptos frecuentes y pocos niveles de cuantificación para regiones suaves de la señal.



Un cuantificador no uniforme permite adaptarse a las variaciones de la señal. Mediante un análisis de entropía de la señal es posible asignar los niveles de cuantificación, es decir adaptar el paso de cuantificación.

Para poder disminuir el flujo de información, se elimina la redundancia de la señal, en base a codificación de las diferencias entre niveles antes de la cuantificación, la explotación del comportamiento gaussiano de la señal diferencial y el empleo de VLC

Otro de los mecanismos empleado por los estándares de VoIP, es la codificación por modulación de pulso diferencial (DPCM).



En DPCM, la función de densidad de probabilidad de los valores discretos de la señal diferencial se asemeja a una gaussiana, de tal suerte que es posible prever una asignación más “justa” de niveles de cuantificación. La Predicción del valor actual esta dada en función de los valores previos

Resumen de la recomendación H.323

La VoIP utiliza las redes de transmisión de datos para el transporte de paquetes, pero para que la VoIP pueda operar necesita de componentes de software (otros protocolos y aplicativos de cara al usuario final) y de hardware.

La voz sobre IP ha sido desarrollada principalmente alrededor de la recomendación H.323. Esta es una recomendación, que abarca otras recomendaciones técnicas y que ha sido el estándar elegido por la mayoría de los desarrolladores de tecnología para la transmisión de voz sobre redes IP. Esta especificación aprobada en 1996 por el ITU (International Telecommunications Union) y revisada en enero de 1998, tiene como objetivo definir un estándar para las comunicaciones multimedia sobre redes que no aseguran calidad del servicio. Los usuarios no deben preocuparse sobre las posibilidades de su interlocutor, existiendo una negociación de las capacidades de cada punto de la línea. Debido a su apoyo sobre IP es independiente del tipo de red física que lo soporta, permite la integración con las grandes redes IP existentes.

Por su propia estructura, es independiente del hardware, si bien permite ser implementado en los PC actuales, también se desarrolla hardware específico como Teléfonos IP y consolas de videoconferencia. El control de tráfico que se puede realizar dentro de la red y con el se reducen las caídas de rendimiento en las redes de datos. La negociación previa permite conectar terminales de muy diversas características, como pueden ser teléfonos de voz, consolas de videoconferencia, PCs, etc.

La recomendación H.323 comprende los siguientes lineamientos para:

1. Direccionamiento:

- RAS (Registration, Admission and Status). Protocolo de comunicaciones que permite a una estación H.323 localizar otra estación H.323 a través de el 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

2. Señalización:

- Q.931 Señalización inicial de llamada
- H.225 Control de llamada: señalización, registro y admisión, y paquetización / sincronización del stream (flujo) de voz
- H.245 Protocolo de control para especificar mensajes de apertura y cierre de canales para streams de voz

3. Compresión de voz:

- Requeridos: G.711 y G.723
- Opcionales: G.728, G.729 y G.722
- **G.726 (G.721, G.723) y G.727** emplean PCM adaptativo diferencial (ADPCM) para flujos de voz a: 16 Kbps, 24 Kbps, 32 Kbps. Dada la simplicidad del ADPCM el retardo general es bajo, menor de 0.125 ms.
- **G.728** Utiliza codificación LD-CELPy el retardo es cercano a los 2 ms.

- **G.759** utiliza como base la codificación de predicción por excitación lineal (CELP) para codificar voz a 8 Kbps.
- **G.729** Rango nominal de transmisión 8 Kbps, con posibilidad de bajar a 6.4 Kbps o subir a 9.6 Kbps según la congestión de la red. Con codificación CS-ACELP el retardo es ≤ 20 ms.
- Este estándar cumple con un requisitos de eficiencia, como una baja relación de señal a ruido de 26 dB, un bajo consumo de los recursos al usar voice activity detection (VAD) y no presenta conflictos con el tono dual multifrecuencia (DTMF).
- Este estándar requiere en hardware 10 MIPS y 2000 words (16 bits)

4. 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.

5. Control de la transmisión:

- RTCP (Real Time Control Protocol). Se utiliza principalmente para detectar fallas en la transmisión

Anexo B Aspectos Regulatorios

Trámites para constituir una empresa de TPBCL¹¹

Paso 1: Constituirse como empresa de servicios públicos, de acuerdo a la ley 142 de 1.994

Paso 2: Presentar al Ministerio de Comunicaciones la solicitud para la obtención de la licencia anexando la siguiente documentación:

- a. Carta de Solicitud dirigida al señor Ministro de Comunicaciones.
- b. Presentación de la empresa.
- c. Presentación del Proyecto, en el cual se debe incluir los municipios donde se va a prestar el servicio de telefonía pública básica conmutada y descripción técnica del proyecto en forma global¹².

Paso 3: Con la anterior documentación, el Ministerio de Comunicaciones efectúa el estudio correspondiente y expide un acto administrativo (Resolución Motivada) otorgando la licencia para el uso del Espectro electromagnético, concediéndole al solicitante hasta 6 meses de plazo para presentar los estudios definitivos.

Paso 4: El licenciatario deberá presentar al Ministerio de Comunicaciones, los estudios definitivos de que trata el acto administrativo precitado incluyendo las especificaciones de los equipos de conmutación y transmisión tipo de interconexión a utilizar y la topología de la red, matriz de tráfico y enrutamiento, capacidades de procesamiento, cronograma de actividades que implica la ejecución del proyecto, los cuales deben cumplir con lo estipulado en el artículo 6 de la resolución 3258 de 1.995. Presentados estos estudios dentro de los términos fijados anteriormente, el Ministerio de Comunicaciones los estudiará y una vez aprobados se les asignará numeración telefónica y códigos de puntos de señalización si son solicitados. Hecha la aprobación de los estudios y la asignación anterior, el Ministerio

¹¹ Fuente Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.
http://www.superservicios.gov.co/telecomunicaciones_tramites.htm

¹² Es decir, dar cumplimiento a la resolución 3258 de 1.995 "por la cual se establecen los criterios para la obtención de la licencia para usar el espectro electromagnético, en la prestación de los servicios de Telefonía Pública Básica Local y/o Local Extendida."

de Comunicaciones mediante oficio suscrito por el Director de Planeación Sectorial del Ministerio de Comunicaciones, notificará al licenciatario.

Paso 5: Posteriormente, puede consultar en el sitio de red www.sui.gov.co la Resolución SSPD 867 del 10 de marzo de 2004, por medio de la cual se reglamentó el Registro Unificado de Prestadores de Servicios Públicos –RUPS, a través del Sistema Único de Información –SUI. Por último la SSPD remitirá a la Empresa la certificación de registro. A partir de ese momento el licenciatario es considerado oficialmente por las tres entidades como operador del servicio público domiciliario de TPBCL y/o TPBCLE.

Normatividad referente a la Competencia

Resolución 26 de 1995: Establece que las empresas entrantes a un mercado de TPBLC, deben hacerlo en las mismas condiciones del establecido. Para ello deben incluir en sus planes de gestión y resultados metas de cobertura mínima que tengan en cuenta estratos de menores recursos.

Las metas de cobertura anteriores pueden lograrse bien sea en forma directa a cargo del operador o por medio del instrumento de redistribución del ingreso previsto en el **artículo 89.2 de la ley 142**, que establece el traslado de los superávit a los fondos de solidaridad y redistribución de ingresos, o utilizando los dos mecanismos mencionados

Artículo 18 Decreto 575 de 2002: dispone la obligación a todos los operadores de permitir la interconexión y el acceso y uso de sus instalaciones esenciales a cualquier otro operador de telecomunicaciones que lo solicite de acuerdo con los términos y condiciones establecidas por la CRT.

Artículo 3.3.2 Resolución 575 de 2002 de la CRT establece la obligación legal que tienen todos los operadores de TPBC de facilitar la interconexión.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen	1
1. Introducción	1
2. Modulo técnico	3
2.1 Voz sobre IP (VoIP)	3
2.2 Conmutación de circuitos vs. Conmutación de paquetes	6
2.3 TCP -IP	7
2.4 Calidad del servicio. QoS	8
2.5 Red de VoIP para un operador de cable.	8
3. Modulo de Mercado	10
3.1 Análisis Descriptivo	10
3.2 Consideraciones teóricas	11
3.3 Datos empleados en el análisis	13
3.4 Elasticidades de precio para el mercado de VoIP	14
3.5 Mercado potencial de la VoIP	15
3.5.1 Mercado Potencial del un operador de cable	18
3.6 Validación del modelo	22
3.7 Oferta de VoIP	23
3.7.1 Recursos e Inversiones	23
3.7.2 Factibilidad Económica	25
3.7.3 Factibilidad Financiera	27
3.7.4 Análisis de Sensibilidad para la oferta.	30
3.7.5 Conclusiones de la oferta	32
3.8 Modelado de la disponibilidad a pagar (DAP)	33
4. Modulo de Regulación	36
5. Conclusiones	38
6. Bibliografía	40
ANEXOS	43
Anexo A Anexo técnico	44
Anexo B Aspectos Regulatorios	51