

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Postgrados

**La Brecha Digital en los Servicios de Telefonía Fija, Telefonía
Móvil Celular y de Internet en el Ecuador**

Diego Javier Salazar Saeteros

Darwin Germán Mora Guerrón

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de
Magíster en Administración Estratégica de las Telecomunicaciones

Quito, diciembre de 2009

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Postgrados

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

La Brecha Digital en los Servicios de Telefonía Fija, Telefonía Móvil Celular y de Internet en el Ecuador

Diego Javier Salazar Saeteros

Darwin Germán Mora Guerrón

Vinicio Carrera, Ph.D.
Director de Tesis

Néstor Jaramillo, M.D.
Miembro del Comité de Tesis

Germán Maldonado, M.A.
Miembro del Comité de Tesis

César Cisneros, M.B.A.
Decano del Colegio Mayor de Educación Continua
Director de la Maestría en Administración
Estratégica de las Telecomunicaciones
Miembro del Comité de Tesis

Víctor Viteri Breedy, Ph.D.
Decano del Colegio de Postgrados

Quito, diciembre de 2009

© **Derechos de Autor**

Diego Javier Salazar Saeteros

Darwin Germán Mora Guerrón

2009

DEDICATORIA

A Cristina, Diego Fernando y Gabriela, quienes son el amor que me fortalece y la razón de mi existencia. Diego.

A mi amada Kathy y mi adorado Joaquín, por ser ellos la luz de mi vida y la fuerza que me motiva a continuar sin desfallecer día a día. A mis padres por su continuo amor y cariño. Darwin.

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que de alguna manera han aportado a la consecución de este estudio. En especial a Vinicio Carrera, por su apoyo, consejos y recomendaciones, que contribuyen a través de este trabajo, al desarrollo de las telecomunicaciones en el Ecuador.

RESUMEN

En este mundo tan cambiante, la influencia de la tecnología en la vida cotidiana de las personas es cada vez mayor, lo que ha afectado a los estándares de vida de la población. Es así que, la brecha digital, definida como la separación existente entre las comunidades (países, grupos, personas) que utilizan la tecnología en su vida diaria y aquellas que no tienen acceso, está determinada por variables regulatorias, económicas, de infraestructura, de mercado y sociales, relacionadas con el desarrollo tecnológico de un país, en comparación con las naciones más representativas del mundo.

En función de lo expuesto, esta tesis realiza un estudio detallado de la brecha digital existente en los servicios de telefonía (fija y móvil celular) y de Internet en el Ecuador, se analizan las causas por las que la población ecuatoriana tiene o no acceso a estos servicios en su diario vivir. En función de este análisis, se plantean las posibles soluciones que reducirían dicha brecha en el Ecuador.

ABSTRACT

In this changing world, the technology influence in people's life is ever more, having an effect on the population's living standards. In this implication, digital gap, defined like the separation between communities (countries, groups, people) using technology in their daily tasks and those who do not have access, is determined by regulatory, economic, infrastructure, market and social factors, related with the technological development of a country and compared with the most representative countries of the world.

This dissertation analyzes the existing digital gap in the telephony (fixed and mobile) and Internet telecommunications services in Ecuador, as well as, why Ecuadorian population can or cannot access to these services in their everyday jobs. Finally, analyzing the causes, this work gives the possible solutions that would reduce this gap in Ecuador.

CONTENIDO

CAPITULO I	2
1. INTRODUCCION	2
CAPITULO II	7
2.TECNOLOGIAS DE TELECOMUNICACIONES PARA ACCESO A SERVICIOS DE TELEFONIA E INTERNET	7
2.1. MODELO DE RED	7
2.2. MEDIOS GUIADOS.....	11
2.2.1. Tecnologías de Acceso sobre el Par de Cobre Telefónico	12
2.2.2. Tecnologías de Acceso sobre el Cable Coaxial	23
2.2.3. Tecnologías de Acceso sobre la Red Eléctrica	27
2.2.4. Tecnologías de Acceso sobre Fibra Óptica	29
2.3. MEDIOS NO GUIADOS	34
2.3.1. LMDS.....	34
2.3.2. MMDS.....	35
2.3.3. Redes WLAN	36
2.3.4. Redes Celulares	40
2.3.5. WiMAX.....	51
2.3.6. Acceso por Satélite.....	56
CAPITULO III	62
3. INDICADORES NACIONALES DE SERVICIOS DE TELEFONIA E INTERNET	62
3.1. EVOLUCIÓN DE LOS SERVICIOS DE TELEFONÍA E INTERNET EN EL	

ECUADOR.....	62
3.1.1. Servicio de Telefonía Fija	62
3.1.2. Servicio de Telefonía Móvil Celular	64
3.1.3. Servicio de Internet.....	66
3.2. INDICADORES DE DESARROLLO DE LA TELEFONÍA E INTERNET EN EL ECUADOR	67
3.2.1. Servicio de Telefonía Fija	67
3.2.2. Servicio de Telefonía Móvil Celular	71
3.2.3. Servicio de Internet.....	75
3.3. OPERADORES CON LICENCIAS PARA OFERTAR SERVICIOS DE TELEFONÍA E INTERNET EN EL ECUADOR	81
3.3.1. Servicio de Telefonía Fija	81
3.3.2. Servicio de Telefonía Móvil Celular	83
3.3.3. Servicio de Internet.....	85
3.4. PRECIOS DE LOS SERVICIOS DE TELEFONÍA E INTERNET EN EL ECUADOR.....	88
3.4.1. Servicio de Telefonía Fija	88
3.4.2. Servicio de Telefonía Móvil Celular	90
3.4.3. Servicio de Internet.....	91
3.5. POLÍTICAS GUBERNAMENTALES QUE APOYAN EL DESARROLLO DE LOS SERVICIOS DE TELEFONÍA E INTERNET	97
3.5.1. Plan Nacional de Conectividad 2007 - 2010	97
3.6. SITUACIÓN ECONÓMICA DEL ECUADOR.....	99
3.6.1. Producto Interno Bruto (PIB) per Cápita	99
3.6.2. Inflación	100

3.6.3. Índices de Pobreza y Pobreza Extrema en el Ecuador.....	101
3.6.4. Índices de Actividad Laboral.....	104
CAPITULO IV.....	107
4. DETERMINACIÓN DE LA BRECHA DIGITAL DE TELEFONÍA E INTERNET EN EL ECUADOR.....	107
4.1. BRECHA DIGITAL.....	107
4.1.1. Definición.....	107
4.1.2. Brecha Digital y el Nivel de Ingresos.....	109
4.1.3. E-Readiness.....	111
4.1.4. Estimación de la Brecha Digital – Modelo de la UIT.....	112
4.2. BRECHA DE ACCESO, BRECHA DE MERCADO Y FRONTERA DE EFICIENCIA DE MERCADO.....	117
4.2.1. Frontera de Eficiencia del Mercado.....	119
4.2.2. Brecha de Mercado.....	121
4.2.3. Frontera de Sostenibilidad.....	122
4.2.4. Brecha de Acceso.....	123
4.2.5. Estimación de las Brechas de Acceso y Mercado para Telefonía Fija en el Ecuador.....	124
4.2.6. Estimación de las Brechas de Acceso y Mercado para el Servicio de Telefonía Móvil Celular.....	127
4.2.7. Estimación de las Brechas de Acceso y Mercado para el Servicio de Internet.....	130
CAPITULO V.....	134
5.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	134
5.1. SERVICIO DE TELEFONIA FIJA.....	134
5.2. SERVICIO DE TELEFONIA MOVIL CELULAR.....	137

5.3. SERVICIO DE INTERNET	139
5.4. SITUACION GENERAL DEL ECUADOR.....	141
ANEXOS	150
ANEXO 1: Datos de crecimiento de líneas telefónicas desde el año 1972 hasta el 2008	151
ANEXO 2: Datos de crecimiento de líneas celulares móviles desde el año 1994 hasta el 2008	152
ANEXO 3: Datos de crecimiento del servicio de acceso a la red de Internet desde el año 1998 hasta el 2008	153
LISTADO DE ACRONIMOS	154
BIBLIOGRAFIA	158

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 2.1: Elementos de una red de Telecomunicaciones.	7
Gráfico 2.2: Nuevo Modelo de Red de Telecomunicaciones.....	8
Gráfico 2.3: Esquema de Red basada en conceptos NGN.	10
Gráfico 2.4: Conexión a través de un modem analógico.....	13
Gráfico 2.5: Modulación DMT.....	17
Gráfico 2.6: Elementos de una red de acceso ADSL.	18
Gráfico 2.7: Splitter.....	19
Gráfico 2.8: Comparativo de ancho de banda entre ADSL2+ y ADSL2.	20
Gráfico 2.9: Red Híbrida de Fibra + VDSL.	21
Gráfico 2.10: Comparación de tecnologías DSL (Velocidad vs. Distancia).	22
Gráfico 2.11: Arquitectura de un Sistema CATV.	25
Gráfico 2.12: Arquitectura de Redes HFC (híbrida fibra – coaxial).....	26
Gráfico 2.13: Espectro de Frecuencias para Redes HFC.	27
Gráfico 2.14: Red de Acceso sobre la Red Eléctrica.....	29
Gráfico 2.15: Redes Punto a Punto (N fibras, 2N transceivers).	30
Gráfico 2.16: Redes Híbridas / Switch Cerca del Usuario (1 Fibra, 2N + 2 transceiver).....	31
Gráfico 2.17: Redes Ópticas Pasivas (1 fibra , N transceivers).....	32
Gráfico 2.18: Topología de una red PON.	33
Gráfico 2.19: Arquitectura del Sistema LMDS.	35
Gráfico 2.20: Ubicación de las redes WLAN.	37
Gráfico 2.21: Red Ad-Hoc.	39
Gráfico 2.22: Topología BSS.....	39

Gráfico 2.23: Topología ESS.....	40
Gráfico 2.24: Esquema de una Red Celular.....	41
Gráfico 2.25: Evolución de las Redes Celulares.....	50
Gráfico 2.26: Arquitectura sistema WiMAX.....	53
Gráfico 2.27: Topología de Red WiMAX PMP.....	54
Gráfico 2.28: Combinación de redes WMAX con Wi-Fi.....	56
Gráfico 2.29: Enlace SCPC (Punto a Punto).....	58
Gráfico 2.30: Enlace VSAT (punto - multipunto).....	60
Gráfico 3.1: Teléfonos Fijos y Población Ecuatoriana desde el año 1972 al 2008.	68
Gráfico 3.2: Crecimiento de la Densidad Telefónica desde el año 1972 al 2008.	69
Gráfico 3.3: Crecimiento del Índice de Penetración Poblacional de Telefonía Fija desde el año 1972 al 2008.....	69
Gráfico 3.4: Teléfonos Celulares y Población Ecuatoriana desde 1994 hasta 2008.....	72
Gráfico 3.5: Crecimiento de la Densidad de Telefonía Celular desde 1994 hasta 2008.....	73
Gráfico 3.6: Tipo de Servicio de Telefonía Celular en el Ecuador desde el 2003 hasta 2008.....	74
Gráfico 3.7: Usuarios de Internet y Población Ecuatoriana desde 1998 hasta 2008.....	76
Gráfico 3.8: Crecimiento de la Densidad de Internet desde 1998 hasta 2008. ...	77
Gráfico 3.9: Crecimiento del Índice de Penetración Poblacional de Internet desde 1998 hasta 2008.....	79
Gráfico 3.10: Crecimiento de Cuentas Conmutadas y Dedicadas a Internet desde 1998 hasta 2008.....	80
Gráfico 3.11: Distribución del mercado de telefonía fija en el Ecuador a diciembre del 2008.....	82

Gráfico 3.12: Distribución del mercado de telefonía celular en el Ecuador.	85
Gráfico 3.13: Distribución del mercado de Internet en el Ecuador a marzo del 2009.	87
Gráfico 3.14: Evolución del PIB per Cápita en el Ecuador desde 1998 hasta 2008.	99
Gráfico 3.15: Evolución de la inflación anual acumulada en el Ecuador desde 1998 hasta 2008.	100
Gráfico 3.16: Inflación acumulada del año 2008 y enero y febrero del 2009.	101
Gráfico 3.17: Índice de pobreza por provincias – año 2005.	103
Gráfico 3.18: Deciles para el Ingreso Promedio per Cápita - año 2008.	104
Gráfico 4.1: Brecha digital a nivel mundial en relación a los ingresos. Fuente ITU.	110
Gráfico 4.2: Interrelación entre los factores componentes para el cálculo del IAD y sus variables.	113
Gráfico 4.3: Brecha de Acceso, Brecha de Mercado y Frontera de Eficiencia de Mercado de un Servicio de Telecomunicaciones.	119
Gráfico 4.4: Brechas de Acceso, Brecha de Mercado y Nivel Actual de Acceso para el Servicio de Telefonía Fija en el Ecuador (año 2008).	126
Gráfico 4.5: Fronteras de Acceso, Mercado y Sostenibilidad para el Servicio de Telefonía Fija en el Ecuador (año 2008).	127
Gráfico 4.6: Brechas de Acceso, Brecha de Mercado y Nivel Actual de Acceso para el Servicio de Telefonía Móvil Celular en el Ecuador (año 2008).	128
Gráfico 4.7: Fronteras de Acceso, Mercado y Sostenibilidad para el Servicio de Telefonía Móvil Celular en el Ecuador (año 2008).	129
Gráfico 4.8: Brechas de Acceso, Brecha de Mercado y Nivel Actual de Acceso para el Servicio de Internet en el Ecuador (año 2008).	131
Gráfico 4.9: Fronteras de Acceso, Mercado y Sostenibilidad para el Servicio de Internet en el Ecuador (año 2008).	132

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Velocidades de tecnologías xDSL.....	14
Tabla 2.2: Tipos de las tecnologías PON.....	33
Tabla 2.3: Estándares 802.11.....	38
Tabla 2.4: Tipos de Codificación.....	43
Tabla 2.5: Características de 802.16-2004 y 802.16e.....	55
Tabla 2.6: Bandas de frecuencia.....	58
Tabla 3.1: Empresas proveedoras de Telefonía Fija en el Ecuador (a febrero del 2009).....	81
Tabla 3.2: Empresas proveedoras de Telefonía Móvil Avanzada en el Ecuador (a febrero del 2009).....	83
Tabla 3.3: Distribución del Mercado de Telefonía Celular en el Ecuador (desde 1994 hasta 2008).....	84
Tabla 3.4: Distribución del Mercado de Internet en el Ecuador (diciembre 2008).....	86
Tabla 3.5: Precios del servicio de telefonía fija para los proveedores CNT, Etapa y Linkotel (a febrero del 2009).....	88
Tabla 3.6: Precios del servicio de telefonía fija para los proveedores Setel, Ecuadortelecom y Etapatelecom (a febrero del 2009).....	89
Tabla 3.7: Datos de MOU y ARPU del mercado de telefonía fija en el Ecuador (año 2008).....	89
Tabla 3.8: Precios del servicio de telefonía móvil celular en el Ecuador para febrero 2009.....	90
Tabla 3.9: Datos de MOU y ARPU del mercado de telefonía móvil celular en el Ecuador (año 2008).....	91
Tabla 3.10: Precios de Internet Conmutado de los principales ISP's (abril 2009).....	92
Tabla 3.11: Precios de Internet Dedicado de los principales ISP's (abril 2009).....	93

Tabla 3.12: Precios de Internet Dedicado de Telecsa (abril 2009).....	95
Tabla 3.13: Precios de Internet Dedicado de 3.5G (septiembre 2009).....	96
Tabla 3.14: Objetivos del PNC del Gobierno Nacional a cumplirse en el 2010... 98	
Tabla 3.15: Porcentajes de la población ecuatoriana que viven en pobreza y pobreza extrema.	102
Tabla 3.16: Clasificación de la población ecuatoriana en edad de trabajar (marzo 2009).	105
Tabla 3.17: Distribución de la PEA (marzo 2009).....	105
Tabla 4.1: Índices de desarrollo humano obtenidos por el PNUD y UNITE para el año 2001.	108
Tabla 4.2: Índice e-readiness para los años 2006 y 2007.	112
Tabla 4.3: Valores máximos de las variables componentes del IAD.....	114
Tabla 4.4: Valores de las variables para el cálculo del IAD para el Ecuador a finales del 2008.	116
Tabla 4.5: Valores de IAD e IBD a nivel mundial para el año 2002.....	117

CAPITULO I

1. INTRODUCCION

Los servicios de telecomunicaciones en el Ecuador han tenido un desarrollo importante en los últimos años y han cambiado la forma de vida de la población. Sin embargo, nacen cuestionamientos tales como: ¿en qué medida los servicios de telecomunicaciones en el Ecuador son comparables con los existentes en otros países de la región latinoamericana y del mundo?, ¿cuáles han sido los factores para que el Ecuador se encuentre o no entre los países de mayor o menor desarrollo tecnológico a nivel mundial?, ¿qué han hecho los gobiernos de turno y la empresa privada para reducir la brecha digital existente en el Ecuador, y cuál es la medida de esa brecha?, cuestionamientos cuyas respuestas darán una idea de la situación actual del país, en relación a sus servicios de telecomunicaciones y la pauta para mejorar la situación que se presente.

El servicio de telefonía fija en el Ecuador, durante décadas, fue ofrecido con tiempos de respuesta muy altos (entre uno o dos años desde la presentación de la solicitud hasta su entrega) y con una cobertura muy limitada. Con la liberalización del mercado de telecomunicaciones en el Ecuador (aproximadamente en el año 1995), la inversión en infraestructura de servicios de telefonía fija creció, manteniéndose los monopolios regionales (Andinatel, Pacifictel y Etapa), sin opciones nuevas de operadores entrantes al mercado hasta el año 2002. A la fecha, se tienen alternativas tales como CNT, Etapa, Setel, Ecutel, Linkotel, Global Crossing, entre las empresas que ofrecen servicios

de telefonía fija, pero los índices de penetración de este servicio no han crecido en la misma medida que las opciones del mercado han entrado (se tiene una densidad del servicio de telefonía fija promedio nacional de alrededor de 14%) [Consejo Nacional de Telecomunicaciones, marzo, 2009].

Al analizar el nacimiento y desarrollo de la telefonía móvil celular, en cambio, por decisiones políticas del momento, se consideró que este servicio sería provisto por empresas del sector privado, dejando de lado la intervención de las empresas del Estado en un inicio. En este sentido, las concesiones pertinentes fueron entregadas a dos empresas (Concel y Otecel), que desarrollaron el mercado, formándose un duopolio que manejó el negocio móvil por varios años.

A inicios del año 2003, se da la entrada del operador de telefonía móvil avanzada, Telecsa (de inversión estatal), con una expectativa enorme, pues, no se tenía los niveles de calidad y de satisfacción adecuados. Lamentablemente, el desarrollo del tercer operador no estuvo a los niveles esperados por el cliente final (ni por los inversionistas), por lo que los operadores tradicionales se desarrollaron a niveles no pronosticados, que a la fecha, el servicio de telefonía móvil, tiene un nivel de penetración del 84% [Consejo Nacional de Telecomunicaciones, marzo, 2009].

Con el desarrollo mundial de los servicios de telecomunicaciones en el mundo, la tecnología se ha desarrollado en función de las necesidades, cada vez más cambiantes del ser humano, por lo que, desde los años 1970, se ven desarrolladas incipientes redes de transmisión de datos, bajo conexiones de módems analógicos de baja velocidad asincrónicos y con protocolos de

comunicación propietarios.

Con el desarrollo de la tecnología, los estándares de comunicación y las aplicaciones múltiples de las redes de datos, el protocolo IP ha sido considerado como la base para el desarrollo de la red mundial de Internet. En este contexto, en el Ecuador, desde el año 1992, se dieron aplicaciones de transmisión de correo electrónico, con conexiones telefónicas a servidores fuera del país. Este servicio era provisto para algunas aplicaciones bancarias y corporativas, principalmente de empresas multinacionales.

A partir de esta fecha, algunas empresas, tales como Ecuonet, empresa inicialmente relacionada con el Banco del Pacífico, empezaron a comercializar servicios de conectividad a la red de Internet, a través de enlaces de datos hacia Estados Unidos, de muy alto costo y de bajo ancho de banda, en donde la conectividad hacia el usuario final se hacía a través de conexiones telefónicas analógicas de baja velocidad.

A finales del siglo XX e inicios del XXI, se dio un crecimiento en el Ecuador de varios proveedores de servicios de Internet, que para el mes de septiembre del 2009, de acuerdo a registros de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, llegan a 185 ISP's (*Internet Service Providers*).

Adicionalmente, desde el año 2003, en el Ecuador se han desarrollado servicios de Internet Banda Ancha, basados principalmente en tecnologías a través del par de cobre, cable coaxial e inalámbrico, para lo cual se han realizado inversiones en infraestructura y redes de acceso.

En los últimos dos años, se ha procedido a una migración de servicios de Internet Dial Up hacia conexiones de Banda Ancha. A pesar de esto, en el Ecuador, la densidad del servicio de Internet de Banda Ancha en el Ecuador está en 1% [Consejo Nacional de Telecomunicaciones, marzo, 2009].

Este trabajo realiza un análisis y cuantificación de la brecha digital existente en el Ecuador en los servicios de telefonía fija, móvil celular y de Internet. Se examina las principales causas para que en el Ecuador, el desarrollo de estos servicios, pueda ser estudiado en comparación con los países de la región latinoamericana y principales del mundo, así como presentar las posibles soluciones o recomendaciones que podrían implementarse para disminuir esta medida de desarrollo.

En el Capítulo 2, se hace una descripción de las tecnologías existentes en el mercado, principalmente para el acceso a las redes de telecomunicaciones, con el objetivo de establecer el marco teórico necesario para la comprensión general de las tecnologías que se utilizan y las que a futuro se aprovecharán para la entrega de servicios de telecomunicaciones.

El Capítulo 3 realiza un análisis de la realidad situacional (indicadores de crecimiento, precios, operadores, tamaño del mercado, entre otros) de los servicios de telefonía fija, móvil y de Internet en el Ecuador. Se hace una historia breve del desarrollo de estos servicios desde su inicio, así como una descripción de la situación económica del Ecuador.

En Capítulo 4 se centra principalmente en analizar cuantitativamente, con la

información de los capítulos anteriores, los índices de brecha digital a nivel país, así como las brechas de acceso sostenible, acceso no sostenible, de mercado, las fronteras de acceso actual, de capacidad adquisitiva y de sostenibilidad, para los servicios de telefonía fija, móvil celular y de Internet en el Ecuador.

Finalmente, en el Capítulo 5 se presentan las principales conclusiones y recomendaciones obtenidas del desarrollo del tema planteado.

CAPITULO II

2. TECNOLOGIAS DE TELECOMUNICACIONES PARA ACCESO A SERVICIOS DE TELEFONIA E INTERNET

2.1. MODELO DE RED

Una red tradicional de telecomunicaciones está integrada por los siguientes elementos:

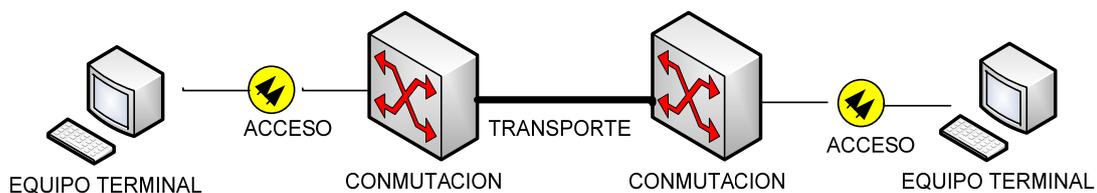


Gráfico 2.1: Elementos de una red de Telecomunicaciones [Pérez, 2006, pág. 8].

Conmutación: Se constituye por los equipos responsables de establecer el camino necesario que permite a dos usuarios finales intercambiar información. Existen diferentes formas de conmutación: en un inicio se hablaba de conmutación de circuitos, hoy lo común es la conmutación de paquetes.

Transporte: Se encarga de la conexión de los elementos de conmutación entre sí, es decir el transporte constituye todos los enlaces de *backbone* de una red de comunicaciones.

Acceso: Determina la conexión entre las instalaciones del cliente con la empresa proveedora del servicio.

Equipo Terminal: Define al equipo que se sitúa del lado del cliente y que permite desplegar los servicios de telecomunicaciones en este sitio.

En la actualidad, se ha redefinido el modelo de una red de telecomunicaciones, debido al fenómeno de la convergencia y la presencia de las nuevas redes NGN (*Next Generation Networks*) [UIT, 2005, pág. 10], tal como se puede observar en el Gráfico 2.2:

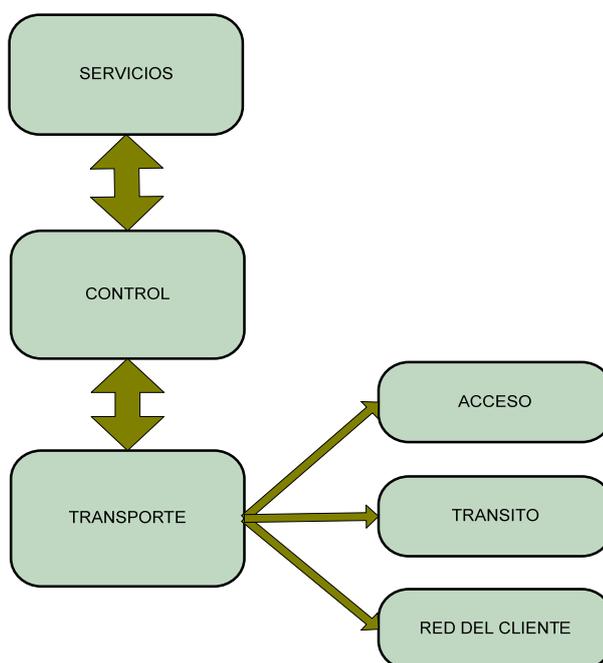


Gráfico 2.2: Nuevo Modelo de Red de Telecomunicaciones [Fundación Telefónica, pág. 35].

Capa de Transporte: Esta capa se encarga de todo lo que es conmutación, encaminamiento y transmisión de paquetes. Se subdivide en:

- *Subcapa de Acceso*: como se definió anteriormente el acceso permite al usuario acceder a los servicios que brinda la empresa proveedora.
- *Tránsito*: que se constituye en el núcleo encargado de interconectar a las diferentes redes de acceso.
- *Red del Cliente*: determina todo aquel equipamiento ubicado en la casa del cliente y que a través de la red de acceso se interconecta con la empresa proveedora del servicio.

Capa de Control: Es aquella que se encarga de vigilar el interfuncionamiento de las otras dos capas. Debe interpretar la señalización proveniente de la capa de transporte con el fin de desencadenar las tareas pertinentes para la provisión de un servicio.

Capa de Servicios: Es aquella que se ubica en el proveedor de servicios y que contiene todas aquellas funcionalidades de red inteligente¹ y aplicaciones adicionales propias de las nuevas redes convergentes.

En el Gráfico 2.3 [Fundación Telefónica, pág. 36] se muestra la interacción entre las capas mencionadas anteriormente. La capa de transporte se constituye de las diferentes tecnologías de acceso tales como: *xDSL*, *xPON*, *Wireless*, celular, etc., interconectadas a través de una red de transporte IP, que en la actualidad regularmente es una red IPMPLS.

¹ Red Inteligente: Es una plataforma que soporta sobre la red telefónica, la creación y modificación de servicios de valor agregado sobre los circuitos de voz existentes.

Sobre la capa de transporte se establece la capa de control la cual tiene como función interrelacionar con las otras capas; esta función recae sobre los servidores de aplicación, tales como *softswitches*, a través de protocolos como H.248, SIP, entre otros.

Finalmente sobre la capa de control se tienen las aplicaciones y servicios, es decir, el equipamiento que permite al operador brindar servicios tales como voz, Internet, video, valor agregado, juegos, entre las principales [UIT, pág. 10].

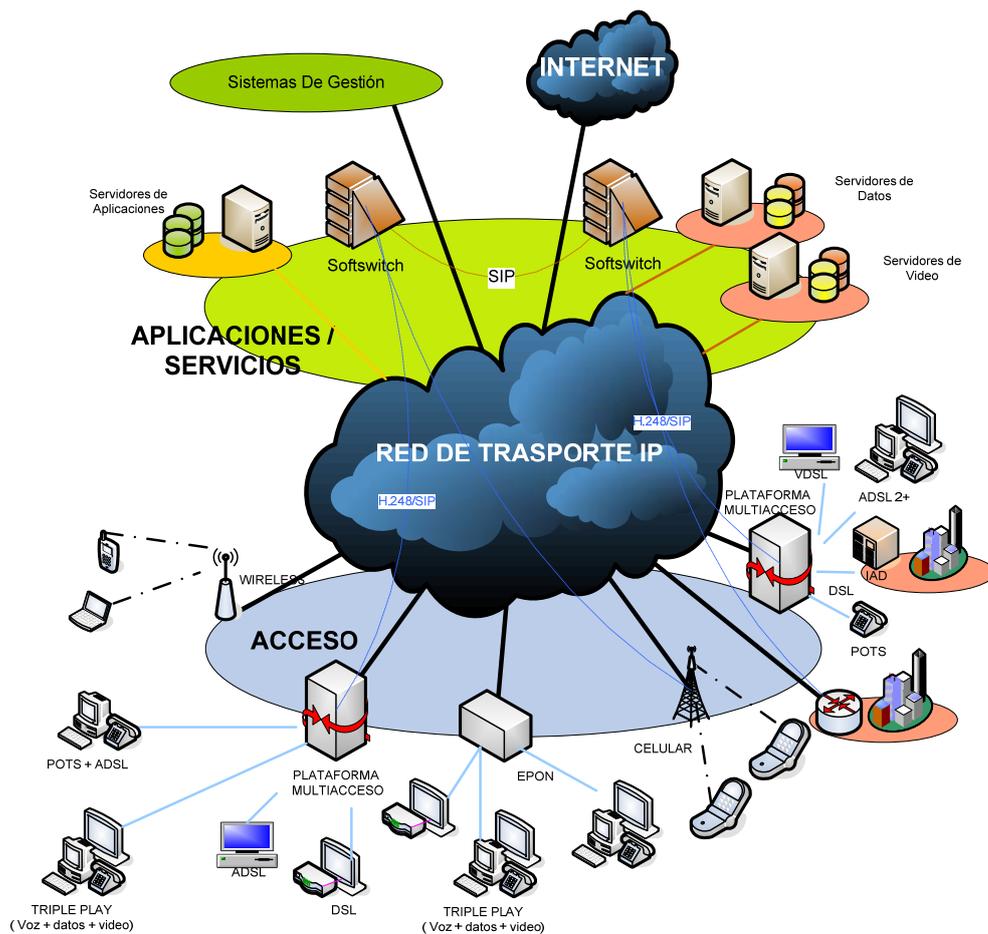


Gráfico 2.3: Esquema de Red basada en conceptos NGN.

El análisis de las redes de acceso es fundamental, ya que en la actualidad constituyen en ciertos casos el cuello de botella en la provisión de servicios hacia el cliente final. Además, el grado de despliegue de las redes de acceso determina el grado de brecha de acceso que tiene un país.

La red de acceso juega un papel predominante en el despliegue de las redes de nueva generación y por ende en los servicios que por ésta se brindan. Los sistemas de acceso han venido evolucionando vertiginosamente. En un principio, la infraestructura principal con la que contaban los proveedores de servicio se basaba en redes de cobre, utilizadas principalmente para brindar servicios de telefonía. En la actualidad, se han desarrollado diversos tipos de medios de acceso, los que se clasifican en medios guiados y no guiados.

2.2. MEDIOS GUIADOS

Se define como medio guiado al que necesita de un medio de transmisión físico para transportar en su interior la información. Los principales medios guiados son:

- Par de cobre telefónico.
- Cable coaxial.
- Red eléctrica de media y baja tensión.
- Fibra óptica.

2.2.1. Tecnologías de Acceso sobre el Par de Cobre Telefónico

El par de cobre telefónico es el medio de transmisión más económico, más antiguo y más ampliamente utilizado. Consiste de dos hilos de cobre, cada uno de ellos con su correspondiente recubrimiento aislante. Estos hilos se enrollan en toda su trayectoria en una forma helicoidal, con el fin de disminuir efectos de interferencias electromagnéticas del par cercano principalmente.

El par trenzado permite transmitir señales analógicas como digitales; se utiliza principalmente en redes telefónicas y de transmisión de datos. El ancho de banda que se puede alcanzar a través de este medio depende del diámetro de los hilos, la distancia y el material constitutivo. Este medio de transmisión es susceptible al ruido e interferencia, además, la atenuación que presenta el mismo se ve influenciado por la frecuencia en la que se trabaje. Existen varias clases de cable trenzado entre los cuales se pueden mencionar al UTP (*Unshielded Twisted Pair*), FTP (*Foiled Twisted Pair*) y STP (*Shielded Twisted Pair*).

Se han desarrollado varios sistemas para transmisión de información a través del par trenzado, éstos fueron diseñados para cumplir con las exigencias en ancho de banda al pasar del tiempo. Entre los principales, se puede mencionar:

Modem Analógico: Es uno de los periféricos que ha tenido una gran utilización y ha permitido la conexión de usuarios finales hacia redes remotas o hacia el Internet, para lo cual se conecta a un servidor de conexiones, propiedad del proveedor de servicios (ISP) o a un enrutador. El modem trabaja sobre líneas

analógicas telefónicas y su función principal es la de modular o demodular una señal de banda base que pueda ser transmitida sobre las mismas.

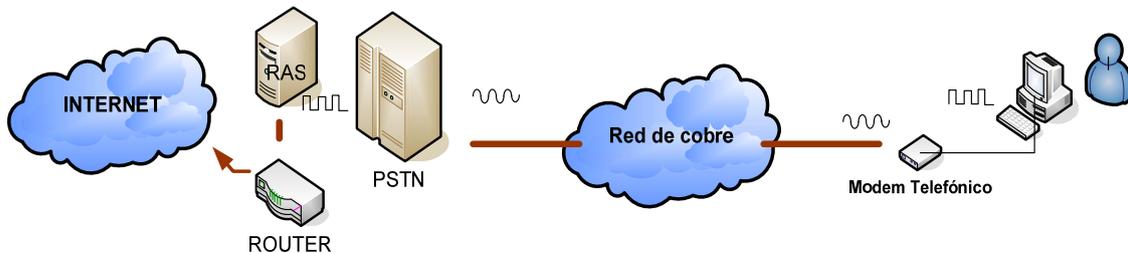


Gráfico 2.4: Conexión a través de un modem analógico.

La velocidad máxima que alcanza un modem es de 56 Kbps definida por la norma V.90 con un comportamiento asimétrico, es decir, la velocidad de bajada es mayor que la de subida, en donde la velocidad de subida se limita a 33,6 Kbps.

Red Digital de Servicios Integrados (RDSI o ISDN): Esta tecnología combina las ventajas de la telefonía y de las líneas privadas. Al ser una tecnología de acceso digital permite enviar voz, video o datos por los pares de cobre utilizados. El RDSI admite el establecimiento conmutado de circuitos digitales de extremo a extremo entre sus usuarios. Existen dos interfaces de acceso:

- BRI: definido como 2B+D; dos canales básicos (B) de 64 Kbps y un canal de señalización (D) de 16 Kbps, la velocidad total resultante es de 144 Kbps. Se pueden alcanzar distancias de hasta 5.5 Km.
- PRI: definido como 30B+D; treinta canales de transmisión (B) de 64 Kbps y un canal de señalización (D) de 64 Kbps. Los medios de transmisión para RDSI 30B+D puede ser: cobre, coaxial, microonda o fibra óptica.

Entre las aplicaciones principales del RDSI están: acceso a Internet, respaldo de líneas privadas, servicios corporativos de videoconferencia y accesos para telefonía.

Digital Subscriber Line (xDSL): Es una familia de tecnologías de transmisión de datos de alta velocidad. Se enmarca en un conjunto de tecnologías que aprovechan el par de cobre como medio de transmisión de última milla, interconectando a través de éste, al usuario final con un nodo de la red del proveedor de servicios. Las ventajas de utilizar esta tecnología son: disminuir los costos para el usuario y el proveedor, mejorar los tiempos de instalación y aprovechar de mejor manera el cobre instalado por las empresas operadoras.

Existen muchas variedades de tecnologías DSL las cuales se diferencian principalmente por el tipo de modulación, codificación de línea y velocidad (ver Tabla 2.1). Las tecnologías xDSL pueden ser simétricas o asimétricas:

TECNOLOGIA	ITU	DOWNSTREAM (Mbps)	UPSTREAM (Mbps)
IDSL		0,128	0,128
HDSL	G.991.1	1,544	1,544
SDSL		1,5	1,5
SHDSL	G.991.2	5,6	5,6
ADSL DMT	G. 992.1	7	0,8
ADSL 2	G.992.3	8	1
ADSL 2 +	G.992.5	24	1
ADSL2 – RE	G.992.3	8	1
VDSL	G.993.1	55	15
VDSL 2 Long Reach*	G.993.2	55	30
VDSL 2 Short Reach**	G.993.2	100	100

* Permite alcanzar distancias de hasta 1 Km.

** Permite alcanzar distancias de hasta 350 metros, se sacrifica distancia por mayor velocidad.

Tabla 2.1: Velocidades de tecnologías xDSL [Broadband Forum, pág. 2].

- *Simétricas*: Las velocidades de transmisión (tanto de subida como de bajada) son iguales.
- *Asimétricas*: La velocidad en uno de los dos sentidos es mayor. Esto se ha desarrollado con el fin de aprovechar mejor el ancho de banda en un sentido de acuerdo a las exigencias de las aplicaciones a cursar, ejemplo el Internet.

IDSL: Se denomina *Integrated DSL*, viene a ser una combinación entre RDSI con DSL, permite alcanzar velocidades de 128 Kbps equivalente a un acceso BRI RDSI es decir 2B+D. Es un estándar simétrico sobre un par de cobre y se puede alcanzar distancias de aproximadamente 5.5 Km; su empleo principal es para acceso a Internet y a LAN remotas. A diferencia del RDSI se basa en una conexión permanente [Fundación Telefónica, pág. 176].

HDSL: Es muy utilizado para la interconexión de redes LAN o redes telefónicas. Se utiliza principalmente para interconectar las centrales telefónicas del usuario final hacia los proveedores de servicios a velocidades de 1,544 Mbps (T1) o 2,048 Mbps (E1). Permite enlaces simétricos a través de dos pares de cobre hasta distancias aproximadamente de 3.5 Km.

SDSL: Es una tecnología DSL simétrica y se presenta como una variación del HDSL. Trabaja sobre un par de cobre y permite alcanzar velocidades de 1.5 Mbps tanto en el canal de subida, como sobre el de bajada, sobre distancias de hasta 3 Km [Fundación Telefónica, pág. 177]. Además, es importante indicar que SDSL es una tecnología propietaria, no se estandarizó, por lo que no se asegura la interoperabilidad entre diferentes fabricantes.

SHDSL: Es una tecnología DSL simétrica, la cual ha sido normalizada a través de la recomendación UIT G.shdsl (G.991.2); trabaja en velocidades que van desde los 192 Kbps hasta los 2.3 Mbps. Este estándar tiene mucha acogida principalmente en enlace de datos corporativos, donde la demanda de ancho de banda simétrico es requerido. Su alcance llega a 4 Km. aproximadamente y puede trabajar a dos o cuatro hilos².

ADSL: Se caracteriza por ser una tecnología asimétrica creada principalmente para cumplir requerimientos en los cuales la información que envía el usuario en un sentido no requiere tanto ancho de banda como en el otro. Esta configuración es típica en el acceso a Internet, donde la información de bajada es mucho mayor que la información de subida.

La tecnología ADSL permite un acceso de alta velocidad para la transmisión de datos y simultáneamente permite la operatividad de la línea telefónica sobre el mismo par de cobre. Debido a sus características, ADSL ha tendido un gran éxito comercial en servicios de acceso a Internet de banda ancha, y al ser una de las tecnologías principalmente usadas actualmente en la provisión de estos servicios, se profundizará en algunas características particulares de ésta.

ADSL tiene dos técnicas de modulación:

- CAP: Modulación de portadora simple, utiliza una sola portadora donde los datos de entrada la modulan y esta señal es transmitida a través de la línea

² A cuatro hilos, SHDSL puede alcanzar velocidades de hasta 5,6 Mbps.

telefónica, para que luego de la transmisión la señal portadora sea eliminada [Fundación Telefónica, pág. 170].

- DMT: Modulación por tonos discretos separados entre sí en 4,3125 KHz modulados en QAM. Utiliza 256 portadoras para la transmisión, cada una de 4 KHz de ancho de banda [Fundación Telefónica, pág. 170]. Los datos a enviarse se reparten entre las portadoras hábiles ya que las mismas se adaptan a las condiciones de la línea, pues busca asegurar la mayor velocidad de transmisión, por lo que se da un mayor grado de aceptación de DMT sobre CAP. Esta forma de modulación se esquematiza en el Gráfico 2.5.

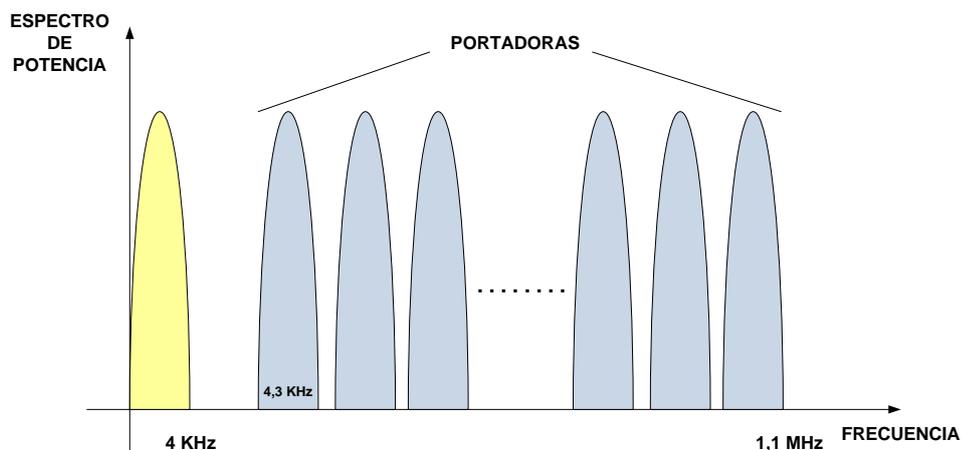


Gráfico 2.5: Modulación DMT.

Los elementos que intervienen en la arquitectura de acceso por ADSL son los siguientes (ver Gráfico 2.6):

- Par de cobre o bucle de abonado.
- *Splitter* o divisor.

- El CPE (*Customer Premise Equipment*) de usuario o ATU-R (*ADSL terminal unit remote*).
- DSLAM que contiene los *modems* de central ATU-C (*ADSL terminal unit central*).

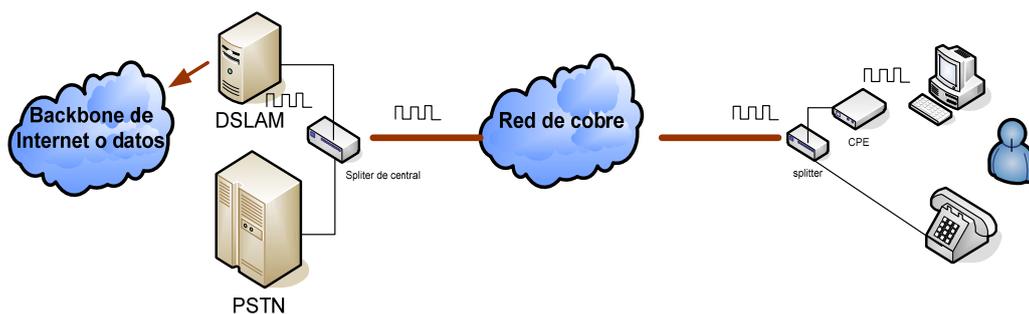


Gráfico 2.6: Elementos de una red de acceso ADSL.

Una de las mejores características de ADSL es la capacidad de manejar simultáneamente un canal de voz y un canal de banda ancha para datos, pues optimiza el 1 MHz que brinda el par de cobre. Para esto se utiliza un *splitter* (o divisor) tal como se muestra en el Gráfico 2.7, que permite separar la banda de POTS de la banda de ADSL [Pérez, 2006, pág. 122]; conviven dos señales sobre el par de cobre: la señal telefónica y la señal de datos.

ADSL 2 (ITU G.992.3): Es la segunda generación de los estándares ADSL; permite alcanzar velocidades de 8 Mbps de bajada y de 1 Mbps de subida dependiendo de la longitud de la línea de cobre y de las características de la misma.

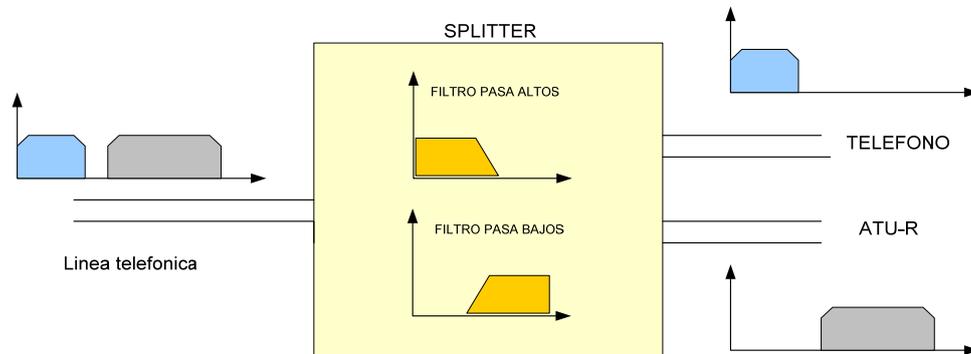


Gráfico 2.7: Splitter [19: página 171].

Este desarrollo o mejoras respecto a ADSL tradicional se debe a una modulación mucho más eficiente, una reducción en el *overhead* al poder ser programado entre 4 y 32 Kbps, por lo cual si se programa el mismo a 4 Kbps, se puede aprovechar 28 Kbps para datos. Además, una de sus principales ventajas es que permite alcanzar mayores distancias respecto a ADSL. Utiliza un ancho de banda de 1,1 MHz.

ADSL 2+ (ITU G.992.5): Tiene un ancho de banda de 2.2 MHz (dobla el utilizado para la transmisión de datos en el *downstream* con respecto a ADSL 2) tal como se muestra en el Gráfico 2.8. Permite alcanzar velocidades de 24 Mbps sobre líneas telefónicas de 1500 metros aproximadamente. Este desarrollo permite incorporar nuevos tipos de aplicaciones sobre la red tales como transmisión de servicios Triple Play³ sobre la red de cobre. El ADSL 2+ presenta mejores características respecto al ADSL 2, ya que presenta menor susceptibilidad a fenómenos tales como la diafonía.

³ Triple Play: Provisión simultanea de servicios de voz, datos y video.

ADSL2 – RE: definido por el estándar ITU G.992.3 Anexo L. Se caracteriza por permitir alcanzar distancias superiores, para velocidades similares a las definidas para el estándar ADSL 2. Para esto se concentra la potencia en las frecuencias bajas, efecto que influye para llegar hasta los 7 Km.

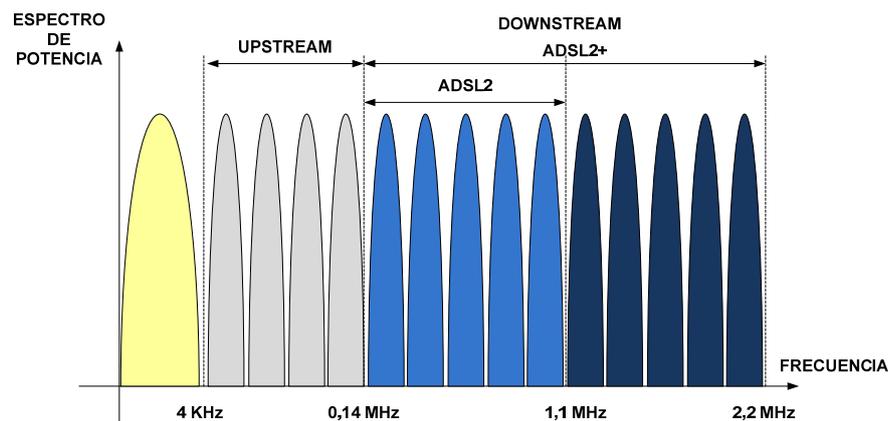


Gráfico 2.8: Comparativo de ancho de banda entre ADSL2+ y ADSL2.

VDSL (Very High Speed DSL): Permite alcanzar las mayores velocidades de la familia DSL, para lo cual se acortan los bucles de abonado. Usa un ancho de banda de 12,7 MHz. Las señales son transmitidas en frecuencias superiores por el par de cobre, lo que determinan que sean más sensibles a la distancia, presenta una mayor atenuación y un alto grado de sensibilidad a la interferencia electromagnética.

Estos factores determinan que los abonados deben estar cerca de los nodos de acceso del proveedor de servicios. En consecuencia, los esquemas tradicionales de centrales grandes están cambiando paulatinamente por pequeños nodos cercanos a los usuarios conectados a través de fibra óptica (FTTN: *Fiber To The Neighborhood*) a los nodos principales del proveedor de servicios. De esta

forma se disminuye el bucle de abonado y se asegura la operatividad de la red a grandes anchos de banda con VDSL. Este esquema de conexión corresponde actualmente a las redes híbridas que se resumen en el Gráfico 2.9.

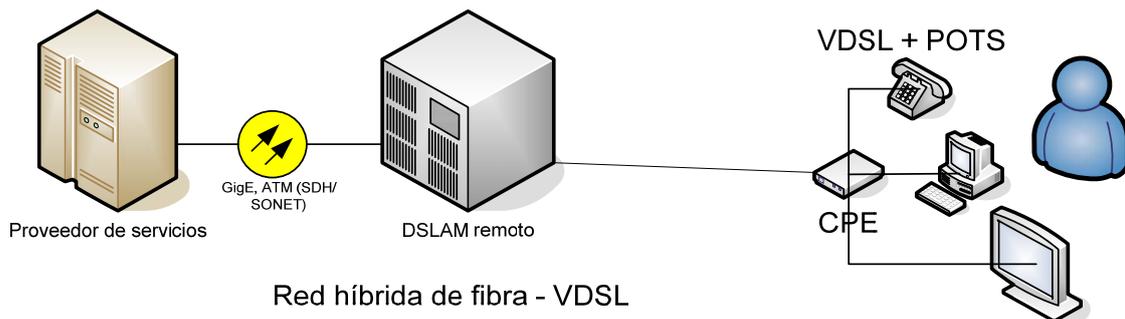


Gráfico 2.9: Red Híbrida de Fibra + VDSL.

VDSL permite tener enlaces simétricos o asimétricos. Los enlaces asimétricos son utilizados principalmente para brindar servicios de IPTV (televisión digital), video bajo demanda y acceso a Internet de banda ancha, mientras que los enlaces simétricos son requeridos a nivel de aplicaciones corporativas. VDSL se basa en modulación DMT y la portadora se modula a través de QAM, su espectro es de 12 MHz.

VDSL 2: Es la segunda versión de VDSL y este estándar definido por la UIT-T alcanza velocidades simétricas de 100 Mbps en tramos cortos de par de cobre. Esta tecnología permite brindar servicios interactivos de televisión de alta definición a través de IP. Este factor es determinante para los operadores incumbentes cuya infraestructura principal de acceso al abonado es el cobre, ya que les permite competir con las cableras en la provisión de servicios Triple Play a los usuarios finales.

La limitación de la distancia ha obligado a los proveedores de servicios a distribuir su red, es decir a acercar los DSLAM hacia los usuarios finales a través de nodos más pequeños de menor granularidad de clientes, pero con la ventaja de que el bucle de abonado es muy corto y permite alcanzar mayores anchos de banda, típicamente se tienen bucles de abonado con una distancia menor a 1500 metros.

VDSL 2 utiliza modulación DMT igual que ADSL, aumenta su espectro de 12 MHz a 30 MHz, y utiliza 4096 tonos (8 * ADSL2+).

En el Gráfico 2.10 se representa la diferencia de velocidad versus distancia que se puede obtener al analizar las tecnologías VDSL, ADSL 2 + y SHDSL; el desarrollo de VDSL principalmente se debe a la necesidad de alcanzar mayores anchos de banda, aunque esto amerite acortar el bucle de abonado.

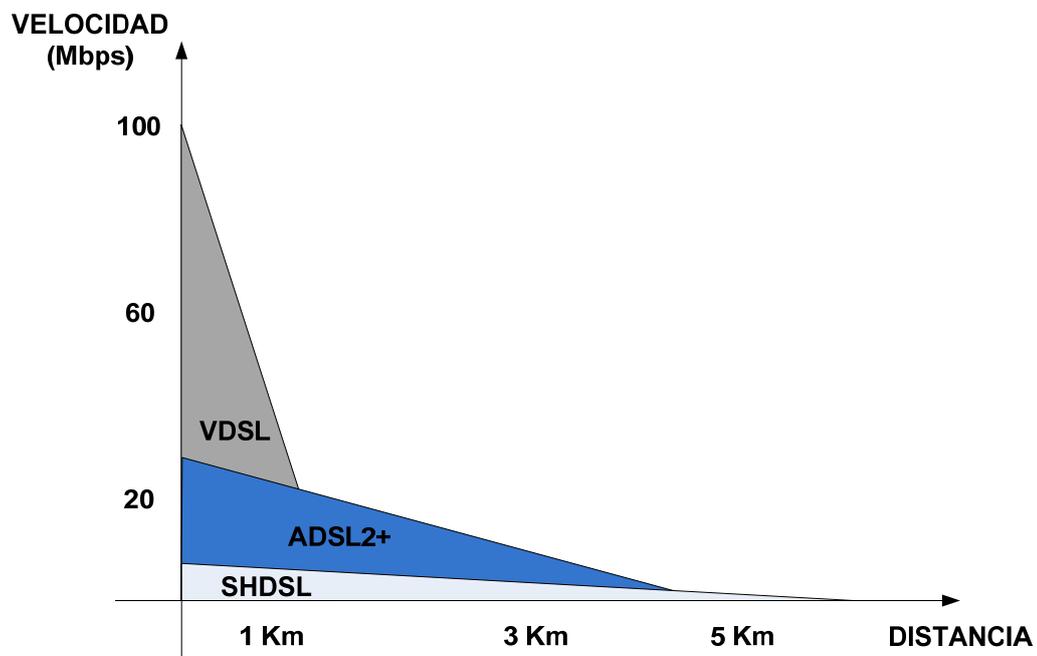


Gráfico 2.10: Comparación de tecnologías DSL (Velocidad vs. Distancia) [Broadband Forum, pág. 18].

2.2.2. Tecnologías de Acceso sobre el Cable Coaxial

El cable coaxial está constituido por un conductor de cobre central que forma el núcleo, que está rodeado por material aislante flexible, y éste por un conductor cilíndrico en forma de malla de tejido trenzado que actúa como segundo alambre del circuito, y se cubre también de una capa de plástico protector. Esta disposición de los conductores determina que el cable coaxial sea mucho menos sensible a las interferencias electromagnéticas y proporcione una mayor inmunidad al ruido con respecto al par trenzado.

Se tienen dos tipos de cable coaxial:

- *Cable Coaxial Banda Base*: Este tipo de cable fue utilizado principalmente en redes de computadoras; permite la transmisión de señales digitales. Se han definido dos estándares:
 - El IEEE 802.3 para redes 10 Base 5 (conocido como THICK ETHERNET) es un cable coaxial grueso con impedancia de 50 ohmios, se conecta en una topología tipo bus a una longitud máxima de segmento de la red de 500 metros y alcanza velocidades de hasta 10 Mbps.
 - El IEEE 802.3 para redes 10 BASE 2 (conocido como THIN ETHERNET) es un cable coaxial delgado con impedancia de 50 ohmios, puede alcanzar velocidades de 10 Mbps en una longitud máxima del segmento de red de 185 metros.

- *Cable Coaxial de Banda Ancha*: Este tipo de cable permite la transmisión de señales analógicas; presenta una impedancia de 75 ohmios con un ancho de banda que en la actualidad puede alcanzar 1 GHz. Admite la transmisión de información a diferentes frecuencias y su uso principal está en la transferencia de señales de televisión, de ahí el surgimiento de las redes CATV.

Redes CATV: Estas redes tienen una arquitectura tradicionalmente utilizada desde 1950. Nacieron de la necesidad de obtener una mejor señal en sitios donde no existía cobertura aérea, se ubicaban antenas en sitios elevados y de ahí se distribuía la señal a través de cable coaxial. Las redes CATV constan de las siguientes partes básicas:

- *Cabecera*: Es aquella que se encarga de agrupar y tratar los contenidos que van a ser transmitidos por la red; es el sitio donde se captan los canales internacionales (vía satélite tradicionalmente), los canales locales y contenidos propios. Estas señales se agrupan y se emiten por la red de acceso.
- *Línea Troncal*: Constituida por varios kilómetros de cable coaxial (con diámetros que van desde 1,91 a 3,18 cm.) y se ramifica en su camino. Tiene pérdidas bajas en su recorrido y lleva la señal desde la cabecera hasta la línea de distribución.
- *Línea de Distribución*: Se deriva de la troncal y son tramos con menos de 700 metros. Utilizan cable coaxial con diámetros de 1,27 a 1,59 cm.

- *Bajante*: Es un tramo de menos de 50 metros y con un diámetro de cable de aproximadamente 6,73 mm. [Pérez, pág. 133].

En los sistemas CATV, la calidad de señal es muy dependiente de la ubicación del cliente respecto de la cabecera. Además, se suma que existen grandes fluctuaciones de nivel de señal al final de la línea por la gran cantidad de dispositivos en cascada. Esto limita el ancho de banda en el servicio prestado.

En el Gráfico 2.11 se puede apreciar la arquitectura de redes CATV. En un sistema CATV, cada señal de TV en modo analógico ocupa 6 MHz, esto determina que los proveedores de este servicio distribuyan entre 20 y 100 canales, donde el espectro va desde 50 a 860 MHz.

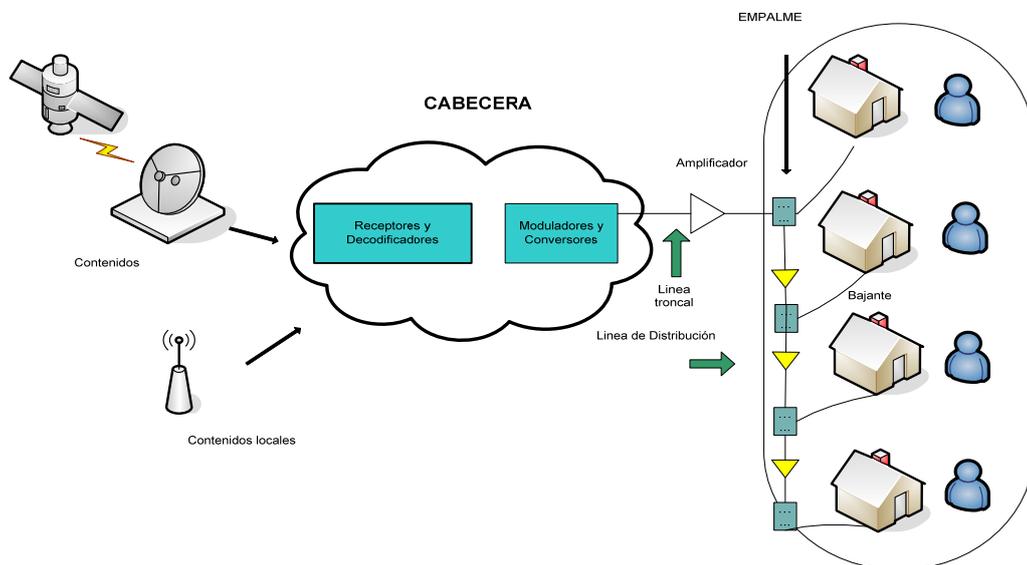


Gráfico 2.11: Arquitectura de un Sistema CATV.

Existe un canal de retorno el cual permite la comunicación entre el usuario y la cabecera, esto da lugar a servicios como pago por evento e Internet.

Redes HFC (Redes Híbridas Fibra Óptica – Coaxial): En un inicio, las redes de CATV estaban constituidas por cable coaxial, pero debido al fenómeno de atenuación presente en el mismo se dio inicio a la utilización de fibra óptica principalmente en el tramo troncal. Este cambio se da también ya que las redes CATV fueron diseñadas para la transmisión de señales analógicas de *broadcast* y presentan limitaciones para la transmisión de datos.

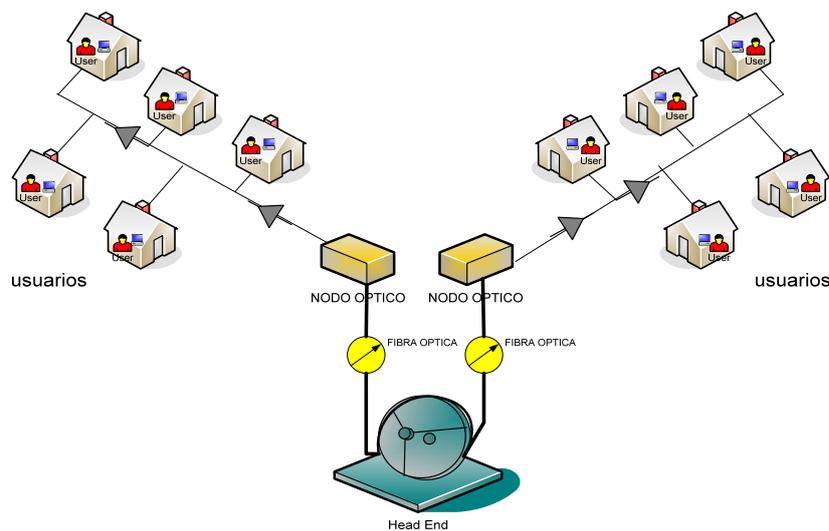


Gráfico 2.12: Arquitectura de Redes HFC (híbrida fibra – coaxial).

Como se puede apreciar en el Gráfico 2.12, la conexión entre la cabecera (*head end*) y los nodos ópticos se lo realiza a través de fibra óptica y la conexión hacia los usuarios finales es a través de cable coaxial [Kramer, pág. 5]. En la actualidad los tradicionales operadores de redes CATV son ahora proveedores de servicios de telecomunicaciones integrados, es decir, a través de estas redes se brindan lo que hoy se conoce como servicios Triple Play (video, telefonía e Internet).

Para el acceso a Internet se utiliza un dispositivo terminal denominado Cable Modem, el cual permite la transmisión de datos a altas velocidades vía la red de televisión por cable. Para este propósito, la distribución del espectro para redes HFC se distribuye tal como se presenta en el Gráfico 2.13 [Grupo de Microelectrónica y Control, pág. 7].

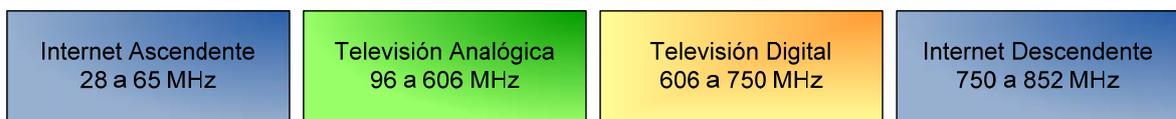


Gráfico 2.13: Espectro de Frecuencias para Redes HFC.

2.2.3. Tecnologías de Acceso sobre la Red Eléctrica

En la actualidad, surge como alternativa de redes de acceso, las redes de distribución de la energía eléctrica como solución para brindar los mismos servicios que las otras redes. Esta tecnología se la conoce como *Power Line Communications* (PLC), en ciertas ocasiones se hace referencia a tecnologías BPL que por sus siglas en inglés (*Broadband over Power Line*), son accesos de banda ancha sobre líneas eléctricas que utilizan tecnologías PLC.

La utilización de estas redes presenta algunas ventajas como la facilidad y rapidez de la instalación ya que la red eléctrica se encuentra desplegada de manera masiva por su función inicial de proveer suministro eléctrico a la población, además de ser factible proveer servicios convergentes lo cual es una demanda importante en la actualidad.

La red eléctrica está estructurada de la siguiente manera: un nivel de transmisión y subtransmisión (orden de centenas y decenas de Kilovoltios), nivel de distribución (en el orden de las decenas de Kilovoltios) y nivel de acometida (en el orden de las centenas de Voltios). Para la conexión de los diferentes niveles de voltaje se utilizan transformadores, los cuales típicamente trabajan a una frecuencia de 60 Hz. Esto constituye uno de los principales obstáculos para la transmisión de datos por la red eléctrica ya que los transformadores constituyen una fuente de interferencia para las frecuencias altas utilizadas en la transmisión de datos.

Las razones expuestas anteriormente han determinado que el esquema de funcionamiento para una red que utiliza PLC sea el siguiente: se establece un nodo en una subestación u otro lugar donde se ubique la cabecera PLC, el cual se conecta al *backbone* de la red por fibra óptica y de ahí se utiliza PLC en las líneas de baja tensión, para llegar a cada uno de los usuarios finales, tal como se puede apreciar en el Gráfico 2.14 [IEEE, pág. 4].

Al trabajar sobre los cables de suministro eléctrico, la frecuencia de 60 Hz se utiliza para este propósito, mientras que el espectro entre 1,6 y 30 MHz se utiliza para la transmisión de datos. El espectro utilizado para los tramos exteriores van de 3 a 10 MHz, y para las conexiones internas entre 10 y 30 MHz. Se ofrecen servicios que pueden alcanzar velocidades de hasta 2 Mbps [International Journal of Computer Science and Network Security, pág. 37].

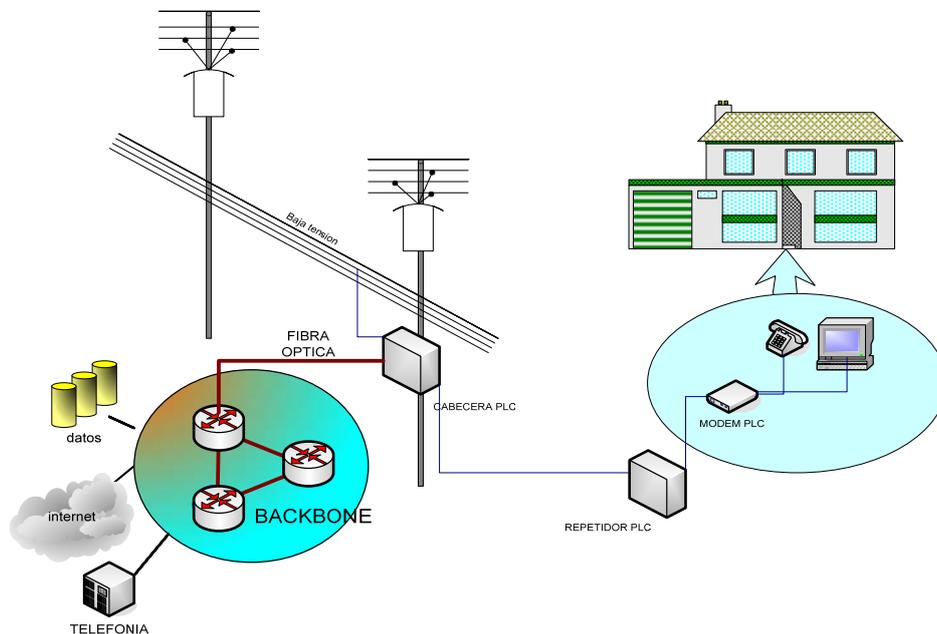


Gráfico 2.14: Red de Acceso sobre la Red Eléctrica.

PLC utiliza codificación OFDM que le permite tener mayor inmunidad a las interferencias. Esto determina que a través de los cables de energía se entreguen servicios de transmisión de datos y aplicaciones tales como conexión a Internet, transmisión de voz y la provisión de servicios convergentes por un único medio físico de acceso a la red. Las principales desventajas que presenta esta tecnología son: la susceptibilidad que tiene a interferencias y la falta de estandarización de la misma.

2.2.4. Tecnologías de Acceso sobre Fibra Óptica

Aplicaciones más exigentes tales como transmisión de video bajo demanda, juegos interactivos, videoconferencia bidireccional exigen grandes anchos de banda, lo que ha determinado la utilización de fibra óptica como medio de

transmisión en la última milla. Existen tres topologías para la utilización de fibra óptica en la última milla (redes FTTH - *Fiber To The Home*):

Redes Ópticas Punto a Punto: Es la arquitectura más simple, pero presenta como desventaja el elevado costo ya que involucra la instalación de fibra óptica desde el nodo hasta el usuario final.

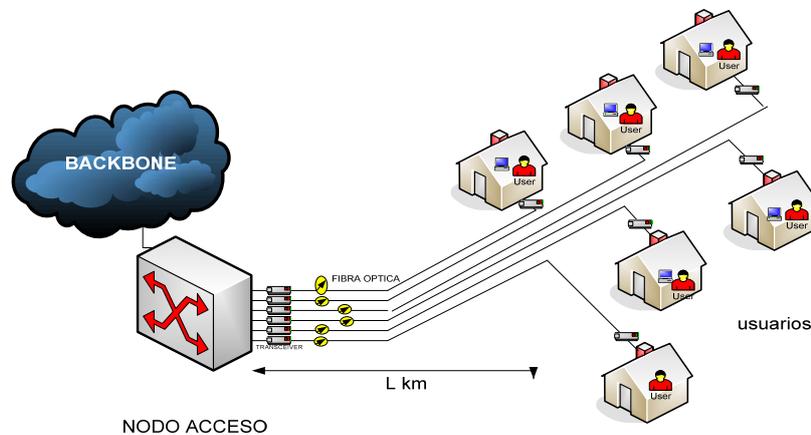


Gráfico 2.15: Redes Punto a Punto (N fibras, 2N *transceivers*) [Kramer, pág. 10].

Esta topología da lugar a una arquitectura tipo estrella tal como lo muestra el Gráfico 2.15. Para la conexión de N usuarios se necesitan 2N *transceivers* y (N * L) kilómetros de fibra, donde L representa la longitud del nodo de acceso al usuario.

Redes Ópticas hasta la Acera: Surge como alternativa a las redes punto a punto la posibilidad de reubicar los equipos activos (puede ser un *switch*) y ponerlos lo más próximos al cliente final. Con esto se consigue optimizar la infraestructura de

fibra óptica instalada, ya que se pueden servir muchos clientes con un solo par de hilos, el cual une el nodo de acceso con el *switch* de acera (ver Gráfico 2.16).

La conexión entre el *switch* de acera y los usuarios también es por un par de fibra; se optimiza la utilización de hilos entre el nodo de acceso y el *switch* de acera.

Para la conexión de N usuarios se necesitan $2N+2$ *transceivers*.

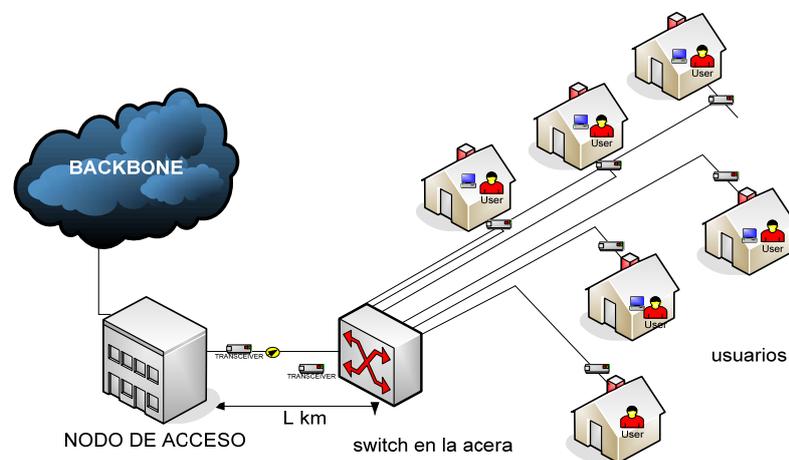


Gráfico 2.16: Redes Híbridas / Switch Cerca del Usuario (1 Fibra, $2N + 2$ *transceivers*) [Kramer, pág. 10].

Redes PON: Este tipo de redes se presenta como solución al gran número de *transceivers* utilizados en las topologías descritas anteriormente, además optimiza el número de fibras utilizadas.

Una red PON es una red óptica punto – multipunto (ver Gráfico 2.17). No utiliza elementos activos entre el nodo y el usuario final, emplea *splitters* (divisores) pasivos en este trayecto. Una red PON utiliza una topología tipo árbol en la que a cada OLT (terminador de línea óptica) se puede conectar típicamente 64 ONTs

(terminadores de red óptica) a través de un acoplador pasivo (*splitter*) [ITU, pág. 7].

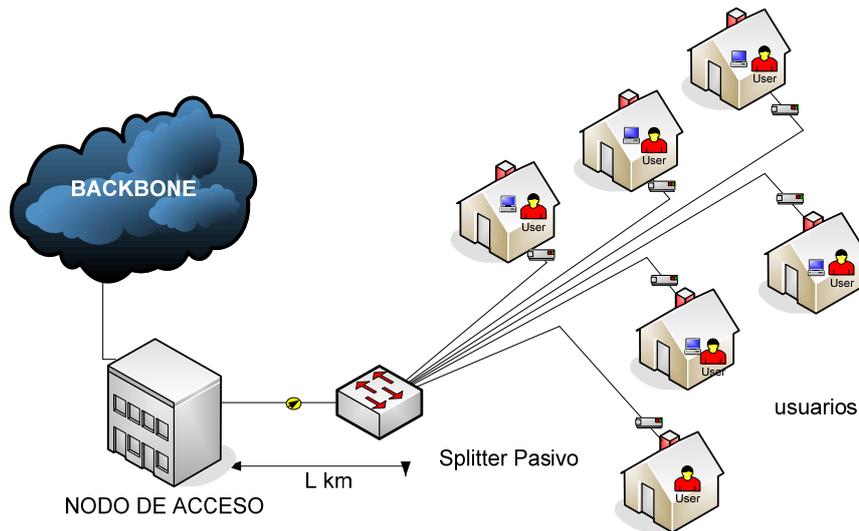


Gráfico 2.17: Redes Ópticas Pasivas (1 fibra , N transceivers) [Kramer, pág. 10].

Las redes PON se presentan como una gran alternativa para las empresas de telecomunicaciones en sus soluciones de última milla. Debido a que se trabaja sobre un medio compartido, se deben implementar mecanismos de control para el acceso al medio (MAC). Se emplea multiplexación TDM en el sentido desde el OLT hacia las ONTs; se transmiten tramas divididas en subtramas y que tienen como destinatario en un momento unas ONTs y en otro otras ONTs.

En el sentido desde las ONTs hacia la OLT, se utiliza un protocolo específico que incluye medidas de distancia ópticas (*ranging*). En este sentido, el OLT indica a cada ONT el momento en el cual puede transmitir la información, en función de los pedidos que hacen éstas para el acceso al medio; es necesario que el OLT conozca la distancia hacia el ONT.

En el Gráfico 2.18 se puede apreciar la topología de una red PON.

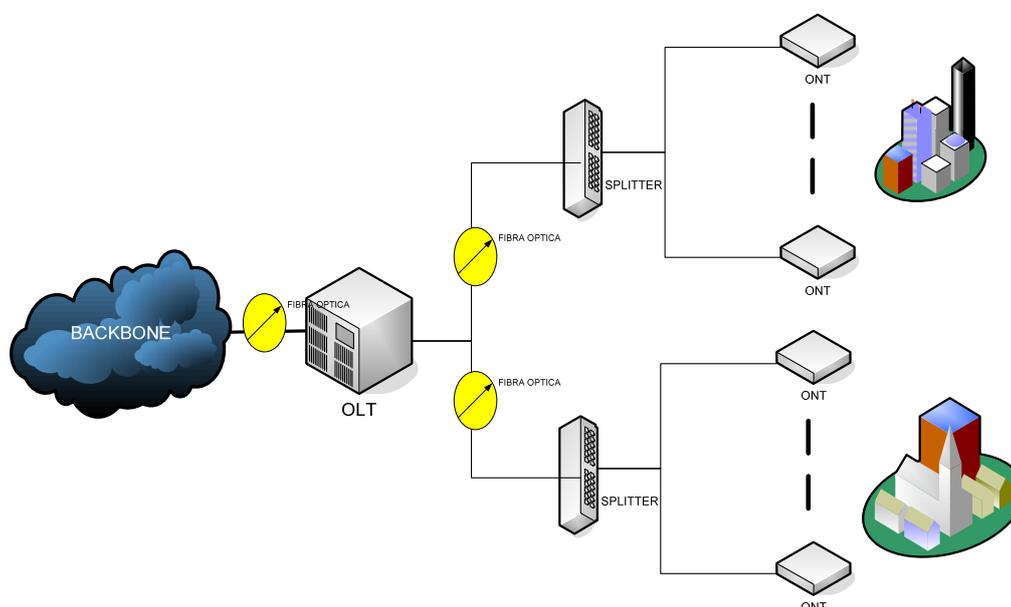


Gráfico 2.18: Topología de una red PON.

Existen en la actualidad algunos tipos de redes PON las cuales se describen en la Tabla 2.2 [ITU, págs. 7 y 12] [Kramer, págs. 27 y 30] [UIT, págs. 15, 22, 23 y 30].

CARACTERISTICAS	IEEE EPON	ITU-T BPON	ITU-T GPON
Estándar	IEEE 802.3 ah	ITU- T G. 983	ITU- T G. 984
Velocidad de línea canal descendente (Mbps)	1250	1244.16	2488.16
Velocidad de línea canal ascendente (Mbps)	1250	622.08	1244.16
Codificación de Línea	8b / 10b	NRZ (+Aleatorización)	NRZ (+ Aleatorización)
Direccionamiento por nodo (min) – (Split – ratio)	16	32	64
Direccionamiento por nodo (max)	256	64	128
Alcance tramo de fibra	10 Km	20 Km	20 Km
Protocolo Nivel 2	Ethernet	ATM	Ethernet, TDM

Tabla 2.2: Tipos de las tecnologías PON.

2.3. MEDIOS NO GUIADOS

Los medios no guiados son aquellos que utilizan como medio de transmisión el aire, por el cual se propagan las ondas electromagnéticas.

2.3.1. LMDS

LMDS (*Local Multipoint Distribution Services*) permite la entrega de servicios inalámbricos de banda ancha. Esta tecnología nació en el año de 1986, aunque su desarrollo comercial empezó en 1998 y se presentó como una alternativa a las redes tradicionales de cable para la distribución de señales de video analógicas. Trabaja en la frecuencia de 28 GHz (banda Ka) y presenta una topología punto - multipunto.

La mayor desventaja de esta tecnología, debido a que trabaja en el espectro comprendido entre 27,5 y 29,5 GHz, es su vulnerabilidad a los obstáculos por su tamaño de longitud de onda; necesita línea de vista libre para garantizar el enlace. En lugares donde la lluvia es un efecto climático presente, puede ocasionar problemas de degradación en los enlaces [19: página 207]. Su ventaja es el gran ancho de banda que puede brindar debido a la frecuencia en la que trabaja, se obtienen velocidades de 46 Mbps de bajada y 2 Mbps de subida.

LMDS trabaja con el concepto de celdas donde el radio de cobertura que se alcanza es de aproximadamente 4 Km. y es afectada por factores como los indicados anteriormente (obstáculos, lluvia, etc.). Sin embargo, en LMDS, la comunicación no puede transferirse desde una célula a otra, como ocurre en el

caso de la telefonía celular convencional, por lo que LMDS es considerada como una tecnología de comunicaciones fija.

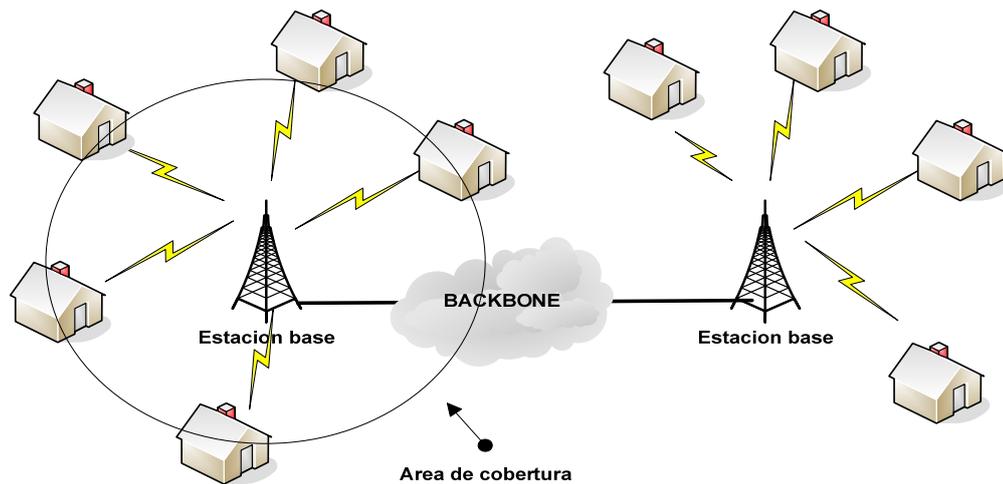


Gráfico 2.19: Arquitectura del Sistema LMDS.

2.3.2. MMDS

MMDS (*Multipoint Multichannel Distribution Services*) se conoce también como *Wireless DSL* debido a que esta tecnología permite brindar los servicios que se pueden proporcionar a través de enlaces ADSL pero de forma inalámbrica. MMDS surge en los años 80 y utiliza la banda de 2 a 4 GHz. En un inicio se emplea para la difusión de canales de televisión analógicos. En la actualidad MMDS permite ofrecer accesos de banda ancha punto - multipunto con velocidades de 1 a 10 Mbps de bajada y de 512 Kbps de subida [Fundación Telefónica, pág. 209].

La diferencia radical entre MMDS y LMDS es que presenta un mayor alcance pero en menor ancho de banda. Sin embargo, requiere de igual manera de línea de vista y sufre gran atenuación al enfrentarse a obstáculos.

MMDS presenta una variante que trabaja entre 2,6 y 3,5 GHz, utiliza un espectro que varía entre 10 y 25 MHz de acuerdo a la licencia que se adquiera. Esta tecnología se desarrolló específicamente como medios de acceso o bucle de abonado inalámbrico (WLL - Wireless Local Loop). Su funcionamiento, de igual manera, se basa en una topología punto – multipunto, se comparte el ancho de banda y se utiliza IP. Se brindan servicios convergentes: voz, datos y video [Fundación Telefónica, pág. 210].

2.3.3. Redes WLAN

WLAN (*Wireless Local Area Network*) es una red inalámbrica de área local, diseñada para complementar o sustituir a la tradicional red cableada existente. Se obtiene de esta forma una mayor movilidad y una disminución ostensible de las conexiones cableadas en una red. Las redes inalámbricas de área local presentan ventajas sobre las redes alámbricas, tales como movilidad, facilidad de instalación, escalabilidad, etc.

Existen distintas tecnologías inalámbricas:

- Banda Estrecha, en las cuales se transmite una banda de frecuencia específica para la transmisión de información.

- Banda Ancha, que utilizan un espectro más amplio de frecuencia para el proceso de transmisión de la información; existen dos tipos:
 - FHSS (*Frequency Hopping Spread Spectrum*): esta tecnología utiliza una portadora de banda estrecha que cambia de frecuencia de acuerdo a un patrón conocido por el transmisor y el receptor.
 - DSSS (*Direct Sequence Spread Spectrum*): en esta tecnología se genera un bit redundante por cada bit transmitido. Esto da al receptor una mayor posibilidad de recuperar el mensaje transmitido.

A las tecnologías WLAN se las puede ubicar entre las tecnologías PAN denominadas redes de área personal y las redes WiMAX, cuya cobertura o alcance es mayor, esto se esquematiza en el Gráfico 2.20.

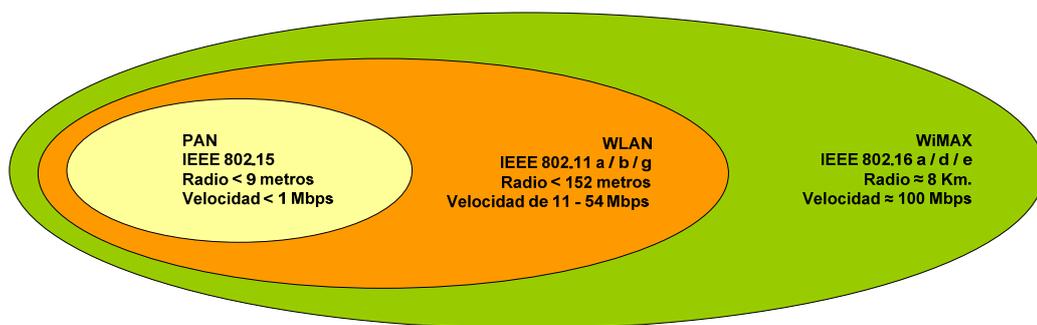


Gráfico 2.20: Ubicación de las redes 802.11.

IEEE 802.11: Este estándar define un grupo de patrones para redes inalámbricas de área local. Las redes inalámbricas como se mencionó anteriormente presentan la ventaja de reemplazar redes cableadas de una forma fácil y

económica con la utilización de un equipo de acceso (*hot spot* o *access point*), de ahí el gran desarrollo que han tenido en los últimos años.

Trabajar en bandas no licenciadas da como ventaja el no pagar por costos de licenciamiento, pero traen problemas de interferencia. Los estándares desarrollados para el IEEE 802.11 se resumen en la Tabla 2.3 [Ahson, págs. 37 y 79] [Andrews, pág. 18].

	802.11a	802.11b	802.11g		802.11n
Banda	5,7 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz		2,4 y 5 GHz
Modulación	OFDM	DSSS	DSSS	OFDM	MIMO-OFDM
Velocidad	Hasta 54 Mbps	Hasta 11 Mbps	Hasta 11 Mbps	Hasta 54 Mbps	Hasta 248 Mbps
Alcance	35 metros	35 metros	35 metros		70 metros
Pros	Rápida, menos propensa a interferencias	Bajo costo, buen alcance	Rápida, buen alcance, no obstruible Compatible con 802.11b		Muy rápido, alcance mejorado
Contras	Alto costo, bajo alcance	Lento, propensa a interferencias	Propensa a la interferencia		

Tabla 2.3: Estándares 802.11.

El estándar 802.11 define tres topologías de operación:

- *Topología Ad-Hoc*: Constituida por mínimo dos estaciones, sin la presencia de un punto de acceso, tal como se muestra en el Gráfico 2.21.
- *Topología BSS (Basic Service Set)*: Se conforma de un punto de acceso y las estaciones que estén dentro de su área de cobertura tal como se muestra en el Gráfico 2.22. Cada BSS se identifica a través de un BSSID (identificador de BSS).

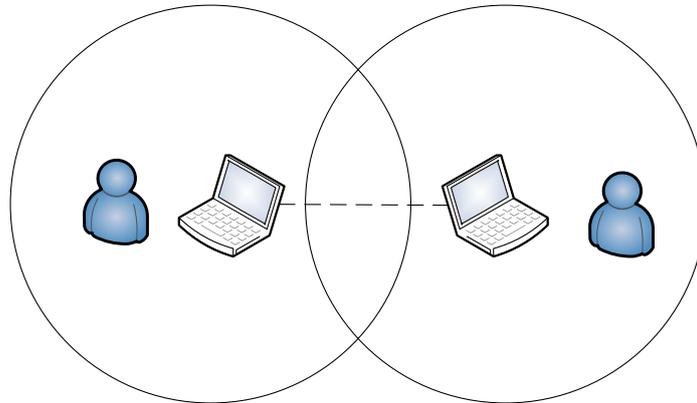


Gráfico 2.21: Red Ad-Hoc.

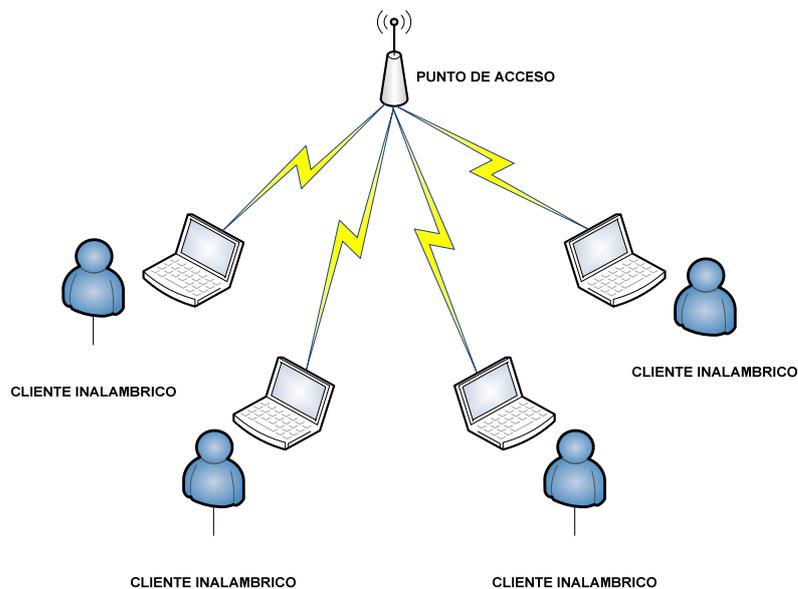


Gráfico 2.22: Topología BSS.

- *Topología ESS (Extended Service Set):* Cuando se vinculan varios puntos de acceso se forman las Redes ESS (*Extended Service Set*) como se muestra en el Gráfico 2.23. Se utiliza cuando los requerimientos sobrepasan los que se pueden atender con una única BSS o cuando se tiene que cubrir una mayor cobertura.

Para identificar una ESS se utiliza un ESSID (identificador de ESS) que a diferencia del BSSID que tiene 6 bytes, este tiene una longitud de 32 bytes. El ESSID se abrevia regularmente como SSID.

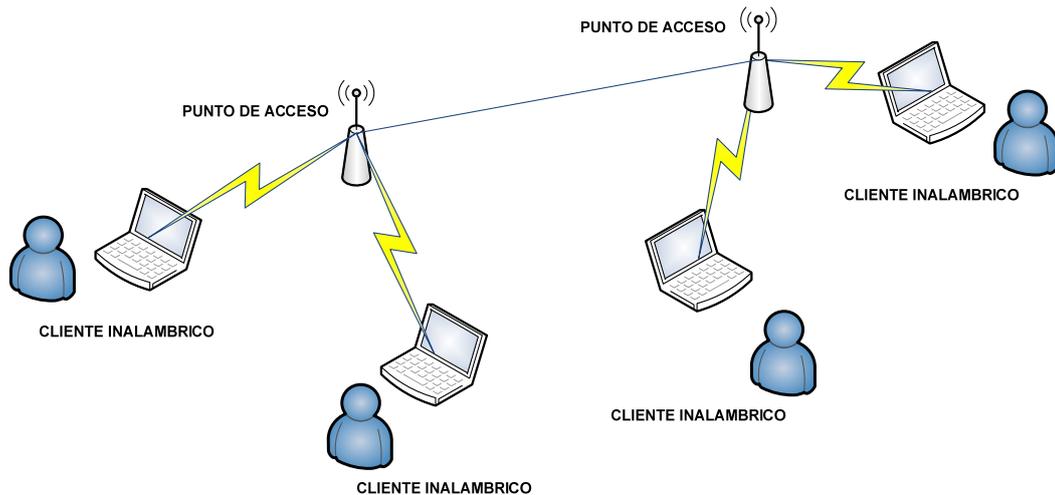


Gráfico 2.23: Topología ESS.

2.3.4. Redes Celulares

Las redes celulares, como su nombre lo indica, se basan en dividir un sector grande en sectores más pequeños denominados *celdas*, esto permite la reutilización de frecuencias y evitar la interferencia por utilización de las mismas frecuencias en canales adyacentes.

La estructura de una celda se constituye principalmente de una radio base. Las radio bases se encuentran conectadas en puntos denominados MSC (*Mobile Switching Center*). Los MSCs principalmente realizan la interfaz con la red

telefónica pública, se encargan de la gestión de la red celular y registran si un teléfono celular es local o visitante dentro de una determinada celda.

Las redes celulares hoy en día constituyen una tecnología predominante en el acceso de usuarios hacia los servicios de telecomunicaciones. La tecnología celular ha tenido un gran desarrollo en los últimos años y su evolución se la presenta en las siguientes páginas de este trabajo. En el Gráfico 2.24 se puede analizar el funcionamiento general de una red celular.

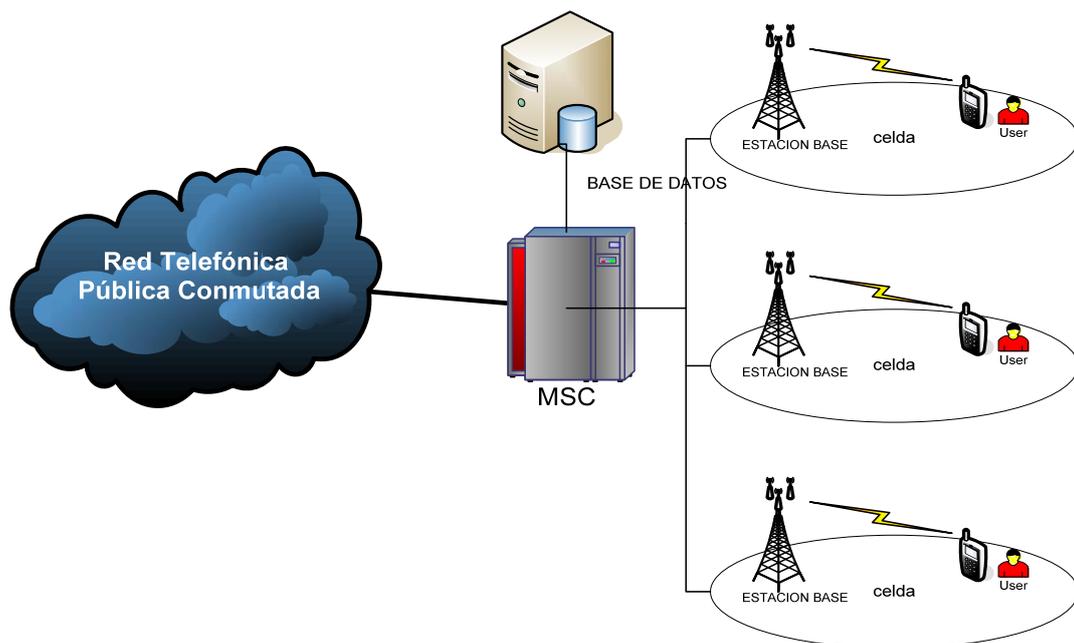


Gráfico 2.24: Esquema de una Red Celular.

Primera Generación: En un inicio, los primeros sistemas celulares se basaban en tecnología analógica y su objetivo era el transporte de voz a través de conmutación de circuitos. Los sistemas celulares analógicos utilizan como método de acceso la técnica FDMA.

Estos sistemas se caracterizan por presentar un ancho de banda angosto (30 KHz). Como ejemplo de sistemas desarrollados bajo este principio está el AMPS, el cual fue creado en los años 70 en los Estados Unidos [Asercom, pág. 140]. Este sistema presenta como desventaja una pobre adaptación a la transmisión de datos, pues para este propósito se utilizaban módems analógicos a lo que se suma el proceso de *hand-off* entre celdas.

El proceso de *hand-off* se da cuando una estación base pasa el control del teléfono celular a la estación base en una celda vecina, que recibe un mayor nivel de señal desde el teléfono celular. Cuando el nivel de RF que una radio base recibe de un celular cae por debajo del nivel de umbral, esta radio base envía un mensaje al MSC con la solicitud de *hand-off*, el MSC localiza un a BS vecina con mejor recepción y se encarga de asignar el nuevo rango de frecuencias en la que se encuentra el teléfono celular.

Estos sistemas tienen una capacidad limitada de velocidad para la transmisión de datos que puede llegar a los 4800 bps. Por todos estos antecedentes este tipo de sistemas han migrado a sistemas digitales.

Las características principales del sistema AMPS son [Asercom, pág. 142]:

- Método de acceso: FDMA / FDD
- Radio de celdas: 2 - 20 Km.
- Rango de frecuencias: MS - BS (824-849 MHz) y BS - MS (869-894 MHz).
- Espaciamiento entre canales: 30 KHz simplex.

- Pobre seguridad en la transmisión de información.

Se puede mencionar entre otros sistemas de primera generación a NMT 450/900 y TACS.

Segunda Generación: La segunda generación de redes celulares se basa en conmutación de circuitos y su tecnología es digital. Se desarrolló en virtud del incremento de usuarios y por ende de tráfico generado por ellos. Al ser limitado el espectro destinado para las aplicaciones celulares, se exige alternativas que permitan manejar la creciente demanda y se desarrollan sistemas que mejoren la eficiencia del uso espectral; éste fue el propósito principal de los estándares de segunda generación. Además, se suma los requerimientos cada vez mayores de transmisión de datos, por ejemplo el SMS.

Los sistemas de segunda generación digitalizan la voz mediante técnicas de codificación en la propia estación móvil, las cuales se presentan en la Tabla 2.4. De esta manera se permiten métodos de acceso como TDMA y CDMA, por lo que se pueden reutilizar las portadoras más frecuentemente y de esta manera mejorar la eficiencia en el uso del espectro asignado [Asercom, pág. 181].

Algoritmo de Codificación	Velocidad necesaria para la transmisión de Voz	Aplicación
PCM	64 Kbps	Telefonía, audio.
ADPCM	32 Kbps	Telefonía , DECT.
CELP	Tasa variable 0,8; 2; 4,8 Kbps	Telefonía celular digital, voz paquetizada.
ACELP	2,4; 4,8; 8 Kbps	Voz paquetizada, Frame Relay.

Tabla 2.4: Tipos de Codificación.

Las características principales que presentan estos sistemas son:

- Ancho de banda amplio debido a una mejor utilización del espectro.
- Mayor seguridad ya que se emplean métodos de encriptación y autenticación.
- Su velocidad a pesar de su mejor manejo de ancho de banda es limitada debido a retardos en el canal.

Entre los sistemas de segunda generación se pueden mencionar: IS-136 (TDMA), GSM (TDMA) e IS-95 (CDMA).

IS-136: En este sistema se especifican servicios tales como: mensajes cortos SMS, grupos de usuarios, sistemas de ahorro de energía para duración de la batería. Los métodos de acceso que maneja IS-136 son TDMA/TDD o FDMA/FDD.

Otras características importantes son [Asercom, pág. 191]:

- Ancho de Banda del sistema: 12.5 MHz.
- Ancho de Banda por canal: 30 KHz.
- Número de usuarios por canal de RF: 3 ó 6.
- Modulación: $\pi/4$ DQPSK (8:1).
- Método de codificación: VSELP.
- Velocidad de modulación: 48,6 Kbps.
- Velocidad efectiva por usuario: 16,2 Kbps (3 usuarios).
- Frecuencia de operación: 800 MHz ó 1.9 GHz.

GSM (Global System for Mobile Communications): Fue desarrollado en los años 80 y tiene la capacidad de transportar de forma digital voz y datos. El sistema GSM ha tenido un gran desarrollo y aceptación principalmente debido a la estandarización a través del ETSI de este sistema y su uso general en los países europeos (unificación de la Comunidad Europea). Esta unión determinó economías de escala y reducción de costos importantes principalmente a nivel de equipo terminal. GSM se diseñó con el principio de que debía cubrir grandes áreas (urbanas o suburbanas) y debía operar a grandes velocidades para peatones y dentro de edificios.

GSM se basa en la utilización de un SIM (*Subscriber Identify Module*), la cual es una tarjeta inteligente que se inserta en el celular y almacena información tal como: números telefónicos, número de identificación personal, parámetros de seguridad y autenticación, mensajes cortos recibidos, entre otros.

Otras características importantes de GSM son [Asercom, pág. 201]:

- Ancho de banda del sistema: 50 MHz.
- Ancho de banda por canal: 200 KHz.
- Método de acceso: TDMA.
- Número de usuarios por canal de RF: 8.
- Velocidad de modulación: 270,833 Kbps.
- Velocidad efectiva de usuario: 33,854 Kbps.
- Codificación de voz: 13 Kbps.
- Frecuencia de operación: 900, 1800 y 1900 MHz.

- Utilización de control de potencia en el enlace ascendente y descendente, lo que determina reducir las interferencia en el enlace y la eficiencia espectral mejora.
- Saltos de Frecuencia SFH (*Slow Frequency Hopping*), que es una forma de CDMA que se utiliza en GSM para aumentar la capacidad del sistema y consiste en que la comunicación no se realiza en la misma frecuencia, sino que ésta varía de unas ráfagas a otras. El valor definido para FH es de 217 *hops/seg.*

IS-95: Es un estándar norteamericano que fue adoptado en diciembre de 1993, propuesto por QUALCOM y utiliza tecnología CDMA (*Code Division Multiple Access*). Este tipo de tecnología se utiliza para sistemas celulares de segunda generación, telefonía inalámbrica WLL y sistemas de comunicación personal PCS.

Entre las ventajas de CDMA se puede mencionar que se optimiza el uso de la potencia para mejorar el rendimiento y vida de la batería del terminal y por ende el tamaño del mismo. Permite el manejo de voz, datos y mensajes cortos.

Entre las principales características del sistema IS-95 se indican [Asercom, pág. 213]:

- Método de acceso: CDMA (DS-SS).
- Duplexing: FDD.
- Ancho de banda del sistema: 12,5 MHz.
- Ancho de banda por canal: 1,25 MHz.

- Total de canales de RF: 10.
- Modulación: QPSK / OQPSK.
- Codificación de voz: 8 Kbps o 13 Kbps.
- Frecuencias de operación: 800 y 1900 MHz.

Generación 2.5: Debido a la restricción que brinda la conmutación de circuitos para la transmisión de información digital IP se desarrolló una red celular digital que se basa en conmutación de paquetes y ofrece ciertas ventajas con respecto a la tecnología de segunda generación. Por este motivo aparecen tecnologías tales como:

GPRS (General Packet Radio Service): Utiliza la misma interfaz aérea que el GSM convencional, pero incluye una capa de acceso al medio MAC y una nueva capa de control RLC (Radio Link Control). Se puede transmitir información a diferentes velocidades dependiendo de la codificación y canales que se utilicen. En GPRS se pueden alcanzar velocidades de 171 Kbps.

EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution): Es otro sistema digital de conmutación por paquetes de generación 2,5 en el cual se pueden alcanzar velocidades de hasta 384 Kbps [3GPP, febrero, 2009].

Tercera Generación: Las redes celulares digitales se basan en conmutación de paquetes y su desarrollo ha sido el resultado de las exigencias de requerimientos de aumento de ancho de banda hacia los usuarios para la transmisión de datos. Los sistemas de tercera generación permiten alcanzar velocidades cercanas a los

2 Mbps, soportan servicios multimedia y manejan calidad de servicio (QoS) comparable con las redes fijas. Como estándares de estos sistemas de tercera generación se tiene a UMTS y CDMA 2000.

Las redes de tercera generación igual que las redes fijas de banda ancha tienden a cubrir los requerimientos más exigentes de los usuarios (acceso a Internet de banda ancha, comercio electrónico, servicios de información, localización, entre otros), por lo que su integración con Internet y sus aplicaciones es evidente. Esta integración determina que el protocolo a manejar es IP y su infraestructura debe soportar este protocolo; se garantiza calidad de servicio para cumplir con las demandas del usuario.

UMTS (Universal Mobile Telecommunications System): Es una parte de la familia de 3G de la ITU. UMTS utiliza CDMA con el objeto de mejorar su eficiencia espectral, aprovecha las pausas en la comunicación de voz y datos y reparte la potencia de mejor forma; es decir, limita la potencia a los usuarios en los espacios de tiempo que no se requieren y asigna ésta a otros usuarios que si lo requieren. Esta característica demanda controles de potencia muy exactos y por ende una gran cantidad de información para el control de la misma, lo que puede implicar en la reducción de ancho de banda disponible para la transmisión de la información [UTMS Forum, marzo, 2009]. La necesidad de mejorar sustancialmente la utilización del espectro ha determinado que la tercera generación emplee como interfaz aérea CDMA y no TDMA.

UMTS tiene dos modos de operación: el primero (W-CDMA / FDD) se emplea en ambientes exteriores con celdas de gran tamaño principalmente para la transmisión de tráfico simétrico y trabaja en las bandas de 1920 a 1980 MHz o 2110 a 2170 MHz. El segundo (TD-CDMA / TDD) trabaja en la banda de 1900 a 1920 o de 2010 a 2025 MHz y se aplica en edificios y zonas densas que requieren la entrega de tráfico asimétrico [Dahlman, pág. 7, 14 y 15].

CDMA 2000: Es producto de la evolución de CDMA 2000 1X y permite brindar servicios similares a UMTS. La diferencia está en el proceso de sincronización, ya que CDMA 2000 requiere de una red sincronizada, mientras que en UMTS no lo necesita.

En el Gráfico 2.25 se esquematiza en resumen la evolución que han tenido estas redes; se muestran los anchos de banda que se alcanzan con cada una de ellas.

Sin embargo de la descripción de las redes celulares hecha anteriormente, es necesario mencionar que, en los últimos años se han desarrollado tecnologías de 3G, entre ellas están HSPA y LTE, consideradas como las redes que se utilizarán en los próximos años y cuya descripción es la siguiente:

HSPA (High-Speed Packet Access): Esta tecnología es una evolución de WCDMA con mejores características para manejar la transmisión de paquetes de datos. Provee anchos de banda que alcanzan los 14 Mbps en bajada y 5,7 Mbps en subida (en canales de 5 MHz), maneja ya servicios de *broadcast* de multimedia (televisión móvil), es decir, servicios de banda ancha móviles que entran a

competir con las tecnologías DSL en la provisión de servicios a los usuarios finales [Dahlman, pág. 129] [WiMAX Forum, pág. 27].

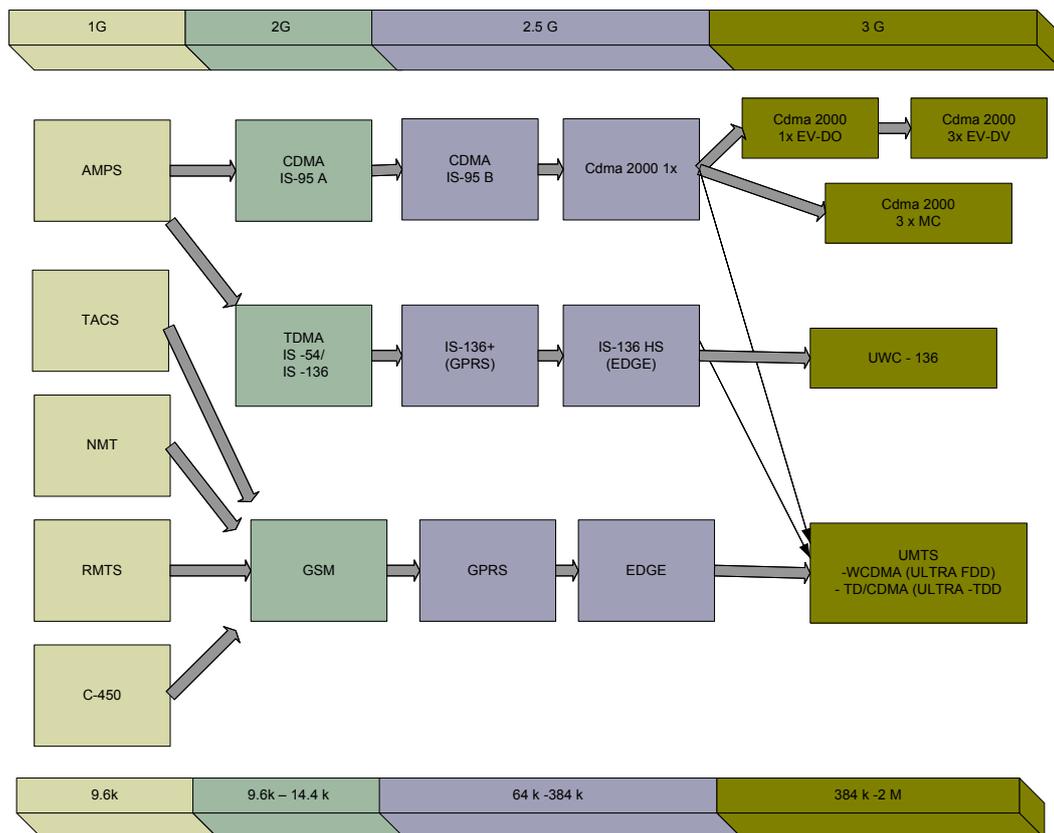


Gráfico 2.25: Evolución de las Redes Celulares [Medina, pág. 137].

Se basa en el arreglo o en la utilización de técnicas con el manejo de múltiples antenas, tanto a nivel de transmisor como de receptor, permite tener mayores anchos de banda en el radio sin una degradación en términos de cobertura, esto gracias a la utilización de multiplexación espacial (transmisión de múltiples *streams* de datos al mismo tiempo en forma paralela) a la que se le conoce como MIMO (*Multiple Input - Multiple Output*).

LTE (Long Term Evolution): Permite manejar grandes anchos de banda que alcanzan los 173 Mbps de bajada y 58 Mbps de subida (en canales de 20 MHz). Presenta un bajo retardo en la transmisión, las principales ventajas ofrecidas por TDD y FDD son aprovechadas y puede trabajar en cualquiera de los dos modos [Dahlman, pág. 24] [Sauter, pág. 53].

LTE se basa en OFDMA para la bajada y SC-FDMA en la subida. LTE está diseñado para trabajar en porciones del espectro de 1,25, 1,6, 2,5, 5, 10, 15 y 20 MHz de ancho de banda [Dahlman, pág. 25]. LTE no es compatible con WCDMA pero surge o es influenciada por esta tecnología y HSPA. Utiliza arreglos de múltiples antenas con el propósito de administrar mayores anchos de banda y maneja multiplexación espacial MIMO. Presenta mejoras en la latencia y eficiencia espectral comparada con HSPA.

2.3.5. WiMAX

Las necesidades crecientes de mayor ancho de banda de los usuarios y de ofrecer grandes coberturas por el proveedor han determinado el apareamiento de nuevas tecnologías y entre ellas el WiMAX, una alternativa a las tecnologías alámbricas u ópticas, que entrega accesos de banda ancha inalámbricos.

WiMAX se ha definido en el estándar IEEE 802.16 y se predice tendrá un gran crecimiento como parte de las tecnologías inalámbricas móviles. Al parecer esta tecnología competirá directamente con las tecnologías celulares 3G.

La primera versión de redes inalámbricas de banda ancha fue desarrollada en las el año 2001 para las bandas de 10 a 66 GHz, aunque su madurez la consiguió en el año 2004 con el estándar IEEE 802.16 – 2004. En la actualidad, WiMAX trabaja en las bandas del espectro de 2,3, 2,5, 3,3 y 3,5 GHz. Soporta canales con un ancho de banda de 5,7, 8,5 y 10 MHz [Andrews, págs. 4 y 18].

El desarrollo de WiMAX está en la búsqueda de alcanzar economías de escala que le permitan competir con otras tecnologías, pues opera con una licencia por utilización del espectro, la cual es cara, principal desventaja con las otras tecnologías cuya banda es libre. WiMAX ofrece varias ventajas, entre las cuales se mencionan:

- Son redes flexibles y eficientes.
- Provee alta calidad y confiabilidad en los tramos *end to end* en redes IP.
- Los esfuerzos en el desarrollo de WiMAX están orientados hacia la movilidad (estándar 802.16e) [Ahson, pág. 4].
- Anchos de banda que soportan aplicaciones de voz, datos y video.
- WiMAX es capaz de alcanzar altas velocidades de transmisión en distancias considerables.

Arquitectura: El modelo de arquitectura utilizado en IEEE 802.16 se basa en una arquitectura de celdas (ver Gráfico 2.26) similar a la utilizada en redes de telefonía celular, es un sistema que consiste de dos partes:

- BS (estación base WiMAX).

- SS (estación de suscriptor conocido como CPE).

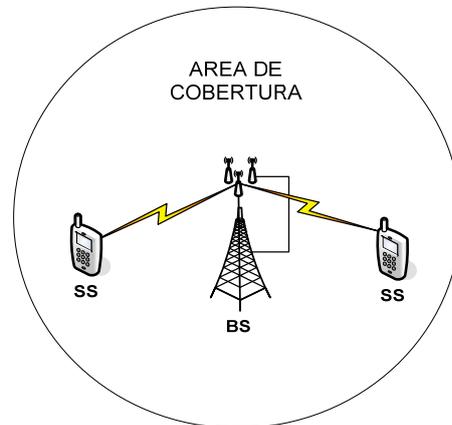


Gráfico 2.26: Arquitectura de un sistema WiMAX [Ahson, pág. 5].

Una estación base puede ser dividida en varios sectores con la utilización de varias antenas. Las antenas de suscriptor SS son directivas para los sistemas fijos (802.16 y 802.16-2004), esta es una de las diferencias que se tienen con los sistemas celulares y WLAN 802.11, donde la antena del suscriptor es de baja ganancia de tipo omnidireccional, esta es una de las razones que permiten que WiMAX alcance mayores anchos de banda y una mayor cobertura.

Topología: En el estándar 802.16 se definen dos tipos de topología de red:

- PTP (punto a punto), la cual se puede observar en el Gráfico 2.26.
- PMP (punto – multipunto), la cual se puede observar en el Gráfico 2.27.

Estándares: Se define al WiMAX como un sistema inalámbrico fijo de banda ancha, que originalmente operó en el espectro licenciado de 10 a 66 GHz, lo que determina un alto costo por el uso de frecuencias, pero se asegura de esta

manera evitar interferencias y alcanzar grandes velocidades de transmisión. Al trabajar a estas frecuencias, la longitud de onda de estas señales es muy pequeña, lo que determina que la señal no pueda traspasar obstáculos, por lo que se necesita garantizar línea de vista limpia para la transmisión de la señal.

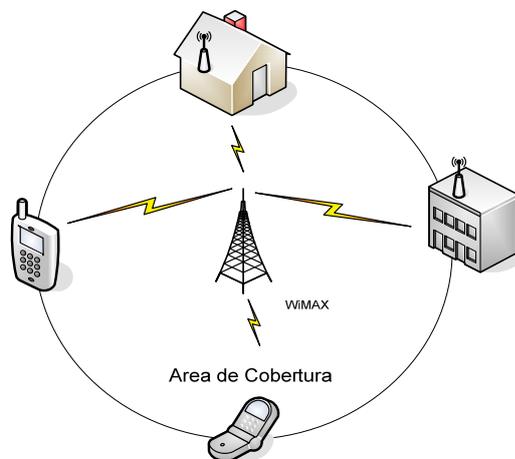


Gráfico 2.27: Topología de Red WiMAX PMP [Ahson, pág. 17].

En el estándar 802.16, su interfaz radioeléctrica se basa en OFDM y se soporta en tres formas de modulación: QPSK, 16 QAM y 64 QAM. Además, admite dos tipos de duplexación: FDD (*frequency division duplexing*) que se basa en la utilización de dos canales (subida y bajada) y TDD (*time division duplexing*) que utiliza un solo canal tanto para subida y bajada, pero en diferentes intervalos de tiempo [Ahson, pág. 19]. FDD, se utiliza principalmente para tráfico simétrico y para la transmisión de voz por su menor retardo, mientras que TDD puede ser utilizado para tráfico simétrico o asimétrico y es empleado principalmente en la transmisión de datos.

En el año 2004 se aprueba el estándar 802.16-2004 que reemplaza al estándar 802.16 y 802.16a y el cual de igual manera utiliza OFDM [Ahson, pág. 81]. En el 2005 la IEEE desarrolló el estándar 802.16e-2005 la cual incorpora la movilidad, es decir, *hand-off* entre estaciones bases; el estándar WiMAX 802.16e no es compatible con el estándar 802.16-2004 [WiMAX Forum, pág. 9]. Se debe indicar además que el estándar 802.16e utiliza en su capa física OFDMA. La diferencia entre OFDM y OFDMA está en que la primera permite un solo usuario por canal, mientras que la segunda permite múltiples usuarios por canal, para lo cual se utiliza subcanalización que consiste en un grupo de subportadoras que son asignadas dinámicamente a los suscriptores [Ahson, pág. 25].

En la Tabla 2.5 se indican las principales características de los estándares 802.16 - 2004 y 802.16e - 2005 por ser aquellos que se utilizan actualmente.

Estándar	Velocidad máxima de bajada	Velocidad máxima de subida	Ancho de Banda	Modulación	Multiplexación	Duplexing
802.16 - 2004	9,4 Mbps en 3,5 MHz con 3:1 DL/UL	3,3 Mbps en 3,5 MHz con 3,1 DL/UL	3,5 MHz y 7 MHz en 3,5 GHz 10 MHz en 5,8 GHz	QPSK 16 QAM 64 QAM	TDM	TDD FDD
802.16e - 2005	46 Mbps con 3:1 DL/UL	7 Mbps en 10 MHz con 3:1 DL/UL	3,5 MHz, 5 MHz, 7 MHz, 8,5 MHz y 10 MHz	QPSK 16 QAM 64 QAM	OFDMA	TDD

Tabla 2.5: Características de 802.16-2004 y 802.16e [Andrews, pág. 18].

Interacción entre redes WiMAX y Wi-Fi: La unión de redes WiMAX con Wi-Fi permite alcanzar mejores niveles de cobertura y un aprovechamiento de recursos

más eficiente al hablar de la interoperabilidad de una red MAN con una red LAN, es decir son tecnologías complementarias por su área de cobertura. Esto se lo muestra en el Gráfico 2.28.

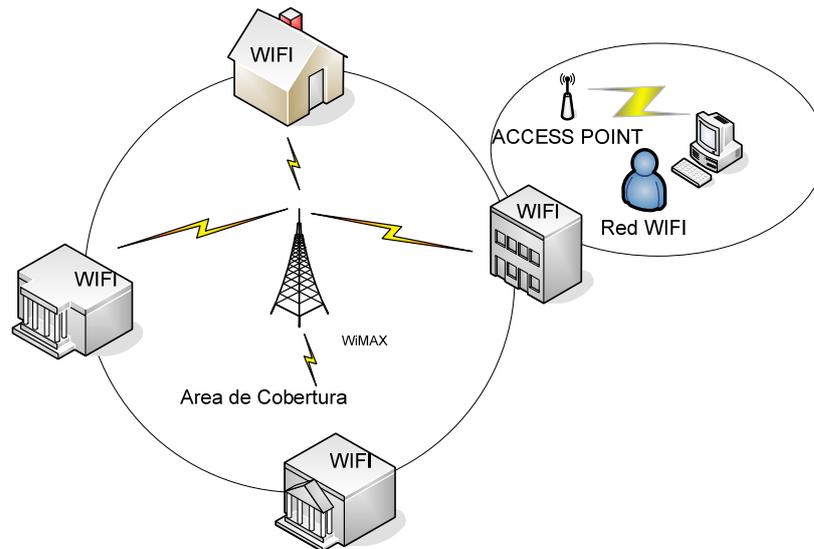


Gráfico 2.28: Combinación de redes WMAX con Wi-Fi.

2.3.6. Acceso por Satélite

Este tipo de redes de acceso se utilizan en zonas geográficas muy distantes o de difícil ingreso; se consideran una solución de última milla. El satélite actúa como elemento de repetición entre dos puntos que desean comunicarse. El canal ascendente, es decir, el canal que va desde la estación terrena hacia el satélite, utiliza una frecuencia, mientras que el canal descendente, desde el satélite hasta la estación terrena, tiene otra frecuencia.

El satélite es el encargado de amplificar la señal y convertir la frecuencia ascendente a la frecuencia descendente. Existen varios tipos de satélites y se describen a continuación:

Los satélites geoestacionarios (GEO) se encuentran fijos respecto a la estación base que se encuentra en tierra y están a una altura de 35.800 Km y presentan un retardo de transmisión de 270 ms [Tanenbaum, pág. 110]. Este factor puede, en ciertos casos, causar inconvenientes en la transmisión de aplicaciones tales como la voz ya que se producen ecos o retardos. La ITU es quién asigna la posición orbital de un satélite con el fin de evitar interferencias.

Los satélites de órbita terrestre media (MEO) se ubican a una menor altitud que los satélites GEO y su principal uso es para servicios GPS (Sistema de Posicionamiento Global).

Los satélites de órbita terrestre baja (LEO) presentan una gran velocidad de rotación con respecto a la tierra y por su posición requieren de amplificadores de menor potencia; su propósito es el permitir comunicaciones de telefonía y datos en cualquier parte del mundo a través de dispositivos de pequeño tamaño que se comunican directamente con los satélites, ejemplo de este sistema es el proyecto Iridium [Tanenbaum, pág. 114].

Las bandas de frecuencia utilizadas para enlaces satelitales se muestran en la Tabla 2.6.

Banda	Subida (GHz)	Bajada (GHz)	Aplicaciones
L	1,600	1,400	Comunicaciones Móviles
C	5,925 a 6,425	3,700 a 4,200	Punto a Punto
	5,850	3,400 a 4,200 4,500 a 4,800	
X	7,925 a 8,425	7,250 a 7,750	No Comercial
Ku	14,000 a 14,500	10,950 a 11,200 11,450 a 11,700	Punto - Multipunto
	12,750 a 13,250	10,700 a 11,700	
	14,000 a 14,500	11,700 a 12,200	
	17,300 a 17,800	12,250 a 12,750	
Ka	27,500 a 31,000	17,700 a 21,200	Experimental

Tabla 2.6: Bandas de frecuencia [Pérez, pág. 98].

En comunicaciones satelitales existen dos tipos de enlaces para acceso:

Enlaces SCPC (Single Channel per Carrier): Esta tecnología determina enlaces satelitales punto a punto; utiliza una frecuencia de transmisión y recepción establecida. A través de este tipo de enlaces se pueden brindar servicios que van desde los 64 Kbps. Los enlaces SCPC (ver Gráfico 2.29) brindan una gran confiabilidad y permiten la transmisión de voz, datos y video.

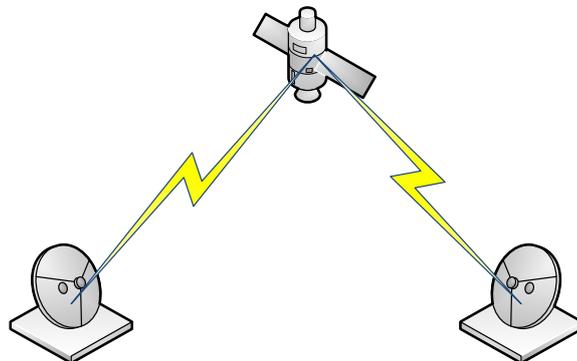


Gráfico 2.29: Enlace SCPC (Punto a Punto).

Un sistema SCPC está compuesto en cada punto por una unidad externa (ODU) compuesta de los siguientes elementos:

- Antena parabólica
- Un amplificador de potencia
- Un amplificador de bajo ruido
- Un convertidor de subida y bajada (*up – down converter*)

Y una unidad interna (IDU) compuesta por el módem satelital.

Enlaces VSAT (*Very Small Aperture Terminals*): Esta tecnología permite brindar soluciones punto - multipunto. Las redes VSAT se caracterizan por tener un concentrador (*Hub*) central, cuya función es controlar e interconectar a las estaciones terminales.

En la estación central donde se ubica el *Hub*, también se requiere de una antena de gran tamaño y un amplificador de gran potencia que permite retransmitir la señal hacia las estaciones terminales. Las estaciones terminales utilizan antenas de menor tamaño en comparación con SCPC, típicamente son antenas con un diámetro de un metro o menos; solas no tendrían la suficiente potencia para comunicarse entre ellas, de ahí la necesidad de una estación central [Tanenbaum, pág. 112]. La comunicación entre las estaciones terminales y la estación central se la presenta en el Gráfico 2.30.

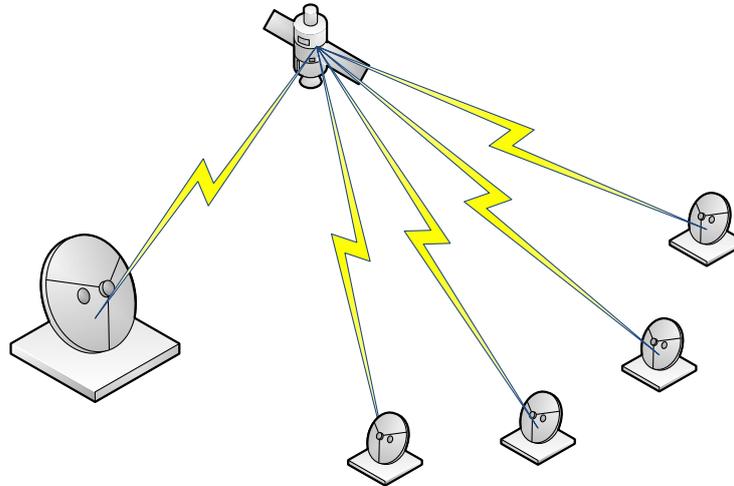


Gráfico 2.30: Enlace VSAT (punto - multipunto) [Tanenbaum, pág. 113].

Estas redes tienen como ventaja la reducción de costos ya que se aprovecha de mejor forma el espectro a través de la utilización de un concentrador (*hub*) y una inversión menor a nivel de estación remota. Como desventaja está su retardo, ya que es doble respecto a comunicaciones SCPC, debido a su comunicación con el *hub* alcanza los 540 ms, factor que puede ser muy crítico a la hora de transmitir aplicaciones tales como voz o vídeo.

El tráfico en un sistema VSAT se maneja de la siguiente manera: el de entrada utiliza TDMA, tráfico que va desde las estaciones remotas hacia el *hub* y compite por el canal a través de métodos de acceso ALOHA y el de salida utiliza TDM, tráfico que va desde el *hub* hacia las estaciones remotas mediante *broadcast*.

Una de las principales bondades que tiene la tecnología satelital es la posibilidad de operar en sitios remotos o de accesibilidad difícil. El ingreso de otras tecnologías sería demasiado costoso o lento. A pesar de que no se puede alcanzar grandes anchos de banda, tal como se lo hace con la fibra óptica por

ejemplo, es una solución viable y muy confiable para la entrega de servicios de telecomunicaciones.

CAPITULO III

3. INDICADORES NACIONALES DE SERVICIOS DE TELEFONIA E INTERNET

3.1. EVOLUCIÓN DE LOS SERVICIOS DE TELEFONÍA E INTERNET EN EL ECUADOR

3.1.1. Servicio de Telefonía Fija

En el Ecuador, los servicios de telefonía fija nacieron bajo el auspicio gubernamental y con una participación muy pequeña de capitales privados, lo cual se ha mantenido hasta la fecha. A continuación se hace un resumen de los hitos más importantes en el desarrollo de los servicios de telefonía fija en el Ecuador:

- En el gobierno de Leonidas Plaza Gutiérrez (inicios de los años 1900), se instalaron las primeras plantas telefónicas en las ciudades de Quito (1900) y Guayaquil (1904). Se tenía alrededor de 800 abonados entre las dos plantas telefónicas.
- Para fines de los años 40, inicios de los 50, se crean las compañías Empresa de Teléfonos de Quito ETQ (1949) y Empresa de Teléfonos de Guayaquil ETG (1953), así como en 1949 el Municipio de Cuenca instala una planta automática de telefonía [Andinatel, pág. 46]. Para 1955 se contaban a nivel nacional con alrededor de 6000 abonados.

- En el gobierno de Camilo Ponce Enríquez (1956 a 1960), la empresa estatal fundada en 1943 como Radio Internacional del Ecuador, pasó a llamarse Empresa de Radio, Telégrafos y Teléfonos del Ecuador (ERTTEL), que en 1967 se transformó en Empresa Nacional de Telecomunicaciones (ENTEL).
- En 1971, en el gobierno de José María Velasco Ibarra, se crean dos compañías regionales dependientes del Ministerio de Obras Públicas que agruparon a ENTEL, ETQ, ETG y Cables y Radio del Estado. En 1972, la dictadura militar integró el sector de telecomunicaciones en un solo organismo, el Instituto Ecuatoriano de Telecomunicaciones IETEL.
- Para el año 1992, en el gobierno de Rodrigo Borja, la Ley Especial de Telecomunicaciones creó la Empresa Estatal de Telecomunicaciones EMETEL, que reemplazó al IETEL.
- La Ley de Modernización del Estado dada en 1993 y la Ley Reformatoria a la Ley Especial de Telecomunicaciones dada en 1995, permitieron que, en 1997, EMETEL se escinda en Andinatel S.A. y Pacifictel S.A.
- En el mes de marzo del 2000, se expidió la Ley para la Transformación Económica (Ley Trole), que abre el sector de telecomunicaciones a un régimen de libre competencia. De esta manera se procede a que todos los servicios de telecomunicaciones se brinden en libre competencia, sin monopolios ni prácticas restrictivas.
- Las empresas, aparte de Andinatel S.A., Pacifictel S.A. y Etapa, que

adquirieron licencias para explotar los servicios de telefonía fija son: Setel S.A. (Grupo TV Cable), Ecuador Telecom (Telmex), Etapa Telecom, Impsatel del Ecuador (*Global Crossing*), Linkotel, entre las principales.

- Para fines del 2008, bajo decisión del Fondo de Solidaridad (dueño de Andinatel y Pacifictel), se unifican las empresas en la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT S.A. Para fines de este año, el Ecuador posee alrededor de 1,9 millones de líneas telefónicas fijas [Consejo Nacional de Telecomunicaciones, marzo, 2009].

3.1.2. Servicio de Telefonía Móvil Celular

El servicio de telefonía móvil celular en el Ecuador nació, se ha desarrollado y ha sido mantenido en manos de la empresa privada (diferente al servicio de telefonía fija). Dentro de los principales antecedentes para la prestación de este servicio, se puede anotar:

- En el año de 1992, se crea la Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPTTEL) con las funciones de regulación, administración y control del sector. Para 1995, la Ley Reformatoria a la Ley Especial de Telecomunicaciones, creó el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL) y asignó funciones de control y supervisión a la Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPTTEL).
- En el año de 1993, se promulga la Ley de Modernización del Estado, la cual creó el marco legal para reformar la administración de las telecomunicaciones

en el Ecuador. Se permitió transferir servicios finales de telecomunicaciones al sector privado.

- En diciembre de 1993, la empresa Conecel S.A. obtuvo la concesión para explotar el primer servicio de telefonía celular, el cual empezó a operar en 1994 en la denominada banda A. Para el año 2000, la empresa mexicana América Móvil (filial de Telmex) adquirió a Conecel S.A. y mantuvo la marca Porta.
- En junio de 1994, Otecel S.A. inició el servicio de telefonía celular en la banda B concesionada. En 1997, la empresa norteamericana *Bellsouth* compró Otecel S.A. e impone su marca. Finalmente, para octubre del 2004, la empresa española Telefónica Móviles S.A. adquiere Otecel S.A. e introduce su marca Movistar.
- En el año 2002, el Estado Ecuatoriano da en subasta la banda PCS, que es adquirida por Andinatel S.A. y da en uso la licencia a la empresa Telecsa S.A. (formada por las empresas Andinatel S.A. y Pacifictel S.A.). Se lanza en diciembre del 2003 la marca Alegro PCS.
- Para el año 2008, las empresas Conecel S.A. y Otecel S.A. renovaron su licencia de telefonía celular por 15 años más (hasta el año 2023). Para fines de este año, el Ecuador cuenta con alrededor de 11 millones de líneas telefónicas celulares [Superintendencia de Telecomunicaciones, marzo, 2009].

3.1.3. Servicio de Internet

Los servicios de valor agregado, entre los cuales el Internet es el de mayor difusión, en el Ecuador han sido provistos en un ambiente de libre competencia.

Los principales antecedentes del desarrollo de este servicio son:

- En 1990, una organización sin fines de lucro llamada EcuaneX, entregó el primer servicio de Internet en el país con fines académicos.
- Para 1992, el Banco del Pacífico y otras entidades, forman la Corporación Ecuatoriana de Información; nace EcuaneT como segundo nodo de Internet en el país.
- Desde 1993, varias empresas privadas entraron en el mercado de servicios de valor agregado. En el año 2000, ingresa AndinaneT al mercado de Internet, unidad de negocios de AndinaneT S.A. Su presencia marca un hito, pues se hizo una reducción importante en los precios del servicio y permitió un desarrollo mayor en la incidencia del Internet en el Ecuador.
- Entre los años 2002 y 2003, el mercado empieza a ofrecer servicios de Internet de acceso dedicado a nivel residencial (solamente se tenía acceso a través de línea telefónica o dial up). TV Cable y AndinaneT S.A. son quienes inciden fuertemente en el desarrollo de la banda ancha en el Ecuador.
- Desde el año 2004 en adelante, también aparecen servicios de Internet a través de las redes celulares, y de manera incipiente, en el año 2008, a través de las redes de distribución eléctrica de baja tensión se ha empezado a

comercializar servicios de Internet.

- Para inicios del 2009, se cuenta con alrededor de 180 empresas registradas como proveedoras de servicios de Internet al mercado final y alrededor de 300 cibercafés en el Ecuador. Se cuenta para esta fecha con aproximadamente 170 mil cuentas de Internet dial up y 150 mil cuentas de servicios de Internet de acceso dedicado [Superintendencia de Telecomunicaciones, marzo, 2009].

3.2. INDICADORES DE DESARROLLO DE LA TELEFONÍA E INTERNET EN EL ECUADOR

3.2.1. Servicio de Telefonía Fija

En el Ecuador, desde el año 1900, se hizo la entrega del servicio de telefonía fija. Hasta inicios de los años 1970, el desarrollo del servicio fue muy lento, pues implicaba inversión del Estado, así como la adquisición de tecnología y su instalación, acorde a la época. En el Anexo 1 se hace un análisis del crecimiento del servicio telefónico desde el año 1972, en el cual se dio la creación del IETEL, EMETEL, Andinatel S.A, Pacifictel S.A., la apertura del mercado a libre competencia y la creación de la CNT S.A. hasta finales del año 2008.

Para el cálculo del número de usuarios por línea telefónica fija, se considera que cada línea es utilizada por 4 personas, de acuerdo a lo que menciona la Superintendencia de Telecomunicaciones.

En el Gráfico 3.1 se puede apreciar la relación entre el crecimiento poblacional y el número de líneas telefónicas desde el año 1972 hasta el 2008.

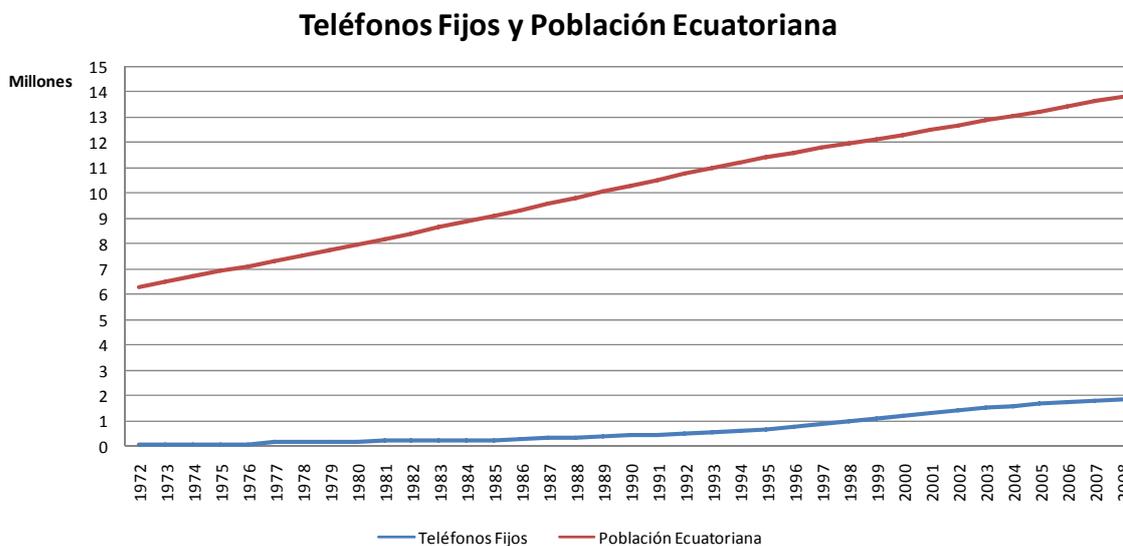


Gráfico 3.1: Teléfonos Fijos y Población Ecuatoriana desde el año 1972 al 2008.

Para el cálculo de la densidad telefónica y el índice de penetración poblacional se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$\text{Densidad Telefónica (\%)} = \frac{\text{Número de Líneas Telefónicas}}{\text{Población}} \times 100$$

$$\text{Índice de Penetración Poblacional de Telefonía Fija (\%)} = \frac{\text{Número de Usuarios}}{\text{Población}} \times 100$$

De la información proporcionada en los Gráficos 3.1, 3.2 y 3.3, se puede puntualizar como datos relevantes:

- La densidad telefónica (que se define como el número de líneas telefónicas por cada 100 habitantes) creció de 1,9 en 1972 a 13,8 en 2008. A pesar del esfuerzo de casi 40 años, el Ecuador no llega a niveles de la región latinoamericana, en la cual, se tiene como promedio una densidad telefónica 16,4% para el año 2008 [Fondo de Solidaridad, pág. 4].

Densidad de Telefonía Fija

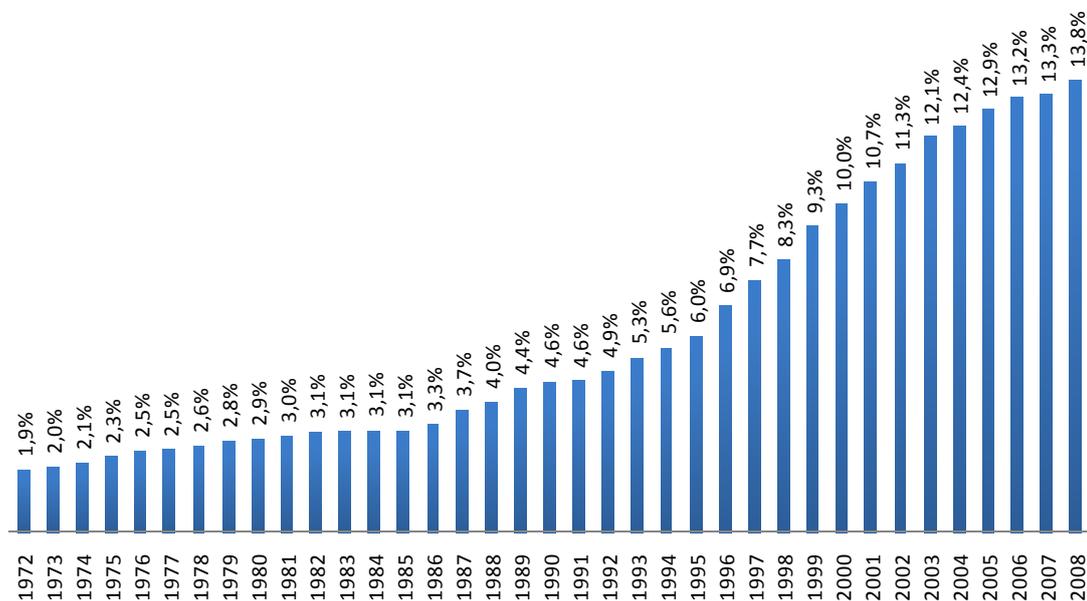


Gráfico 3.2: Crecimiento de la Densidad Telefónica desde el año 1972 al 2008.

Penetración Poblacional de Telefonía Fija

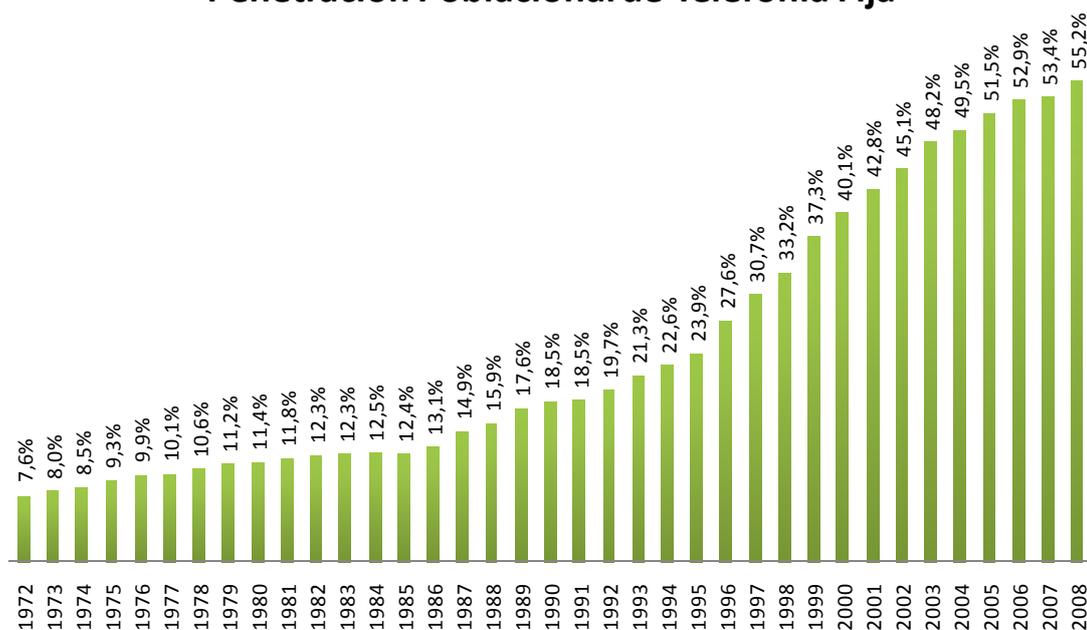


Gráfico 3.3: Crecimiento del Índice de Penetración Poblacional de Telefonía Fija desde el año 1972 al 2008.

- Cuatro usuarios en promedio tienen acceso a una línea telefónica en el Ecuador [Superintendencia de Telecomunicaciones, marzo, 2008], por lo que índice de penetración poblacional de telefonía fija (que se define como el número de usuarios que acceden al servicio telefónico fijo por cada 100 habitantes) creció de 7,6 en el 1972 a 55,2 en el 2008. Es visible que existe un 44,8% de la población que no tiene acceso a este servicio.

De los cálculos y gráficos presentados en el numeral 3.2.1, se puede concluir:

- La población ecuatoriana en aproximadamente 36 años ha duplicado su cantidad; la tasa de crecimiento poblacional anual de aproximadamente el 2%. En cambio, el número de líneas telefónicas ha crecido a un ritmo de un 8% anual como promedio; para 1972 se tenían alrededor de 120.000 líneas telefónicas y se llega a aproximadamente 1'900.000 líneas para fines del 2008.
- Desde el año 1972 hasta el año 1992, en realidad el crecimiento del servicio de telefonía fija es muy lento, comparado con el de la población. Debido a que esta época está marcada por varios cambios políticos entre dictaduras y reinstauración de la democracia, podría concluirse que, esta situación influyó en el bajo crecimiento del servicio.
- Entre los años 1992 y 1996, con la creación de Emetel, se ve un ligero crecimiento en el índice de densidad del servicio de telefonía fija, pero sin mayor relevancia.

- Desde 1997 hasta el 2003, se da el mayor desarrollo del servicio en toda su época, pues se tiene un crecimiento promedio de 11% anual, debido a la creación de las empresas estatales Andinatel S.A. y Pacifictel S.A. y su tratamiento como privadas.
- Del 2004 en adelante, el crecimiento disminuye al 5% anual en promedio, pues la existencia de cambios frecuentes de administración en las empresas antes mencionadas, hace que sus planes de crecimiento e inversión no se cumplan de acuerdo a lo planificado.

3.2.2. Servicio de Telefonía Móvil Celular

En el año 1994, se da inicio a la provisión del servicio de telefonía móvil celular a cargo de la empresa privada (inicialmente Conecel S.A. y a fines de año Otecel S.A.). Para el año 2003 (9 años después), el Estado Ecuatoriano, a través de la empresa Telecsa S.A. de propiedad mayoritaria de Andinatel S.A. en ese entonces, ingresa al mercado al adquirir en subasta la concesión para la provisión de servicios PCS (entre los cuales se entrega el servicio de telefonía móvil celular).⁴

En el Anexo 2, puede analizarse la evolución desde el año 1994 hasta el 2008 de los servicios de telefonía móvil celular. Del mismo se puede representar la evolución del servicio en mención, comparada con el crecimiento de la población en el Gráfico 3.4.

⁴ Se considerará a los servicios PCS de Telecsa S.A. dentro de las estadísticas de telefonía móvil celular, al ser un servicio igual a entregarse al usuario.

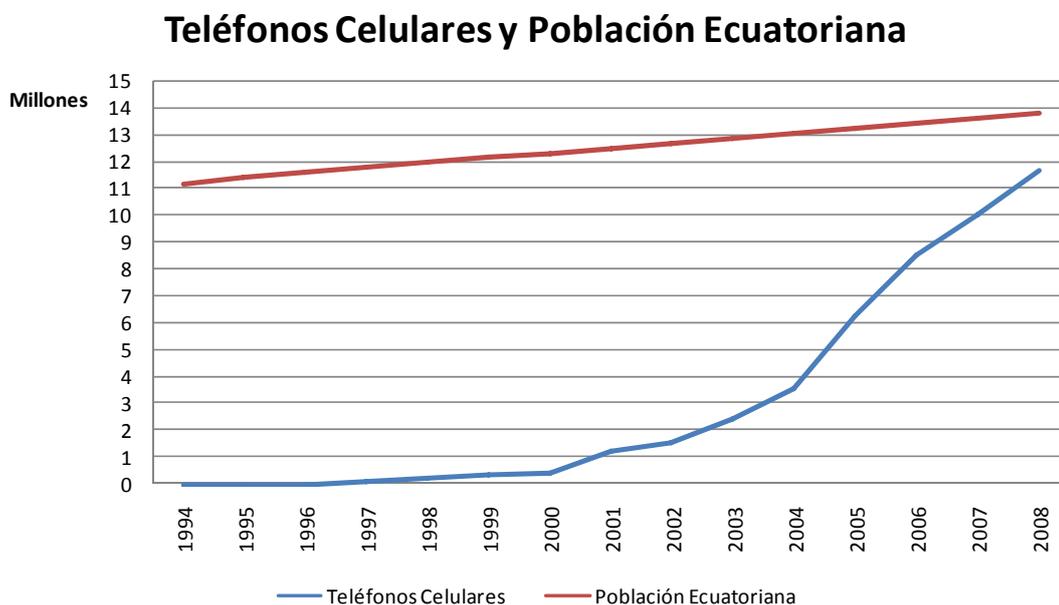


Gráfico 3.4: Teléfonos Celulares y Población Ecuatoriana desde 1994 hasta 2008.

Del Gráfico 3.4 y del Anexo 2 se puede concluir:

- Desde el año 1994 hasta el 2008, el crecimiento del número de líneas telefónicas móviles en el Ecuador ha mantenido una tasa de crecimiento anual promedio de aproximadamente 34%. Para 1994 se tenían 19.000 teléfonos y se llega a casi 11,7 millones en el 2008.
- Entre el primer y segundo año de servicio, se da la fase de introducción del servicio, pues el crecimiento es de 65% en el número de líneas celulares, a pesar de tener precios altos y dirigirse a un segmento pequeño del mercado.
- Entre los años 2000 y 2001, se da un crecimiento anual de casi un 69%, debido a la eliminación del redondeo del precio del minuto, su cambio a valoración por segundos y la aparición del servicio prepago.

- Entre los años 2004 y 2006, el crecimiento es de 37% anual debido principalmente a una baja sostenible de precios del servicio y de los equipos telefónicos.
- Entre los años 2006 y 2008, se da la tasa de crecimiento más baja, que oscila alrededor del 14,5% anual. Se podría asumir que el mercado estaría en la fase de maduración del servicio de telefonía celular.

Para el cálculo de la densidad de telefonía celular se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Densidad de Telefonía Celular (\%)} = \frac{\text{Número de Teléfonos Celulares}}{\text{Población}} \times 100$$

Densidad de Telefonía Celular

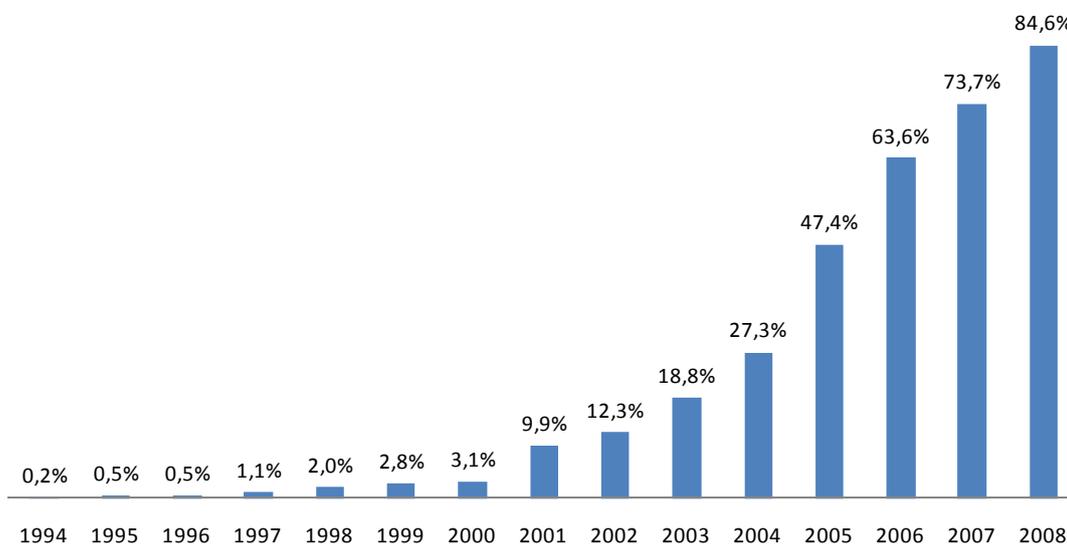


Gráfico 3.5: Crecimiento de la Densidad de Telefonía Celular desde 1994 hasta 2008.

En el Gráfico 3.5 se representa el crecimiento de la densidad de telefonía celular desde el año 1994 hasta el 2008. Debido a que la costumbre de uso del teléfono

celular es de forma individual, se asume que este indicador también representaría la penetración poblacional de telefonía celular en el Ecuador.

En el año 1994, había 2 líneas celulares por cada 1000 habitantes. Para el año 2008, existen en el mercado 840 teléfonos celulares por cada 1000 habitantes.

De la información registrada en el Anexo 2, en el Gráfico 3.6, se presenta la relación existente entre los servicios de telefonía celular de prepago, postpago y público.

Es evidente que en el Ecuador, aproximadamente el 87% de la población que posee el servicio de telefonía celular, está bajo la modalidad de prepago.

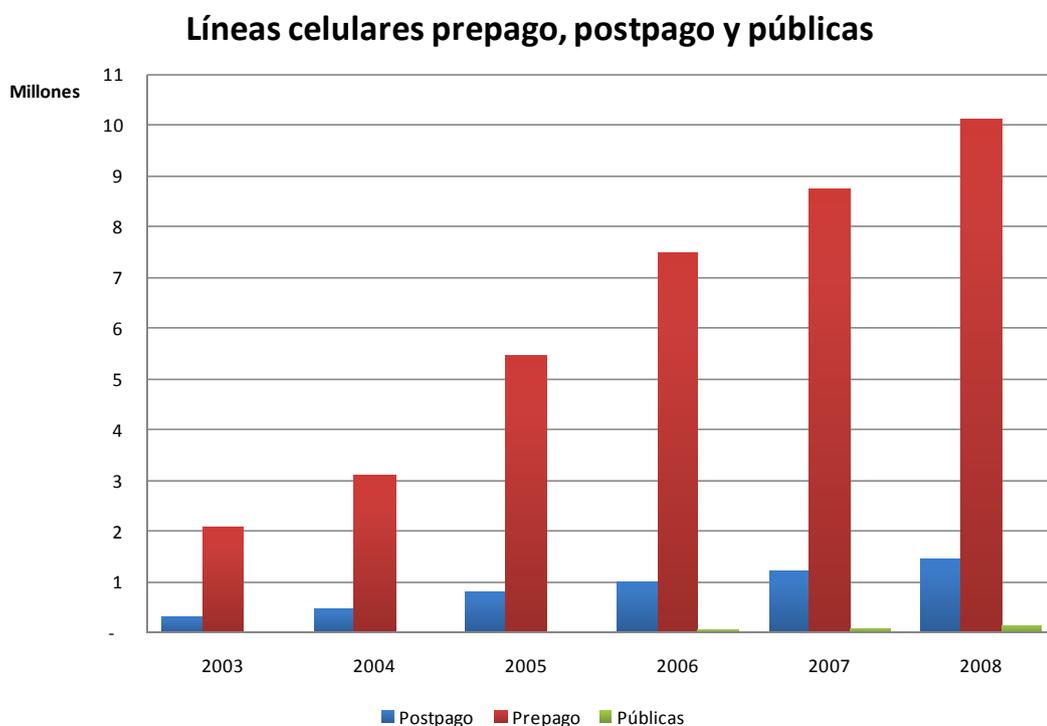


Gráfico 3.6: Tipo de Servicio de Telefonía Celular en el Ecuador desde el 2003 hasta 2008.

3.2.3. Servicio de Internet

Si bien, en el año 1990 empieza a brindarse a la población ecuatoriana acceso a la red de Internet, lamentablemente se mantienen estadísticas oficiales a través de la Superintendencia de Telecomunicaciones desde el año 1998. En todo caso, durante el período de 1990 al 2000, la empresa privada hizo esfuerzos por brindar servicios de Internet, con una incidencia muy baja (casi nula) dentro de la población ecuatoriana, con costos muy altos de acceso satelital (en su gran mayoría) a la red de Internet y solamente bajo acceso local a través de telefonía (acceso conmutado). Debido a lo indicado, el servicio en un inicio era caro y lento.

A partir del año 2000, con incidencia de las empresas del Estado, principalmente de Andinatel S.A., se empieza a dar servicios de Internet a precios más bajos, acceso internacional a la red de Internet a través de fibra óptica submarina (Cable Panamericano) y presencia inicial de conexiones dedicadas a Internet para el mercado residencial.

En el Anexo 3 se puede analizar la evolución del mercado ecuatoriano de Internet desde el año 1998 hasta el año 2008. Del mismo, se presenta el Gráfico 3.7, donde se puede ver que en la última década, el número de usuarios de Internet en el país creció de alrededor de 50.000 a 1,7 millones. Se tiene una tasa promedio de crecimiento anual de usuarios de Internet de 29% entre 1999 y el 2008.

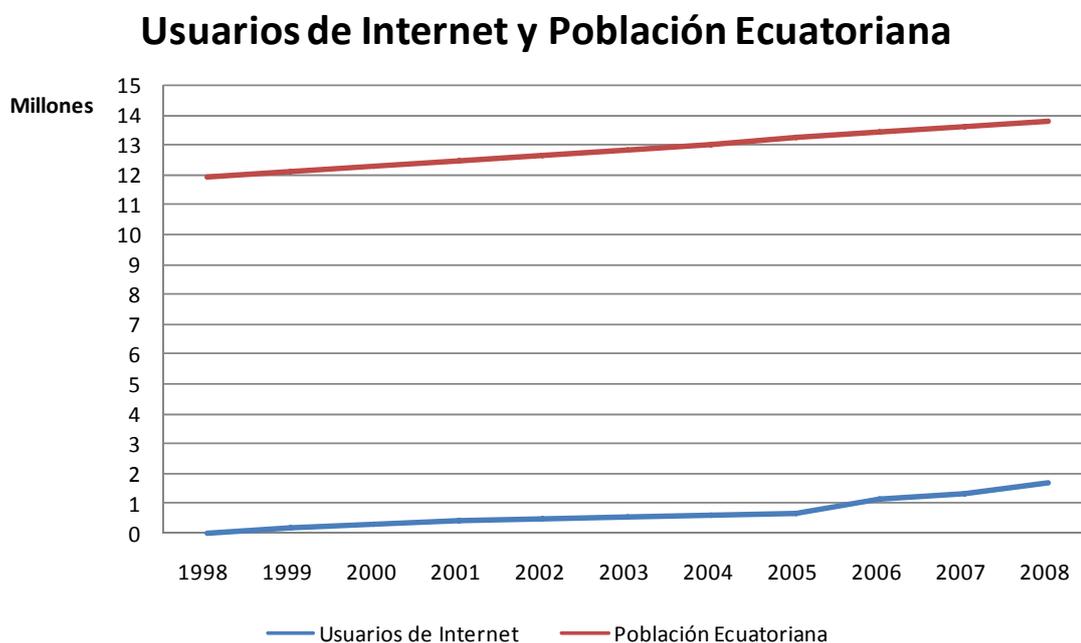


Gráfico 3.7: Usuarios de Internet y Población Ecuatoriana desde 1998 hasta 2008.

El crecimiento ha sido uniforme hasta el año 2005, en el cual, debido a la reducción de precios, así como la presencia de Internet de Banda Ancha Residencial y un mayor número de aplicaciones de uso diario a través de Internet, se ve un crecimiento en el número de usuarios de Internet (se supera el millón de usuarios residenciales para fines del 2006 y casi los dos millones para fines del 2008).

Para el cálculo de la densidad de Internet se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Densidad de Internet (\%)} = \frac{\text{Número de Cuentas de Internet}}{\text{Población}} \times 100$$

En el Gráfico 3.8 se indica la evolución de la densidad de Internet en el Ecuador desde el año 1998 hasta el 2008. Se concluye:

Densidad de Internet

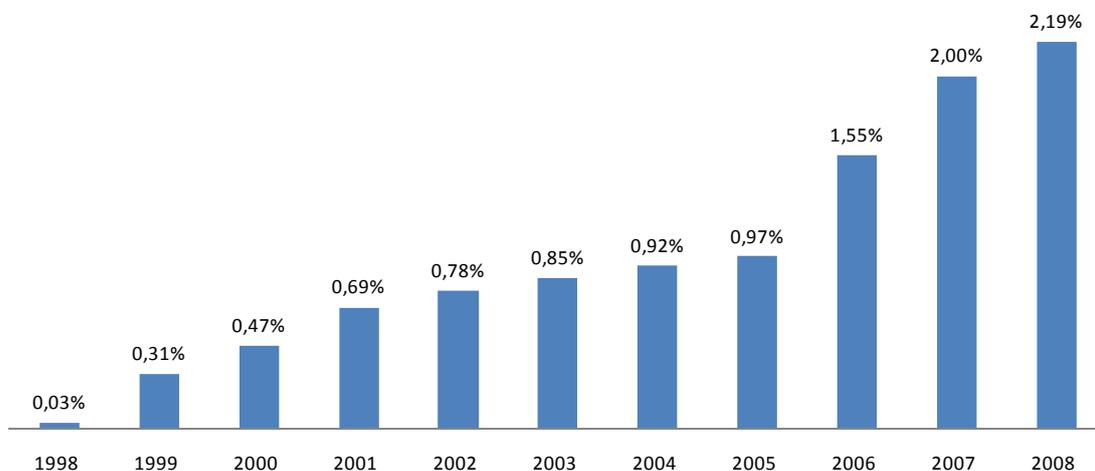


Gráfico 3.8: Crecimiento de la Densidad de Internet desde 1998 hasta 2008.

- En el año 1998 existían 3 cuentas de acceso a Internet por cada 10000 habitantes, diez años más tarde existen 219 cuentas por cada 10000 habitantes.
- Es importante indicar que entre los años 2005 y 2006, las empresas proveedoras de Internet (principalmente Andinatel y TV Cable) pusieron en marcha sus proyectos de banda ancha. Esta decisión afectó positivamente la densidad de Internet en el Ecuador (de 0,97% a 1,55%). A pesar de este esfuerzo, para fines del 2008, la densidad de Internet de Banda Ancha fue de 1,3% [Fondo de Solidaridad, pág. 5], donde el promedio latinoamericano se sitúa en 2,9%.

Se considera para el cálculo del índice de penetración poblacional de Internet lo siguiente:

- Para el cálculo del número de usuarios por cuenta conmutada, se considerará que cada cuenta es utilizada por 4 personas, de acuerdo a lo que menciona la Superintendencia de Telecomunicaciones [Superintendencia de Telecomunicaciones, mayo, 2009].
- Para el cálculo del número de usuarios por cuenta dedicada, se considerará que cada cuenta es utilizada un promedio ponderado de 6,54 personas [Infodesarrollo.ec, pág. 6].
- Para el cálculo del número de usuarios por cibercafé o telecentro, se considerará que cada localidad de este tipo es utilizada por un promedio de 82,5 personas [Infodesarrollo.ec, pág. 7].

Para el cálculo del índice de penetración poblacional de Internet, se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de Penetración Poblacional de Internet (\%)} = \frac{\text{Número de Usuarios de Internet}}{\text{Población}} \times 100$$

En el Gráfico 3.9 se puede analizar la variación del índice de penetración poblacional de Internet, el cual representa el número de personas que tienen acceso a la red de Internet por cada 100 habitantes. Del mismo se puede concluir:

- Para el año 1998, 41 personas de cada 1000 en el Ecuador tenían acceso a la red de Internet, mientras que para el 2008, 120 personas de cada 1000 habitantes en el Ecuador tienen acceso a la red de Internet.

- El acceso está dado a través de cuentas conmutadas (dial up), cuentas dedicadas (xDSL, cable modem, inalámbrico, entre los principales) y por acceso a telecentros o cibercafés.
- Es importante indicar que, debido a la incidencia cada vez mayor del Internet en la forma de vida de las personas, el índice de penetración poblacional tiene su mayor crecimiento entre los años 2005 y 2006 y entre el 2007 y el 2008.

Índice de Penetración Poblacional de Internet

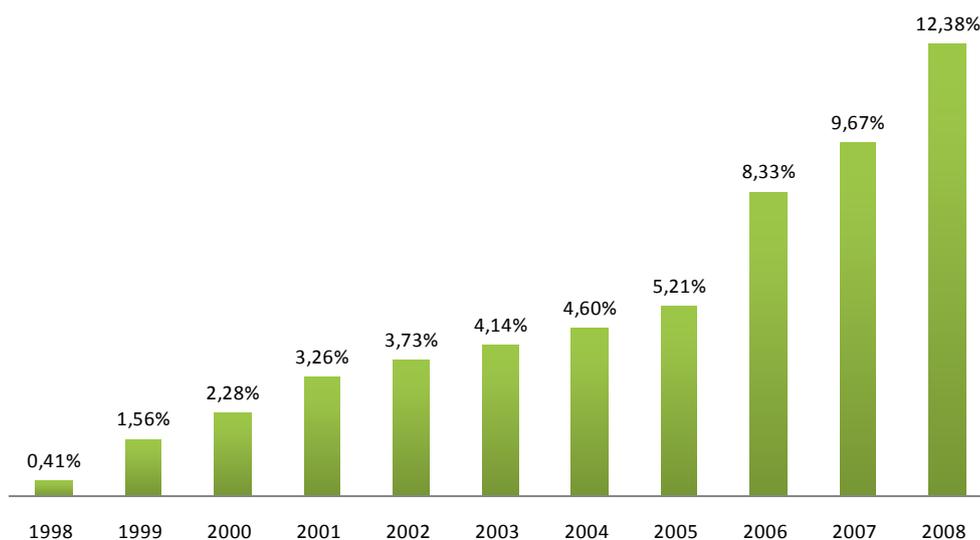


Gráfico 3.9: Crecimiento del Índice de Penetración Poblacional de Internet desde 1998 hasta 2008.

De los datos proporcionados en el Anexo 3, a continuación se presenta el Gráfico 3.10, que resume el crecimiento de las cuentas conmutadas y dedicadas a Internet.

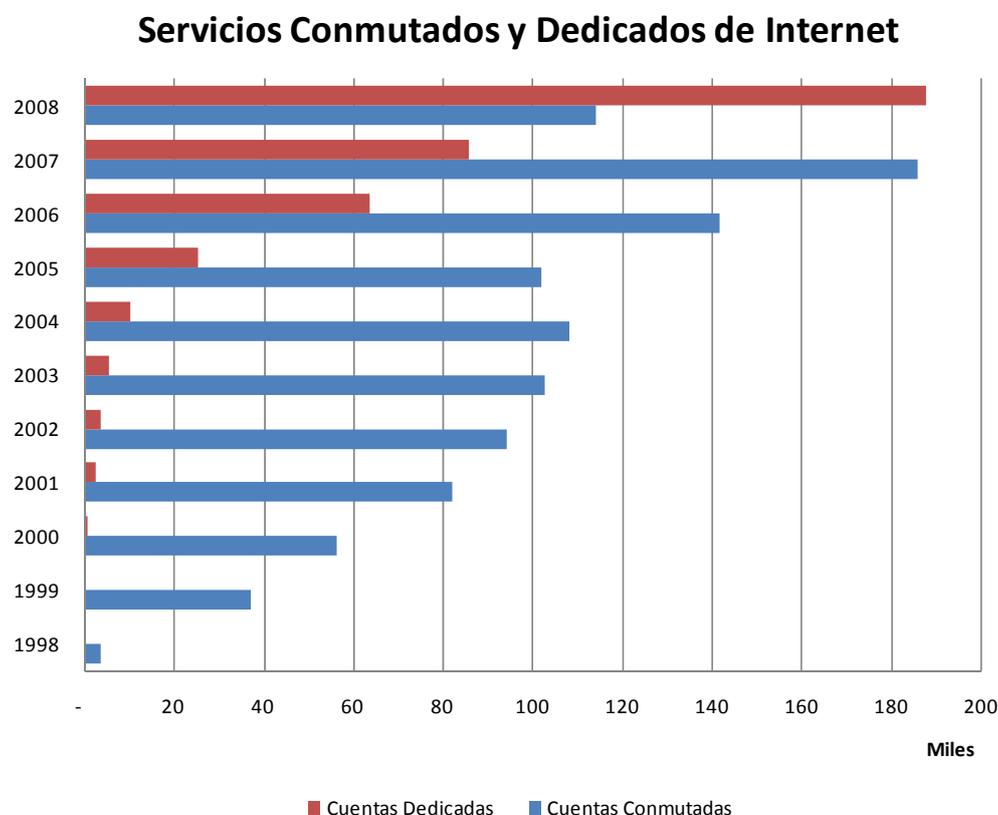


Gráfico 3.10: Crecimiento de Cuentas Conmutadas y Dedicadas a Internet desde 1998 hasta 2008.

De lo indicado anteriormente, se puede analizar:

- Las cuentas conmutadas desde el año 1998, tuvieron un crecimiento importante hasta el año 2001 (promedio anual de 52%). A partir del año 2002, su índice de crecimiento disminuyó debido al nacimiento de los servicios dedicados de Internet (xDSL y Cable Modem principalmente), que de manera gradual han reemplazado a las cuentas conmutadas. Ya para el año 2008, se ve una clara disminución del número de cuentas conmutadas con relación al año 2007; la reducción es del 38%.
- Desde el año 2006, la Superintendencia de Telecomunicaciones registra a los

servicios conmutados ofrecidos por las empresas celulares dentro de sus estadísticas, por lo que se ve un crecimiento en este año y en el 2007. El reemplazo de las cuentas conmutadas por cuentas dedicadas se hace más notorio en el año 2008, por lo que se experimenta ya una disminución en el número de las cuentas conmutadas de acceso a Internet.

- Por otro lado, las cuentas dedicadas de Internet desde el año 2000 hasta el año 2008 han experimentado una tasa de crecimiento anual de 47%. Para fines del año 2008 se contabilizan alrededor de 188.000 cuentas dedicadas de Internet.

3.3. OPERADORES CON LICENCIAS PARA OFERTAR SERVICIOS DE TELEFONÍA E INTERNET EN EL ECUADOR

3.3.1. Servicio de Telefonía Fija

Del análisis respectivo de la información presentada por la SENATEL [Consejo Nacional de Telecomunicaciones, abril, 2009], las empresas que poseen licencia para entregar servicios de telefonía fija en el Ecuador son:

Empresa	Cobertura	Fecha de Concesión
Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT S.A.	Nacional	29 de noviembre de 1997, 11 de abril de 2001 (Contrato Modificatorio, Ratificatorio y Codificatorio)
Ecuadortelecom S.A. (Telmex)	Nacional	26 de agosto de 2002
Setel S.A. (TV Cable)	Nacional	26 de agosto de 2002
Linkotel S.A.	Guayas y Manabí	30 de diciembre de 2002
Etapatelecom S.A.	Nacional	3 de noviembre de 2003
Starsat S.A.	Guayas	23 de febrero de 2005
Global Crossing Comunicaciones Ecuador S.A.	Pichincha	14 de diciembre de 2006
Grupo Coripar S.A.	Pichincha	25 de enero de 2007
Etapa	Cuenca	-

Tabla 3.1: Empresas proveedoras de Telefonía Fija en el Ecuador (a febrero del 2009).

De la información suministrada en el Anexo 1, para el año 2008, la distribución del mercado de telefonía fija en el Ecuador, se resume en el Gráfico 3.11.

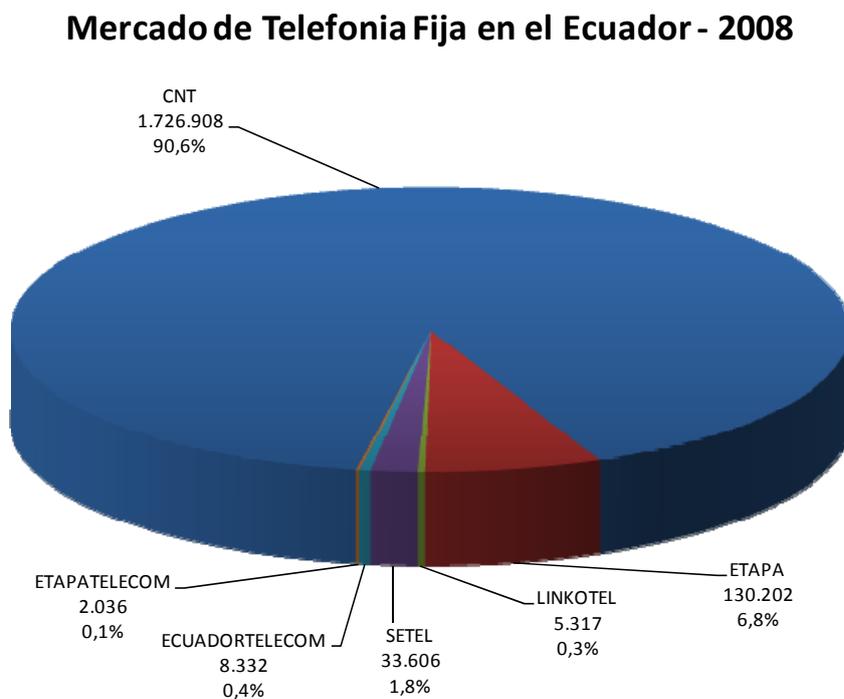


Gráfico 3.11: Distribución del mercado de telefonía fija en el Ecuador a diciembre del 2008.

Como se puede apreciar en el Gráfico 3.11, la CNT mantiene casi todo el mercado de telefonía fija, pues tiene bajo su administración al 90,6% de las líneas telefónicas fijas del país. Etapa, al ser el proveedor único de telefonía fija en el cantón Cuenca, posee el 6,8% del mercado nacional, y el restante porcentaje (2,6%) se distribuyen entre Setel (TV Cable), Etapatelecom, Ecuadortelecom (Telmex) y Linkotel.

Para diciembre del 2008, las empresas Starsat S.A., Global Crossing y Grupo Coripar S.A. no registran abonados en las estadísticas de la Superintendencia de

Telecomunicaciones.

3.3.2. Servicio de Telefonía Móvil Celular

De acuerdo a la información presentada por la Senatel, en el Ecuador, las empresas que ofrecen servicios de Telefonía Móvil Avanzada son:

Empresa	Área de Concesión	Fecha de Concesión
Otecel S.A. (Movistar)	Nacional	20 de noviembre de 2008
Concel S.A. (Porta)	Nacional	26 de agosto de 2008
Telecsa S.A: (Alegro)	Nacional	3 de abril de 2003

Tabla 3.2: Empresas proveedoras de Telefonía Móvil Avanzada en el Ecuador (a febrero del 2009).

Cabe indicar que Otecel S.A. y Concel S.A. renovaron sus licencias de telefonía móvil celular otorgadas en el año 1994, a una licencia que les permite dar servicios de telefonía móvil avanzada en el año 2008, con un período de duración de 15 años.

En la Tabla 3.3 se puede observar la distribución del mercado de telefonía celular desde el año 1994 hasta finales del 2008.

En un inicio, el mercado era compartido entre Concel S.A. y Otecel S.A., donde la mayor parte estaba a cargo de la primera empresa, a excepción del año 1999, donde Otecel S.A. registra una participación un poco superior que su competidor.

Desde el año 2003, el mercado se reparte entre las tres empresas que se muestra en la Tabla 3.3. Concel S.A. ha crecido su participación en el mercado, inicialmente del 56% en el año 1995 al 70% en el año 2008.

Año	Operadoras			Total
	CONECEL S.A.	OTECEL S.A.	TELECSA S.A.	
1994	13.620	5.300	-	18.920
1995	30.548	23.800	-	54.348
1996	36.484	23.295	-	59.779
1997	64.160	62.345	-	126.505
1998	127.658	115.154	-	242.812
1999	166.070	171.310	-	337.380
2000	196.632	186.553	-	383.185
2001	859.752	375.170	-	1.234.922
2002	920.878	639.983	-	1.560.861
2003	1.537.092	867.870	3.804	2.408.766
2004	2.324.932	1.126.235	107.356	3.558.523
2005	4.100.014	1.938.016	226.352	6.264.382
2006	5.655.899	2.506.582	358.653	8.521.134
2007	6.938.871	2.634.463	450.350	10.023.684
2008	8.156.356	3.211.922	323.967	11.692.245

Tabla 3.3: Distribución del Mercado de Telefonía Celular en el Ecuador (desde 1994 hasta 2008).

Por otro lado, Telecsa S.A. no ha logrado sobrepasar el 3% de participación en el año 2008; se dio una disminución en la misma, pues para el año 2007 registraba el 4% del mercado. Este resultado se debe a que durante estos años prácticamente no se hicieron inversiones, reflejándose en la oferta y calidad del servicio al cliente final, quién tenía mejores propuestas de la competencia.

En el Gráfico 3.12 se puede apreciar la distribución del mercado de telefonía celular desde el año 1994 hasta el 2008. Para este año, Conecel S.A. registra alrededor de 8,2 millones de celulares, Otecel S.A. alrededor de 3,2 millones y Telecsa S.A. aproximadamente 320 mil teléfonos celulares en el país.

Teléfonos celulares en el Ecuador

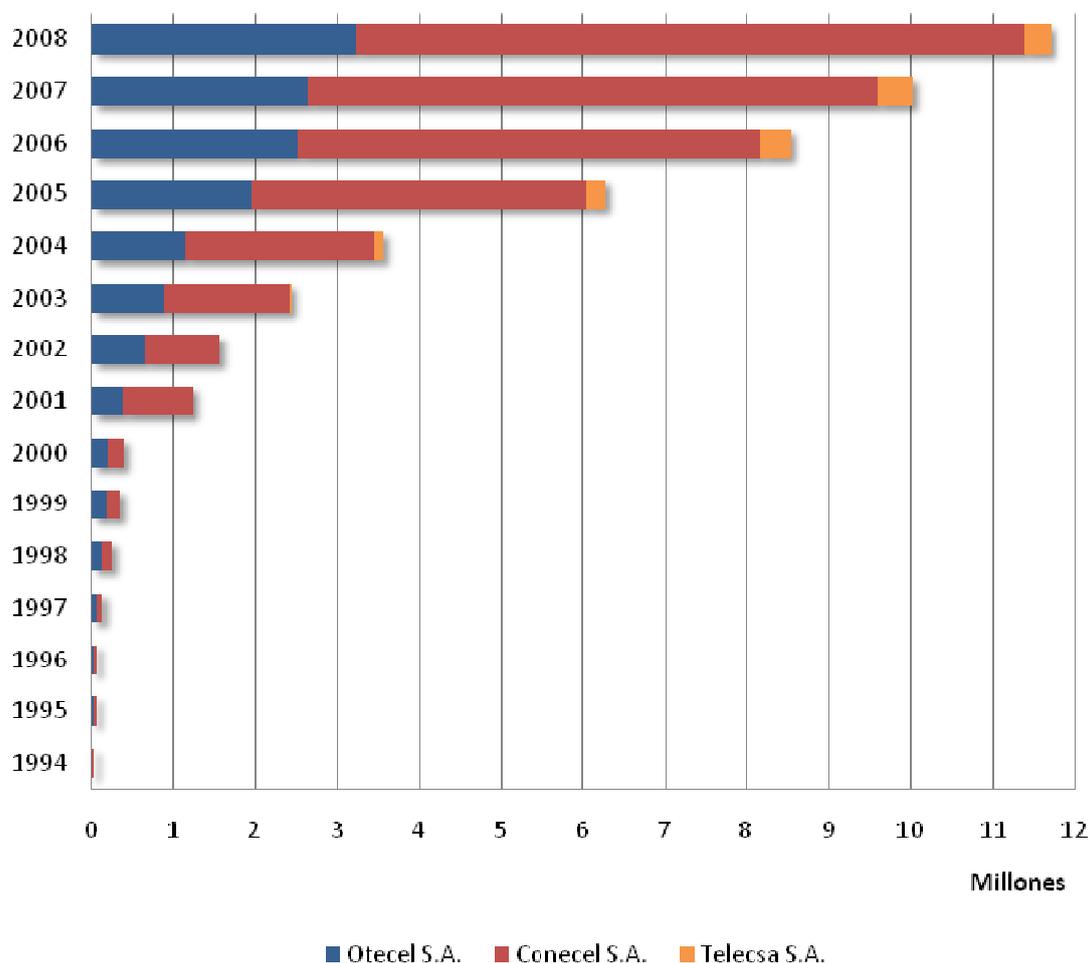


Gráfico 3.12: Distribución del mercado de telefonía celular en el Ecuador.

3.3.3. Servicio de Internet

Para febrero del 2009, la Senatel registra la autorización del permiso de valor agregado para servicio de Internet a 179 empresas, quienes brindan el servicio en distintas zonas del país [Consejo Nacional de Telecomunicaciones, abril, 2009]. Para marzo del 2009, en la Tabla 3.4 [Superintendencia de Telecomunicaciones, mayo, 2009], se hace un resumen de los principales proveedores de Internet, de

acuerdo al número de cuentas registradas, así como se presenta en el Gráfico 3.13 la repartición del mercado nacional.

Operador	Cuentas Conmutadas	Cuentas Dedicadas	Cuentas Totales
CNT S.A.	35.836	64.567	100.403
Grupo TV Cable	914	91.000	91.914
Telecsa S.A.	40.833	3.094	43.927
Etapatelecom S.A.	15.823	589	16.412
Ecuadortelecom S.A.	-	15.554	15.554
Easynet S.A.	2.415	9.273	11.688
Puntonet S.A.	3.324	7.223	10.547
Lutrol S.A.	2.102	6.330	8.432
Panchonet S.A.	1.901	2.061	3.962
Megadatos S.A.	2.961	904	3.865
Varios ⁵	5.558	6.527	12.085
Total (marzo 2009)	111.667	207.122	318.789

Tabla 3.4: Distribución del Mercado de Internet en el Ecuador (diciembre 2008).

De la información anterior, se puede analizar:

- El Estado Ecuatoriano posee la mayoría de la participación en el mercado de Internet (54%) a través de sus empresas: CNT con el 31%, Telecsa con el 14%, Etapatelecom con el 5% e Easynet con el 4%.
- La empresa privada tiene una participación importante en el mercado de Internet, pues posee el 46% del mercado, distribuidos entre el Grupo TV Cable (29%), Ecuadortelecom con el 5%, Puntonet y Lutrol (Interactive) con el

⁵ En "Varios" se encuentran los datos de empresas tales como Conecel, Otecel, Global Crossing, Telconet y 120 ISP's pequeños regionales.

3% cada una, Panchonet y Megadatos con el 1% cada una varias empresas con el 4%.

Mercado de Internet en el Ecuador - 2009

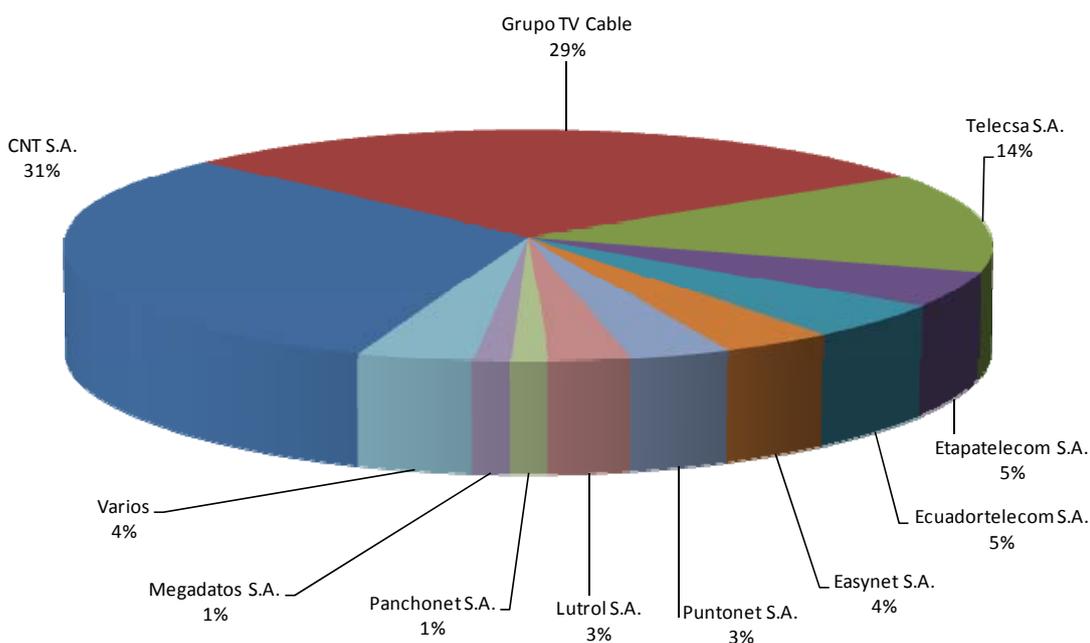


Gráfico 3.13: Distribución del mercado de Internet en el Ecuador a marzo del 2009.

- El Grupo TV Cable (29% del mercado) se ha dedicado prácticamente a explotar los servicios de banda ancha a través de cable modem. En cambio, en la CNT (con el 31% del mercado), el 65% son cuentas dedicadas y 35% restante son cuentas conmutadas. Se evidencia que el Grupo TV Cable mantiene el liderazgo en el crecimiento de banda ancha en el Ecuador a finales del 2008.

3.4. PRECIOS DE LOS SERVICIOS DE TELEFONÍA E INTERNET EN EL ECUADOR

Se hará a continuación un análisis de los precios de los servicios de telefonía e Internet. Esta información ha sido suministrada por los operadores de servicios, a través de sus páginas Web y la Senatel, y son datos obtenidos a febrero del 2009.

3.4.1. Servicio de Telefonía Fija

En la Tablas 3.5 y 3.6, se hace un resumen de los precios del servicio de telefonía fija, acorde a la información proporcionada por cada empresa, la misma que ha sido presentada a la Senatel (y se encuentra publicada en www.conatel.gov.ec).

DETALLE	TIPO	CNT	ETAPA	LINKOTEL
INSCRIPCION (USD)	POPULAR (A)	30,00	32,00	-
	RESIDENCIAL (B)	60,00	62,00	167,60
	COMERCIAL (C)	60,00	120,00	167,60
PENSION BASICA (USD)	POPULAR (A)	0,93	0,80	-
	RESIDENCIAL (B)	6,20	4,79	5,98
	COMERCIAL (C)	12,00	9,99	10,38
PRECIO DEL MINUTO LOCAL (centavos de USD)	POPULAR (A)	0,23	0,20	-
	RESIDENCIAL (B)	1,00	0,70	3,714
	COMERCIAL (C)	2,40	2,20	3,588
PRECIO DEL MINUTO REGIONAL (centavos de USD)	POPULAR (A)	0,60	0,40	-
	RESIDENCIAL (B)	2,00	2,80	3,714
	COMERCIAL (C)	5,60	5,60	4,328
PRECIO DEL MINUTO NACIONAL (centavos de USD)	POPULAR (A)	0,60	0,80	-
	RESIDENCIAL (B)	2,00	5,60	4,023
	COMERCIAL (C)	5,60	11,20	8,656
PRECIO DEL MINUTO A CELULAR (centavos de USD)	A MOVISTAR	14,50	17,00	29,00
	A PORTA	14,50	17,00	29,00
	A ALEGRO	1,80	17,00	29,00

Tabla 3.5: Precios del servicio de telefonía fija para los proveedores CNT, Etapa y Linkotel (a febrero del 2009).

DETALLE	TIPO	SETEL	ECUADORTELECOM	ETAPATELECOM
INSCRIPCION (USD)	POPULAR (A)	-	-	44,00
	RESIDENCIAL (B)	100,00	60,00	88,00
	COMERCIAL (C)	100,00	49,90	120,00
PENSION BASICA (USD)	POPULAR (A)	-	-	6,90
	RESIDENCIAL (B)	12,00	5,99	6,90
	COMERCIAL (C)	12,00	12,00	12,00
PRECIO DEL MINUTO LOCAL (centavos de USD)	POPULAR (A)	-	-	1,70
	RESIDENCIAL (B)	1,00	1,00	2,00
	COMERCIAL (C)	2,20	2,00	4,00
PRECIO DEL MINUTO REGIONAL (centavos de USD)	POPULAR (A)	-	-	1,70
	RESIDENCIAL (B)	2,00	-	2,00
	COMERCIAL (C)	4,00	-	4,00
PRECIO DEL MINUTO NACIONAL (centavos de USD)	POPULAR (A)	-	-	2,00
	RESIDENCIAL (B)	4,00	3,80	4,00
	COMERCIAL (C)	9,00	9,00	8,00
PRECIO DEL MINUTO A CELULAR (centavos de USD)	A MOVISTAR	25,00	14,00	19,00
	A PORTA	25,00	14,00	19,00
	A ALEGRO	25,00	14,00	19,00

Tabla 3.6: Precios del servicio de telefonía fija para los proveedores Setel, Ecuadortelem y Etapatelecom (a febrero del 2009).

Debido a que la CNT mantiene el 90,6% del mercado de telefonía fija, se asumirá que los valores de MOU⁶ y ARPU⁷ para el mercado en mención, son los que esta empresa mantiene y son:

SEGMENTO	MOU (minutos)	ARPU (USD)
Popular	158,29	2,66
Residencial	373,08	12,40
Comercial	571,87	43,80
Promedio Ponderado	393,73	16,70

Tabla 3.7: Datos de MOU y ARPU del mercado de telefonía fija en el Ecuador (año 2008).

⁶ MOU: *Minutes of Use*. Es el promedio de consumo de minutos en un mes por abonado.

⁷ ARPU: *Average Revenue per User*. Es el ingreso promedio que la empresa recibe por cada abonado en un mes.

En el Ecuador, para fines del año 2008, se tiene un promedio de consumo de aproximadamente 394 minutos al mes de telefonía fija, con un pago promedio mensual por este servicio de 16,7 USD.

3.4.2. Servicio de Telefonía Móvil Celular

A continuación, en la Tabla 3.8, se presenta un resumen de los precios del servicio de telefonía móvil celular en el Ecuador para el mes de febrero de 2009. La información ha sido obtenida de las páginas Web de cada proveedor (www.movistar.com.ec, www.porta.net y www.alegro.com.ec), así como de la información publicada en la página www.conatel.gov.ec.

DETALLE	TIPO	OTECCEL (MOVISTAR)	CONECEL (PORTA)	TELECSA (ALEGRO)	
				CDMA	GSM
PRECIO DEL MINUTO EN SU RED (centavos de USD)	Prepago	8,00	15,00	8,00	8,00
	Postpago	8,00	10,00	18,00	8,00
PRECIO DEL MINUTO HACIA UN OPERADOR FIJO (centavos de USD)	Prepago	23,00	15,00	18,00	18,00
	Postpago	19,00	25,00	28,00	15,00
PRECIO DEL MINUTO HACIA OTRO OPERADOR MOVIL (centavos de USD)	Prepago	23,00	25,00	18,00	18,00
	Postpago	19,00	15,00	39,00	15,00

Tabla 3.8: Precios del servicio de telefonía móvil celular en el Ecuador para febrero 2009.

Entre Porta y Movistar, para fines del año 2008, mantienen el 97,2% del mercado, por lo que los datos de MOU y ARPU del mercado se evalúan en función de estas dos empresas. Se presentan estos datos en la Tabla 3.9. Para fines del año 2008, el mercado pagó alrededor de 13,5 USD al mes por un consumo promedio de 119 minutos de telefonía móvil celular.

OPERADORA	MOU (minutos)	ARPU (USD)
Conecel (Porta)	99	10,50
Otecel (Movistar)	170	21,00
Promedio Ponderado	119	13,47

Tabla 3.9: Datos de MOU y ARPU del mercado de telefonía móvil celular en el Ecuador (año 2008).

3.4.3. Servicio de Internet

Servicio de Internet Conmutado

En la Tabla 3.10, se presenta un detalle de los precios de Internet conmutado de los principales proveedores (descritos en la Tabla 3.4).

Para la obtención de datos y análisis de resultados presentados en la Tabla 3.10 se ha considerado los siguientes puntos:

- Los datos de precios se han obtenido de las páginas Web de cada uno de los proveedores al mes de abril del 2009.
- La columna TIEMPO EFECTIVO DE CONSUMO AL MES (h) ha sido obtenida del muestreo realizado en los distintos proveedores sobre el consumo típico de tiempo del usuario en los planes Ilimitado, Noches y Fines de Semana y Estudiantes (tardes).
- El proveedor CNT tiene la marca Andinanet, el proveedor Lutrol tiene la marca Interactive, el proveedor Megadatos la marca Ecuonet y Telecsa la marca Alegre.

PLAN CONMUTADO (USD)	TIEMPO EFECTIVO DE CONSUMO AL MES (h)	CNT	PUNTONET	LUTROL	MEGADATOS	PANCHONET	ETAPATELECOM	TELECSA
Ilimitado	50	15,00	16,00	16,50	16,49	15,00		
Noches y fines de semana	45	10,00	10,00	12,00				
Estudiantes (tardes)	40	10,00	10,00	12,00				
25 horas al mes	25		15,00					
20 horas al mes	20			14,00				35,71
16 horas al mes	16		10,00					
15 horas al mes	15	10,00	8,00					
10 horas al mes	10			9,90				
Prepago 34 horas	34					10,00		
Prepago 18 horas	18					5,00		
Prepago 8 horas	8					2,00	4,50	
Prepago 3 horas	3						2,00	
Andi	(precio por hora)	0,90						
Precio Promedio (USD / h)		0,47	0,43	0,52	0,33	0,28	0,61	1,79
Consumo Telefónico (USD / h)		0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	4,80
Precio de Internet Conmutado (USD / h)		1,07	1,03	1,12	0,93	0,88	1,21	6,59

Tabla 3.10: Precios de Internet Conmutado de los principales ISP's (abril 2009).

De la Tabla 3.10, se puede deducir que el precio del Internet Conmutado (incluida la llamada telefónica) se encuentra entre 0,88 USD / hora (Panchonet) y 6,59 USD / hora (Telecsa). El precio promedio del mercado de Internet Conmutado está en 1,04 USD / hora (Internet y llamada telefónica). No se considera para el cálculo el valor presentado para Telecsa, pues su tecnología es diferente, así como su costumbre de uso.

Servicio de Internet Dedicado

En la Tabla 3.11 se presenta un detalle de los precios de servicios de Internet Dedicado, provistos por los principales proveedores de Internet (descritos en la Tabla 3.4).

VELOCIDAD DE BAJADA	TV CABLE	CNT	EASYNET	PUNTONET	LUTROL	MEGADATOS	PANCHONET	ECUADORTELECOM
Compartición	8	8	8	6	8	8	8	8
100 Kbps				22,90				
128 Kbps		18,00	18,00	24,90	26,90	35,00		
150 Kbps	19,90							
200 Kbps					24,90			
220 Kbps				26,90			24,90	
256 Kbps		24,90	24,90	29,90	39,00	39,90		
300 Kbps				33,90	32,00		29,90	
512 Kbps		39,90	39,90	39,90	55,00	49,90		29,90
550 Kbps	29,90			42,90			39,90	
600 Kbps					42,00			
700 Kbps	39,90			54,90				
1000 Kbps					62,00			
1024 Kbps		65,00	65,00	89,90	75,00			49,90
1100 Kbps	49,90			74,90				
1600 Kbps				109,90				
2000 Kbps					85,00			
2048 Kbps		107,00	107,00					84,90
2500 Kbps	99,90							
3072 Kbps								116,90
3100 Kbps	114,90							
Precio mínimo (USD / Kbps)	0,06	0,09	0,09	0,11	0,11	0,18	0,10	0,05
Precio máximo (USD / Kbps)	0,49	0,69	0,69	0,67	0,84	1,40	0,76	0,37
Precio efectivo (USD / Kbps)	0,12	0,17	0,17	0,22	0,21	0,35	0,19	0,09

Tabla 3.11: Precios de Internet Dedicado de los principales ISP's (abril 2009).

Todos los proveedores, a excepción de Telecsa, ofrecen servicios de Internet Dedicado con una tarifa plana, es decir, no se considera el consumo de Mbytes al

mes, sino más bien se ofrece una velocidad de conexión fija.

De la información suministrada en la Tabla 3.11, se indican como relevantes los siguientes puntos:

- Los datos de precios se han obtenido de las páginas Web de cada uno de los proveedores al mes de abril del 2009.
- El precio por Kbps depende de la compartición ofrecida por el proveedor. Para el precio mínimo se ha considerado que siempre se entregará la velocidad contratada durante todo el mes contratado.
- En promedio, el proveedor entrega durante todo el mes la compartición del plan contratado, por lo que se presenta el precio máximo por Kbps que el usuario final paga.
- De la información suministrada por los proveedores principales, en promedio en un mes, se tiene una compartición de 2, es decir, la velocidad promedio entregada en el mes es la mitad de lo que el plan contratado ofrece. En base de esto, el precio efectivo, se define como el valor que en promedio el cliente paga por Kbps utilizado.
- De lo analizado, el precio efectivo por Kbps oscila entre 9 y 35 centavos de USD. El precio promedio del mercado de Internet Dedicado Residencial es de 19 centavos de USD por Kbps.

Por otro lado, el proveedor Telecsa ofrece servicios de Internet Dedicado que se

pagan en función de los Mbytes consumidos al mes, pues no pueden garantizar una velocidad de conexión constante, pues varía en función de la utilización de la red celular. Para el efecto, se presenta un análisis de precios de los planes comerciales de este proveedor en la Tabla 3.12.

PLAN BANDA ANCHA	PRECIO (USD)	Mbytes / mes	Horas / mes	USD / Mbyte	USD / hora
Controlado 150 MB	19,00	150	2,60	0,13	7,30
Controlado 300 MB	29,00	300	5,21	0,10	5,57
Controlado 600 MB	39,00	600	10,42	0,07	3,74
Controlado 1000 MB	59,00	1.000	17,36	0,06	3,40
Controlado 2000 MB	79,00	2.000	34,72	0,04	2,28
Controlado 5000 MB	149,00	5.000	86,81	0,03	1,72

Tabla 3.12: Precios de Internet Dedicado de Telecsa (abril 2009).

Considerado que como promedio, la red de Telecsa ofrece una conexión a 128 Kbps, el precio por hora de conexión varía entre 1,72 y 7,30 USD; el precio por Mbyte varía entre 3 y 13 centavos de USD, en función del plan contratado.

Del otro lado, del análisis de los valores expuestos en las Tablas 3.10, 3.11 y Anexo 3, la existencia de 111.667 cuentas conmutadas y 207.122 cuentas dedicadas residenciales, así como un consumo promedio de 1,07 USD / hora de Internet incluida la llamada telefónica (para el servicio conmutado) y de 0,15 USD / Kbps para cuentas dedicadas residenciales, se calcula el ARPU del mercado de Internet en 20 USD.

Debido a que las empresas celulares Otecel S.A. y Conecel S.A., han promocionado desde el mes de julio del 2009 los servicios de Internet Banda

Ancha a través de sus redes 3,5G, en la Tabla 3.13 se hace un resumen de los precios de este servicio.

Los planes de Internet de Banda Ancha de Otecel y Conecel, hacen una combinación de consumo entre Mbytes descargados al mes y velocidad de transmisión máxima que depende del consumo de Mbytes.

VELOCIDAD MÁXIMA (Bajada)	CAPACIDAD MÁXIMA (Mbytes / mes)	PRECIO (USD)		USD / Mbyte	USD / Kbps	
		OTECCEL S.A.	CONECCEL S.A.		Mínimo	Máximo
2 Mbps hasta 4 Gbytes, después máximo a 256 Kbps	Ilimitado	49,00	-	0,01	0,02	0,19
1,2 Mbps hasta 3 Gbytes, después máximo a 256 Kbps	400	-	19,00	0,05	0,02	0,07
	800	-	29,00	0,04	0,02	0,11
	Ilimitado	-	49,00	0,02	0,04	0,19

Tabla 3.13: Precios de Internet Dedicado de 3.5G (septiembre 2009).

A pesar de que, a marzo del 2009, el 4% del mercado está compartido entre Otecel, Conecel y alrededor de 100 ISP's pequeños (ver Gráfico 3.13), es importante indicar que los precios indicados en la Tabla 3.13, pueden competir con los servicios de banda ancha alámbricos, creándose una oportunidad de crecimiento que dependería de la cobertura y de la capacidad de las redes celulares.

3.5. POLÍTICAS GUBERNAMENTALES QUE APOYAN EL DESARROLLO DE LOS SERVICIOS DE TELEFONÍA E INTERNET

3.5.1. Plan Nacional de Conectividad 2007 - 2010

El Gobierno Nacional, a través del Fondo de Solidaridad (actual Ministerio de Telecomunicaciones), el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (Conatel), la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (Senatel), la Superintendencia de Telecomunicaciones (Supertel), el Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones (Fodetel), y los operadores: CNT S.A., Telecsa S.A. y Etapa, ha planteado la implementación de un plan de desarrollo de los servicios básicos de telefonía fija e Internet a nivel nacional.

Este plan tiene los siguientes objetivos:

- “Promover el acceso a la información y a las nuevas tecnologías de la información y comunicación para fortalecer el ejercicio a la ciudadanía.
- Expandir y fomentar la accesibilidad a los servicios de telecomunicaciones y conectividad para constituirlos en herramientas de mejoramiento de la calidad de vida y de incorporación de la población a la sociedad de la información.”
[CNT, abril,2009].

Los objetivos estratégicos del PNC (Plan Nacional de Conectividad), se resumen en la Tabla 3.14.

OBJETIVOS PARA EL 2010	POLITICA	METAS
Servicios de Voz	Ampliar la capacidad de acceso a los servicios de voz, por el medio más efectivo y eficiente.	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar la densidad de telefonía fija de las operaciones estatales, para llegar a un total del 19% nacional. • Incrementar el número de usuarios de telefonía móvil provista por Telecsa, a un total de 1,5 millones de usuarios.
Servicios de Internet	Desarrollar infraestructura para la provisión de acceso a Internet en banda ancha.	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar la densidad de banda ancha fija al 7% (un millón de usuarios, de los cuales 690 mil serán de los operadores estatales). • Aumentar la densidad de banda ancha móvil al 2,46% (350 mil usuarios de los cuales 150 mil serán de Telecsa). • Reducir los precios de banda ancha (para el 512 Kbps llegar a 21 USD).
Inclusión Social	Desarrollar infraestructura de telecomunicaciones para posibilitar la inclusión social.	<ul style="list-style-type: none"> • Proveer el servicio de Internet en el 100% de establecimientos educativos urbanos fiscales con más de 10 alumnos (4.924 establecimientos) y el 55% de establecimientos rurales con más de 30 alumnos (4.396 establecimientos). • Proveer el servicio de Internet a 1.417 centros de salud públicos (50%). • Proveer el servicio de Internet a 450 cooperativas rurales registradas. • Proveer de telecentros a 60 centros de rehabilitación social (100%).
Atención al Ciudadano	Mejorar la atención y el servicio al ciudadano de parte de los proveedores de conectividad.	<ul style="list-style-type: none"> • Elevar estándares de calidad de servicio a nivel del promedio de la región. • Elevar estándar de atención y el servicio al ciudadano a niveles similares a países más avanzados de la región: <ul style="list-style-type: none"> ○ Averías por mes: 2%. ○ Averías reparadas en menos de 48 horas: 85%. ○ Peticiones de servicio satisfechas en menos de 5 días: 85%. ○ Satisfacción del usuario con el servicio de telefonía fija: 90%. ○ Satisfacción del usuario con el servicio de telefonía móvil: 90%. ○ Satisfacción del usuario con el servicio de Internet: 95%. ○ Satisfacción del usuario con el servicio de call center: 95%. ○ Satisfacción del usuario con el servicio de ventanilla: 85%.

Tabla 3.14: Objetivos del PNC del Gobierno Nacional a cumplirse en el 2010 [Fondo de Solidaridad, pág. 9].

Los objetivos planteados por el PNC se están implementando desde el año 2007 por las empresas de telecomunicaciones del Estado. Lamentablemente las inversiones que se han calculado, no han sido ejecutadas a su tiempo, por lo que

es necesario cuestionarse si el PNC podrá cumplir con sus objetivos para finales del 2010.

3.6. SITUACIÓN ECONÓMICA DEL ECUADOR

La información adelante presentada en esta sección ha sido obtenida principalmente de la página Web del Banco Central del Ecuador (www.bce.fin.ec) y del Instituto Nacional de Estadística y Censos (www.inec.gov.ec).

3.6.1. Producto Interno Bruto (PIB) per Cápita

Como se puede apreciar en el Gráfico 3.14, el PIB per Cápita ha tenido un decrecimiento desde el año 1998 hasta el 2000, y desde este año ha tenido un crecimiento sostenido. Para el año 1998, el PIB per Cápita estaba en 1946 USD, mientras que para el año 2008 se registra un valor de 3446 USD.

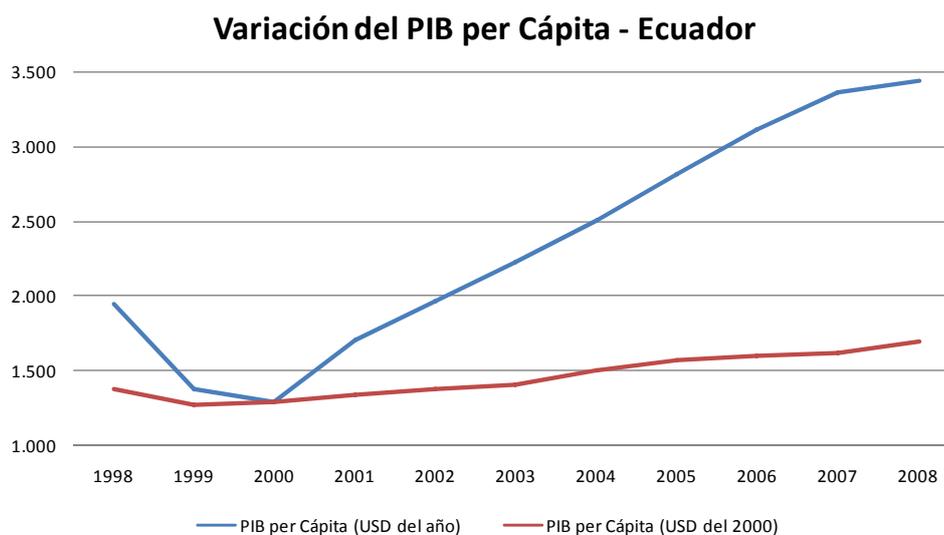


Gráfico 3.14: Evolución del PIB per Cápita en el Ecuador desde 1998 hasta 2008.

Si se analiza esta variable, con dólares constantes del año 2000 (sin el efecto de la inflación), en realidad el crecimiento desde el año 1998 al 2008 es del 23%. Para el año 1998 el PIB per Cápita era de 1384 USD y al 2008 se tiene un valor de 1704 USD.

Para el año 2008, el PIB per Cápita fue de 3446 USD y el PIB per Cápita mensual para este año se promedia en 287 USD.

3.6.2. Inflación

En el Gráfico 3.15 se presenta la evolución de la inflación anual acumulada en el Ecuador desde el año 1998 hasta 2008.

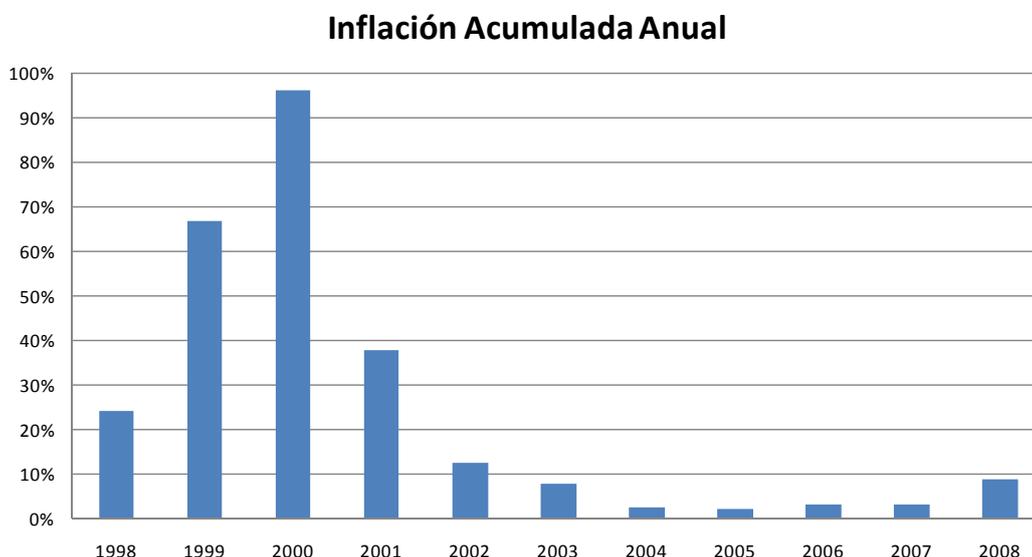


Gráfico 3.15: Evolución de la inflación anual acumulada en el Ecuador desde 1998 hasta 2008.

Se puede apreciar que para en el año 2000, la inflación anual acumulada sobrepasó el 90%, pero desde ese año en adelante, la misma se ha reducido paulatinamente hasta el año 2005, en el cual se registra una inflación anual

acumulada de 2,08%. De aquí en adelante, este valor ha crecido, para fines del año 2008 se llega a un valor de 8,83%.

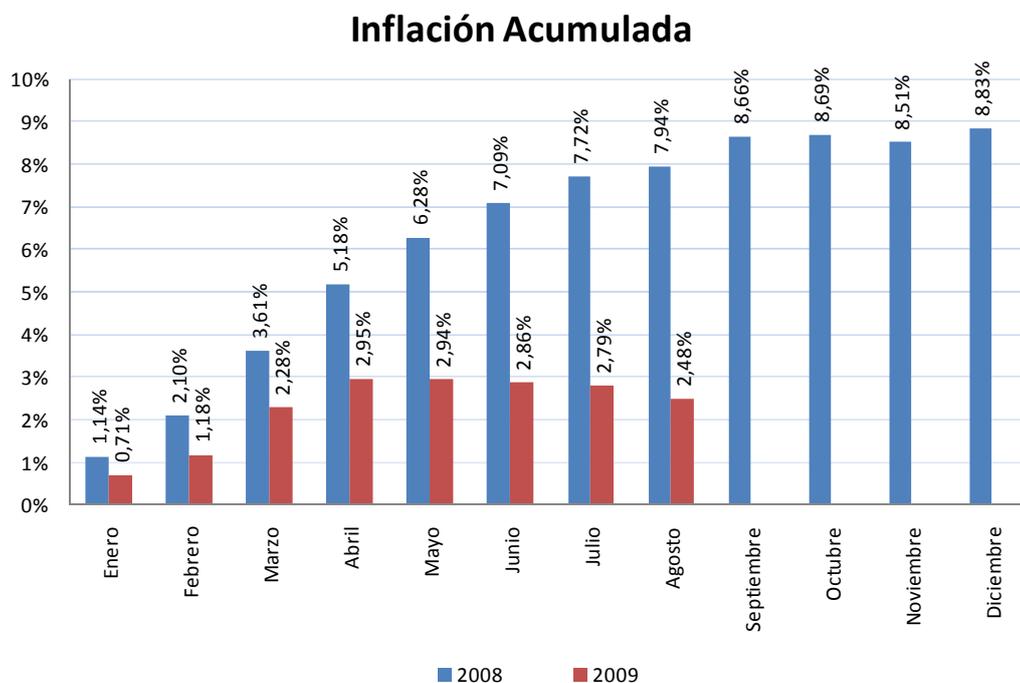


Gráfico 3.16: Inflación acumulada del año 2008 y del 2009 (hasta agosto).

En el Gráfico 3.16 se puede observar la evolución de la inflación acumulada para los años 2008 y 2009. A finales del 2008 se tuvo un valor de 8,83%; para el mes de agosto del 2009 se tiene una inflación acumulada de 2,48%.

3.6.3. Índices de Pobreza y Pobreza Extrema en el Ecuador

El índice de pobreza se calcula al comparar el ingreso total per cápita (ingreso familiar promedio dividido para el número de personas por familia promedio) con la línea de pobreza por consumo, los individuos cuyo ingreso sea menor a esta línea son considerados pobres. El mismo procedimiento se aplica para el cálculo

del índice de pobreza extrema.

Como referencia se considera las líneas de pobreza y pobreza extrema por consumo a los obtenidos en la Encuesta de Condiciones de Vida – Quinta Ronda del año 2005 [INEN, abril, 2009], cuyos valores son:

- Línea de pobreza: 56,64 USD.
- Línea de pobreza extrema: 31,92 USD.

En términos generales, estos valores para el año 2008 se actualizan a través de la inflación acumulada y son:

- Línea de pobreza: 65,79 USD.
- Línea de pobreza extrema: 37,08 USD.

En resumen, en el Tabla 3.15 se indica los porcentajes de población que viven en pobreza y pobreza extrema a nivel nacional, en zonas urbanas y en zonas rurales:

Población (%)	2006	2007	2008
<i>Pobreza</i>	37,60%	36,74%	35,09%
Pobreza urbana	24,33%	25,16%	22,62%
Pobreza rural	60,56%	61,34%	59,72%
<i>Pobreza extrema</i>	16,89%	16,45%	15,69%
Pobreza extrema urbana	7,94%	8,24%	7,57%
Pobreza extrema rural	32,82%	33,34%	31,73%

Tabla 3.15: Porcentajes de la población ecuatoriana que viven en pobreza y pobreza extrema.

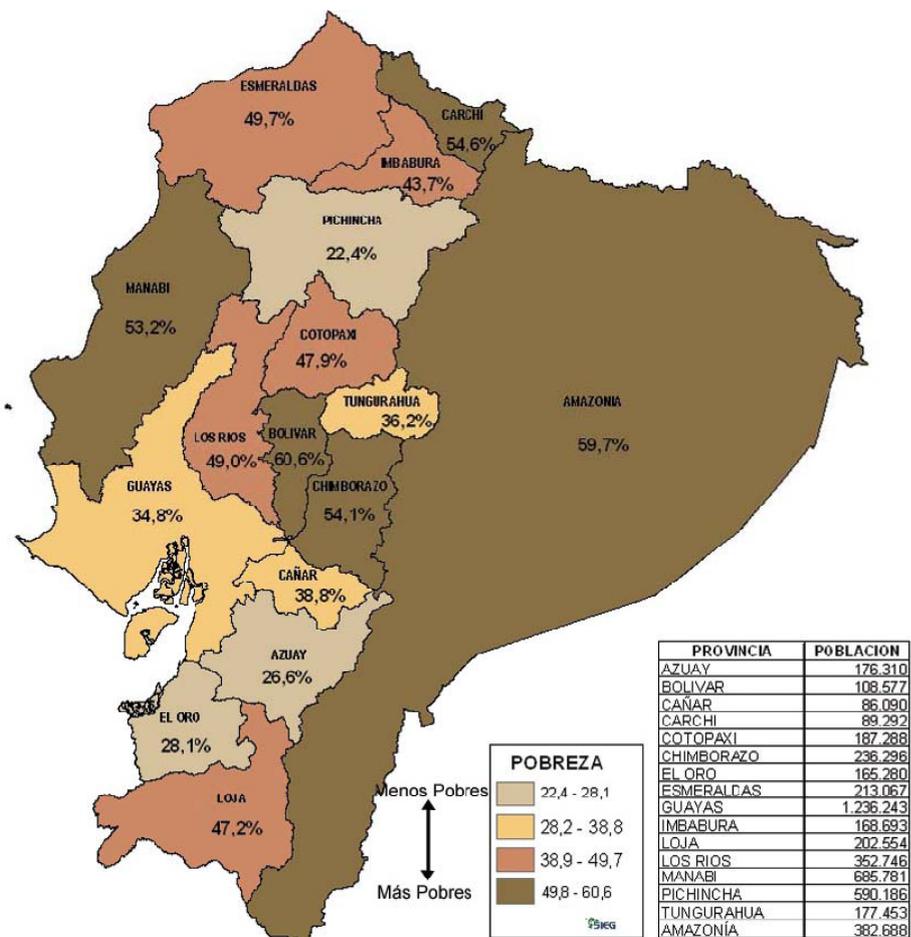


Gráfico 3.17: Índice de pobreza por provincias – año 2005 [INEN, abril, 2008].

De lo anterior, se puede concluir que a fines del año 2008, el 35,09% de la población ecuatoriana vive en condiciones de pobreza, mientras que el 15,69% de la población total vive en condiciones de extrema pobreza.

En el Gráfico 3.17, se puede analizar cuáles son las provincias más pobres del Ecuador: Bolívar, Manabí, Carchi, Chimborazo y la Amazonía. Las provincias menos pobres del Ecuador son: El Oro, Azuay y Pichincha.

En el Gráfico 3.18 se analiza la distribución del ingreso promedio per cápita del Ecuador para el año 2008 en deciles. Es importante indicar que el 90% de la población tiene ingresos menores a 212 USD al mes.

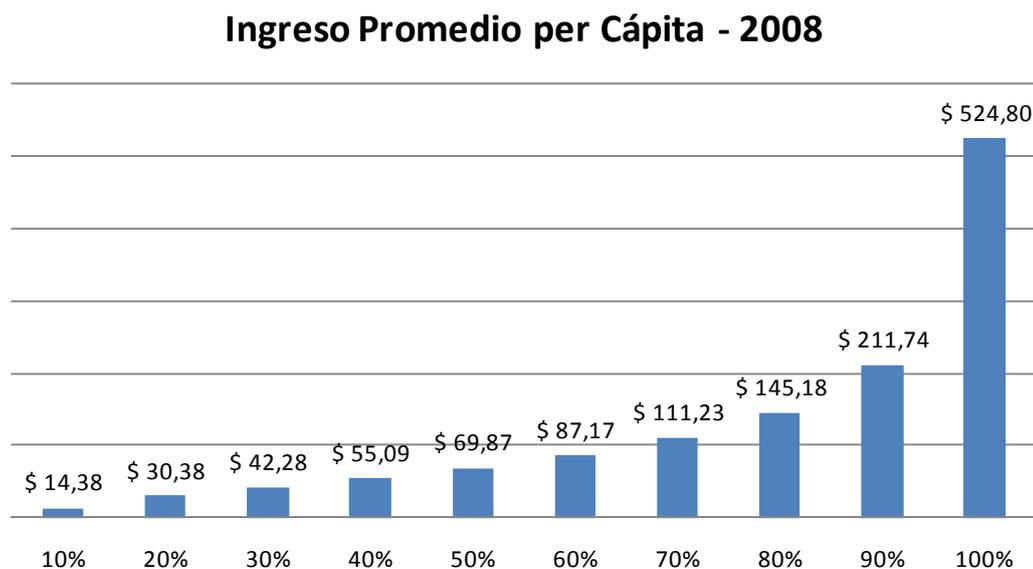


Gráfico 3.18: Deciles para el Ingreso Promedio per Cápita - año 2008.

Del Gráfico anterior, se puede deducir que, por ejemplo, para el año 2008, el 80% de la población ecuatoriana, tuvo ingresos menores o iguales a 145,18 USD mensuales.

3.6.4. Índices de Actividad Laboral

De los datos obtenidos en el INEC, para marzo del 2009, en la Tabla 3.16 se presenta los valores de la población que se encuentra en condiciones de trabajar, separada la información por género.

En la tabla antes indicada, se puede deducir que el 18,1% de la población urbana es menor a 10 años, por lo que no se considera en edad de trabajar.

Clasificación	Hombres	Mujeres	Total
Población Urbana Total	4.514.107	4.727.053	9.241.160
Población Menor de 10 Años	860.052	815.600	1.675.652
Población en Edad de Trabajar (PET)	3.654.055	3.911.453	7.565.508
<i>Población Económicamente Activa (PEA)</i>	<i>2.593.406</i>	<i>1.961.111</i>	<i>4.554.517</i>
Ocupados	2.412.919	1.749.913	4.162.832
Ocupados Plenos	1.138.245	630.701	1.768.946
Subempleados	1.253.706	1.109.982	2.363.688
<i>Visibles</i>	<i>246.948</i>	<i>250.222</i>	<i>497.170</i>
<i>Otras Formas</i>	<i>1.006.758</i>	<i>859.760</i>	<i>1.866.518</i>
Ocupados No Clasificados	20.968	9.230	30.198
Desocupados	180.487	211.198	391.685
Cesantes	139.214	160.595	299.809
Trabajadores Nuevos	41.273	50.603	91.876
<i>Población Económicamente Inactiva (PEI)</i>	<i>1.060.649</i>	<i>1.950.342</i>	<i>3.010.991</i>

Tabla 3.16: Clasificación de la población ecuatoriana en edad de trabajar (marzo 2009).

Clasificación	Personas			Porcentaje		
	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total
<i>PEA</i>	<i>2.593.406</i>	<i>1.961.111</i>	<i>4.554.517</i>	<i>100,0%</i>	<i>100,0%</i>	<i>100,0%</i>
Ocupados	2.412.919	1.749.913	4.162.832	93,0%	89,2%	91,4%
Ocupados Plenos	1.138.245	630.701	1.768.946	43,9%	32,2%	38,8%
Subempleados	1.253.706	1.109.982	2.363.688	48,3%	56,6%	51,9%
<i>Visibles</i>	<i>246.948</i>	<i>250.222</i>	<i>497.170</i>	<i>9,5%</i>	<i>12,8%</i>	<i>10,9%</i>
<i>Otras Formas</i>	<i>1.006.758</i>	<i>859.760</i>	<i>1.866.518</i>	<i>38,8%</i>	<i>43,8%</i>	<i>41,0%</i>
Ocupados No Clasificados	20.968	9.230	30.198	0,8%	0,5%	0,7%
Desocupados	180.487	211.198	391.685	7,0%	10,8%	8,6%
Cesantes	139.214	160.595	299.809	5,4%	8,2%	6,6%
Trabajadores Nuevos	41.273	50.603	91.876	1,6%	2,6%	2,0%

Tabla 3.17: Distribución de la PEA (marzo 2009).

Adicionalmente, la población económicamente activa (PEA) representa el 60,2% de la PET.

De la Tabla 3.17, se puede verificar que el 91,4% de la PEA se encuentra ocupada y el 51,9% de la PEA en condición de subempleo. El 8,6% de la PEA se encuentra en la desocupación y el 6,6% se encuentra cesante.

CAPITULO IV

4. DETERMINACIÓN DE LA BRECHA DIGITAL DE TELEFONÍA E INTERNET EN EL ECUADOR

4.1. BRECHA DIGITAL

4.1.1. Definición

La brecha digital se define como “la separación que existe entre las personas (comunidades, estados, países ...) que utilizan las tecnologías de la información y comunicación como una parte rutinaria de su vida diaria y aquellas que no tienen acceso a las mismas y que aunque las tengan no saben cómo utilizarlas” [Serrano, pág. 8].

De los resultados presentados en el Capítulo 3, aproximadamente un 12% de la población ecuatoriana tiene acceso a servicios de telefonía fija, móvil e Internet (de manera simultánea). En este capítulo se realiza un análisis de la brecha digital para los servicios de telefonía fija, móvil e Internet en el Ecuador, con el objetivo de buscar y recomendar alternativas de reducción de la misma.

El desarrollo sostenido de las tecnologías de información y comunicación ha hecho que existan cambios dramáticos en la economía y la sociedad. Este desarrollo ha acentuado la separación entre las clases sociales de bajos recursos y la de aquellos con mayores ingresos, y obviamente con mayor posibilidad de acceso a la información y medios de telecomunicación.

La brecha digital no se define solamente por aspectos meramente tecnológicos,

sino más bien es una consecuencia de la combinación de factores socioeconómicos (inflación, PIB, niveles de pobreza, entre otros) y de la falta de infraestructura de telecomunicaciones e informática que hacen que exista la separación entre las posibilidades de los estratos sociales en la utilización y el beneficio de herramientas tecnológicas. En este caso, los gobiernos juegan un papel muy importante, pues, no solamente se trata de implementar infraestructura tecnológica para reducir la brecha digital, sino más bien de educar a la población en que la tecnología es un medio de desarrollo social y económico. Se trata de implementar un desarrollo sostenible, más no la adopción de tecnología.

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), en julio del 2001, dio a conocer su informe sobre el desarrollo humano en el mundo, el cual se puede resumir en el Tabla 4.1.

Característica	IDH	EV	TA	TM	PIBpc
Alto desarrollo humano (48 países)	0,914	77,3	98,5	91	23.410
Medio desarrollo humano (78 países)	0,684	66,8	78,5	67	3.850
Bajo desarrollo humano (36 países)	0,442	52,6	48,9	38	1.200
Ingreso alto	0,926	78,0	98,6	93	25.860
Ingreso medio	0,740	68,5	85,7	74	5.310
Ingreso bajo	0,549	59,4	61,8	51	1.910
América Latina y Caribe	0,760	69,6	87,8	74	6.880
Ecuador	0,726	69,8	91,0	77	2.994

IDH: Índice de desarrollo humano.

EV: Esperanza de vida.

TA: Tasa de alfabetización de adultos (% de 15 años en adelante).

PIBpc: Producto Interno Bruto por Habitante en Dólares.

Tabla 4.1: Índices de desarrollo humano obtenidos por el PNUD y UNITE para el año 2001 [Rodríguez, pág. 18].

En función de esta información, los estudios realizados de brecha digital han comprobado que esta medida socio – tecnológico – económica va correlacionada

de manera inversa con los factores que se indican. Es decir, en los países de bajo desarrollo humano, de ingresos bajos, la brecha digital es mayor.

Por otro lado, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) considera la clasificación de los países, en función de los siguientes criterios:

- Ingresos: Un país menos adelantado es el que tiene un PIB menor a 900 USD per cápita.
- Calidad de vida: se mide en función de la esperanza de vida al nacer, tasa de matriculación, alfabetización de adultos, ingesta de calorías per cápita, entre las principales.
- Diversificación económica: Se basa en el porcentaje del PIB que se destina a la fabricación de bienes, fuerza laboral, consumo de energía anual per cápita y la exportación de mercancías.
- Acceso a la tecnología: Parámetros de densidad telefónica, número de usuarios de Internet, número de computadoras, entre otros, como medidas de un país con alcance a la tecnología.

4.1.2. Brecha Digital y el Nivel de Ingresos

En el Gráfico 4.1, se puede apreciar a groso modo la brecha digital existente en los servicios de televisión, telefonía e Internet a nivel mundial, con relación a los ingresos de cada sector de la población. Se puede analizar claramente que la clase de ingreso alto, que representa aproximadamente el 15% de la población mundial, tiene acceso al 40% de los televisores, 70% de los teléfonos, 80% del

PIB y 90% de las conexiones de Internet.

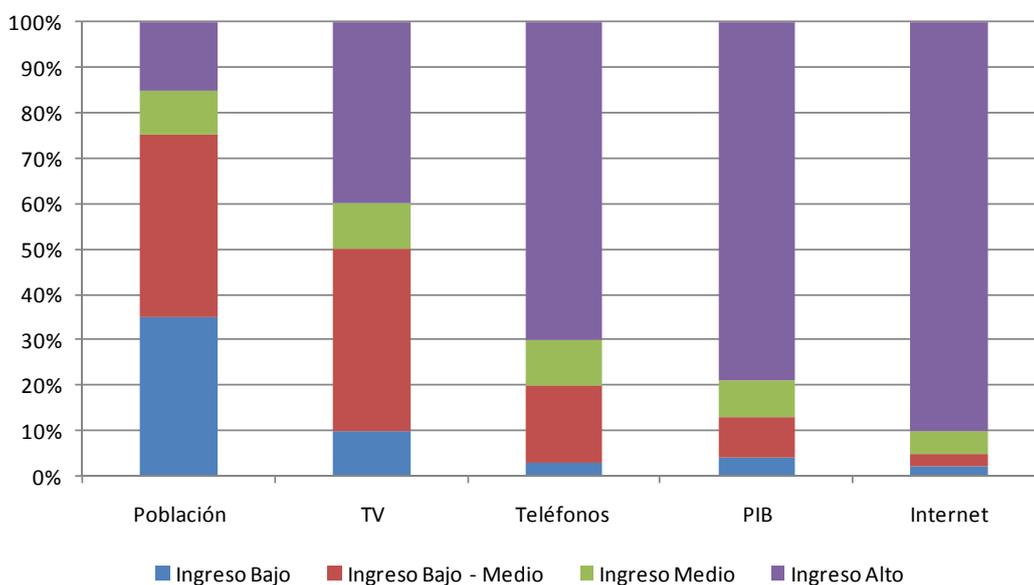


Gráfico 4.1: Brecha digital a nivel mundial en relación a los ingresos. Fuente ITU.

En cambio la clase de ingreso bajo (que representa aproximadamente el 35% de la población mundial) tiene acceso al 10% de los televisores, 3% de los teléfonos, 4% del PIB y un 2% de las conexiones de Internet.

Lo expresado en el Gráfico 4.1 se basa en promedios mundiales, que reflejan la situación que se repite en todos los países (con mayor o menor grado), de que las clases sociales de mayores ingresos, que son numéricamente pequeñas, poseen acceso a muchos más servicios de telecomunicaciones que las clases sociales de ingresos bajos. Para el caso específico del Ecuador, en este capítulo se tendrán datos detallados de acceso a los servicios de telefonía e Internet.

4.1.3. *E-Readiness*

El concepto de *e-readiness* (preparación digital) se basa en que cada país tiene interrelacionados unos atributos (infraestructura, políticos, comerciales, legales y sociales) que cuando se combinan eficientemente ayudan a la economía a crecer y a mejorar el gobierno y la sociedad.

La *Economist Intelligence Unit* (EIU) (www.eiu.com), ha calculado el índice *e-readiness*, sobre un valor de 10, el cual se basa en los siguientes parámetros:

- infraestructura tecnológica y de conectividad de banda ancha de un país,
- la medida en la cual un país entrega un mejor ambiente para realizar negocios,
- el factor humano (preparación de la población de un país),
- el ambiente legal de un país al desarrollo tecnológico, y
- las iniciativas gubernamentales para desarrollar la calidad de vida y la adopción de la sociedad de un país al uso de tecnología como herramienta diaria de desarrollo.

En la Tabla 4.2 se resume el índice *e-readiness* para los primeros 10 países, así como para los principales países latinoamericanos (la explicación del método de cálculo de este índice no es parte del presente trabajo).

Como se puede apreciar en la Tabla 4.2, el país con el mejor índice *e-readiness* es Dinamarca con un valor de 8,88, el país mejor posicionado de Latinoamérica es Chile (6,47) y el Ecuador está en la posición 59 con el índice de 4,12.

Ranking de E-readiness		Índice E-readiness		País
2006	2007	2006	2007	
1	1	9,00	8,88	Dinamarca
2	2	8,88	8,85	Estados Unidos
4	3	8,74	8,85	Suecia
10	4	8,36	8,72	Hong Kong
3	5	8,81	8,61	Suiza
13	6	8,24	8,60	Singapur
5	7	8,64	8,59	Reino Unido
6	8	8,60	8,50	Países Bajos
8	9	8,50	8,46	Australia
7	10	8,55	8,43	Finlandia
31	30	6,19	6,47	Chile
39	38	5,30	5,86	México
41	43	5,29	5,45	Brasil
42	44	5,27	5,40	Argentina
48	50	4,47	4,89	Venezuela
49	51	4,44	4,83	Perú
51	53	4,25	4,69	Colombia
58	59	3,88	4,12	Ecuador

Tabla 4.2: Índice e-readiness para los años 2006 y 2007 [Rodríguez, pág. 18].

4.1.4. Estimación de la Brecha Digital – Modelo de la UIT

Existen varios estudios de diferentes instituciones u organizaciones que ha definido un método de cálculo para la estimación de la brecha digital de un país o región. Estas instituciones al ser destinadas a ciertas áreas, regiones o países, así como al tener intereses particulares, definen a este índice de distintas formas. Debido a este antecedente, se ha decidido realizar el cálculo del índice de brecha digital en base a la información suministrada por la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), pues al ser un organismo regulador independiente, permite la comparación de los resultados entre varios países.

El Índice de Acceso Digital (IAD) de la UIT permite medir el nivel de acceso a las TIC (Tecnologías de Información y Comunicación), según el cual se evalúa la capacidad global de los habitantes de un país para acceder y utilizar las tecnologías de información y comunicación.

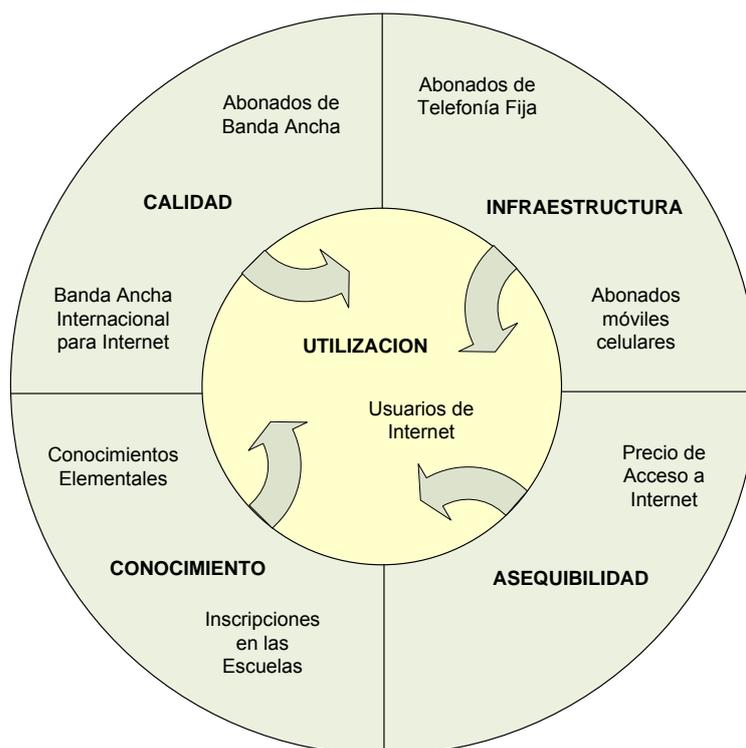


Gráfico 4.2: Interrelación entre los factores componentes para el cálculo del IAD y sus variables [UIT, pág. 21].

El IAD se basa en cuatro factores fundamentales que inciden en la capacidad de un país para acceder a las TIC: infraestructura, asequibilidad, conocimientos y calidad.

Estos factores se ven interrelacionados con la utilización real de las TIC en el país en cuestión, de esta manera se aterriza la información a la realidad que se estudie.

En el Gráfico 4.2 se hace una representación cualitativa de la interrelación

existente entre los cuatro factores fundamentales considerados para el cálculo del IAD y el grado de utilización real de las TIC.

En la Tabla 4.3 se hará una descripción de los valores máximos que cada variable mostrada en el Gráfico 4.2, de acuerdo a la definición de la UIT:

Indicador	Tope	Nota
Abonados telefónicos fijos por cada 100 habitantes (densidad de telefonía fija).	60	Cada uno representa el 50% de la Infraestructura
Abonados móviles por cada 100 habitantes (densidad de telefonía móvil).	100	
Conocimientos de los adultos.	100	Los conocimientos elementales representan las dos terceras partes y las inscripciones la tercera parte en relación con el conocimiento
Inscripciones totales en las escuelas (primaria, secundaria y superior).	100	
Precio de acceso a Internet (20 horas al mes) como porcentaje del ingreso per cápita.	100	Se utiliza la inversa de este indicador
Abonados a la banda ancha por cada 100 habitantes (densidad de banda ancha).	30	Cada uno representa el 50% de la calidad
Banda ancha internacional para Internet per cápita.	10.000	
Usuarios de Internet por cada 100 habitantes (densidad de Internet).	85	

Tabla 4.3: Valores máximos de las variables componentes del IAD [UIT, pág. 21].

Para el cálculo del IAD, se debe proceder de acuerdo a lo siguiente.

- Cada indicador se divide para su valor máximo.
- Los valores resultantes se multiplican por el valor que representan en esa categoría y se suman para obtener el índice correspondiente a la categoría en cuestión. Por ejemplo, el indicador correspondiente a la infraestructura se calcula: $[\text{líneas telefónicas principales por cada 100 habitantes} / 60 * (1/2)] + [\text{abonados móviles por cada 100 habitantes} / 100 * (1/2)]$.

- El IAD se obtiene de la multiplicación de los índices de cada una de las cinco categorías por 0,2 y sumándolos.

En resumen:

$$IAD = i_{INFRAESTRUCTURA} + i_{CONOCIMIENTO} + i_{ASEQUIBILIDAD} + i_{CALIDAD} + i_{UTILIZACION}$$

Donde:

$$i_{INFRAESTRUCTURA} = \frac{1}{5} * \left[\left(\frac{1}{2} \right) * \frac{\text{Densidad de telefonía fija}}{60} + \left(\frac{1}{2} \right) * \frac{\text{Densidad de telefonía móvil}}{100} \right]$$

$$i_{CONOCIMIENTO} = \frac{1}{5} * \left[\left(\frac{2}{3} \right) * \frac{\text{Alfabetos adultos}}{100} + \left(\frac{1}{3} \right) * \frac{\text{Matrículas (primaria, secundaria y superior)}}{100} \right]$$

$$i_{ASEQUIBILIDAD} = \frac{1}{5} * \left[\frac{\text{Precio de Internet (20 horas al mes)}}{\text{Ingreso per Cápita}} * 100 \right]^{-1}$$

$$i_{CALIDAD} = \frac{1}{5} * \left[\left(\frac{1}{2} \right) * \frac{\text{Densidad de banda ancha}}{30} + \left(\frac{1}{2} \right) * \frac{\text{Ancho de banda internacional per cápita}}{10.000} \right]$$

$$i_{UTILIZACION} = \frac{1}{5} * \left[\frac{\text{Densidad de Internet}}{85} \right]$$

La cuantificación del índice de la brecha digital (IBD) se define como:

$$IBD = 1 - IAD$$

Con los datos proporcionados en el Capítulo 3 y en éste, se procederá a continuación al cálculo del IAD y del IBD para el Ecuador, valor correspondiente para finales del año 2008. Los datos se presentan en la Tabla 4.4.

Variables para el Ecuador (año 2008)	Valor
Abonados telefónicos fijos por cada 100 habitantes	13,8
Abonados móviles por cada 100 habitantes	84,6
Tasa de Alfabetización de Adultos	91
Tasa de Matriculación (primaria, secundaria y superior)	77
Precio de acceso a Internet (20 horas al mes)	14,00 USD
Ingreso per cápita	524,80 USD
Abonados de banda ancha por cada 100 habitantes	1,36
Banda ancha internacional para Internet per cápita	434,36 bps ⁸
Usuarios de Internet por cada 100 habitantes	12

Tabla 4.4: Valores de las variables para el cálculo del IAD para el Ecuador a finales del 2008.

De las ecuaciones para el cálculo de IAD e IBD, los resultados obtenidos para el Ecuador en el año 2008 son:

IAD (Índice de Acceso Digital): 0,39

IBD (Índice de Brecha Digital): 0,61

En el Tabla 4.5 se tiene un comparativo del IAD y del IBD para los diez mejores países del mundo, de Latinoamérica y el Ecuador, datos obtenidos por la UIT para el año 2002.

⁸ De acuerdo a entrevista con funcionarios de AEPROVI (abril, 2009), para finales del 2008, el Ecuador tenía una capacidad internacional de conexión a la red de Internet de aproximadamente 6 Gbps (40 STM-1's).

País	IAD	IBD	País	IAD	IBD
Suecia	0,85	0,15	México	0,50	0,50
Dinamarca	0,83	0,17	Brasil	0,50	0,50
Islandia	0,82	0,18	Panamá	0,47	0,53
Corea	0,82	0,18	Venezuela	0,47	0,53
Noruega	0,79	0,21	Colombia	0,45	0,55
Países Bajos	0,79	0,21	Perú	0,44	0,56
Hong Kong	0,79	0,21	Ecuador	0,41	0,59
Finlandia	0,79	0,21	Paraguay	0,39	0,61
Taiwán	0,79	0,21	Guatemala	0,38	0,62
Canadá	0,78	0,22	El Salvador	0,38	0,62
Chile	0,58	0,42	Bolivia	0,38	0,62
Uruguay	0,54	0,46	Cuba	0,38	0,62
Argentina	0,53	0,47	Honduras	0,29	0,71
Costa Rica	0,52	0,48	Nicaragua	0,19	0,81

Tabla 4.5: Valores de IAD e IBD a nivel mundial para el año 2002 [UIT, pág. 22].

4.2. BRECHA DE ACCESO, BRECHA DE MERCADO Y FRONTERA DE EFICIENCIA DE MERCADO

Antes de ingresar a la definición de los conceptos que se presentan en el título, es necesario conceptualizar lo que se entiende por acceso y servicio universales:

- Acceso Universal: Se relaciona con la disponibilidad razonable de redes y servicios de telecomunicaciones en términos de cobertura geográfica y la presencia de puntos de acceso al servicio, de tal forma que la población en general pueda obtener servicios de telecomunicaciones de manera local, ya sea por un proveedor privado, o por instalaciones públicas compartidas. El verdadero acceso universal se basa en que el 100% de una población pueda tener acceso como mínimo a servicios de telecomunicaciones a través de

instalaciones públicas o comunitarias a precios asequibles, y que aquellos que puedan pagar el servicio basado en costos, lo obtengan de manera individual o residencial cuando lo necesiten.

- Servicio Universal: Persigue la condición de que se cumpla con el derecho que tiene el hombre de comunicarse, independientemente de la localización geográfica de su residencia. En este caso, todos los ciudadanos de un país tienen derecho a un nivel mínimo en los servicios de telecomunicaciones, independientemente de que lo hayan demandado o no.

En el Gráfico 4.3 se hace una representación de la relación existente entre la brecha de acceso, brecha de mercado y la frontera de eficiencia de mercado. A continuación se hará una descripción detallada del mismo, con el objetivo de definir los conceptos necesarios para el análisis posterior de los servicios de telefonía fija, móvil e Internet:

- El eje x representa la demanda de un servicio de telecomunicaciones y el eje y es la oferta de ese servicio. La frontera horizontal superior representa al 100% de los centros geográficos servidos. La frontera vertical derecha representa el 100% de la población.
- El área gris representa la penetración actual del servicio de telecomunicaciones. Es decir, la demanda que está cubierta en función de la oferta limitada por los niveles de acceso y precio del proveedor.

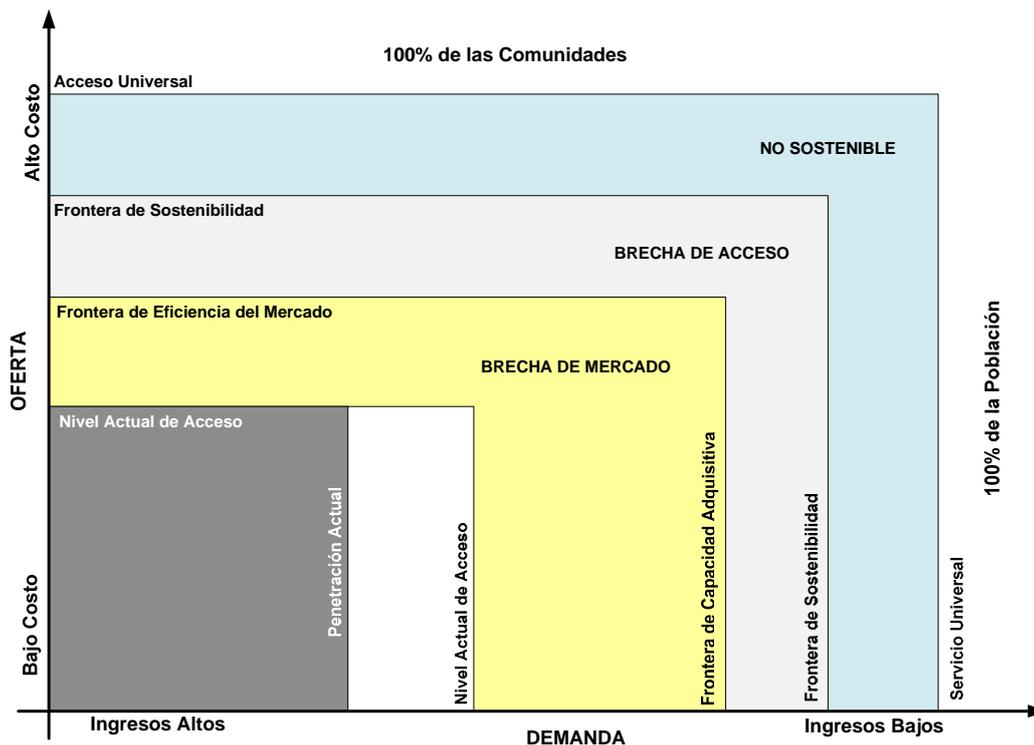


Gráfico 4.3: Brecha de Acceso, Brecha de Mercado y Frontera de Eficiencia de Mercado de un Servicio de Telecomunicaciones [Foro Latinoamericano de Entes Reguladores de Telecomunicaciones, pág. 8].

- El área blanca representa el nivel de acceso al servicio. En el eje de la oferta, la penetración del servicio es igual al nivel de acceso, pues en este caso se mide la disponibilidad geográfica. En el eje de la demanda, la penetración no iguala a la disponibilidad (nivel de acceso), pues hay viviendas que están cubiertas con el servicio, pero no lo contratan.

4.2.1. Frontera de Eficiencia del Mercado

Esta área es la que se define en base a la existencia de un mercado teórico eficiente que paga el servicio de telecomunicaciones, en el cual los operadores compiten por ganancias sin la existencia de subsidios ni ayudas externas, así como sin la presencia de barreras de entrada al mercado de telecomunicaciones.

La realidad actual mundial es que la mayoría de los mercados de telecomunicaciones se encuentran en una etapa de transición de monopolios estatales a mercados regulados o de libre competencia. En esta transición no se puede evidenciar el funcionamiento total de las fuerzas de mercado, sino más bien todavía se tiene influencia de los gobiernos. Del otro lado, los cambios tecnológicos constantes en la industria de las telecomunicaciones hace que los operadores no trabajen en condiciones de rentabilidad en todo momento, es decir, existen períodos de inversión, en los cuales la recuperación de capitales no es inmediata.

La frontera de eficiencia del mercado está principalmente definida por factores geográficos y de la oferta, que son los que normalmente determinan las limitaciones de los servicios disponibles en el mercado (por ejemplo, las zonas rurales en su mayoría carecen de acceso básico a las redes, debido a su ubicación geográfica). Algunos factores de la oferta que influyen en la posición de frontera de eficiencia del mercado son:

- Costos básicos de infraestructura, equipamiento de redes y mano de obra de instalación.
- Costos de adquisición de licencias de operación (uso de frecuencias, derechos de paso, obligaciones legales, concesiones, entre las principales).
- Disponibilidad de infraestructura de caminos y energía eléctrica, para el desarrollo de redes en zonas alejadas.

- Costos directos e indirectos de capital humano para la operación (vendedores, técnicos, obreros, administrativos, etc.) necesarios para la entrega del servicio al usuario final.
- Costos relacionados con conocimientos técnicos, software, hardware, aplicaciones a la medida, entre otros, que permiten el funcionamiento efectivo de los servicios entregados.
- Políticas gubernamentales de impuestos y aranceles (de los gobiernos nacionales y locales).

4.2.2. Brecha de Mercado

Teóricamente, la dimensión y el alcance probable de un mercado plenamente eficiente para cualquier servicio de telecomunicaciones, es significativamente más grande que el actual grado de acceso al mercado. Por ejemplo, la potencialidad existente en la entrega de servicios de Internet (del análisis de factores como la oferta actual, avances tecnológicos de acceso, costos más bajos de acceso a la red, entre otros) hace que el tamaño del mercado eficiente sea mayor, con relación al actual nivel de acceso del mercado.

Basado en lo expuesto anteriormente, la brecha del mercado se define como la diferencia existente en el tamaño del mercado perfectamente eficiente y la dimensión del mercado en base a su actual grado de acceso.

La brecha de mercado varía en función de factores como perfeccionamiento de las regulaciones existentes, mayores inversiones, mayor demanda de servicio, entre otros que afectan en la disminución de la brecha existente. Por otro lado, la

existencia de barreras no económicas de ingreso (otorgamiento de licencias, impuestos, zonas de concesión no rentables), impuestos desproporcionados, tasas por derechos de paso, limitación en las importaciones, dificultad de financiamiento, limitación de capital humano para el servicio, entre otros, hace que la brecha de mercado se mantenga, y en otros casos crezca.

En el Gráfico 4.3, la línea límite de la brecha de mercado, en el eje de la demanda, representa la frontera de capacidad adquisitiva o frontera de adopción y se basa en el hecho de la disponibilidad de ingresos de la población para pagar por un servicio de telecomunicaciones. Respecto a la adopción, se define también como el límite en el cual el usuario puede costear el servicio, pero no lo contrata, pues no le encuentra valor.

4.2.3. Frontera de Sostenibilidad

Una vez definida la frontera de eficiencia del mercado, los operadores de telecomunicaciones, en teoría, tendrían la posibilidad de desarrollar servicios económicamente viables, ya que el inicio de operación en las zonas geográficas de los mercados seleccionados, sería realizado con inversión externa (no propia del operador). De esta forma, una vez que la inversión inicial fuese realizada, y los servicios se presten, éstos generarían los ingresos mensuales o anuales suficientes para afrontar los gastos de funcionamiento de la red con un margen razonable de ganancia. A este concepto es lo que se conoce como frontera de sostenibilidad.

Los segmentos de mercado objetivo que se encuentran fuera de la frontera de eficiencia de mercado, pero dentro de la frontera de sostenibilidad se pueden

servir con el financiamiento de fondos públicos (por ejemplo, los proyectos existentes a través del Fodetel), a través de empresas o sociedades con participación pública y privada, y otro tipo de organización que realice la inversión inicial y asegure la prestación de servicios a largo plazo.

Es importante aclarar que la política impositiva existente puede tener un efecto significativo sobre la ubicación de la frontera de sostenibilidad, pues los márgenes de ganancia son escasos y el pago de los impuestos puede marcar la diferencia entre la viabilidad o no de la entrega del servicio.

4.2.4. Brecha de Acceso

La brecha de acceso está relacionada con dos zonas que se muestran en el Gráfico 4.3:

- La que se encuentra entre la frontera de sostenibilidad y la frontera de eficiencia del mercado, que representaría la brecha existente del mercado que podría mantener a largo plazo sus servicios de telecomunicaciones con la presencia de una inversión inicial de operación externa.
- La que se está fuera de la frontera de sostenibilidad, representada por mercados con regiones muy distantes y de muy bajos ingresos, en donde se requerirían de subsidios permanentes para asegurar el acceso a los servicios de telecomunicaciones.

Teóricamente, la frontera de eficiencia del mercado tiende a desplazarse hacia afuera debido principalmente a la disminución de gastos, mejora en las políticas de competencia y un incremento de las bondades de las nuevas tecnologías de

telecomunicaciones, el tamaño de la brecha de acceso debería disminuir.

4.2.5. Estimación de las Brechas de Acceso y Mercado para Telefonía Fija en el Ecuador

La información de la oferta de servicios (como son costos, precios, infraestructura, planes de crecimiento, entre otros) normalmente tiene asimetría con la realidad, debido a la confidencialidad de cada uno de los operadores. Debido a lo analizado, la estimación de la brecha de acceso y mercado para cada servicio se hace en base a la demanda. Además, se refleja de mejor manera los resultados, al ser muy relacionados con el usuario final.

De acuerdo a los datos proporcionados en el Capítulo 3, primeramente se procederá a partir de las siguientes premisas:

- Los datos de ARPU e Ingreso per Cápita en el Ecuador para el año 2008:
 - ARPU de Telefonía Fija: 16,70 USD.
 - ARPU de Telefonía Móvil Celular: 13,50 USD.
 - ARPU de Servicio de Internet: 20,00 USD.
 - Ingreso per Cápita: 524,80 USD.
- Según el INEC [INEC, abril 2009], en promedio general, una familia destina el 3% de sus ingresos a servicios de Telecomunicaciones (Índice Promedio de Gasto por Telecomunicaciones: IPGT).
- Por otro lado, a continuación se define el IFST como el Ingreso Familiar necesario para el Gasto de un Servicio de Telecomunicaciones, es decir, los ingresos familiares que se deben generar para destinar un porcentaje

determinado a un servicio de telecomunicaciones:

$$\text{IFST (USD)} = \frac{\text{ARPU (USD)}}{\text{IPGT (decimales)}}$$

De los datos obtenidos para el servicio de Telefonía Fija, se concluye:

La densidad de Telefonía Fija en el Ecuador para finales del 2008 es de 13,8%, se considera a este porcentaje como el nivel de penetración actual del servicio.

El ARPU de Telefonía fija es de 16,70 USD, y se entiende este valor como el que indica la frontera de capacidad adquisitiva.

De la ecuación definida para el IFST, el IFTF (Ingreso Familiar para Telefonía Fija) es de 556,67 USD. Es decir, una familia para consumir 16,70 USD en Telefonía Fija, debería tener un ingreso de 556,67 USD o de ó 139,17 USD por miembro familiar (se asume un promedio de 4 personas por familia).

De la información entregada en el Gráfico 3.18 y de los cálculos estadísticos en la línea de tendencia, se obtiene con un nivel de confianza del 99,95%, que para un ingreso per cápita de 139,17 USD, el 80,32% de la población no tendría capacidad adquisitiva al servicio de Telefonía Fija. Este valor corresponde a la frontera de mercado del servicio, es decir, el 19,68% de la población puede contratar el servicio de Telefonía Fija.

El sector no sostenible correspondería a aquella población que se encuentra en pobreza extrema que alcanza un valor de 15,69%. Aquí se determina la frontera de sostenibilidad del servicio de Telefonía Fija.

En los Gráficos 4.4 y 4.5 se presentan los resultados para las brechas de acceso, de mercado, frontera de eficiencia económica y frontera de sostenibilidad para el servicio de Telefonía Fija.

Brechas de Mercado y Acceso - Telefonía Fija

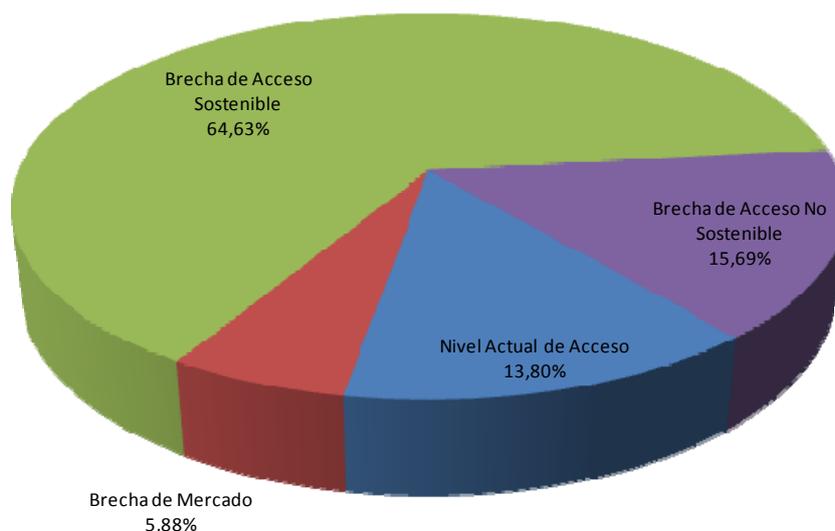


Gráfico 4.4: Brechas de Acceso, Brecha de Mercado y Nivel Actual de Acceso para el Servicio de Telefonía Fija en el Ecuador (año 2008).

De lo expuesto, se puede concluir:

- El nivel de acceso actual del servicio de telefonía fija es de 13,8% y la brecha de mercado aproximadamente de 6%. Esto significa que el servicio de telefonía fija podría llegar a un 20%, sin reducción de precios. El poder llegar a este porcentaje de población servida dependerá básicamente de la presencia de redes en las zonas donde la población está presente, así como de la demanda necesaria por el servicio.
- Más allá del 20%, dependerá de las políticas de reducción de precios de los

operadores de telefonía fija para llegar a la frontera de sostenibilidad y reducir la brecha de acceso sostenible. Es necesario indicar, que también dependerá del crecimiento de la infraestructura en zonas no servidas actualmente.

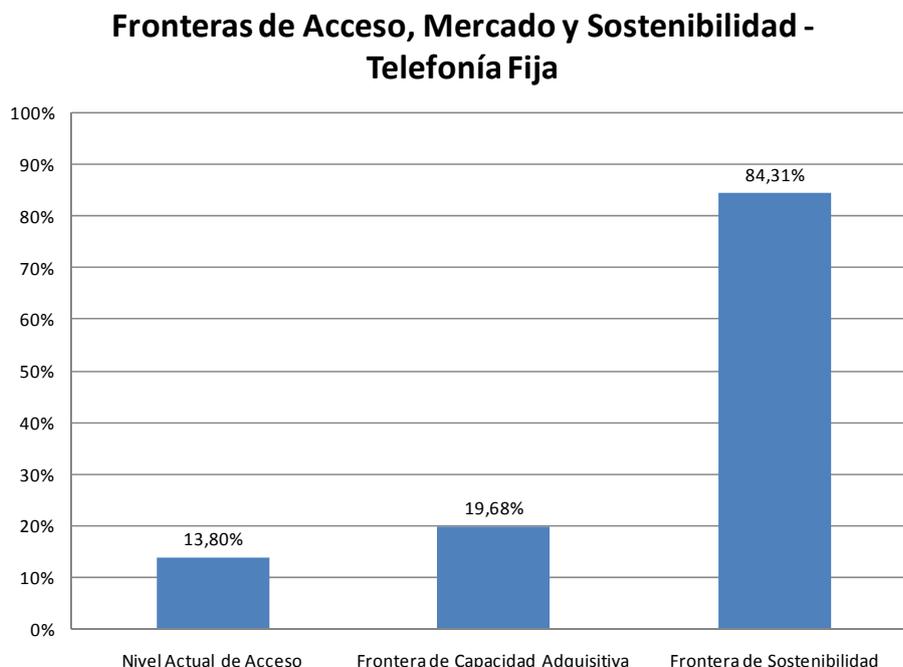


Gráfico 4.5: Fronteras de Acceso, Mercado y Sostenibilidad para el Servicio de Telefonía Fija en el Ecuador (año 2008).

4.2.6. Estimación de las Brechas de Acceso y Mercado para el Servicio de Telefonía Móvil Celular

En el Ecuador, para el servicio de Telefonía Celular, se presenta una situación diferente al de Telefonía Fija, pues para finales del 2008 se tiene una densidad de penetración del servicio de 84,6%, nivel que corresponde con el nivel actual de acceso. Por otro lado, el nivel de pobreza extrema en el Ecuador es de 15,69%, lo que indica que el 84,31% está en capacidad de cubrir sus necesidades primarias.

Al comparar los valores de penetración del servicio (84,60%) y del complemento de la pobreza extrema en el Ecuador (84,31%), se puede concluir que en el país, prácticamente la frontera de mercado y de acceso sostenible son las mismas, pues, únicamente la población que se encuentra en pobreza extrema es la que no tiene acceso al servicio de Telefonía Móvil Celular.

De esta forma, no existe brecha de mercado ni de acceso para el servicio de Telefonía Móvil Celular, tal como se puede apreciar en los Gráficos 4.6 y 4.7.

Brechas de Mercado y Acceso - Telefonía Móvil Celular

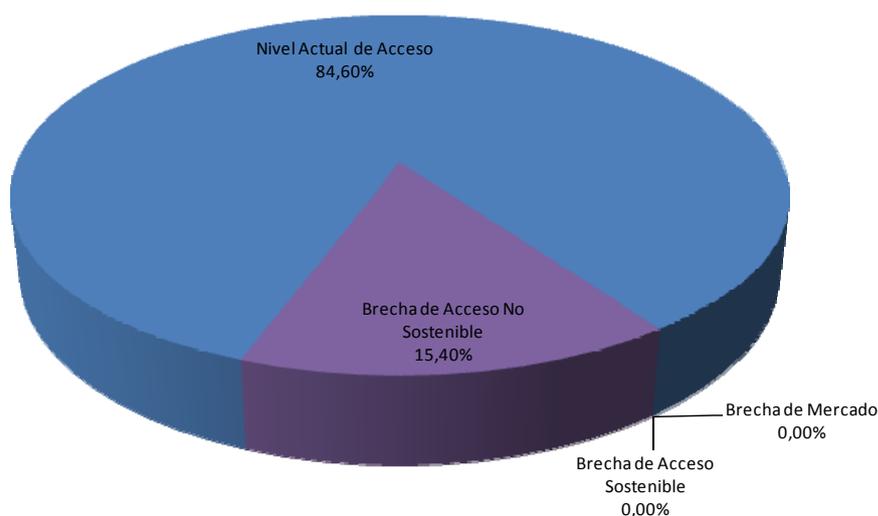


Gráfico 4.6: Brechas de Acceso, Brecha de Mercado y Nivel Actual de Acceso para el Servicio de Telefonía Móvil Celular en el Ecuador (año 2008).

De los resultados obtenidos, se puede concluir:

- Para finales del 2008, prácticamente el 100% de la población que no está en situación de pobreza extrema posee acceso al servicio de telefonía celular. Esta realidad se debe principalmente a que este servicio, debido a su

movilidad, se ha convertido en un servicio sustitutivo al de telefonía fija, pues permite además ser utilizado en cualquier parte donde exista cobertura.

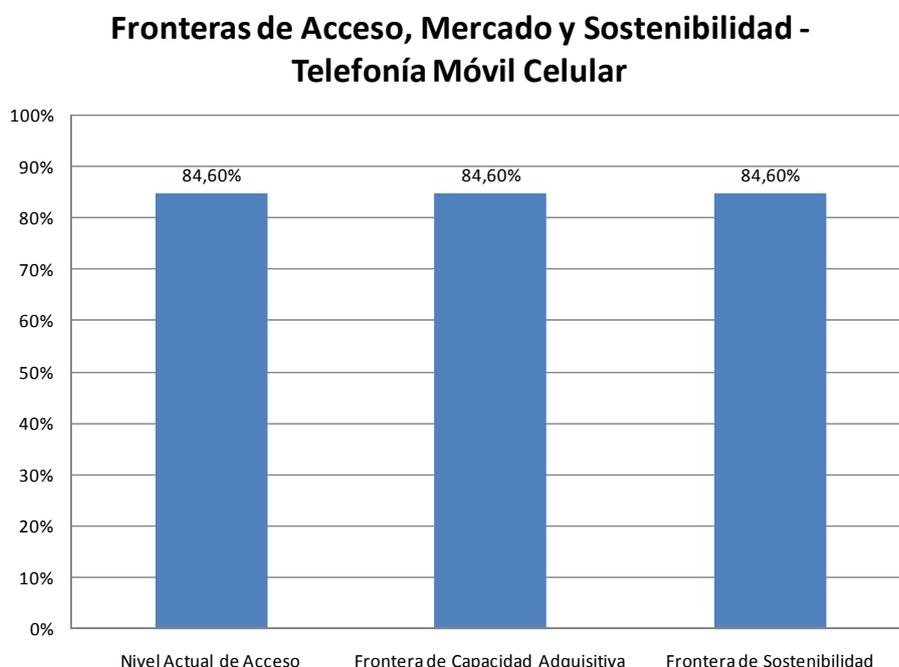


Gráfico 4.7: Fronteras de Acceso, Mercado y Sostenibilidad para el Servicio de Telefonía Móvil Celular en el Ecuador (año 2008).

- Es interesante indicar que la población ecuatoriana da prioridad al gasto en telefonía celular, que otro tipo de necesidades. Esto se demuestra por el alto nivel de densidad del servicio.
- Los operadores de celulares solamente tienen como mercado no servido, al que no posee los ingresos necesarios para contratarlo. Aquí podría presentarse una oportunidad de negocio al ejecutar una reducción de precios y convertir en un derecho del ciudadano el acceso al servicio con políticas que declaren a éste como universal.
- Por otro lado, los operadores, al no tener un mercado grande no servido, deberán implementar planes comerciales con productos complementarios, que

permita la fidelización de sus actuales clientes y la generación de nuevos ingresos.

- El Gobierno Nacional, deberá aprovechar la gran cobertura de las redes celulares para reducir la brecha digital en otros servicios diferentes a la telefonía celular, ya sea con acuerdos compartidos o con concesiones adicionales.

4.2.7. Estimación de las Brechas de Acceso y Mercado para el Servicio de Internet

El ARPU de Internet en el Ecuador es de 20,00 USD (de los datos indicados en el Capítulo 3). Este valor determina la frontera de capacidad adquisitiva. La densidad de Internet en el Ecuador para finales del 2008 es de 2,19% y corresponde al nivel actual de acceso del servicio de Internet.

De la ecuación presentada en el numeral 4.2.5, el IFI (Ingreso Familiar para Internet) es de 666,67 USD. Es decir, una familia para consumir 20,00 USD en Internet, debería tener un ingreso de 666,67 USD o de ó 117,79 USD por miembro familiar (se asume un promedio de 5,66⁹ personas por familia y una cuenta de Internet por familia).

De la información entregada en el Gráfico 3.18 y de los cálculos estadísticos en la línea de tendencia, se obtiene con un nivel de confianza del 99,95%, que para un ingreso per cápita de 117,79 USD, el 71,46% de la población no tendría capacidad adquisitiva al servicio de Internet, este valor representa la frontera de

⁹ Del Anexo 3 se obtiene en promedio que 5,66 personas utilizan una cuenta de Internet.

mercado del servicio, es decir, el 28,54% de la población puede contratar el servicio de Internet.

El sector no sostenible correspondería a aquella población que se encuentra en pobreza extrema que alcanza un valor de 15,69%; este valor determina la frontera de sostenibilidad del servicio de Internet.

En los Gráficos 4.8 y 4.9 se presentan los resultados para las brechas de acceso, de mercado, frontera de eficiencia económica y frontera de sostenibilidad para el servicio de Internet:

Brechas de Mercado y Acceso - Internet

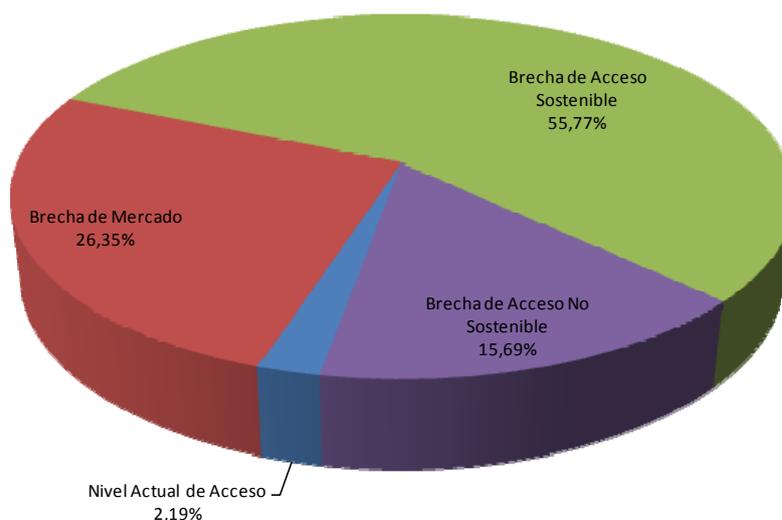


Gráfico 4.8: Brechas de Acceso, Brecha de Mercado y Nivel Actual de Acceso para el Servicio de Internet en el Ecuador (año 2008).

Fronteras de Acceso, Mercado y Sostenibilidad - Internet

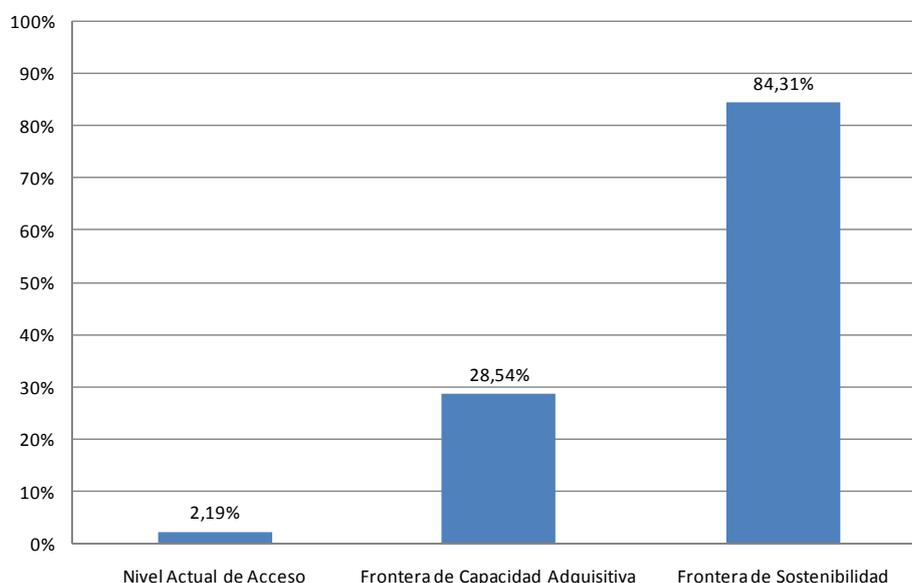


Gráfico 4.9: Fronteras de Acceso, Mercado y Sostenibilidad para el Servicio de Internet en el Ecuador (año 2008).

De los resultados expuestos, se concluye:

- Solamente el 2,19% de la población tiene acceso al servicio de Internet. Existe una brecha de mercado de 26,35%, que es calculada con los precios actuales del mercado. Es decir, con políticas más agresivas de comercialización, así como mayor cobertura por parte de los operadores, se podría llegar a tener aproximadamente el 29% de la población con acceso a la red de Internet.
- Del otro lado, la brecha sostenible (la que podría pagar el servicio) es grande (55,77%). Esto da clara muestra de que la población ecuatoriana, con mejores políticas de precios, así como con redes de mayor cobertura y de implementación inmediata, podrían contratar el servicio de Internet, a favor de la disminución de la brecha digital existente.

- El Gobierno Nacional todavía tiene que promulgar e incentivar la baja de precios de manera importante. Los objetivos serían llegar a niveles de la región latinoamericana, así como, en conjunto con la empresa privada, buscar las soluciones tecnológicas adecuadas, que permitan la rápida expansión de nuevas redes de acceso.
- El Internet, hoy por hoy, es el medio de mayor crecimiento y que ha cambiado las costumbres en la forma de realizar las diversas actividades humanas, por lo que su expansión y reducción de la brecha es inmediata.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. SERVICIO DE TELEFONIA FIJA

En el Ecuador, desde aproximadamente inicios del siglo XX, se ha dado un desarrollo muy lento del servicio de telefonía fija. El Estado Ecuatoriano ha tenido bajo su mando la toma de decisiones, planes, proyectos, comercialización, es decir, todo el proceso en la cadena de valor de entrega de éste. Actualmente, la presencia de la empresa privada para la entrega de este servicio es mínima, pues el Gobierno, con sus empresas estatales, tiene aproximadamente el 97% del mercado.

Como consecuencia, el servicio de telefonía fija en el Ecuador es suministrado casi en su totalidad por la CNT (ex Andinatel y ex Pacifictel), a través de redes de acceso de cobre y tecnología de conmutación por circuitos (TDM). Se han implementado paulatina y recientemente soluciones de distribución de redes a través de fibra y nodos de acceso multiservicio, conectados al usuario con cobre de última milla de máximo 1,5 Km., con lo cual se puede llegar a cubrir a menores costos zonas urbanas nuevas o no servidas. De esta forma, se prepararía la red para futuros servicios tales como Internet de banda ancha, IPTV o videoconferencia. Por otro lado, las redes de TV Cable y Telmex (empresas privadas que prestan servicios convergentes) están listas para brindar telefonía, Internet de banda ancha y TV pagada, pero su cobertura es muy pequeña (únicamente urbana) en relación con la existente a través de la CNT.

La realidad se refleja en los números. En el Ecuador, para fines del 2008, se tiene una densidad telefónica promedio de 13,8%, la cual es inferior al promedio latinoamericano que se encuentra alrededor de 16,4% [Fondo de Solidaridad, pág. 5]. En países de la región como Uruguay, Argentina y Chile, la densidad telefónica supera el 21%. Si se asume que una línea telefónica atiende a una familia promedio de 4 personas, aproximadamente el 55% de la población ecuatoriana tiene acceso al servicio de telefonía fija. Este servicio en el Ecuador es declarado como universal y público, el cual se define como un derecho del ciudadano. En este caso, el 45% de la población no puede hacer uso del mismo; casi la mitad de la población no puede acceder a un servicio público de telecomunicaciones, como es el de telefonía fija.

Las provincias de Pichincha, Azuay, Galápagos y Tungurahua superan la densidad promedio telefónica de 13,8% (24%, 19%, 15% y 14% respectivamente), mientras que el resto tiene niveles inferiores que llegan a valores de aproximadamente 6% en Manabí, 5% en Sucumbios y 4% en Los Ríos [Superintendencia de Telecomunicaciones, agosto, 2009]. Es evidente la distribución asimétrica del servicio de telefonía fija (concentración de éste principalmente en zonas de mayor rentabilidad) como consecuencia de la falta de planificación homogénea en los proyectos de crecimiento.

La brecha de acceso sostenible para telefonía fija en el Ecuador es de aproximadamente 65%, lo que determina que el papel del Estado es predominante, pues mucho dependerá de las inversiones que el Estado realice en este sector con el fin de mejorar la densidad telefónica de 13,8% a 19% (que es la meta que el PNC tiene para el año 2010). Es importante indicar que para fines

del año 2008, el PNC planificó llegar a una densidad telefónica de 14,8% y para el 2009 llegaría a 17,3%, objetivos que, por lo menos para el año 2008, no se cumplieron. Es necesario cuestionarse: ¿el Gobierno Nacional, a través de sus empresas de telecomunicaciones, ha realizado las inversiones suficientes y ha implementado los proyectos tecnológicos para poder cumplir con los objetivos del PNC?

La brecha de mercado para telefonía fija es del 6% aproximadamente, valor que determina el mercado objetivo, espacio en el que los proveedores de este servicio competirán con el fin de capturarlo. Es decir, alrededor del 20% de la población, a los precios actuales, está en capacidad de adquirir el servicio de telefonía fija, donde el 13,8% es el mercado actual atendido. En este caso, el crecimiento del servicio de telefonía fija dependerá de las políticas de precios del mercado, que están regulados por el Gobierno.

Del otro lado, es necesario la implementación de tecnologías de menor tiempo de instalación (normalmente las inalámbricas, tales como redes celulares o WiMAX), en zonas donde, primeramente las redes de cobre no existen y además sean de ingresos bajos. De esta manera, el objetivo establecido por el Gobierno Nacional, respecto a alcanzar una densidad telefónica del 19% para el año 2010, podría ser realizable. Se debe además, trabajar en conjunto con la empresa privada, para la entrega de servicio telefónico fijo en zonas no rentables, con el apoyo de las regulaciones concernientes al trato igualitario en los contratos de concesión.

5.2. SERVICIO DE TELEFONÍA MÓVIL CELULAR

La gran infraestructura de acceso instalada para la telefonía móvil celular, las inversiones desarrolladas por Porta y Movistar en plataformas de segunda y tercera generación y los planes de implementación de Alegro, permitirán a los usuarios acceder a diferentes tipos de servicio, tales como Internet móvil de banda ancha, transmisión de imágenes, videoconferencias, etc.

Desde el año 1994 hasta el 2008, el Ecuador ha tenido un crecimiento vertiginoso del número de líneas telefónicas celulares móviles; para fines del 2008 se tienen casi 11,7 millones de teléfonos en servicio. La densidad de telefonía celular en el Ecuador para el 2008 fue de 84%, mientras que el mismo índice para la región latinoamericana era en promedio de 75% [Fondo de Solidaridad, pág. 8]; el Ecuador se ubica sobre este valor.

Debido a las políticas adoptadas en el año 1994, el desarrollo del servicio de telefonía móvil celular ha estado en manos privadas (Porta y Movistar poseen el 98% del mercado). Las políticas adoptadas por la empresa estatal Telecsa S.A, para su introducción y crecimiento, desde su aparición en el año 2003, no han sembrado en suelo fértil; para finales del 2008, el PNC planificó llegar a 750 mil líneas celulares, pero en realidad hubo una disminución del casi el 30% de clientes entre el año 2007 y 2008. Se podría argumentar que la influencia política en las decisiones de las empresas estatales, sin una planificación a largo plazo sostenible, no permite el normal desarrollo de las empresas estatales, pues para el año 2003, hubo una alta demanda de servicios (superior a los 500 mil abonados), que la empresa estatal no pudo servir; los operadores privados se

desarrollaron en función de esta demanda.

El Ecuador tiene una alta densidad de telefonía móvil celular, el 84% se sitúa en la frontera de sostenibilidad (las brechas de mercado y acceso no existen). El mayor crecimiento del servicio se dará más bien en la entrega de valor agregado y no en el número de abonados. Sin embargo, existe todavía mercado que atender. Las estadísticas muestran el número de líneas móviles activadas, sin conocerse la cantidad de usuarios que mantienen más de una línea celular (suscriptores al mismo tiempo de dos o tres empresas proveedoras). Este fenómeno disminuirá por la aplicación de las políticas obligatorias de portabilidad (con lo cual los usuarios serán propietarios de su número) y por la igualdad de precios en la oferta, reflejándose en las estadísticas que un usuario representa una línea telefónica celular activada.

Se deberán implementar políticas tendientes a la reducción de los aranceles para equipos de telefonía celular, ya que podría convertirse en una barrera de entrada, que impida a los usuarios un mejor aprovechamiento de la tecnología tal como es el ingreso a Internet móvil, correo electrónico, videoconferencia, etc.

Es importante considerar que actualmente la red de acceso más grande del país es la formada por la unión de las redes de los operadores celulares. Además, esta infraestructura está en constante cambio tecnológico y permite la entrega de servicios de valor agregado y de mayor ancho de banda. Es necesario que los entes reguladores lleguen a acuerdos con los operadores celulares con el objetivo de permitir una masificación de los servicios convergentes (actuales y futuros), así como se declare al servicio de telefonía celular como servicio universal, con lo

cual, se tendría la obligatoriedad de ofrecer el mismo en zonas no rentables; esto contribuiría a la reducción de la brecha digital.

Es importante anotar que el Estado Ecuatoriano, en las negociaciones hechas con los operadores celulares privados para la renovación de sus licencias, debía considerar que la telefonía celular ya no es un servicio al público (de entrega facultativa), sino más bien un servicio público (o universal) que permitirá la reducción de la brecha digital en el servicio de telefonía en general.

5.3. SERVICIO DE INTERNET

En el Ecuador, las tecnologías predominantes en las cuales se entregan servicios de banda ancha son: ADSL (CNT, Megadatos, PuntoNet, PanchoNet, Transtelco, entre los principales) y Cable Modem (TV Cable y Telmex). La mayoría de estos accesos se encuentran en zonas urbanas, con muy poca incidencia en zonas rurales. En las zonas de difícil llegada, las tecnologías de acceso a la red de Internet son los enlaces de radio punto – multipunto que trabajan en frecuencias no licenciadas principalmente y soluciones satelitales en zonas muy alejadas, cuyo costo de adquisición e implementación es alto.

Del otro lado, se han instalado soluciones más baratas inalámbricas para acceso a Internet a través de las redes celulares de los operadores (Movistar, Porta y Alegre), pero, debido al método de acceso a la red, no aseguran ancho de banda, sino más bien las velocidades varían de acuerdo a la saturación o no de la red.

En la última década, en el Ecuador se dio un crecimiento de usuarios de Internet de 50.000 a 1,7 millones. Sin embargo, se tiene para el 2008 una densidad de

2,19 cuentas de Internet por cada 100 habitantes. Para este año, el Ecuador tiene una densidad de Internet de banda ancha de aproximadamente 1,3%, comparado con el promedio latinoamericano que es de 2,9% (con Chile a la cabeza con el 6,4%) [Fondo de Solidaridad, pág. 10]. Existen varios factores que han influido en estos resultados, tales como la situación económica del país, los niveles de precios (reflejados por el alto costo de los enlaces internacionales a la red de Internet), la concentración de infraestructura, la falta de toma de decisiones en inversión en las empresas proveedoras, entre los principales.

En el país existe una brecha de mercado en Internet del 26%. Con los precios actuales, este porcentaje de la población podría estar en capacidad de adquirir una cuenta de Internet. Por otro lado, la brecha de acceso sostenible de Internet está en aproximadamente 56%, lo que indica que, con políticas de reducción de precios y con la cobertura necesaria instalada puede darse una reducción en esta brecha. De acuerdo a los análisis de crecimiento del servicio en los últimos años, así como a los niveles de brecha de mercado y de brecha de acceso existentes, a nivel de infraestructura deberían implementarse soluciones tecnológicas (tales como WiMAX o ampliación de redes celulares) que permitan la inclusión rápida de sectores no servidos.

Respecto a los costos, es necesaria la importación de tecnología sin aranceles, así como se concreten los planes de las empresas del Estado (CNT principalmente) en la implementación de cabeceras de conexión internacional a la red de Internet a través de fibra óptica (Cable Panamericano, Telefónica, Internexa, entre los principales) a costos menores. De esta forma, se podrá ofertar servicios de Internet a precios inferiores y anchos de banda superiores.

Es importante puntualizar que la CNT, con su red de cobre, tiene una capilaridad de aproximadamente 2 millones de pares, con lo que podría ofrecer servicios de banda ancha a una población mucho mayor a la servida actualmente. Del otro lado, TV Cable y Telmex deberán reducir sus precios y ampliar su cobertura, con el control y planificación del Estado Ecuatoriano, con el objetivo de apoyar a la reducción de la brecha digital existente.

Para la masificación de Internet es importante ejecutar estrategias tendientes a desarrollar la industria nacional de ensamblaje de computadoras, que haga más fácil el acceso a este tipo de equipamiento, que hoy en día puede convertirse en una barrera de entrada para la población en cuanto al acceso a servicios de Internet.

Por otro lado, el Gobierno Nacional, deberá buscar alternativas de financiamiento o entrega de concesiones a la empresa privada, con el objetivo de que se implementen proyectos, en los cuales se subvencione la inversión inicial y se obtengan rentabilidades razonables a largo plazo, con el objetivo de ingresar un mayor número de usuarios, de zonas no servidas actualmente.

5.4. SITUACION GENERAL DEL ECUADOR

El desarrollo tecnológico determina que las actuales tecnologías de acceso tales como DSL, WiMAX, servicios de tercera generación y cable modem, aseguren grandes anchos de banda en el acceso, lo que es pilar fundamental en la provisión de servicios convergentes. Las nuevas inversiones públicas y privadas en materia de telecomunicaciones deben apuntar a tecnologías de acceso de este estilo, soportadas por plataformas IP de nueva generación, que permitan o

garanticen una interoperabilidad perfecta entre estas tecnologías.

El asegurar esta interoperabilidad permitirá al usuario tener acceso a voz, Internet, televisión y nuevas aplicaciones a través de un sólo medio de acceso, presentándose un nuevo reto para las operadoras. Aquellas que aseguren la entrega de servicios convergentes de alta calidad, serán las únicas con futuro en este mercado, ya que las ganancias por servicio serán marginales y únicamente la entrega de varios servicios hacia el cliente final asegurará mantener el ARPU y por ende los ingresos y rentabilidad.

Las redes de nueva generación (*Next Generation Networks*) permiten alcanzar lo anteriormente citado. Estas redes se constituyen de *softswitches*, *backbones IP/MPLS* y tecnologías de acceso de banda ancha, adecuadamente acopladas; brindan a los clientes la posibilidad de varios servicios de telecomunicaciones sobre un mismo medio.

La CNT tiene la red de cobre más grande del país. En países de la región latinoamericana, se han implementado regulaciones que permiten la desagregación del bucle de abonado, para uso de la empresa privada y el desarrollo más rápido de la entrega de servicios de telecomunicaciones. En el Ecuador, el contrato de concesión de la CNT, deja a decisión de esta empresa la desagregación o no del bucle de abonado. Es necesario que los actores del mercado de telecomunicaciones (privados y públicos), puedan llegar a formular un modelo que sea beneficioso para las partes, con el objetivo de que se puedan desplegar de forma más rápida los servicios a través de la red de la CNT. Al existir inversión privada y la existencia de casi dos millones de pares de cobre

instalados, se puede llegar a cumplir con la reducción de la brecha digital en menores tiempos a los establecidos por el Gobierno de manera aislada.

Actualmente, el mercado ecuatoriano de telecomunicaciones se hace más competitivo, principalmente con el ingreso de Telmex, con el despliegue de políticas de comercio agresivas, una fuerza financiera importante y un *backbone* y redes de acceso de banda ancha de última tecnología. Su estrategia se basa en la entrega de servicios convergentes (telefonía, Internet y televisión) dirigidos al mercado de altos ingresos. Esto determina que las inversiones que se realicen por parte de otras empresas que pueden competir, tales como CNT y el Grupo TV Cable, debe ser importante y oportuna. Por otro lado, el Gobierno Nacional deberá asegurar que, a través del contrato de concesión, se entreguen estos servicios en zonas geográficas o mercados no rentables.

El Estado, a través de sus operadores de telecomunicaciones, debe establecer sinergias fijo – móvil. Combinar servicios sobre la plataforma móvil que es de fácil crecimiento (las redes de Movistar y Porta tienen una amplia cobertura) con las ventajas de gran ancho de banda que se puede dar en un servicio fijo, permitirá generar productos diferenciados, que no puedan ser desarrollados por otros operadores. El Gobierno puede además establecer planes de servicios convergentes de cuarta generación (telefonía, televisión, Internet y movilidad) a través de las operadoras CNT y Telecsa. Esta oportunidad no puede ser desaprovechada ya que el mismo interés lo debe tener Telmex y lo puede hacer rápidamente a través de Porta y Ecuadortelecom.

En cuanto a los ingresos de las familias ecuatorianas, para el año 2008, el 35%

de la población está en nivel de pobreza y casi el 16% está en pobreza extrema. De esto, las provincias más pobres en el Ecuador son Bolívar, Manabí, Carchi, Chimborazo y las provincias amazónicas. Del otro lado, el 80% de la población tiene ingresos menores a 145 USD al mes, mientras que el 20% recibe ingresos superiores a los 525 USD, es evidente la existencia de un desequilibrio en la distribución del ingreso. Además, es importante anotar que, la contratación de un servicio de telecomunicaciones, no solamente depende del deseo de tenerlo y el dinero para pagarlo, sino también de una cultura de uso en la población, de la existencia de aplicaciones que le permitan al usuario desarrollar su vida y obviamente de un mejoramiento en sus ingresos. Estas premisas deben ser consideradas dentro de los planes de crecimiento tecnológico integral del Gobierno Nacional en conjunto con la empresa privada y la comunidad.

Respecto a la generación de empleo, en el Ecuador, para el 2008, el 91,4% de la población económicamente activa (que es alrededor del 35% de la población total) está ocupada, pero de ésta, el 52% está en condición de subempleo. Estos factores inciden directamente en la capacidad adquisitiva para la contratación de servicios de telecomunicaciones.

Del otro lado, de acuerdo al índice de desarrollo humano (IDH) establecido por el PNUD, el Ecuador está considerado con un país de desarrollo medio. Existen valores bajos respecto a la esperanza de vida y al PIB per cápita, comparados con América Latina.

Una medida de preparación tecnológica de un país para conocer su habilidad para utilizar la tecnología en la forma de relacionarse, comprar, vender, etc., es el

índice *e-readiness*. El Ecuador tiene un valor de 4,12 (sobre 10), ubicándose en la posición 59 (Dinamarca es primero con el 8,88). Esto indica que existen todavía en el Ecuador mucho trabajo por hacer con relación a la implementación de tecnología en el diario vivir de la población.

El índice de brecha digital (IBD) general para el Ecuador en el año 2008 se estima en 0,61 (de acuerdo al modelo de la UIT), resultado principalmente del desarrollo económico, del nivel educativo y de la infraestructura tecnológica. Se puede concluir que la disminución del índice de brecha digital está directamente relacionada con el nivel de vida de una nación. Por ejemplo, de los datos de la Tabla 4.5, Suecia con un IBD de 0,15, Corea con 0,18, Chile con 0,42 y Uruguay con 0,46, reflejan un desarrollo tecnológico superior y una mejor interrelación de la tecnología con la población que en el Ecuador. Se hace urgente la implementación de políticas que coadyuven al desarrollo económico, educativo y de infraestructura tecnológica.

El Gobierno Nacional, a través del Plan Nacional de Conectividad 2007 – 2010 (PNC) que es el más importante en tema de telecomunicaciones y que involucra a varias entidades estatales, es el eje principal para la disminución de la brecha digital en el Ecuador. El PNC tiene metas para la ampliación de infraestructura, reducción de precios y entrega de servicios de telefonía e Internet en zonas no rentables. Lamentablemente, no existe certeza de que las metas indicadas en la Tabla 3.14 se lleguen a cumplir, pues, el plan empezó en el año 2007 y para este momento, no hay indicios claros de que se cumpla de acuerdo a lo planificado. Se debería evaluar si al final del año 2010, el Gobierno Nacional pudo concretar exitosamente las metas propuestas.

El Gobierno Nacional, a través de las instituciones que regulan y administran los recursos para explotación de servicios de telecomunicaciones, debe concretar planes de desarrollo a largo plazo, los que se deben reflejar en los contratos de concesión con las empresas operadoras. Es prioritario trabajar en planes y proyectos que propendan:

- La entrega de servicios de Internet en zonas no rentables de acuerdo a la declaración de servicio universal.
- Creación de aplicaciones de uso general, que estimulen la utilización del Internet como medio de comunicación, estudio, búsqueda de información, es decir, que se haga parte del diario vivir.
- Declaración del servicio de telefonía móvil celular como universal, con lo que se obliga de esta forma a la entrega del mismo como un derecho del ciudadano, dirigido principalmente hacia la población de recursos limitados.
- Apoyo a las empresas estatales con la eliminación de cualquier tipo de obstáculo (principalmente legal y presupuestario), a través de la creación de leyes que permitan la competitividad saludable con la empresa privada, la consecución efectiva de proyectos de tecnología y la inclusión integral de la tecnología en la población.
- Fomentar los proyectos sociales, de educación y capacitación que las distintas organizaciones gubernamentales o privadas ejecutan en beneficio de entregar Internet en zonas rurales o recursos económicos muy limitados. En este ámbito, es necesario que el Gobierno Nacional unifique y planifique la

presencia de estos proyectos, pues, a la fecha, cada uno de ellos actúa de manera independiente y separada.

Es necesario indicar que la reducción o eliminación de la brecha digital en el Ecuador, no depende principalmente de la implementación de infraestructura tecnológica, sino además de las políticas de planificación a largo plazo que el Gobierno Nacional establezca y ejecute, en conjunto con los sectores privados, en relación al nivel de educación de la población, generación de empleo, mejoramiento de ingresos y utilización de la tecnología en el diario vivir de la población.

ANEXOS

ANEXO 1: Datos de crecimiento de líneas telefónicas desde el año 1972 hasta el 2008¹⁰

AÑO	IETEL	EMETEL	ANDINATEL	PACIFICTEL	ETAPA	LINKOTEL	SETEL	ECUTEL	ETAPATELECOM	TOTAL	POBLACION	DENSIDAD TELEFONICA	PENETRACION POBLACIONAL
1972	111.169	-	-	-	9.373	-	-	-	-	120.542	6.331.179	1,9%	7,6%
1973	120.674	-	-	-	10.080	-	-	-	-	130.754	6.518.503	2,0%	8,0%
1974	131.341	-	-	-	10.840	-	-	-	-	142.181	6.710.462	2,1%	8,5%
1975	148.231	-	-	-	11.658	-	-	-	-	159.889	6.907.185	2,3%	9,3%
1976	163.955	-	-	-	12.537	-	-	-	-	176.492	7.109.212	2,5%	9,9%
1977	171.633	-	-	-	13.482	-	-	-	-	185.115	7.316.456	2,5%	10,1%
1978	184.716	-	-	-	14.499	-	-	-	-	199.215	7.528.109	2,6%	10,6%
1979	201.528	-	-	-	15.592	-	-	-	-	217.120	7.743.360	2,8%	11,2%
1980	210.572	-	-	-	16.768	-	-	-	-	227.340	7.961.402	2,9%	11,4%
1981	224.072	-	-	-	18.032	-	-	-	-	242.104	8.183.120	3,0%	11,8%
1982	238.259	-	-	-	19.392	-	-	-	-	257.651	8.409.053	3,1%	12,3%
1983	244.352	-	-	-	20.854	-	-	-	-	265.206	8.637.873	3,1%	12,3%
1984	254.137	-	-	-	22.427	-	-	-	-	276.564	8.868.249	3,1%	12,5%
1985	256.920	-	-	-	24.118	-	-	-	-	281.038	9.098.852	3,1%	12,4%
1986	280.051	-	-	-	25.937	-	-	-	-	305.988	9.329.636	3,3%	13,1%
1987	328.849	-	-	-	27.893	-	-	-	-	356.742	9.561.489	3,7%	14,9%
1988	360.018	-	-	-	29.996	-	-	-	-	390.014	9.804.403	4,0%	15,9%
1989	409.234	-	-	-	32.258	-	-	-	-	441.492	10.039.775	4,4%	17,6%
1990	439.210	-	-	-	34.690	-	-	-	-	473.900	10.271.874	4,6%	18,5%
1991	449.162	-	-	-	37.306	-	-	-	-	486.468	10.503.491	4,6%	18,5%
1992	488.249	-	-	-	40.119	-	-	-	-	528.368	10.735.969	4,9%	19,7%
1993	541.828	-	-	-	43.145	-	-	-	-	584.973	10.965.121	5,3%	21,3%
1994	584.622	-	-	-	46.398	-	-	-	-	631.020	11.186.758	5,6%	22,6%
1995	630.795	-	-	-	49.897	-	-	-	-	680.692	11.396.692	6,0%	23,9%
1996	-	750.525	-	-	50.238	-	-	-	-	800.763	11.591.131	6,9%	27,6%
1997	-	850.146	-	-	53.360	-	-	-	-	903.506	11.772.866	7,7%	30,7%
1998	-	-	464.633	468.712	57.487	-	-	-	-	990.832	11.947.588	8,3%	33,2%
1999	-	-	515.304	538.628	75.596	-	-	-	-	1.129.528	12.120.984	9,3%	37,3%
2000	-	-	589.026	566.601	77.024	-	-	-	-	1.232.650	12.298.745	10,0%	40,1%
2001	-	-	662.747	594.574	78.451	-	-	-	-	1.335.772	12.479.924	10,7%	42,8%
2002	-	-	744.667	595.504	86.017	-	-	-	-	1.426.188	12.660.727	11,3%	45,1%
2003	-	-	822.420	632.036	93.662	-	-	-	-	1.548.118	12.842.576	12,1%	48,2%
2004	-	-	863.239	647.822	100.865	335	-	-	-	1.612.261	13.026.890	12,4%	49,5%
2005	-	-	900.624	694.786	104.914	1.172	-	-	-	1.701.496	13.215.089	12,9%	51,5%
2006	-	-	957.347	701.936	105.807	2.136	7.053	619	-	1.774.898	13.408.270	13,2%	52,9%
2007	-	-	980.870	708.911	106.921	3.740	13.733	832	606	1.815.613	13.609.394	13,3%	53,4%
2008	-	-	1.011.022	715.886	130.202	5.317	33.606	8.332	2.036	1.906.401	13.813.535	13,8%	55,2%

10

Datos obtenidos en www.supertel.gov.ec e información entregada por funcionarios de la Superintendencia de Telecomunicaciones. La información de población ha sido obtenida de la página www.bce.fin.ec.

ANEXO 2: Datos de crecimiento de líneas celulares móviles desde el año 1994 hasta el 2008¹¹

AÑO	OTECEL S.A.				CONECEL S.A.				TELECSA S.A.				TOTAL CELULARES	POBLACION	DENSIDAD TELEFONICA
	postpago	prepago	públicas	TOTAL	postpago	prepago	públicas	TOTAL	postpago	prepago	públicas	TOTAL			
1994				5.300				13.620					18.920	11.186.758	0,2%
1995				23.800				30.548					54.348	11.396.692	0,5%
1996				23.295				36.484					59.779	11.591.131	0,5%
1997				62.345				64.160					126.505	11.772.866	1,1%
1998				115.154				127.658					242.812	11.947.588	2,0%
1999				171.310				166.070					337.380	12.120.984	2,8%
2000				186.553				196.632					383.185	12.298.745	3,1%
2001				375.170				859.752					1.234.922	12.479.924	9,9%
2002				639.983				920.878					1.560.861	12.660.727	12,3%
2003	205.344	655.998	6.528	867.870	105.625	1.427.390	4.077	1.537.092	1.140	2.664		3.804	2.408.766	12.842.576	18,8%
2004	228.562	891.195	6.478	1.126.235	204.380	2.112.681	7.871	2.324.932	25.879	81.477		107.356	3.558.523	13.026.890	27,3%
2005	366.086	1.565.544	6.386	1.938.016	389.369	3.698.981	11.664	4.100.014	37.741	188.611		226.352	6.264.382	13.215.089	47,4%
2006	355.780	2.134.222	16.580	2.506.582	607.990	5.028.405	19.504	5.655.899	48.418	310.235	1.100	358.653	8.521.134	13.408.270	63,6%
2007	403.778	2.178.658	52.027	2.634.463	765.346	6.142.565	30.960	6.938.871	46.430	403.200	720	450.350	10.023.684	13.609.394	73,7%
2008	471.981	2.650.539	89.402	3.211.922	928.528	7.195.466	32.362	8.156.356	43.807	259.532	20.628	323.967	11.692.245	13.813.535	84,6%

11

Datos obtenidos en www.supertel.gov.ec e información entregada por funcionarios de la Superintendencia de Telecomunicaciones. No se obtuvieron datos de líneas postpago, prepago ni públicas desde 1994 hasta el 2002. Solamente se registra el total anual.

ANEXO 3: Datos de crecimiento del servicio de acceso a la red de Internet desde el año 1998 hasta el 2008¹²

AÑO	CONMUTADAS	DEDICADAS	CIBERCAFES	TOTAL	USUARIOS	POBLACION	DENSIDAD DE INTERNET	INDICE DE PENETRACION
1998	3.652	-	412	4.064	48.635	11.947.588	0,03%	0,41%
1999	37.035	-	503	37.538	189.654	12.120.984	0,31%	1,56%
2000	56.154	864	609	57.627	280.500	12.298.745	0,47%	2,28%
2001	82.276	2.623	731	85.630	406.540	12.479.924	0,69%	3,26%
2002	94.164	3.694	869	98.727	472.545	12.660.727	0,78%	3,73%
2003	102.787	5.473	1.026	109.286	531.586	12.842.576	0,85%	4,14%
2004	108.169	10.402	1.197	119.768	599.458	13.026.890	0,92%	4,60%
2005	101.934	25.347	1.389	128.670	688.098	13.215.089	0,97%	5,21%
2006	141.814	63.863	1.600	207.277	1.116.920	13.408.270	1,55%	8,33%
2007	185.756	85.803	143	271.702	1.315.973	13.609.394	2,00%	9,67%
2008	114.271	187.762	308	302.341	1.710.457	13.813.535	2,19%	12,38%

¹²

Datos obtenidos en www.supertel.gov.ec e información entregada por funcionarios de la Superintendencia de Telecomunicaciones. La información ha sido comparada y actualizada en función de la entregada por los proveedores principales de servicio de Internet del mercado ecuatoriano (marcas Andinanet y TV Cable).

LISTADO DE ACRONIMOS

A

ACELP	Algebraic Code Excited Linear Predictive Coder
ADPCM	Adaptative Differential PCM
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
ALOHA	Método de acceso que utiliza detección de portadora y de colisiones
AMPS	Advanced Mobile Phone System
ARPU	Average Revenue per User

B

BPL	Broadband over Power Line
BS	Base Station

C

CATV	Cable Television
CDMA	Code Division Multiple Access
CELP	Code Excited Linear Predictive Coder
CNT	Corporación Nacional de Telecomunicaciones
CONATEL	Consejo Nacional de Telecomunicaciones
CPE	Customer Premise Equipment

D

DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications
DSL	Digital Subscriber Line
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer
DSSS	Direct Sequence Spread Spectrum

E

EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution
Ethernet	LAN de banda base inventada por Xerox, similar a IEEE 802.3
ETSI	European Telecommunications Standards Institute

F

FDMA	Frequency Digital Multiple Access
FDD	Frequency Division Duplexing
FHSS	Frequency Hopping Spread Spectrum
FODETEL	Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones
FTP	Foiled Twisted Pair
FTTH	Fiber To The Home
FTTN	Fiber To The Neighborhood

G

GEO	Geostationary Earth Orbit
GHz	Giga Hertzios
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile Communications

H

HDSL	High-bit-rate Digital Subscriber Line
HFC	Hybrid Fiber Coaxial
HSPA	High-Speed Packet Access
Hz	Hertzios

I

IDSL	Integrated Digital Subscriber Line
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IP	Internet Protocol
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISDN - BRI	ISDN - Basic Rate Interface
ISDN - PRI	ISDN - Primary Rate Interface
ISP	Internet Service Provider
ITU	International Telecommunications Union

K

Kbps	Kilobit por segundo
------	---------------------

L

LAN	Local Area Network
LEO	Low Earth Orbit
LMDS	Local Multipoint Distribution System
LTE	Long Term Evolution

M

MAN	Metropolitan Area Network
MB	Megabyte
Mbps	Megabit por segundo
MEO	Medium Earth Orbit
MHz	Mega Hertzios
MIMO	Multiple Input - Multiple Output
MMDS	Multichannel Multipoint Distribution Services
MOU	Minutes of Use
MPLS	Multiprotocol Label Switching
MSC	Mobile Switching Center

N

NGN	Next Generation Network
NMT	Nordic Mobile Telephone

O

OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
OFDMA	Orthogonal Frequency Division Multiple Access
OLT	Optical Line Terminal
ONT	Optical Network Terminal

OQPSK Offset Quadrature PSK

P

PAN Personal Area Network
 PCM Pulse Code Modulation
 PCS Personal Communication Systems
 PEA Población Económicamente Activa
 PET Población en Edad de Trabajar
 PLC Power Line Communications
 PNC Plan Nacional de Conectividad
 PON Passive Optical Network
 POTS Plain Old Telephone Service
 PSK Phase Shift Keying
 PSTN Public Switched Telephone Network

Q

QAM Quadrature Amplitude Modulation
 QoS Quality of Service
 QPSK Quadrature PSK

R

RDSI Red Digital de Servicios Integrados

S

SC-FDMA Single Carrier FDMA
 SCPC Single Channel per Carrier
 SDSL Symetric Digital Subscriber Line
 SENATEL Secretaría Nacional de Telecomunicaciones
 SFH Slow Frequency Hopping
 SHDSL Symetric High-bit-rate Digital Subscriber Line
 SIM Subscriber Identify Module
 SIP SMDS Interface Protocol
 SMDS Switched Multimegabit Data Service
 SMS Short Message Service
 STP Shielded Twisted Pair
 SUPERTEL Superintendencia de Telecomunicaciones

T

TACS Total Access Communications System
 TDD Time Division Duplexing
 TDM Time Division Multiplexing
 TDMA Time Division Multiple Access

U

UMTS Universal Mobile Telecommunications System
 UTP Unshielded Twisted Pair

V

VDSL	Very-high-speed Digital Subscriber Line
VSAT	Very Small Aperture Terminals
VSELP	Vector Sum Excited Linear Prediction

W

W-CDMA	Wideband Code Division Multiple Access
Wi-Fi	Equipos inalámbricos certificados por Wi-Fi Alliance
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access
WLAN	Wireless Local Area Network
WLL	Wireless Local Loop

BIBLIOGRAFIA

3GPP. *GPRS & EDGE*. <www.3gpp.org/article/gprs-edge>. [Consulta: febrero, 2009].

Ahson, liyas (2008). *WiMAX Applications*. Londres: Taylor & Francis Group.

Alegro. <www.alegropcs.com>. [Consulta: abril y septiembre, 2009].

Andinatel S.A. (2006). *Ensayo sobre la Historia de las Telecomunicaciones en Ecuador*. Quito: Editorial Latinweb S.A.

Andrews, Jeffrey; Ghosh, Arunabha y Muhamed, Rias (2007). *Fundamentals of WiMAX - Understanding Broadband Wireless Networking*. Westford: Prentice Hall.

Asercom (2002). *Telefonía Celular, Inalámbrica y Comunicaciones Personales*. Quito: Tecnológico de Monterrey, Diplomado de Especialización en Telecomunicaciones - Siglo XXI.

Banco Central del Ecuador. *Boletín de Precios al Consumidor, Productor y Mercado Laboral*. <www.bce.fin.ec: Estadística - Indicadores de Coyuntura - Índices de Precios al Consumidor, Productor y Mercado Laboral>. [Consulta: abril y septiembre, 2009].

Broadband Forum. <www.broadband-forum.org/about_DSL>. [Consulta: febrero, 2009].

Consejo Nacional de Telecomunicaciones. <www.conatel.gov.ec: Sector de las Telecomunicaciones - Estadísticas>. [Consulta: septiembre, 2008; marzo, abril y septiembre, 2009].

Consejo Nacional de Telecomunicaciones. <www.conatel.gov.ec: Sector de las Telecomunicaciones - Servicios de Telecomunicaciones - Listado de Empresas del Sector de Telecomunicaciones>. [Consulta: abril y septiembre, 2009].

Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT S.A. <www.cnt.com.ec: Plan Nacional de Conectividad - Antecedentes>. [Consulta: abril, 2009].

Dahlman, Erik; Parkvall, Stefan; Sköld, Johan y Beming, Per (2007). *3G Evolution: HSPA and LTE for Mobile Broadband*. Great Britain: Elsevier Ltd.

DSL Forum. <www.dslforum.org>. [Consulta: febrero, 2009].

Economist Intelligence Unit. <www.eiu.com>. [Consulta: abril, 2009].

Ecuonet (Megadatos). <www.ecuanet.net>. [Consulta: mayo, 2009].

Etapatelecom. <www.etapatelecom.net>. [Consulta: abril, 2009].

Fondo de Solidaridad (2008). *PNC - Plan Nacional de Conectividad – 2008 - 2010*. Quito.

Foro Latinoamericano de Entes Reguladores de Telecomunicaciones (2007). *Nuevos Modelos para el Acceso Universal en América Latina*. Bogotá. <www.regulatel.org>.

Fundación Telefónica. *Las Telecomunicaciones de Nueva Generación*. <info.telefonica.es/sociedaddelainformacion/html/publicaciones_nueva_gener.shtml>. [Consulta: febrero, 2009].

Fundación Telefónica. *La Próxima Generación de redes, NGN, Un Trayecto hacia la Convergencia*. <sociedaddelainformacion.telefonica.es/jsp/articulos/detalle.jsp?elem=3188>. [Consulta: febrero, 2009].

Grupo de Microelectrónica y Control – Universidad de Antioquia. <microe.udea.edu.co/~alince/recursos/líneas/HFC%20resumen.pdf>. [Consulta: febrero, 2009].

IEEE Standards Association. *BoPL*. <grouper.ieee.org/groups/bpl/Alex_BoPL_ComSoc_072004.ppt-#265,1,BoPL>. [Consulta: marzo, 2009].

Infodesarrollo.ec (2007). *Internet en el Ecuador, Proveedores y Costos de Acceso*. Quito.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2008). *Encuesta de Ingresos y Gastos de Hogares*. <www.inec.gov.ec>. [Consulta: abril, 2009].

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2006). *Las Condiciones de Vida de los Ecuatorianos, Resultados de la Encuesta de Condiciones de Vida – Quinta Ronda*. <www.inec.gov.ec>. [Consulta: abril, 2009].

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2009). *Medidas de Pobreza y Extrema Pobreza por Ingresos – Resumen Ejecutivo*. <www.inec.gov.ec>. [Consulta: abril, 2009].

Institute of Electric and Electronics Engineers (2002). *Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access System*. Washington: IEEE.

International Journal of Computer Science and Network Security. <paper.ijcsns.org/07_book/200810/20081005.pdf>. [Consulta: febrero, 2009].

International Telecommunications Union. <www.itu.int>. [Consulta: marzo, 2009].

Interactive. <www.interactive.net.ec>. [Consulta: mayo, 2009].

ITU (2008). *G.984.1 - Transmission Systems and Media, Digital Systems and Networks, GPON*. Ginebra.

Kramer, Glen (2005). *Ethernet Passive Optical Network*. New York: Mc. Graw-Hill Professional Engineering.

Linkotel. <www.linko.ws>. [Consulta: abril, 2009].

Medina, Francisco (2006). *Redes y Servicios de Telefonía*. Quito: USFQ.

Movistar, Ecuador. <www.movistar.com.ec>. [Consulta: abril y septiembre, 2009].

Muller, Nathan (2002). *Desktop Encyclopedia of Telecommunications (Third Edition)*. New York: Mc Graw-Hill TELECOM.

Panchonet. <www.panchonet.net>. [Consulta: mayo, 2009].

Pérez, Giovanni (2006). *Medios de Transmisión*. Quito: USFQ.

PON Forum. <www.ponforum.org>. [Consulta: febrero, 2009].

Porta. <www.porta.net>. [Consulta: abril y septiembre, 2009].

Puntonet. <www.punto.net.ec>. [Consulta: mayo, 2009].

Rodríguez, Abel (2007). *Políticas Internacionales de Telecomunicaciones*. Quito: USFQ.

Sauter, Martin (2009). *Beyond 3G – Bringing Networks, Terminals and The Web Together*. United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd.

Serrano, Arturo (2003). *La Brecha Digital: Mitos y Realidades*. México: Universidad Autónoma de Baja California.

Superintendencia de Telecomunicaciones. <www.supertel.gov.ec: Estadísticas>. [Consulta: marzo, mayo, junio y agosto, 2009].

Tanenbaum, Andrew (2003). *Redes de Computadoras (Cuarta Edición)*. México: Pearson Educación.

Telmex (Ecuadortelecom). <www.telmex.com/ec>. [Consulta: abril, 2009].

TV Cable. <www.tvcable.com.ec>. [Consulta: mayo, 2009].

UIT (2005). *G.983.1 - Sistemas y Medios de Transmisión, Sistemas y Redes Digitales*. Ginebra: ITU.

UIT (2005). *Y.2011 – Global Information Infrastructure, Internet, Protocol Aspects and Next Generation Networks – General Principles and General Reference Model for Next Generation Networks*. Ginebra: ITU.

UIT. <[www.itu.int / ITU-D / finance / work_cost_tariffs / events / tariff-seminars / rio de janeiro-06 / gonzalez-2-sp.pdf](http://www.itu.int/ITU-D/finance/work_cost_tariffs/events/tariff-seminars/rio%20de%20janeiro-06/gonzalez-2-sp.pdf)>. [Consulta: marzo, 2009].

Unión Internacional de Telecomunicaciones (2003). *Informe sobre el Desarrollo Mundial de las Telecomunicaciones*. Ginebra: ITU.

UTMS Forum. <www.umtsforum.net>. [Consulta: marzo, 2009].

WiMAX Forum. <www.wimaxforum.org: Technology - Downloads - Mobile Part1 Overview and Performance>. [Consulta: marzo, 2009].

WiMAX Forum. <www.wimaxforum.org: Technology - Downloads - Mobile WiMAX Part2 Comparative Analysis>. [Consulta: marzo, 2009].