

*Estimación de Demanda por Servicios de
Telefonía Móvil Período 2004-2008*

*Informe Final**

Felipe Larraín B*.

Jorge Quiroz C**.

Julio, 2003

* Profesor Titular, Pontificia Universidad Católica de Chile.

** Socio principal, Jorge Quiroz C. y Consultores Asociados S.A.

* Extracto del Informe Final

Contenidos

- 1 Introducción**
- 2 Evidencia Internacional**
 - 2.1 Modelos de Difusión Tecnológica
 - 2.2 Modelos Econométricos de Penetración Máxima
- 3 Modelos de Elección Discreta**
 - 3.1 Encuesta a Usuarios de Telefonía Móvil - Abril 2003
 - 3.2 Estimaciones Econométricas
- 4 Estimación Número de Usuarios Período 2004 – 2008**
- 5 Una Extensión: Proyección del Tráfico Telefonía Móvil Período 2004 – 2008**
- 6 Conclusiones**
- 7 Bibliografía**
- 8 Anexos**
 - 8.1 La Función Logística
 - 8.2 El Método de Valoración Contingente
 - 8.3 Modelos de Elección Discreta
 - 8.4 Diseño Muestral

1 Introducción

A nivel internacional la telefonía móvil constituye una de las áreas de mayor desarrollo en el sector de las telecomunicaciones en los últimos años. Mientras en el año 1997 existían cerca de 214 millones de abonados en todo el mundo, para el año 2002 se estima que esta cifra debería superar los 1.100 millones¹. Este crecimiento se ha visto posibilitado por la existencia de diferentes regulaciones en distintos países que han incentivado cuantiosas inversiones requeridas en el sector.

En Chile existe un marco regulatorio que ha permitido un auge notable de la telefonía móvil en los últimos 5 años que ha superado ampliamente las expectativas más optimistas. Con la introducción de la telefonía móvil PCS en 1998, que significó una mayor competencia con la entrada de nuevos actores al mercado, y posteriormente con la aplicación del concepto de pago “*calling party pays*” (1999), que posibilitó la introducción de la modalidad comercial de sistemas de prepago por parte de los operadores, la industria ha exhibido una expansión formidable. Este desarrollo, en un entorno altamente competitivo, ha significado un crecimiento espectacular en la penetración de la telefonía móvil llegando el servicio a amplios segmentos de la población. En la actualidad cuatro de cada diez chilenos tiene un teléfono móvil.

Este marco regulatorio requiere, entre otros temas, la fijación de *cargos de acceso* de la telefonía móvil. Éstos corresponden al costo por uso de red en que deben incurrir las compañías para aquellas comunicaciones terminadas en otras redes distintas de donde se originan, y constituyen la base para regular un precio adecuado para la expansión del sistema. Dentro del actual proceso de fijación tarifaria se enmarca el siguiente trabajo, el cual tiene por objetivo estimar el número de abonados de la telefonía móvil en el periodo 2004 – 2008 frente a diferentes escenarios tarifarios y de actividad económica para el país. Específicamente, el estudio busca estimar el número de usuarios de la telefonía móvil en las modalidades de contrato y prepago considerando diversas alternativas de precio por minuto y precio por equipo (teléfono móvil).

¹ *International Telecommunication Union, ITU (2003).*

En base a estas estimaciones, se proyecta el tráfico o número de minutos emitidos desde la telefonía móvil para período en estudio.

Para abordar esta tarea se recurre a la teoría económica y a la evidencia internacional. Específicamente, mediante una revisión exhaustiva de los diferentes enfoques utilizados a nivel internacional en la estimación de demanda por servicios de telefonía móvil, se propone una metodología para estimar la demanda para Chile. En enfoque utilizado en este estudio es el siguiente. En primer lugar, utilizando información relativa al sector de la telefonía móvil para un grupo amplio de países, se realizan estimaciones econométricas *individuales* (país por país) de la *penetración máxima* o *nivel de saturación potencial* de la telefonía móvil (número de usuarios por cada 100 habitantes). Dichas estimaciones se fundamentan en *modelos de difusión tecnológica* que permiten representar adecuadamente la adopción de un nuevo producto o tecnología en el tiempo a través de un patrón de crecimiento de una curva logística. En particular, aplicando este enfoque para el caso de Chile se puede proyectar el número de usuarios para el período 2004 – 2008. Este escenario utiliza como referencia las tarifas de telefonía móvil vigentes en Marzo de 2003 y corresponde al escenario sin grandes cambios en la industria. Denominaremos a éste ***Escenario Tarifas Marzo 2003 dada la información de Chile***.

Seguidamente, y con la finalidad de incorporar mayor información en relación a las estimaciones individuales y situar a Chile en el contexto internacional, se modela las estimaciones de penetración máxima individuales de cada país en función de *variables transversales* como PIB per capita y precios de la telefonía móvil entre otras. Estos modelos permiten identificar los factores que determinan el nivel de saturación potencial de la telefonía móvil y obtener así estimaciones para la evolución en el tiempo del número de abonados en el país dada la evidencia internacional. Estas estimaciones constituyen el ***Escenario Tarifas Marzo 2003 dada la evidencia internacional*** para la penetración máxima de la telefonía móvil en Chile.

Para proyectar el número final de usuarios de la telefonía móvil para el período 2004 –2008, se utilizan tres escenarios estimados. Dos de éstos corresponden a escenarios que incluyen modificaciones tarifarias que envuelven alzas en el precio por minuto y alzas en el precio del equipo en relación a los valores vigentes en Marzo de 2003. Para proyectar estos escenarios, se estiman modelos econométricos que permiten estudiar la reacción de los usuarios de la telefonía

móvil frente a diferentes alternativas tarifarias. Estas estimaciones se basan en una encuesta a usuarios de la telefonía móvil diseñada especialmente para efectos de este estudio.

El informe se organiza como sigue. En la sección siguiente se presenta la evidencia internacional y el enfoque que se utiliza en las estimaciones de los niveles de penetración máxima o saturación potencial de la telefonía móvil país por país. Estas estimaciones constituyen la base para la estimación de modelos de *corte transversal* que incorporan la información de un grupo amplio de países. En la Sección 3, utilizando un *análisis no paramétrico* se presentan los principales resultados de la encuesta a usuarios de telefonía móvil de Abril de 2003. Dicho análisis, es perfeccionado posteriormente con la estimación de *modelos de elección discreta* para las modalidades de contrato y prepago. En la Sección 4, utilizando los modelos estimados de las secciones anteriores, se proyecta el número de usuarios de la telefonía móvil para el período 2004 – 2008. La Sección 5 entrega las proyecciones de tráfico de salida (minutos emitidos) de las modalidades de contrato y prepago, con un análisis especial del tráfico desde telefonía fija a telefonía móvil para el período en estudio. Finalmente se entregan las conclusiones.

2 Evidencia Internacional

Resulta pertinente e informativo analizar la evolución del mercado de la telefonía móvil en Chile situando al país en el contexto internacional. En efecto, al utilizar la información de un grupo amplio de países de diversas características es posible inferir los principales factores que determinan tanto la penetración máxima de la telefonía móvil como el patrón de evolución del número de abonados en el tiempo para alcanzar este máximo. En particular, aplicando esta evidencia al caso de Chile se puede proyectar el número de usuarios para el período 2004 – 2008 para así tener un escenario base que permita estimar el impacto de diferentes alternativas tarifarias.

El enfoque que se sigue en esta sección se basa en estimaciones econométricas que permiten estimar la penetración máxima de cada país y sus principales determinantes. Esto se hace siguiendo un procedimiento en dos etapas. En la primera etapa, se realizan estimaciones econométricas *individuales* (país por país) de la penetración máxima para un grupo seleccionados de países, y el patrón de evolución del número de abonados. Estas estimaciones se realizan tomando como referencia la literatura internacional empírica con respecto los patrones de adopción de la telefonía móvil, tema que aún no es estudiado en profundidad desde una perspectiva más teórica.

Seguidamente, utilizando las estimaciones individuales de cada país para su penetración máxima, se modela ésta en función de variables como PIB per capita y precios de la telefonía móvil entre otras. Cabe destacar que dicha modelación permite incorporar mayor información con relación con las estimaciones individuales, junto con situar a Chile en el contexto internacional. Finalmente, con las estimaciones realizadas se entregan las implicancias para el país en términos de penetración de la telefonía móvil en el período 2004 – 2008.

2.1 Modelos de Difusión Tecnológica

Dentro de la creciente literatura internacional empírica que aborda el tema de la demanda por telefonía móvil, es posible identificar al menos dos enfoques. El primer enfoque comprende a trabajos que sólo contemplan la estimación en un momento de tiempo determinado haciendo uso de estimaciones de corte transversal entre países. Esto es, cada país aporta una observación que corresponde a la penetración de la telefonía móvil, lo cual es posteriormente modelado como función de variables idiosincrásicas de cada país. Dentro de esta línea de trabajos se puede mencionar el estudio de Ahn y Lee (1999) con estimaciones de la demanda por telefonía móvil y los factores que inciden en ésta considerando datos de 64 países. Específicamente dicho trabajo modela la penetración de la telefonía móvil utilizando como variables explicativas las características del país en una fecha en particular (año 1997). En este caso, no se incluyen datos que permitan saber hace cuanto tiempo fue introducida la telefonía móvil ni por ende conocer *en que etapa de adopción se encuentra el país*. Es decir, no hay ninguna consideración temporal o dinámica en la estimación. Este punto es no menor, pues cualquier nueva tecnología tiene un proceso de introducción progresivo en el tiempo que debe ser considerado al realizar un análisis de su nivel de penetración.

En una segunda línea de investigación, las estimaciones de demanda incorporan series temporales, es decir, incluyen la historia como variables explicativas. En esta línea existen estudios en torno al tema que muestran interés en la historia de la penetración de la telefonía móvil en los distintos países, buscando estimar la forma funcional de esta evolución y sus parámetros fundamentales (ver por ejemplo Dineen (2000); Tishler et al (2001); Gruber y Verboven (2001)). En este estudio se recoge esta línea de análisis y se complementa luego con un enfoque de corte transversal. Específicamente, se modela la penetración de la telefonía móvil utilizando datos de serie de tiempo, y posteriormente se utilizan estas estimaciones en un modelo de corte transversal para explicar de qué dependen los parámetros fundamentales que determinan la penetración máxima de la telefonía móvil. Esto es, aquí se sigue un *procedimiento en dos etapas*. En la primera etapa se estima para cada país un modelo individual de penetración de la telefonía móvil de carácter *dinámico* obteniéndose así parámetros que describen la dinámica privada de cada país. En una segunda etapa se sigue una estrategia de corte transversal para

explicar de qué dependen los parámetros estimados en cada país, con especial referencia al parámetro que define el nivel potencial de máxima penetración o de saturación de la telefonía móvil.

Como motivación de este enfoque, se debe destacar que generalmente la adopción de un nuevo producto o tecnología en el tiempo sigue un patrón de crecimiento de una curva logística (función en forma de S). Fue Griliches (1957) con su influyente trabajo "*Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change*", quien destacó esta característica en la adopción de una nueva tecnología. Períodos iniciales de bajo crecimiento, con pocos usuarios, son seguidos por períodos con una aceleración importante en el crecimiento (efecto imitación o epidemia) que se van moderando en el tiempo hasta llegar a una masa crítica de usuarios en que el mercado ha alcanzado su *penetración máxima* o *nivel de saturación* potencial. La función logística y sus propiedades se presentan en el Anexo 1

Varios trabajos en el tema han utilizado una curva logística para modelar la introducción de la telefonía móvil en un mercado en particular. Por ejemplo Dineen (2000) la utiliza para estimar la penetración de la telefonía móvil en el Reino Unido, comparando esta forma funcional con una forma lineal. Tishler et al (2001) utilizan también la logística para estimar el mismo efecto en Israel, mientras que Gruber y Verboven (2001) utilizan esta forma funcional para un análisis de 140 países.

Una de las ventajas de utilizar una forma logística es que permite estimar el nivel máximo de penetración, o nivel de saturación de cierto producto en el mercado. Es preciso señalar sin embargo que la estimación de estos máximos está sujeta a imprecisión del estimador, particularmente cuando la estimación tiene lugar en un punto aún lejano del período de madurez del producto o la tecnología. Con todo, el método permite acercarse razonablemente a los valores de penetración de mediano plazo, en particular cuando se trata de un país que es seguidor y no pionero en la tecnología. En particular, para el caso de Chile, el método parece acertado si se logra encontrar una regularidad en los países con una mayor historia en la utilización de la telefonía móvil.

Un punto importante de destacar en las estimaciones de las curvas logísticas es el tipo de tecnología disponible al momento de la estimación. En efecto, una fuente importante de errores de predicción en las estimaciones de estas funciones se puede generar como consecuencia de la aparición de nuevas variantes tanto en el uso de la telefonía móvil como en su forma de pago. Estas diferentes utilidades se pueden traducir en un aumento en el número de teléfonos celulares en el mercado, más allá de los que se podía esperar antes de contar con estas alternativas. Al respecto se pueden mencionar dos factores que podrían alterar las proyecciones: la disponibilidad de la modalidad de prepago y la introducción de nuevas tecnologías de comunicación. La modalidad de prepago por ejemplo ha escalado de manera importante en la penetración de la telefonía móvil en los países donde se ha implementado, afectando las estimaciones realizadas antes de su aparición. Este punto es de vital relevancia para la estimación de la demanda por telefonía celular, pues la demanda estimada ***está sujeta a la información disponible hoy en día sobre las tecnologías utilizadas en el mercado de la telefonía móvil***, quedando sujeta a la posibilidad de ser alterada ante la irrupción de cualquier modalidad no prevista².

Con estas consideraciones, en este estudio se estima la penetración máxima o nivel de saturación potencial de la telefonía móvil en diferentes países suponiendo un patrón de crecimiento asimilable a una curva logística, para luego analizar si existen variables entre países que permitan explicar las diferencias entre los niveles de penetración máxima que surge de la estimación de la logística. En caso de tener estimaciones con niveles de consistencia adecuados desde el punto de vista estadístico, se utilizan los datos resultantes para proyectar la penetración de la telefonía móvil en Chile. Para realizar este análisis se utiliza la mejor actualización disponible de información, elemento relevante dado el dinamismo de la industria.

² La estimación de demanda se realiza con información sobre las tecnologías masivas disponibles hoy en día y no recoge el efecto sustitución de otros servicios como puede ser caso del *Digital Trunking* u otras licencias de comunicación distintas a la telefonía móvil. En este contexto, las proyecciones de demanda pueden verse afectadas si en el futuro se masifica la utilización de éstos u otros servicios.

2.1.1 Estimaciones Países Seleccionados

Para estimar la función logística de un grupo seleccionado de países se emplea el método de Mínimos Cuadrados No Lineales (NLLS)³. En cada estimación se utiliza información de la penetración de la telefonía móvil (número de usuarios por cada 100 habitantes) para el período 1991 - 2002. Las series utilizadas fueron obtenidas de la *International Telecommunication Union (ITU, World Telecommunication Indicators 2003)*, que reúne información sobre el sector de las telecomunicaciones para un grupo amplio de países. Los resultados de las estimaciones de las funciones logísticas se presentan en el Cuadro 1, mientras que la Figura 1 exhibe las funciones estimadas para algunos países seleccionados. Cabe destacar que en la mayoría de los casos se obtuvieron resultados tan satisfactorios como los presentados en las figuras⁴.

Cuadro 1:
Estimación Funciones Logísticas Países Seleccionados

Método de Estimación: Mínimos Cuadrados No Lineales (NLLS)						
País	$\alpha^{(1)}$	$\beta^{(1)}$	Penetración Máxima o Nivel de Saturación (% de la población) ⁽¹⁾	Penetración Año 2002	R ² Adj.	DW
Alemania	0.99	8.25	78.9	71.7	0.98	1.70
Australia	0.35	9.94	108.9	64.0	0.98	1.21
Austria	1.09	7.56	87.3	82.9	0.99	1.14
Bahrein	0.44	11.58	135.4	58.3	0.99	1.65
Bélgica	0.90	8.60	90.4	78.6	0.99	2.26
Belice	1.27	9.61	24.6	20.8	0.99	1.00
Bostwana	1.21	9.16	26.4	24.1	0.99	2.00
Brasil	0.77	8.62	23.1	20.1	0.99	2.53
Canadá	0.35	8.71	55.0	36.3	0.99	2.06
Chile	0.77	9.42	55.5	42.8	0.99	2.45

³ Los países seleccionados corresponden a aquellos que presentan una penetración de la telefonía móvil superior al 10% en el año 2001. Con esto, la muestra inicial de 206 países queda restringida a sólo 105 países. Para una revisión de las propiedades asintóticas de los estimadores por mínimos cuadrados no lineales, ver Amemiya (1985) Capítulo IV.

⁴ Se obtuvieron resultados satisfactorios para 73 países. La razón principal de esto radica en la ausencia de datos para todo el período de estimación en algunos casos. Sin embargo, cabe destacar que en algunos países con información para todo el período no fue posible ajustar una curva logística. Estos países fueron excluidos de la segunda etapa de estimación (corte transversal).

Cuadro 1:
Estimación Funciones Logísticas Países Seleccionados
(continuación)

Método de Estimación: Mínimos Cuadrados No Lineales (NLLS)						
País	$\alpha^{(1)}$	$\beta^{(1)}$	Penetración Máxima o Nivel de Saturación (% de la población) ⁽¹⁾	Penetración Año 2002	R ² Adj.	DW
China	0.72	10.67	28.8	16.1	0.99	1.58
Estonia	0.56	9.84	96.0	65.0	0.99	2.34
Filipinas	0.90	9.51	23.0	17.8	0.98	1.43
Finlandia	0.49	6.46	93.8	84.5	0.99	0.98
Francia	0.92	7.93	68.8	64.7	0.99	2.31
Hong Kong	0.62	7.06	101.5	93.0	0.99	1.80
Hungría	0.66	10.33	107.5	64.6	0.99	1.61
Irlanda	0.92	7.74	82.9	75.5	0.99	1.55
Islandia	0.62	7.59	104.0	90.3	0.99	0.84
Israel	0.56	8.47	121.7	95.5	0.99	1.77
Japón	0.65	6.39	63.8	62.1	0.99	1.15
Corea	1.06	7.08	67.2	67.9	0.99	2.12
Latvia	0.62	10.97	78.3	39.4	0.99	2.15
Líbano	0.90	6.05	23.3	22.7	0.99	2.24
Luxemburgo	0.70	8.56	121.7	101.3	0.98	2.34
Marruecos	1.75	9.34	21.9	20.9	0.99	3.02
Mauricio	0.65	10.03	44.8	28.9	0.99	1.82
México	0.94	9.05	29.8	25.5	0.99	1.06
Noruega	0.45	7.03	101.0	84.3	0.99	1.57
Nueva Zelanda	0.44	9.37	95.8	61.8	0.98	2.90
Paraguay	0.74	9.84	40.5	28.8	0.99	2.81
Portugal	0.88	7.75	87.3	81.9	0.99	2.87
Reino Unido	0.75	7.99	95.4	84.5	0.98	1.30
República Checa	1.02	9.31	100.4	84.9	0.99	1.71
República Eslovaca	0.74	10.48	92.3	54.4	0.99	2.50
Singapur	0.59	8.15	96.5	79.1	0.98	2.00
Sudáfrica	0.75	8.44	31.0	26.6	0.99	2.20
Suiza	0.78	8.01	88.2	78.8	0.99	0.91
Venezuela	0.98	7.65	27.8	25.5	0.99	1.17

(1) Todas las variables son significativas al 95 % de confianza.

Figura 1
Funciones Logísticas Países Seleccionados

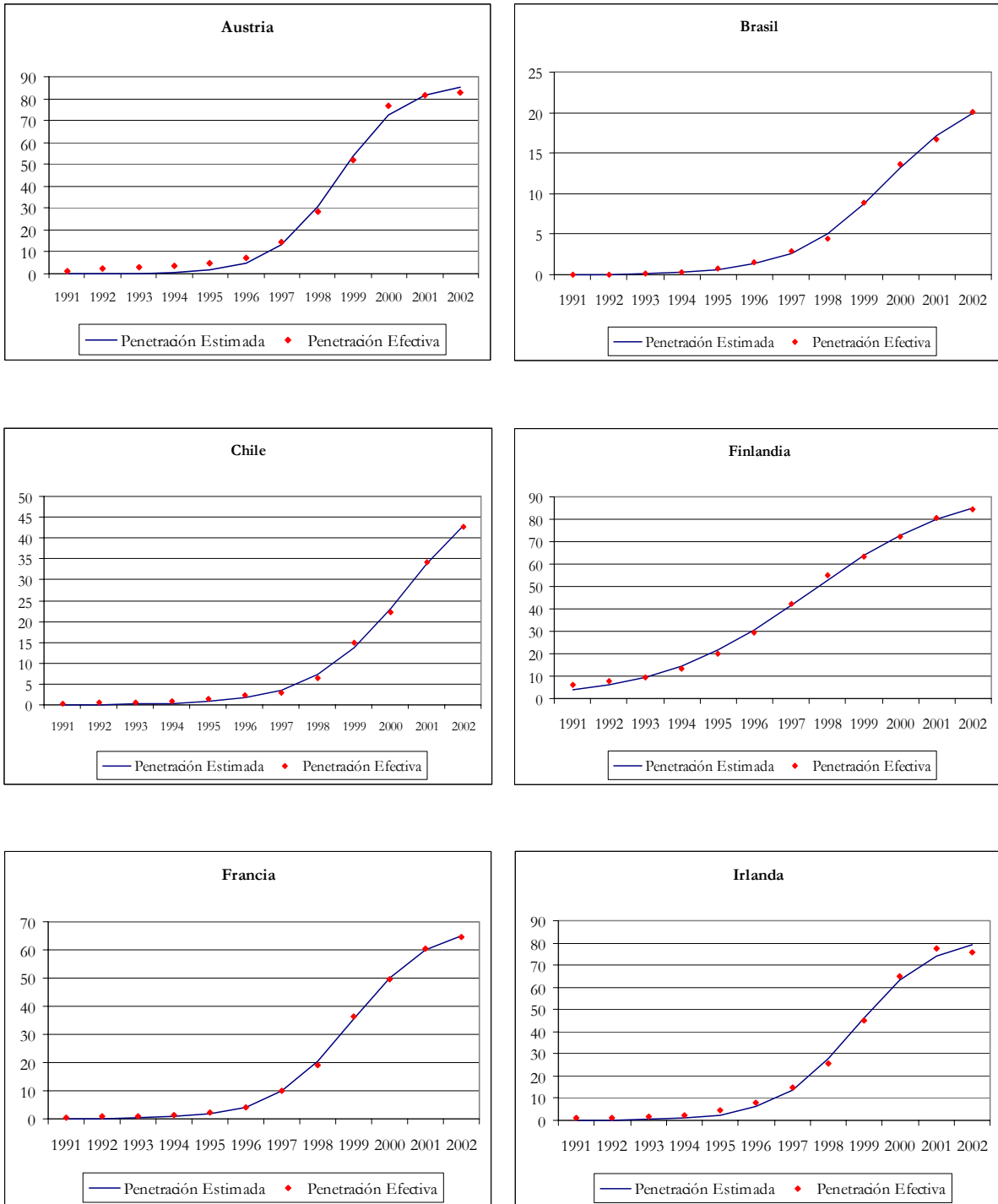
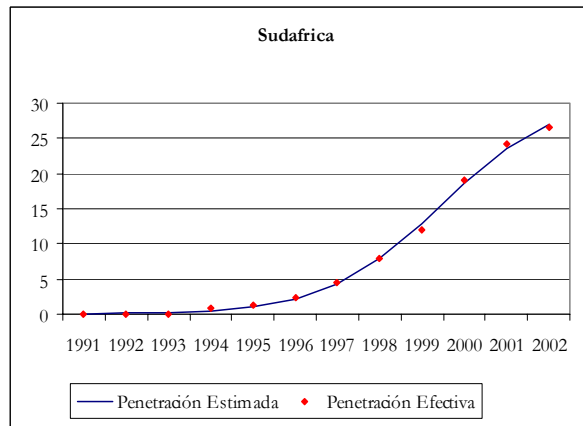
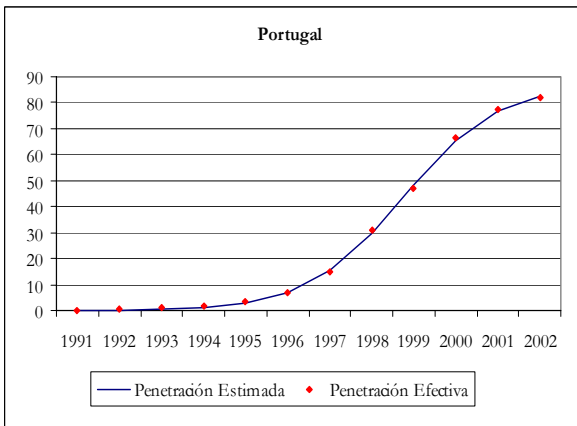
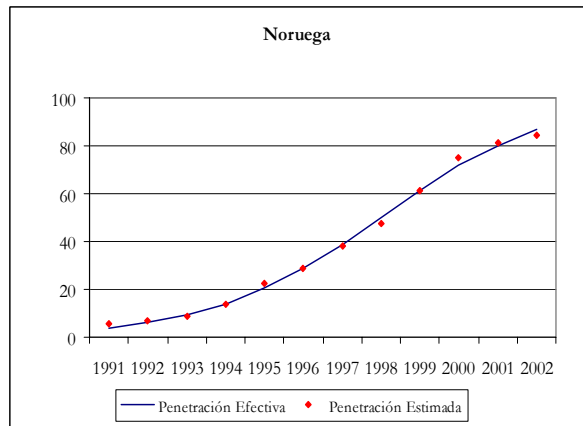
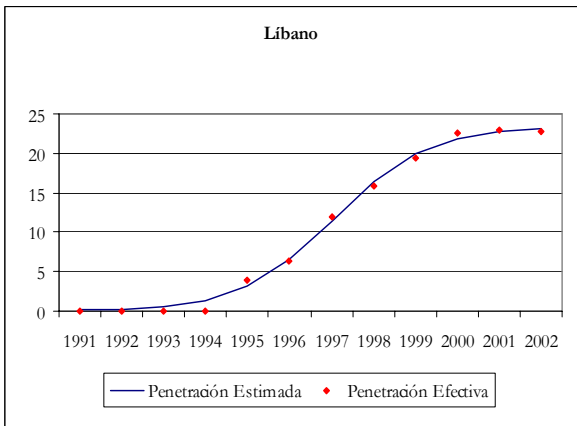
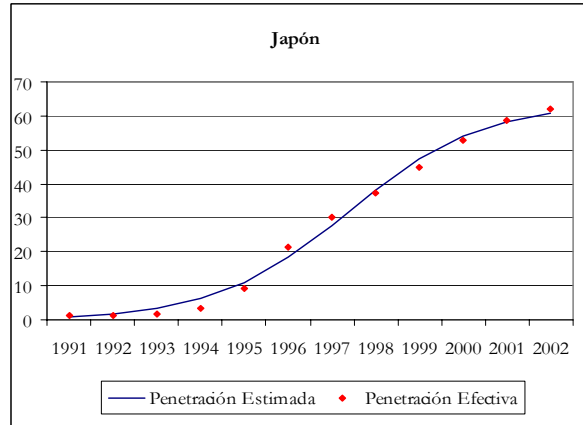
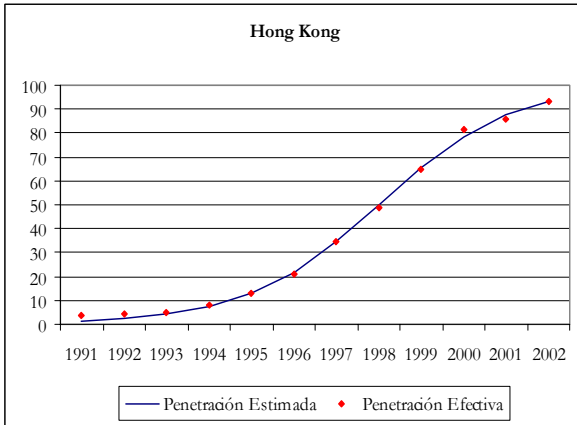


Figura 1
Funciones Logísticas Países Seleccionados
(continuación)



Como se aprecia en las figuras, la curva logística permite describir fielmente la evolución de la telefonía móvil en el tiempo. No obstante lo anterior, es importante mantener en mente las consideraciones antes mencionadas en relación a que se trata de una estimación en el contexto de las tecnologías existentes y utilizadas en la actualidad.

Para el caso de Chile se puede inferir que los niveles de penetración medidos al año 2002 estaban más lejos, en términos relativos comparados con otros países, de alcanzar su nivel máximo. Del mismo modo, se observa que la penetración de la telefonía móvil para el año 1999 es levemente superior a la proyectada por la función logística. Este año coincide con la introducción de la modalidad comercial de sistemas de prepago como consecuencia de la aplicación del concepto de pago "*calling party pays*". Como se destacó previamente, la introducción de una nueva modalidad como prepago afecta la evolución de la modalidad existente (contrato), restando precisión a las estimaciones iniciales de los niveles de saturación potencial. A lo anterior hay que incorporar la importante caída de precios que experimentó la modalidad de prepago en el mes de Mayo del año 2001. Dicha caída implicó un incremento considerable en el número de usuarios de prepago, y por ende, en el número total de usuarios de la telefonía móvil.

En este contexto resulta difícil identificar en una misma función logística el crecimiento atribuible a la modalidad prepago de la modalidad contrato, justificándose de este modo la estimación de cada modalidad de manera independiente para el caso de Chile. En efecto, dicha modelación permite estimar los niveles de saturación potencial esperados, obteniendo un senda esperada de crecimiento de los usuarios en ambas modalidades de pago⁵. Los resultados de las estimaciones por tipo de modalidad se presentan el Cuadro 2, mientras que la Figura 2 presenta los ajustes de las funciones estimadas⁶.

⁵ Este enfoque fue utilizado por Dineen (2000) en estimaciones para el Reino Unido.

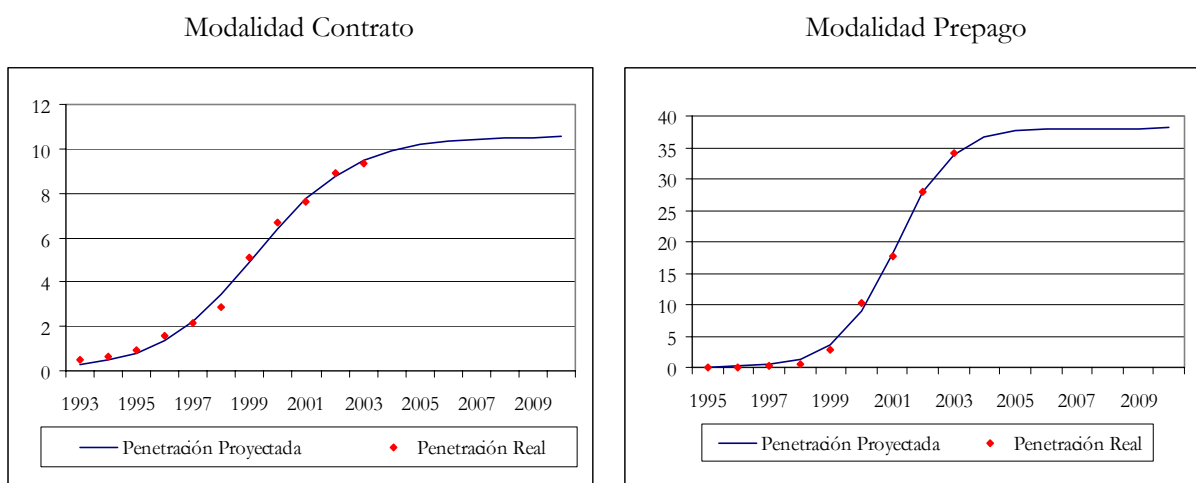
⁶ La información utilizada en la estimación por tipo de modalidad fue proveída directamente por las compañías de telefonía móvil. En las estimaciones se utiliza el nivel de penetración a marzo de cada año utilizando información hasta el año 2003.

Cuadro 2:
Estimación Funciones Logísticas Chile, Modalidades Contrato y Prepago.

Método de Estimación: Mínimos Cuadrados No Lineales (NLLS)						
Modalidad	$\alpha^{(1)}$	$\beta^{(1)}$	Penetración Máxima ⁽¹⁾	Penetración Marzo 2003	R ² Adj.	DW
Contrato	0.58	6.25	10.55	9.4	0.99	1.83
Prepago	1.10	8.07	38.08	34.0	0.99	2.65

(1) Todas las variables son significativas al 95 % de confianza.

Figura 2:
Funciones Logísticas Chile



Del Cuadro 2 se puede apreciar que *la penetración máxima proyectada para las modalidades de contrato y prepago es 10.6 y 38.0 de usuarios por cada 100 habitantes respectivamente*. Es decir, controlando por tipo de modalidad, la penetración total para el caso de Chile se estima en 48.6 siendo un 12% inferior a la estimación que surgía cuando se agregaba ambas modalidades.

2.2 Modelos Econométricos de Penetración Máxima

Con las estimaciones de penetración máxima para un grupo de 73 países, a continuación se modela ésta en función de una serie de variables como PIB per capita, variables demográficas, penetración de la telefonía fija y precios para telefonía fija y móvil entre otras. Dicha modelación equivale a hacer un corte transversal entre países con información para el año 2001, y tiene como objetivo identificar los factores que influyen en la penetración máxima de la telefonía móvil. Esto último permite obtener las elasticidades precio e ingreso y realizar proyecciones dada una serie de características del país en estudio. Es importante destacar que en este caso sí se incluye una consideración temporal al considerar como variable dependiente la penetración máxima estimada previamente, y no la penetración efectiva de cada país en ese año⁷.

Para la estimación, además de las penetraciones máximas o niveles de saturación potencial, se utilizan series del *World Bank (World Development Indicators Online)* y del *International Telecommunication Union (ITU, World Telecommunication Indicators 2003)*. En todos los casos se modela un grupo amplio de variables. Sin embargo, sólo algunas variables resultan finalmente ser significativas y es sobre éstas donde se pone mayor énfasis. Finalmente, se obtuvieron resultados satisfactorios para cuatro modelos que se presentan en el Cuadro 3⁸.

⁷ Si bien para el caso de Chile se cuenta con una estimación más precisa de la penetración máxima de 48.6 usuarios por cada 100 habitantes, en la estimación de los modelos de corte transversal se utilizan las *penetraciones máximas* estimadas en base a la información de ITU (Cuadro 1). Cabe destacar que se estimaron modelos utilizando la penetración para Chile de 48.6, y como era de esperar los parámetros de interés, elasticidad precio e ingreso, no se modifican mayormente.

⁸ Debido a restricciones en la disponibilidad de datos para algunos países, en especial de variables de precio, la muestra inicial de 73 países queda restringida a sólo 39 y 33 países dependiendo del tipo de especificación utilizada. Para los modelos 1 y 2, los 39 países corresponden a los presentados en el Cuadro 1. En el caso de los modelos 3 y 4, se excluyen Austria, Israel, Luxemburgo, Noruega, Nueva Zelanda y Filipinas quedando la muestra restringida a 33 países.

Cuadro 3:
Modelos de Penetración Máxima

Variable Dependiente: Penetración Máxima				
Método de Estimación: Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS)				
Variable ⁽¹⁾	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
Constante	-2.82 (-4.06)	-1.97 (-2.88)	-3.20 (-4.30)	-2.56 (-3.59)
Costo Celular 3 min.	-0.13 (-1.93)		-0.17 (-2.34)	
Suscripción Mensual Celular		-0.18 (-2.53)		-0.13 (-2.36)
PIB per cápita PPP	0.71 (10.01)	0.68 (10.03)	0.65 (8.24)	0.64 (10.11)
Comercio			0.19 (2.11)	0.20 (2.93)
Dummy Europa Bajo Ingreso	0.58 (3.21)	0.53 (3.05)	0.52 (2.94)	0.44 (4.53)
NºObs.	39	39	33	33
R ² Adj.	0.74	0.75	0.76	0.74
DW	1.72	1.85	1.64	1.90

(1) Todas las variables están expresadas en logaritmos.

(2) Los *test t* de las variables se presentan entre paréntesis bajo los coeficientes estimados.

Los modelos estimados expresan una relación entre la penetración máxima o nivel potencial de saturación de la telefonía móvil, y variables de precio, ingreso, apertura comercial y una variable dummy para países de Europa de bajos ingresos. Esta última variable se justifica en el entendido de que se trata de países con niveles de penetración de la telefonía móvil muy superiores a los esperados dados sus niveles de ingreso per cápita. Sus altos niveles de penetración pueden estar explicados por estar ubicados geográficamente cerca, en términos relativos, de países con polos

de innovación importantes como Suecia o Finlandia. Estos países son República Checa, Hungría y República Eslovaca⁹.

Para los modelos 1 y 2, la elasticidad PIB per cápita – penetración máxima es del orden de 0.70, mientras que para los modelos 3 y 4 su valor llega a 0.65. En términos generales, podemos decir entonces que un incremento en el PIB per capita de un 1%, *incrementa* la penetración máxima entre un 0,7% y un 0,65%, todo lo demás constante.

Como variables de precio de la telefonía móvil se utilizaron dos medidas: el costo de tres minutos y el pago en suscripción mensual (*cellular monthly suscription*). Las elasticidades precio – penetración máxima son del orden de -0.13 a -0.18 y estadísticamente significativas. La interpretación de que aumentos de precios de un 1% *reducen* los niveles potenciales de saturación entre un 0,13% y un 0,18%. Con relación a la variable *Comercio* (modelos 3 y 4), que corresponde al ratio entre exportaciones más importaciones sobre PIB, también es estadísticamente significativo. Las estimaciones indican que países que incrementan su apertura al comercio internacional alcanzan un nivel de saturación potencial de telefonía móvil mayor, todo lo demás constante¹⁰.

Con relación al ajuste de los modelos, estos son satisfactorios si se considera que se trata de una muestra que considera un grupo diverso de países. En efecto, los R^2 del orden de 0.75 indican que las variables incluidas en el modelo son capaces de explicar en gran proporción los niveles de saturación potencial de la telefonía móvil. Para el caso de los dos primeros modelos, cabe destacar que sólo el PIB per cápita y una variable de precio explican ampliamente la variable estimada, validando así su utilización a efectos de proyección. En el Cuadro 4 se presentan los test a los residuos que resultan completamente satisfactorios (los errores se pueden describir razonablemente como innovaciones normales).

⁹ Es importante destacar que consideraciones de tipo *espacial* en la difusión de la telefonía móvil han sido tratadas en la literatura. Frank (2000) en un estudio de países de la Unión Europea encuentra evidencia a favor de la hipótesis de que los países más cercanos a los centros de innovación adoptan anticipadamente nuevas tecnologías.

¹⁰ Existen diversas “*proxies*” de apertura comercial. Si bien el ratio usado aquí es de común aceptación en investigaciones empíricas, no está exento de críticas.

Cuadro 4:
Test a los Residuos

Test	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
	Probabilidad ⁽⁴⁾	Probabilidad ⁽⁴⁾	Probabilidad ⁽⁴⁾	Probabilidad ⁽⁴⁾
LM (1 rezago) ⁽¹⁾	0.49	0.71	0.34	0.86
LM (3 rezago) ⁽¹⁾	0.89	0.85	0.80	0.90
LM (6 rezago) ⁽¹⁾	0.80	0.87	0.82	0.97
White (con términos cruzados) ⁽²⁾	0.79	0.73	0.80	0.81
Jarque Bera ⁽³⁾	0.53	0.76	0.28	0.27

(1) A diferencia del test de Durbin Watson (DW), el test de Breusch-Godfrey (LM) permite testear autocorrelación de orden superior, y es aplicable independiente si hay o no variables endógenas rezagadas. Por lo tanto, resulta ser un test más confiable a la hora de evaluar la presencia de autocorrelación en los residuos. La hipótesis nula (H_0) es que no existe correlación serial de orden p , donde p es total de rezagos especificados. Se presentan los test para 1, 3 y 6 rezagos.

(2) El test de White permite testear la presencia de heterocedasticidad. La hipótesis nula (H_0) es la presencia de residuos homocedásticos (i.e. no hay heterocedasticidad).

(3) El test de Jarque Bera tiene como hipótesis nula (H_0) que los residuos están normalmente distribuidos.

(4) Un valor superior a 0.05 indica que se puede rechazar, con un nivel de significancia del 95%, la hipótesis nula (H_0).

Para el caso de Chile es necesario hacer una precisión en relación a la variable precio utilizada en la estimación. Esta variable sólo está disponible para un año en particular (1998). Como el objetivo era situar al país en el contexto internacional, se estimó un precio para el año 2001. Para ello, se utilizó información proporcionada por las compañías de telefonía móvil relativa a la evolución del nivel de precios durante el período 1998 – 2001. Con esto, se imputó un valor para el año 2001 partiendo de la base de 1998, y se utilizó éste en la estimación final. Cabe destacar que se estimaron modelos sin Chile, y como era de esperar, el valor de los parámetros estimados (elasticidad precio e ingreso) no se modifica mayormente¹¹.

En síntesis, utilizando las funciones logísticas estimadas para un grupo amplio de países se obtiene un valor para la penetración máxima o nivel de saturación potencial coherente con la evidencia internacional. La evolución de esta penetración a través del tiempo, con respecto a las variables de precio e ingreso, se obtiene utilizando los resultados de los modelos de sección cruzada obteniendo así una senda esperada para el número de usuarios de la telefonía móvil.

¹¹ Para el resto de los países utilizados en la estimación se cuenta con información para *todas* las variables de precio, ingreso y comercio.

Para el caso particular de Chile, la precisión de las estimaciones es perfeccionada al realizar un análisis diferenciando a los usuarios por tipo de modalidad (contrato y prepago). Este análisis se justifica plenamente por ser Chile el país de interés de este estudio. En este contexto, *las estimaciones de 10.6 y 38.0 usuarios para la modalidad de contrato y prepago respectivamente constituyen la base para proyectar el número de usuarios frente a diferentes alternativas tarifarias.* En la siguiente sección se aborda esta problemática utilizando la información de la encuesta a usuarios de telefonía móvil de Abril de 2003 diseñada especialmente para tales efectos.

3 Modelos de Elección Discreta

El análisis de la sección anterior permite obtener estimaciones para la evolución proyectada de los usuarios de la telefonía móvil para el período 2004 - 2008, junto con identificar las elasticidades precio e ingreso envueltas para el punto de saturación potencial o penetración máxima. Estas proyecciones se realizan para un escenario sin grandes cambios tarifarios ni tecnológicos que impliquen el desplazamiento de las tecnologías actuales. De esta forma, las estimaciones previas constituyen la base para estimar el impacto de un cambio en la estructura tarifaria en el número de usuarios de la telefonía móvil. En esta sección se modela la reacción de los usuarios frente a diferentes alternativas tarifarias en las modalidades de contrato y prepago. La estimación de cómo los usuarios cambian sus decisiones ante alternativas tarifarias y de costo de contrato, combinado con la proyección basal de la sección anterior, permite entonces simular sendas alternativas de evolución de la telefonía móvil en Chile frente a distintos escenarios.

Concretamente, en esta sección se formula y estima un *modelo de elección discreta* para la decisión de los usuarios actuales de mantenerse en el mercado de la telefonía móvil frente a cambios en el precio por minuto y precio por equipo móvil (teléfono celular). Estas estimaciones se basan en una encuesta efectuada a los usuarios de telefonía en Abril de 2003 realizada explícitamente para los propósitos de este estudio.

A continuación se presenta una breve revisión de la encuesta a usuarios de telefonía móvil de Abril de 2003. Esta revisión es complementada con un *análisis no paramétrico* que permite identificar las principales características de los usuarios de las modalidades de contrato y prepago a considerar en la estimación de los modelos de elección discreta. Estos últimos se presentan en la subsección 3.2.

3.1 Encuesta a Usuarios de Telefonía Móvil - Abril 2003

Sección confidencial

3.2 Estimaciones Econométricas

Sección confidencial

4 Estimación Número de Usuarios Período 2004 – 2008

Sección confidencial

Cuadro 19
Número de Abonados a Diciembre Escenario con Ajuste en las Tarifas

Año	Modalidad Contrato	Modalidad Prepago	Usuarios Totales
2000	1,082,422	2,392,211	3,474,633
2001	1,313,467	3,931,249	5,244,716
2002	1,415,734	4,992,113	6,407,847
2003	1,531,721	5,627,729	7,159,450
2004	1,591,164	5,870,702	7,461,867
2005	1,606,362	5,896,507	7,502,869
2006	1,635,248	5,969,538	7,604,786
2007	1,689,009	6,140,562	7,829,571
2008	1,746,175	6,331,793	8,077,968

Sección confidencial

5 Una Extensión: Proyección del Tráfico Telefonía Móvil Período 2004 – 2008

Sección confidencial

6 Conclusiones

Sección confidencial

7 Bibliografía

- Ahn, H. and M.-H. Lee (1999). "An Econometric Analysis of the Demand for Access to Mobile Telephone Networks", *Information Economics and Policy*, Vol. 11, pp.123-145.
- Amemiya, T. (1985). *Advanced Econometrics*, Harvard University Press.
- Center for International Economics, CIE (2001). "Review of Willingness to Pay Methodologies". Prepared for Independent Pricing and Regulatory Tribunal of NSW. Canberra & Sydney , August 2001.
- Dineen, C. (2000). "Demand Analysis and Penetration Forecasts for the Mobile Telephone Market in the U.K." paper presentado en "Telecommunications: The Bridge to Globalization in the Information Society". XIII Conferencia de la Sociedad Internacional de Telecomunicaciones (ITS). Buenos Aires, Argentina. 2 - 5 Julio, 2000.
- ECON (2001). "Estimation of Fixed to Mobile Price Elasticities". Disponible en <http://www.dotecon.com/images/reports/elastftm.pdf>
- Frank, L. (2000). "A Spatial Model of the Diffusion of Mobile Communications Within the European Union". Telecom Business Research Center, Lappeenranta University of Technology. Finland.
- Greene, W. (2000). *Econometric Analysis*, Prentice-Hall Press (4th Edition).
- Griliches, Z. (1957). "Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technical Change," *Econometrica* 25 (October 1957), pp 501-522.
- Gruber, H. y Verboven, F. (1999). "The Diffusion of Mobile Telecommunications Services in the European Union". *European Economic Review* 1999.

Gruber, H. y Verboven, F. (2000). “The Evolution of Markets Under Entry and Standards Regulation The Case of Global Mobile Telecommunications”. Working Paper, Center for Economic Policy Research, London, UK.

International Telecommunication Union, ITU (2003). World Telecommunication Indicators 2003. Geneva, Switzerland.

Larraín, F. y Quiroz, J. (2003). “Beneficios Sociales de la Telefonía Móvil en Chile”. Trabajo realizado para la Asociación de Empresas de Telefonía Móvil A.G., ATELMO. Enero, 2003.

Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL). Serie Informes de Estadísticas del Sector de las Telecomunicaciones, disponibles en <http://www.subtel.cl>

Tishler, A., Ventura, R. y J. Watters (2001). “Cellular Telephones in the Israeli Market: The Demand, the Choice of Provider and Potential Revenues” Applied Economics 2001, pp 1479 – 1492.

World Bank (2003). World Development Indicators Online 2003, disponibles en <http://www.worldbank.org/data/onlinedatabases/onlinedatabases.html>

8 Anexos

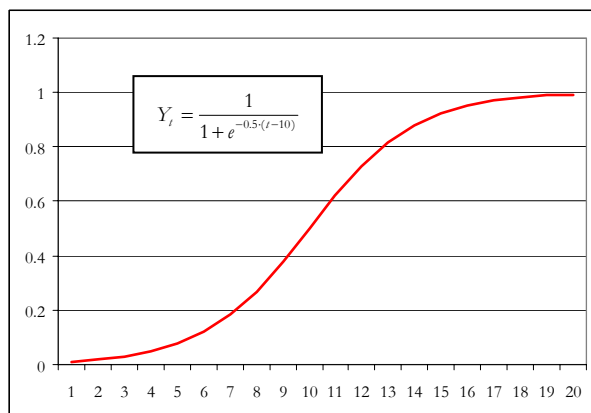
8.1 La Función Logística

La forma exacta de la curva logística para un nuevo producto o nueva tecnología depende, entre otras cosas, si se trata de un nuevo producto que reemplaza a un producto existente (como puede ser el caso CDs y cassettes) o si la innovación afecta la senda de crecimiento inicial del producto existente (como puede ser el caso de la modalidad de prepago frente a contrato). En cualquiera de los casos, la adopción de la nueva tecnología puede ser representada por siguiente función:

$$Y_t = \frac{Y_t^*}{1 + e^{-\alpha \cdot (t - \beta)}} \quad (1)$$

Donde Y_t^* el número total de usuarios potenciales (penetración máxima), t es tiempo, y α y β son parámetros a ser estimados. La Figura 1 presenta una función logística simple con una penetración máxima de 100% ($Y_t^* = 1$) y con valores dados para los parámetros α y β . Dados estos parámetros, la función presenta sus mayores tasas de crecimiento en el período 10, con una penetración máxima de 100% alcanzada (“asintóticamente”) en el período 20.

Figura 1
Función Logística Simple



Como se desprende de la figura, tres importantes elementos determinan la forma de esta función:

- El número total de usuarios potenciales, penetración máxima o nivel de saturación (Y_t^*).
- El parámetro β que representa el tiempo en que la curva alcanza su punto de inflexión o punto de máximo crecimiento antes de iniciar de fase de *crecimiento moderado*.
- El parámetro α que permite estimar el tiempo en que la penetración llega a un valor dado. A modo de ejemplo, la función $\Delta t = \ln(81) / \alpha$ indica el tiempo requerido para pasar de una penetración de 10% a 90%.

8.2 El Método de Valoración Contingente

Desde su primera aplicación por Davis (1963), el método de valoración contingente (VC) ha sido ampliamente utilizado para estimar el valor económico de toda clase de ecosistemas y servicios medioambientales en el contexto de la evaluación social de proyectos. Mediante la aplicación de una encuesta que sitúa al individuo en una **situación hipotética** en relación a la provisión y/o exclusión del consumo de un bien en particular, se estima el valor (en términos monetarios) que las personas asignan a un determinado bien o servicio. En muchos casos, el cuestionario crea un bien público que es presentado al entrevistado y sobre el cual debe tomar decisiones. Como se desprende, el objetivo es que el entrevistado tome decisiones racionales como si la situación presentada fuese real y no hipotética.

Se trata de una metodología basada en la información que el entrevistado declara directamente (*stated preference*) y no en lo que se puede inferir de su comportamiento a través de un análisis de preferencias reveladas (*revealed preference*). En efecto, al entrevistado se le pregunta directamente *cuanto estaría dispuesto a pagar* por un determinado servicio ambiental o bien *en cuanto debería ser compensado* por sacrificar el consumo de este bien, obteniendo de este modo información sobre su disposición a pagar (WTP) o disposición a aceptar compensaciones (WTA). Es decir, las valoraciones son obtenidas directamente mediante la aplicación de una *pregunta abierta* sobre la disposición a pagar.

El hecho de que la valoración de un bien o servicio sea derivada de una pregunta abierta al entrevistado ha dado lugar a una serie de críticas por el sesgo importante que esto puede generar en las estimaciones. Para subsanar este problema, se ha desarrollado un método alternativo a la VC, el método de elección contingente (*contingent choice method*). Este último, al igual que el método de VC, sitúa al individuo en una situación hipotética. Sin embargo, en este caso las valoraciones son obtenidas como resultado de una serie de elecciones o *trade offs* que el individuo realiza sobre un número finito de escenarios posibles (CIE, 2001).

Existen numerosas variantes en la formulación de las preguntas para obtener un precio o valoración para el bien o servicio en el contexto del método de elección contingente. Un

procedimiento típico es el siguiente: la persona entrevistadora pregunta si la máxima disposición a pagar sería igual, superior o inferior a un valor en términos monetarios. En caso de obtener "inferior" por respuesta, se puede repetir la pregunta disminuyendo el precio de salida. Igual procedimiento se aplica a la respuesta "superior", incrementando el precio ofrecido inicialmente. Finalmente, se suele preguntar cual sería el precio máximo que pagaría por el bien, teniendo en cuenta sus respuestas anteriores.

El análisis estadístico de los datos generados por las metodologías de valoración y elección contingente es relativamente directo. El método más simple calcula la media de disposición a pagar (WTP) o a aceptar compensaciones (WTA). En algunos casos, y en un intento de explicar las diferencias entre individuos, se modela la WTP o WTA en función de una serie de características socio económicas mediante el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS).

8.3 Modelos de Elección Discreta

Los economistas a menudo están interesados en los factores que influyen en la toma de decisiones de individuos o empresas. Ejemplos de esto son:

- ¿Por qué algunas mujeres ingresan a la fuerza laboral y otras no?
- ¿Por qué algunas personas compran viviendas mientras otras arriendan?
- ¿Por qué algunas personas participan en el mercado de la telefonía móvil y otras no?
- ¿Por qué algunos usuarios renuevan sus contratos de telefonía móvil y otros no?

Los modelos que han sido desarrollados para abordar la toma de decisiones son conocidos como modelos de elección discreta. En este caso, la variable que se modela toma el valor 1 si el evento ocurre y 0 si no¹². Para comprender este concepto es útil utilizar un ejemplo. Consideremos la decisión de un usuario de telefonía fija de restringir el número de llamadas a telefonía móvil. En el período en que responde la encuesta, el entrevistado tiene su teléfono sin restricciones o bien restringido (bloqueado) para efectuar llamadas a telefonía móvil. Considérese una serie de factores tales como ingreso, edad, número de personas que tienen acceso al teléfono, etc., recogidos en un vector x , que explican su decisión de bloquear el teléfono. En este contexto, se tiene:

$$\begin{aligned} \text{Prob}(Y = 1) &= F(x, \beta) \\ \text{Prob}(Y = 0) &= 1 - F(x, \beta) \end{aligned}$$

En este caso la variable Y toma el valor 1 si el teléfono está bloqueado y 0 si no. El vector de parámetros β refleja el impacto que tienen las variables x sobre la probabilidad de bloquear el teléfono fijo. Por ejemplo, uno de los factores que podría interesar es el *efecto marginal* del ingreso sobre esta probabilidad. Por efecto marginal se entiende estimar como cambia la probabilidad de bloquear el teléfono fijo ante un incremento en el ingreso del grupo familiar,

¹² Se han desarrollado modelos con más de dos posibles decisiones. Sin embargo, en este anexo restringimos la atención sólo a *modelos de elección binaria*.

manteniendo los otros factores constantes. En este contexto, si se tiene alguna idea sobre el valor futuro de las variables que influyen en esta decisión, es posible proyectar la evolución de este mercado.

Previo a la estimación de los modelos de elección discreta, es necesario definir una *función de distribución acumulada* para Y ($F(x, \beta)$) que satisfaga la condición de que esta variable esté acotada entre 0 y 1. Las funciones comúnmente seleccionadas para representar los modelos de elección binaria son la logística y la normal, la primera dando origen al modelo *logit* y la segunda al modelo *probit*. En ambos casos el método de estimación utilizado es *máxima verosimilitud*.

Existen algunas diferencias entre los modelos de regresión lineal y los modelos de elección discreta que vale la pena mencionar. En primer lugar, la interpretación de estos modelos es distinta a la de los modelos de regresión lineal. En los primeros el *coeficiente* de la pendiente de un regresor (β_j) mide el efecto sobre el valor promedio de la variable estimada (Y) ocasionado por un cambio unitario en el valor del regresor (x). En palabras simples, si $\beta_j=1.2$ y las variables del modelo están expresadas en logaritmo, entonces un incremento de un 1% en la variable x causa un incremento de un 1.2% en la variable Y ¹³.

En el caso de un modelo probit la tasa de cambio en la probabilidad es algo complicada y está dada por $\partial F / \partial x = \beta_j \cdot \phi(Z_j)$, donde $\phi(\cdot)$ es la función de densidad de la variable normal estándar. En general en las estimaciones se presentan los coeficientes (β_j) y los efectos marginales ($\partial F / \partial x$). Estos últimos miden el efecto que tiene la variable de interés sobre la probabilidad de renovar el equipo móvil para un usuario de contrato, y pueden ser interpretados de forma similar que en el caso del modelo de regresión lineal¹⁴.

En segundo lugar, las medidas de bondad de ajuste que se aplican a los modelos de elección binaria difieren de las tradicionales medidas utilizadas en los modelos de regresión lineal. En general no hay una medida de bondad de ajuste equivalente al R^2 de los modelos tradicionales,

¹³ En un modelo de regresión lineal, con sus variables expresadas en logaritmo, los parámetros estimados pueden ser interpretados directamente como elasticidades.

¹⁴ El método usual para calcular el efecto marginal i es evaluar en su valor medio las variables explicativas del modelo (x), y *sensibilizar* la variable de interés (x_j).

dando lugar a una serie de medidas para comparar modelos alternativos. Entre ellas están: el porcentaje de resultados correctamente predichos (*Percentage Correctly Classified*), el seudo R^2 (*McFadden R²*) y la prueba Chi-cuadrado.

El porcentaje de resultados correctamente predichos es una medida que asigna el valor 1 si la probabilidad estimada (p_i) es mayor que un número dado (tradicionalmente mayor que 0.5), y 0 si no. De este modo, indicará el número de veces que el modelo es capaz de predecir correctamente el valor para la variable de interés Y, dado un set de características para el individuo i . Por su parte, el seudo R^2 tiene interés desde un punto de vista intuitivo porque está necesariamente entre 0 y 1. Si todos los estimadores de las pendientes son 0, este valor es igual a cero. Sin embargo, su interpretación no es tan directa como en el caso de los modelos de regresión lineales debido a que para que efectivamente tome el valor 1 se requiere que β^*x sea $+\infty$ o $-\infty$, lo que en la práctica no puede suceder nunca. La prueba Chi-cuadrado tiene como hipótesis nula que todos los coeficientes estimados del modelo son cero. Cada una de estas medidas tiene sus defectos, por lo que Amemiya (1985) recomienda considerar más de una para comparar los resultados entre distintos modelos. Este es el criterio que se utilizó para seleccionar los modelos finales en este estudio. Finalmente, los *test de significancia* pueden ser interpretados de forma similar a los de modelos de regresión lineal estándar¹⁵.

¹⁵ Para análisis en profundidad de las propiedades y fundamentos teóricos de los modelos de elección discreta véase Greene (2000).

8.4 Diseño Muestral

En este anexo se presenta el *Diseño Muestral*, y el criterio utilizado para definir el *Tamaño Muestral* o número de encuestas a realizar a los usuarios de telefonía.

El *Diseño Muestral* cumplió con las siguientes características:

- Muestreo aleatorio, multietápico, por áreas.
- El Universo consistió en la población de 15 años o más, residente en hogares particulares de los conurbios del Gran Santiago, Gran Valparaíso, Gran Concepción, Antofagasta y Temuco.
- La Unidad Primaria de Muestreo fue la Comuna, seleccionada aleatoriamente en forma proporcional a su población de 15 años y más según el Censo de Población de 2002¹⁶.
- En cada una de las Comunas así seleccionadas, se eligió al azar Distritos Censales muestrales y, en su interior también en forma aleatoria, Manzanas muestrales.
- Finalmente, en las Manzanas muestrales se seleccionó Hogares muestrales, con muestreo sistemático con partida aleatoria.
- En cada hogar muestral se aplicó un filtro para determinar la pertenencia de sus miembros de 15 años o más a la respectiva muestra:

¹⁶ Por supuesto, esto no implica que el número final de encuestas en cada comuna sea proporcional a su población, sólo implica que la probabilidad de ser seleccionado es igual para todos los residentes en el área definida como "universo".

1. Personas con equipo de red fija
2. Personas con equipo móvil de prepago
3. Personas con equipo móvil de contrato
4. Personas sin equipo móvil

- Siguiendo este procedimiento se encuestó sólo a una persona por hogar.

En el Cuadro 1 se presenta la distribución muestral por comuna.

Cuadro 1
Distribución Muestral por Comuna

Comuna	Número de Encuestas			Potenciales
	Red Fija a Móvil	Móvil Contrato	Móvil Prepago	
Conchalí	10	11	10	10
Recoleta	20	20	20	19
Vitacura	10	10	10	10
Las Condes	27	16	16	22
Cerro Navia	23	17	19	19
Quinta Normal	10	11	10	9
Providencia	10	10	9	11
La Reina	10	10	10	10
Pudahuel	13	9	9	9
Lo Prado	10	10	10	10
Estación Central	14	8	9	9
Santiago	10	10	10	10
Peñalolén	12	10	9	9
Maipú	32	30	30	30
Macul	12	9	9	10
San Bernardo	10	11	10	9
La Cisterna	13	10	9	9
La Granja	16	8	8	8
La Florida	24	18	19	19
El Bosque	10	10	10	10
La Pintana	10	10	10	10
Puente Alto	24	18	18	19
Valparaíso	9	11	11	10
Viña del Mar	20	20	20	20
Quilpue	10	10	10	10
Concepción	10	10	10	10
Talcahuano	10	10	10	10
Penco	10	10	11	10
Temuco	28	16	18	22
Antofagasta	23	21	20	19
Total	450	384	384	392

Tamaño Muestral

Para definir el *Tamaño Muestral* se empleó como criterio obtener un *Error Muestral* inferior a 5%. Si se considera una *Muestra Aleatoria Simple* de tamaño n con una población finita igual a N , el *Error Muestral* viene dado por la siguiente expresión:

$$d = \sqrt{\frac{(N - n) \cdot Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}{n \cdot (N - 1)}}$$

Donde

- n = tamaño muestral
- N = Total de la población
- Z_{α} = Coeficiente de Confianza de la medición (para este caso consideraremos un nivel del 95% de confianza, por lo que el valor es 1.96)
- p = probabilidad de la población esperada. Indica la probabilidad *ex – ante* de escoger un individuo de acuerdo a una característica específica. En este caso corresponde a la probabilidad de pertenecer a una de las dos modalidades de telefonía móvil (contrato o prepago). El caso más exigente para el tamaño muestral es suponer p igual a 0.5.
- $q = 1-p$
- d = error muestral

En el Cuadro 2 se presentan los resultados para las modalidades de contrato y prepago. En ambos casos se utilizó una muestra de 384 usuarios. Cabe destacar que si bien en la actualidad el 78% de los usuarios de la telefonía móvil está en la modalidad de prepago, para efectos de definir *Tamaño Muestral* los niveles de significancia se mantienen en los rangos aceptables de error (menor a 5%) a pesar de considerar **muestras iguales** para contrato y prepago. Este último corresponde al caso más exigente para definir el *Tamaño Muestral*.

Cuadro 2:
Error Muestral

Variable	Contrato		Prepago	
	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2
N (Población total 15 años o más) ¹	11,226,309	11,226,309	11,226,309	11,226,309
n (Número de encuestas)	384	384	384	384
Z_{α} (95% de confianza)	1.96	1.96	1.96	1.96
p	50%	9%	50%	33%
q	50%	91%	50%	67%
d (Error muestral)	5.00%	2.92%	5.00%	4.72%

(1) Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Censo 2002.

Caso 1: corresponde al caso más exigente para el *tamaño muestral* que asume p igual a 0.5.

Caso 2: corresponde al caso en que los valores para p son conocidos *ex – ante*. En este caso, se utilizan las penetraciones de la telefonía móvil para contrato y prepago de Enero de 2003. Estas corresponden a 9.3 y 33.4 usuarios por cada 100 habitantes para las modalidades de contrato y prepago respectivamente.