



# **EL VALOR SOCIAL DE LA BANDA 700 MHz EN AMÉRICA LATINA**

---

**Diego B. Avanzini**

**Visiting Department of Economics & School of Law  
George Mason University, Arlington, Virginia USA.**

**[avanzini@gmail.com](mailto:avanzini@gmail.com)**

**Roberto E. Muñoz**

**Departamento de Industrias, Universidad Técnica  
Federico Santa María, Santiago, Chile  
[roberto.munoz@usm.cl](mailto:roberto.munoz@usm.cl)**

Agosto, 2010



*Diálogo Regional sobre Sociedad de la Información*



Este trabajo se llevó a cabo con la ayuda de fondos asignados al IEP por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo y de la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional, Ottawa, Canadá.

**Diego B. Avanzini, Roberto E. Muñoz**

EL VALOR SOCIAL DE LA BANDA 700 MHz EN AMÉRICA LATINA.

Lima: Diálogo regional sobre Sociedad de la Información, 2010. 41 p.



Este documento cuenta con una licencia Creative Commons del tipo: Reconocimiento - No comercial - Compartir bajo la misma licencia 2.5 Perú

Usted puede: copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra y hacer obras derivadas, bajo las condiciones establecidas en la licencia:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/legalcode>

## **Contenido**

Contenido .....	ii
Índice de ilustraciones .....	iii
Índice de tablas.....	iv
Resumen .....	v
Introducción .....	1
1 Antecedentes para la valoración. ....	3
2 El Modelo Base .....	7
3 Estimación del Valor Social del Dividendo Digital .....	13
Conclusión .....	18
Bibliografía .....	20
Anexo 1: Base de Datos del Mercado de Telefonía Móvil .....	22
Anexo 2: Un simple modelo teórico de referencia.....	24
Anexo 3: Reporte de Simulaciones con Asignación del Dividendo Digital Total (108 MHz) .....	26

## ***Índice de ilustraciones***

Ilustración 1: Normas de Televisión digital Terrestre en el mundo.....	5
Ilustración 2: Valor Social del Dividendo Digital en Latinoamérica para Distintos escenarios de Reasignación del Recurso.....	15

## ***Índice de tablas***

Tabla 1: Una asignación tipo de bandas de TV en Latinoamérica.....	4
Tabla 2: Norma DTT adoptada en Latinoamérica y fechas previstas de apagón analógico.....	6
Tabla 3: Estadísticas Descriptivas de la Base de Datos.....	7
Tabla 4: Modelo Seleccionado.....	11
Tabla 5: Valor social del Dividendo Digital.....	16
Tabla 6: Valor social del Dividendo digital per Mhz-pop.....	17

## ***Resumen***

El objetivo de este documento es estimar el valor social de la banda 700 MHz en Latinoamérica. Para ello se reestimó el modelo de Hazlett y Muñoz (2009a) y se consideró que el dividendo digital se asignará a la provisión de servicios móviles digitales avanzados (AWDS). Se asume que el dividendo digital generado en cada país latinoamericano es de 108 MHz, localizados en UHF alto, y que su reasignación, al menos parcialmente, no requiere apagón analógico. Debido a restricciones de la base de datos, sólo fue posible estimar el valor en nueve países Latinoamericanos obteniéndose un valor social promedio para el recurso de 408.3 dólares per cápita.

## ***Introducción***

En Latinoamérica, al igual que en el resto del mundo, la digitalización de las telecomunicaciones está permitiendo un uso más eficiente del espectro electromagnético en todas las áreas, pero particularmente importante ha sido el efecto en las bandas de TV abierta.

La posibilidad de reasignar espectro en Latinoamérica a servicios móviles digitales avanzados (AWDS) se ha centrado en las siguientes bandas:

- 1700-2100 MHz (AWS). Donde se liberarían 90 MHz para servicios AWS (Advanced Wireless Services). De hecho, esta banda ya ha sido asignada en algunos países.
- 2500-2690 Mhz (3G extension). Con 190 MHz disponibles.
- 700 MHz (dividendo digital). Se liberarían 108 MHz previamente atribuidos a TV abierta.

En este artículo nos concentraremos en el dividendo digital, si bien varias conclusiones también serán válidas para las dos primeras bandas.

En el caso de la banda 700 MHz, existe discusión respecto al valor privado y social que tendría reasignar el recurso desde la televisión digital terrestre a su mejor uso alternativo, que hoy sería AWDS. La discusión es eminentemente empírica, por lo que estimaciones econométricas se hacen imprescindibles. En este trabajo, estimaremos el valor social de esta banda si es reasignada a AWDS. No se discutirá el valor privado de la banda ni tampoco la eventual recaudación en un proceso licitatorio.<sup>1</sup>

Una aproximación de la recaudación pasaría por estimar qué parte del excedente del productor es factible extraer para beneficio público, lo cual depende, entre otras variables, del diseño del mecanismo de licitación.<sup>2</sup> Existe una abundante literatura que se ha centrado en los efectos que el diseño de los mecanismos de licitación tienen sobre

---

<sup>1</sup> Para un análisis focalizado en la recaudación obtenida en recientes procesos de licitación de espectro ver Credit Suisse (2010) y J. P. Morgan (2010).

<sup>2</sup> Ver Krishna (2002) para una referencia clásica sobre la teoría de mecanismos de licitación.

la recaudación, entre ellos Cramton (2002), Grimm *et al.* (2003), Klemperer (2002a, b) o Milgrom (2004). Ellos argumentan que la recaudación en los procesos es no distorsionadora y por lo tanto no debería afectar los precios al consumidor, pero no existe un análisis directo del efecto sobre los precios. Kwon *et al.* (2010) estudian el rol de distintas variables sobre los precios al consumidor final de servicios de telecomunicaciones y encuentran que son los métodos de pago del espectro asignado en una licitación, en lugar de si hay licitación o no, la variable clave que afecta los precios.

Hazlett (2001) y Faulhaber (2006), entre otros, enfatizan en cambio que no debe ser el método de asignación o la recaudación el centro del debate, sino la política de asignación de espectro, la que debe reorientarse hacia la asignación de derechos de propiedad sobre el recurso. Hazlett y Muñoz (2009a) muestran que los efectos de primer orden de la asignación de este recurso sobre el bienestar no vienen del método de asignación (licitación versus beauty contests), sino de otorgar mayor flexibilidad al uso del recurso. La discusión regulatoria debe entonces reenfocarse desde una aproximación centrada en la maximización de ingresos hacia la maximización del beneficio social.<sup>3</sup> En este contexto, resulta del mayor interés entender como reasignaciones del recurso afectan el beneficio social, medido éste como la suma del excedente del productor y consumidor. Este es el objetivo en este trabajo, donde se usará la metodología de Hazlett y Muñoz (2009a) para estimar el valor social del dividendo digital.

Una lectura miope de un alto valor social llevaría a la autoridad simplemente a reasignar el uso hacia servicios donde el uso del recurso es socialmente más rentable. Una lectura más profunda debe llevar a cuestionar las políticas de asignación de espectro que impiden que el recurso fluya a sus mayores valores de uso sin intervención de la autoridad. Hazlett y Muñoz (2009b) muestran que, en efecto, las políticas de asignación de espectro en Latinoamérica han limitado significativamente la movilidad en el uso de este recurso.

---

<sup>3</sup> Incluso las aproximaciones ingenieriles que plantean alternativas a la asignación de derechos de propiedad, comparten el diagnóstico de que el esquema actual rigidiza los usos del recurso (ver por ejemplo Toka y Vidács, 2009).

## **1 Antecedentes para la valoración.**

Un primer tema que es necesario dilucidar es cuánto espectro es factible liberar gracias a la disponibilidad de la tecnología digital. La Tabla 1 muestra una asignación genérica de espectro a la televisión abierta en Latinoamérica. Teóricamente, la digitalización permitiría que el mismo número de señales se transmitiera hoy con 1/6 y hasta 1/8 del espectro asignado previamente. Sin embargo, retirar 5/6 a 7/8 del espectro asignado a la TV abierta no sería un proceso factible, básicamente por dos razones. La primera es que no se pueden discontinuar las transmisiones analógicas de un día para el otro, puesto que los consumidores requerirán tiempo para, ya sea adquirir adaptadores que les permitan recibir las señales digitales en sus televisores tradicionales o bien, renovar los aparatos por nuevos televisores que ya traen incluido el adaptador. La duración de este período depende de la realidad de cada país, pero puede tomar entre 5 y 10 años. La segunda es que estas bandas han sido históricamente reconocidas como “bandas de televisión” y retirar parte de ese espectro necesariamente involucra un proceso de negociación con los tenedores originales de licencias de uso del recurso. Este proceso dependerá, entre otros factores, de cuán difícil sea despejar las bandas y en Latinoamérica hay diferentes realidades, desde países que tienen la banda 700 MHz prácticamente desocupada (caso de Chile, por ejemplo) hasta aquellos que históricamente la han usado y por tanto requerirían desplazar señales a nuevas frecuencias (Argentina, por ejemplo).<sup>4</sup>

Hazlett *et al.* (2006) han estimado un “dividendo digital empírico” basado en la experiencia alemana: el Berlín Switch Off. En esa experiencia 5/12 del espectro asignado a la TV abierta se liberó luego del apagón analógico. Si la misma fracción se hubiera generado en Latinoamérica, se habrían liberado aproximadamente 150 MHz con posterioridad al apagón analógico. Sin embargo, en Latinoamérica el dividendo digital se ha definido pensando en que su reasignación, al menos parcialmente, podría realizarse antes del apagón analógico. Además, las bandas se encuentran claramente definidas y corresponden a 108 MHz comprendidos entre los 698 y 806 MHz (canales 52 al 69) en la parte alta de la banda UHF identificada en la Tabla 1. En términos comparativos, se trata de un dividendo razonable considerando que su disponibilidad podría ser anterior al apagón analógico.

---

<sup>4</sup> En lo que sigue se estudiarán distintos escenarios de despeje de la banda, de manera de proveer estimaciones para las distintas realidades latinoamericanas.

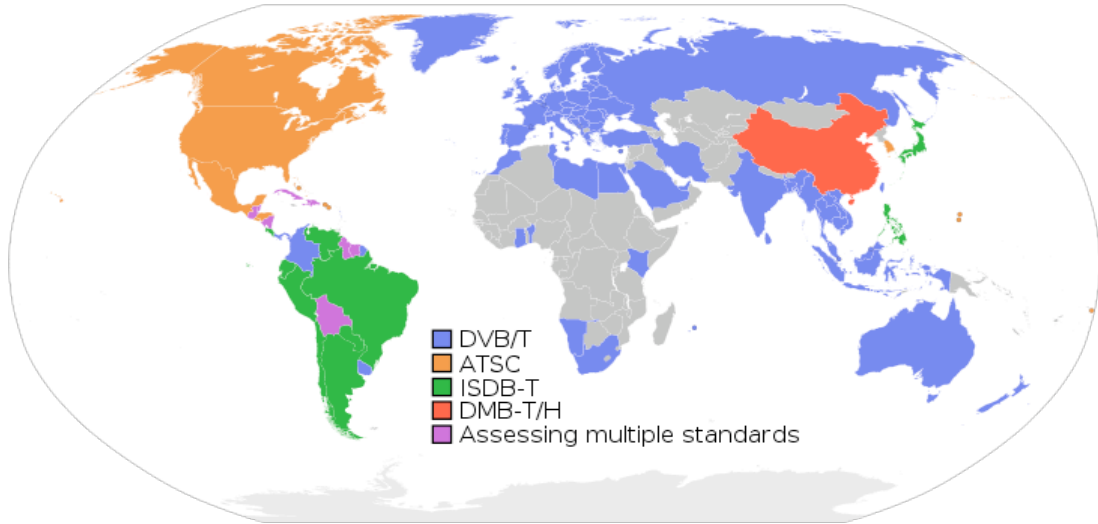
**Tabla 1: Una asignación tipo de bandas de TV en Latinoamérica.**

Frecuencias (MHz)	Bandas	Canales	Ancho de banda (MHz)
54-72	VHF Banda I	2-6	18
76-88			12
174-216	VHF Banda III	7-13	42
512-608	UHF Bandas IV & V	14-69	96
614-806			192
Ancho de banda total (MHz)			360

Un segundo tema que los países han debido zanjar es cual es la norma de televisión digital terrestre (DTT) que adoptarán. Múltiples opciones han sido desarrolladas en el mundo y la más adecuada para la realidad de un país no resulta evidente. Los países Sudamericanos han optado mayoritariamente por la norma japonesa adaptada por Brasil (ISDB-TB), opción que se basa principalmente en la mayor capacidad de transmisión que esta norma genera (bajo un estándar de compresión MPEG 4) y el hecho que se adecuaría mejor a la geografía de la región.<sup>5</sup> Sin embargo, México y Centroamérica se han inclinado hacia la norma Americana (ATSC), principalmente por las ventajas que les significaría concordar la norma con Estados Unidos y Canadá. Las excepciones son Uruguay, Panamá y Colombia que han optado por el estándar europeo (DVB-T/H) que es, como muestra la Figura 1, el de mayor adopción en el mundo y por lo tanto se espera que genere las mayores economías de escala en equipos. La adopción de la norma se acompaña usualmente de una fecha estimada para el apagón analógico. Ambos datos se encuentran resumidos en la Tabla 2.

---

<sup>5</sup> Este último argumento fue particularmente relevante para Chile, cuya geografía es similar a la japonesa y en donde las pruebas mostraron que esta norma respondía mejor a esta variable.



**Ilustración 1: Normas de Televisión digital Terrestre en el mundo.**

(Fuente original: EnEdC, [Digital broadcast standards.svg](#)).

**Tabla 2: Norma DTT adoptada en Latinoamérica y fechas previstas de apagón analógico**

País	Norma DTT Adoptada	Fecha prevista Apagón Analógico
Argentina	ISDB-TB	2019
Bolivia	Indefinido	
Brasil	ISDB-TB	2016
Chile	ISDB-TB	2017
Colombia	DVB-T/H	2017
Costa Rica	ISDB-TB	2018
Ecuador	ISDB-TB	2020
El Salvador	ATSC	2014
Guatemala	Indefinido	
Honduras	ATSC	2020
México	ATSC	2021
Nicaragua	Indefinido	
Panamá	DVB-T/H	2020
Paraguay	ISDB-TB	2016
Perú	ISDB-TB	2023
Uruguay	DVB-T/H	
Venezuela	ISDB-TB	2020

## 2 *El Modelo Base*

Para estimar el valor social bruto que estos 108 MHz tienen en los distintos países latinoamericanos, se tomó como referencia el modelo de Hazlett y Muñoz (2009a) y se reestimó con una nueva base de datos con mayor presencia de países latinoamericanos, la que contempla datos trimestrales en el período comprendido entre el primer trimestre del año 2000 y el tercero del 2009. En el artículo aludido se asume que el espectro liberado es utilizado en la industria de servicios móviles digitales avanzados (AWDS), la que es una de varias opciones de uso, por lo que el valor social bruto obtenido debe ser interpretado como una cota mínima.

Los países latinoamericanos incorporados en esta nueva base son: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México, Perú, Uruguay y Venezuela. Un resumen de estadísticas descriptivas de la base de datos se encuentra en la Tabla 3, mientras que una descripción de las fuentes de la base de datos se encuentra en el Anexo 6.1.

**Tabla 3: Estadísticas Descriptivas de la Base de Datos.**

Variable	Unidades	Observaciones	Promedio	Desviación Estándar	Min	Max
auction	0-1	1082	0,651	0,477	0,000	1,000
spectrum	MHz	1082	226,9	111,4	50,0	575,4
density	hab/km <sup>2</sup>	1082	299,2	1101,1	2,5	6371,8
totmin	millones/mes	1082	7677,4	27588,6	29,4	241976,9
gdppc	US\$	1082	21463,6	14578,5	886,5	77128,0
Rpm	US\$	1082	0,237	0,125	0,034	0,733
dumfix	0-1	1082	0,141	0,349	0,000	1,000
fixprice	US\$	929	0,049	0,039	0,003	0,231
Cpp	0-1	1082	0,928	0,259	0,000	1,000
Hhi	0-10000	1082	3654,8	1097,3	859,8	6496,9

donde:

<i>RPM</i>	Ingreso por minuto en dólares constantes del año 2000 para servicios móviles, una Proxy del precio por minuto. <sup>6</sup>
<i>Totmin</i>	Producto total (también denotado por <i>Q</i> ), medido como minutos totales de uso de servicios móviles por mes en millones.
<i>HHI</i>	Índice de Herfindahl-Hirschman en el mercado (0 a 10.000). <sup>7</sup>
<i>Spectrum</i>	Ancho de banda total asignado en el mercado a operadores de servicios móviles. Medido en MHz.
<i>Density</i>	Usada como proxy para costo de capital. Medida como promedio de habitantes por km cuadrado.
<i>Auction</i>	Variable dummy que toma el valor 1 si las licencias de espectro son asignadas vía licitación, cero si no.
<i>CPP</i>	Variable dummy que toma el valor 1 si en el país se utiliza el sistema de el que llama paga (Calling Party Pays), cero en caso contrario.
<i>GDPPC</i>	Producto interno bruto per cápita en dólares constantes del 2000.
<i>Fixprice</i>	Valor promedio de una llamada local de 1 minuto sobre la red fija en período punta. Medido en dólares constantes del 2000.
<i>Dumfix</i>	Variable Dummy que toma el valor 1 si Fixprice es cero, uno en caso contrario. <sup>8</sup>

---

<sup>6</sup> Lamentablemente la base de datos no permitió diferenciar ingresos asociados a voz, datos y banda ancha. Por tal razón se usó como *proxy* los ingresos totales divididos por total de minutos reportados.

<sup>7</sup> En la mayoría de los países no estaba disponible el dato de concentración en función del producto de las firmas, esto es, minutos totales por firma. Como *proxy* se utilizó la concentración en afiliaciones.

<sup>8</sup> Esta variable es relevante puesto que en el modelo que sigue se usarán las variables en logaritmos, pero  $\ln(\text{fixprice})$  genera problemas cuando *fixprice* es cero. En su lugar se usa la variable *Alfixprice* definida como  $(1-\text{dumfix}) * \ln(\text{fixprice})$ .

El modelo teórico que sustenta el modelo empírico que se estimará se detalla en el Anexo 6.2 y consiste en un sistema de ecuaciones formado por una ecuación de Mark Up por el lado de la oferta, obtenida bajo el supuesto de competencia a la Cournot entre operadores móviles, y una ecuación de demanda. El sistema empírico a estimar está formado por las siguientes ecuaciones (que permiten algunos términos no lineales):

#### Ecuación de Mark Up

$$\begin{aligned} \ln(RPM_{it}) = & \alpha_0 + \alpha_1 \ln(Q_{it}) + \alpha_2 [\ln(Q_{it})]^2 + \alpha_3 \ln(HHI_{it}) + \alpha_4 [\ln(HHI_{it})]^2 + \\ & + \alpha_5 \ln(Spectrum_{it}) + \alpha_6 [\ln(Spectrum_{it})]^2 + \alpha_7 \ln(Density_{it}) + \alpha_8 [\ln(Density_{it})]^2 + \\ & + \alpha_9 [\ln(Spectrum_{it}) * \ln(Density_{it})] + \alpha_{10} Auction_{it} + \alpha_{11} CPP_{it} + \eta_{it} \end{aligned}$$

#### Ecuación de Demanda

$$\begin{aligned} \ln(Q_{it}) = & \beta_0 + \beta_1 \ln(RPM_{it}) + \beta_2 [\ln(RPM_{it})]^2 + \beta_3 \ln(GDPpc_{it}) + \beta_4 [\ln(GDPpc_{it})]^2 + \\ & + \beta_5 Alfixprice_{it} + \beta_6 [Alfixprice_{it}]^2 + \beta_7 CPP_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned}$$

Donde el subíndice  $i$  denota al país y el  $t$  al período.

En la metodología de estimación se considera que existen tres variables endógenas: HHI, RPM y TOTMIN. La estimación se realiza en tres fases. En la primera se realiza un mínimo cuadrado en tres etapas (3SLS) con las variables “en desvíos respecto de la media” para abordar la presencia de efectos fijos por país y permitiendo una matriz de varianzas-covarianzas suficientemente flexible para capturar heteroscedasticidad y autocorrelación simple. El procedimiento 3SLS es necesario pues las variables endógenas HHI, RPM y TOTMIN deben ser instrumentalizadas. La segunda fase consiste en implementar la propuesta de Plümper y Troeger (2007) denominada Fixed Effect Vector Decomposition (FEVD), la que permite incorporar las variables invariantes en el tiempo como explicativas, generándose dos nuevas variables exógenas que corresponden a los llamados *pseudo-fixed effects* (FEmarkup y FEdemand).

Para estimar los *pseudo-fixed effects* se realizan las siguientes regresiones auxiliares, donde la variable a explicar es el promedio (sobre los períodos) de los residuos de la fase 2, etapa 3:

$$\hat{u}_{i\Box}^{MarkUp} = \delta_0 + \delta_1 CPP_i + \delta_2 Auction_i + v_i$$

$$\hat{u}_{i\Box}^{Demand} = \varphi_0 + \varphi_1 CPP_i + \omega_i$$

Una vez realizadas estas estimaciones, los *pseudo-fixed effects* para el país  $i$  en las ecuaciones de Mark Up y de Demanda corresponden a  $\hat{v}_i$  y  $\hat{\omega}_i$ , respectivamente.

Finalmente, en la tercera fase se vuelve a realizar una estimación por 3SLS al sistema de ecuaciones, esta vez con las variables en niveles e incluyendo como variables explicativas aquellas invariantes en el tiempo (CPP, Auction), así como los *pseudo-fixed effects* obtenidos en la etapa 2 (FEmarkup y FEdemand). Por construcción se espera que los coeficientes asociados a los *pseudo-fixed effects* en esta última fase sean unitarios, como lo muestra la Tabla 4. Para mayores detalles sobre la metodología utilizada ver Hazlett y Muñoz (2009a), mientras que para la base de datos construida ver Anexo 6.1.

La selección del modelo final se obtuvo partiendo con un modelo que incorporara todas las variables consideradas en las ecuaciones de Mark Up y Demanda anteriormente descritas. Luego se estimaron sucesivas versiones restringidas, de las que se seleccionaron aquellas que fueran consistentes con el modelo teórico de Hazlett y Muñoz (2009a), pero además que las variables fueran estadísticamente significativas y el ajuste del modelo de ecuaciones simultáneas presentara, en promedio, un  $R^2$  superior a 0.9. Varios modelos satisfacen estas restricciones, pero el que resultaba más consistente con los resultados anteriores de Hazlett y Muñoz (2009a) se muestran en la Tabla 4.

**Tabla 4: Modelo Seleccionado.**

<b>Ecuación de Markup</b>	
ltotmin	,58025894***
ltotmin2	-,05572531***
lhhi	1,9940712***
lhhi2	
lspectrum	-,11755948***
lspectrum2	
ldensity	-4,6355103***
ldensity2	,05647511***
FEmarkup	,99615044***
cpp	7,5656038***
auction	3,7430199***
cons	-10,378529***
R <sup>2</sup> Eq. Markup	0,8281
<b>Ecuación de Demanda</b>	
lrpmin	-2,0795198***
lrpmin2	
lgdppc	9,3493979***
lgdppc2	-,4911365***
alfixprice	-0,01797774
alfixprice2	
FEdemand	1,0074612***
cpp	-1,3781864***
cons	-38,679624***
R <sup>2</sup> Eq. Demand	0,9508

\*, \*\*, \*\*\* denota niveles de significancia de 10%, 5% y 1%, respectivamente.

En la sección siguiente se utilizará este modelo para realizar las simulaciones que permitirán estimar el valor social del dividendo digital en cada país latinoamericano incluido en la muestra.

### **3 Estimación del Valor Social del Dividendo Digital**

Para estimar el valor social neto que este dividendo digital tiene en los distintos países latinoamericanos existen dos aproximaciones posibles:

1. Seguir la propuesta de Hazlett *et al.* (2006) donde se resta del valor bruto el costo de proveer de decodificadores a aquellos hogares que recibirían señales de televisión digital por vía “terrestre”. Esto es, se excluye del costo aquellos hogares que reciben señal por cable o satélite.
2. Asumir que el espectro se liberará antes de producirse el apagón analógico, puesto que el espectro que queda en poder de los operadores de televisión abierta es suficiente para transmitir simultáneamente señales analógicas y digitales. Esto significa que la cota de valor social bruto obtenida es también una referencia para el valor social neto, sin necesidad de ajustar por el costo de los decodificadores.

En este artículo se sigue la segunda aproximación, puesto que en la primera el argumento era precisamente ayudar a despejar las bandas para que éstas admitieran nuevos usos, lo que no es el caso tipo en Latinoamérica, donde el dividendo digital puede reasignarse, total o parcialmente, antes del apagón analógico. Para adecuarnos a las distintas realidades de cada país, se proveen estimaciones para tres escenarios posibles, en donde previo al apagón analógico se liberan 36, 72 o 108 MHz.

El procedimiento simplificado es el siguiente. Se asume un escenario de incremento en el espectro asignado a los operadores móviles en un país específico. Se fijan las variables exógenas para el modelo reportado en la Tabla 4 en los niveles muestrales observados para ese país en el período en el que se simula. Dado que estamos interesados en estimar un evento que todavía no ha ocurrido (reasignación de espectro

desde la TV abierta hacia operadores móviles), se utiliza como período de referencia el último disponible en la muestra, esto es, el tercer trimestre del 2009.<sup>9</sup>

Las variables claves para estimar el impacto en bienestar son los niveles iniciales y finales de RPM y TOTMIN. Todas estas variables son aleatorias, por lo que se asume que siguen una distribución log-normal multivariada. Se simulan entonces 1000 escenarios, de 1000 casos cada uno, en donde la distribución de los shocks al sistema corresponden a una log-normal con media cero y matriz de varianzas-covarianzas estimada con los residuos obtenidos en la última fase de estimación del modelo reportado en la Tabla 4.

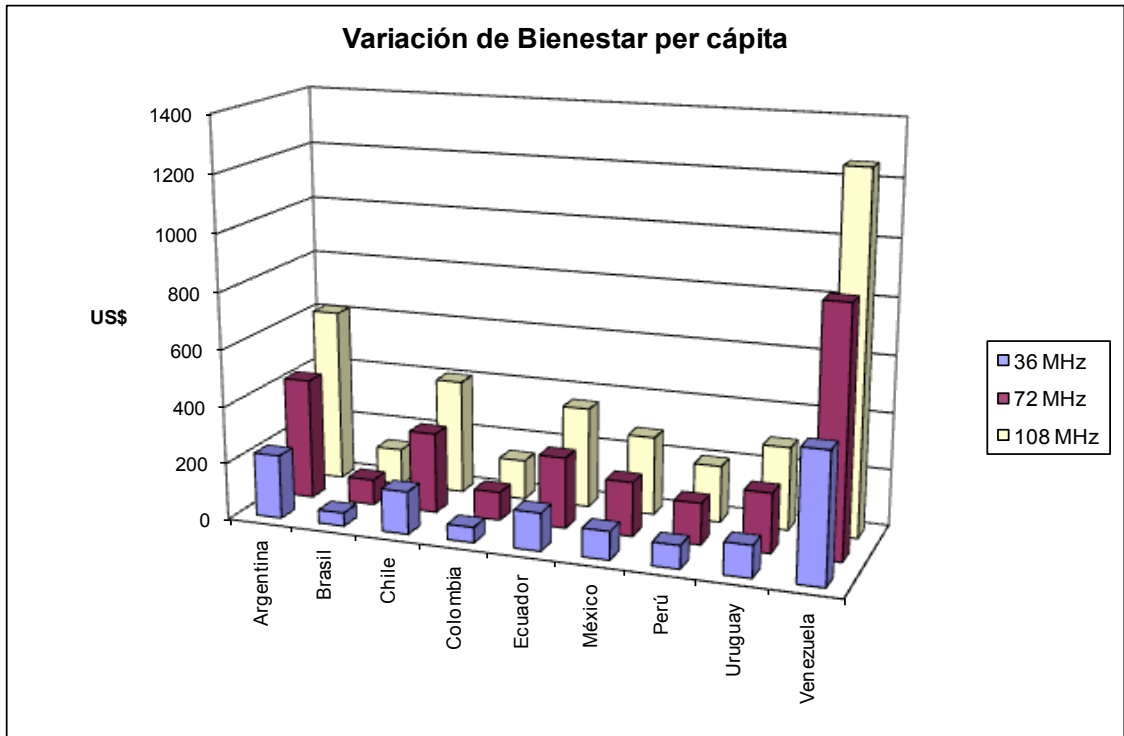
En cada simulación, se parte de niveles iniciales para las variables RPM y TOTMIN y considerando que HHI es determinado endógenamente, se procede iterativamente hasta lograr convergencia en el impacto sobre las variables finales de interés, esto es, RPM final y TOTMIN final. La distribución de los promedios de los impactos estimados permite generar un intervalo de confianza del 95 % para estas variables y con ello un intervalo de confianza para el impacto sobre el excedente del consumidor y el bienestar.

Finalmente, dado que la base de datos contiene información promedio mensual al interior de cada trimestre, los datos generados son también estimaciones mensuales. Para reportar el valor social de la banda se asume que los beneficios se generan a perpetuidad,<sup>10</sup> para lo cual se estima el valor presente de esta perpetuidad a una tasa de 5% anual. El valor de esta perpetuidad para el excedente del consumidor (EC) y el bienestar (W) es lo que incluimos en la Tabla 5. Gráficamente, el cambio en bienestar per cápita se observa en la Figura 2. Los reportes detallados por país para el caso en que se reasignan 108 MHz se encuentran en el Anexo 6.3.

---

<sup>9</sup> La excepción es Paraguay debido a que el último dato disponible es del segundo trimestre del 2004. Por esta razón, las simulaciones excluyen a este país.

<sup>10</sup> Al suponer una perpetuidad no se está asumiendo que el espectro quede asignado al nuevo servicio de manera inflexible. Por el contrario, un nuevo uso puede surgir y se reasignaría el recurso siempre que se genere al menos el bienestar que se obtiene con el servicio cuya atribución se está abandonando.



**Ilustración 2: Valor Social del Dividendo Digital en Latinoamérica para Distintos escenarios de Reasignación del Recurso.**

**Tabla 5: Valor social del Dividendo Digital.**

País	Población (MM)	$\Delta S = 36$ MHz			$\Delta S = 72$ MHz			$\Delta S = 108$ MHz		
		$\Delta EC$ (MM US\$)	$\Delta W$ (MM US\$)	$\Delta W / Pob.$ (US\$ /cápita)	$\Delta EC$ (MM US\$)	$\Delta W$ (MM US\$)	$\Delta W / Pob.$ (US\$ /cápita)	$\Delta EC$ (MM US\$)	$\Delta W$ (MM US\$)	$\Delta W / Pob.$ (US\$ /cápita)
Argentina	40,13	4323	9022	224,8	8250	17157	427,5	11943	24744	616,6
Brasil	191,48	4307	8973	46,9	8264	17226	90,0	11936	24862	129,8
Chile	16,98	1222	2550	150,2	2316	4817	283,7	3577	6883	405,4
Colombia	49,04	1266	2645	53,9	2353	4903	100,0	3320	6912	140,9
Ecuador	14,12	900	1879	133,1	1690	3531	250,1	2404	5015	355,2
México	107,75	5109	10698	99,3	9844	20556	190,8	14338	29820	276,8
Perú	29,10	1137	2363	81,2	2038	4245	145,9	2799	5826	200,2
Uruguay	3,35	180	375	111,9	335	701	209,3	473	982	293,1
Venezuela	28,61	6235	13000	454,4	11943	24829	867,8	17343	35966	1257,1

Los resultados muestran que el valor social del dividendo digital es bastante alto en Latinoamérica considerando su nivel de ingreso per cápita. El promedio de valor social es de 408,3 dólares per cápita si se asignaran los 108 MHz a servicios móviles avanzados, lo que es aproximadamente un tercio del valor promedio estimado por Hazlett *et al.* (2006) para el dividendo digital en Europa, que ascendía a 1226,8 dólares per cápita. Este alto valor puede deberse a las mayores dificultades que ha enfrentado Latinoamérica para reasignar este recurso hacia sus usos más eficientes. De hecho, una correlación simple entre el valor social per cápita y el espectro asignado a servicios móviles resulta negativa y asciende a -0,18.

Finalmente, la Tabla 6 reporta los mismos resultados de la tabla 5 pero sobre una base per MHz-pop. Se observa que a medida que la escasez de espectro se alivia, el valor social del dividendo digital disminuye.

**Tabla 6: Valor social del Dividendo digital per Mhz-pop.**

	36 MHz	72 MHz	108 MHz
<b>País</b>	US\$/MHz-pop	US\$/MHz-pop	US\$/MHz-pop
Argentina	6,2	5,9	5,7
Brasil	1,3	1,3	1,2
Chile	4,2	3,9	3,8
Colombia	1,5	1,4	1,3
Ecuador	3,7	3,5	3,3
México	2,8	2,7	2,6
Perú	2,3	2,0	1,9
Uruguay	3,1	2,9	2,7
Venezuela	12,6	12,1	11,6
Promedio	4,18	3,96	3,78

## **Conclusión**

El objetivo de este artículo ha sido estimar el valor social del dividendo digital en Latinoamérica. Esto es, el espectro que la digitalización permitiría reasignar desde bandas usadas originalmente para transmitir señales de televisión abierta hacia otros servicios sin afectar las posibilidades de crecimiento y desarrollo de la industria televisiva. Una estimación conservadora del dividendo digital lo sitúa en 108 MHz localizados en UHF alto (canales 52 al 69). Se estima que este dividendo puede ser reasignado en Latinoamérica, al menos parcialmente, a otros servicios sin necesidad de esperar el apagón analógico que en la región debiera darse hacia el 2020.

La estimación del valor social del recurso se realizó asumiendo que éste se reasigna hacia servicios móviles digitales avanzados (AWDS), esto es, los operadores que tradicionalmente han provisto servicios de telefonía móvil. El valor que el recurso tendría en servicios móviles constituye sólo una cota inferior para el valor social del recurso, puesto que puede surgir un uso alternativo que sea más valioso.

Para realizar la estimación del valor social del recurso en servicios móviles se construyó una base de datos con 31 países, 10 de ellos latinoamericanos, con información en el período comprendido entre el primer trimestre del 2000 y el tercer trimestre del 2009. Posteriormente, se reestimó el modelo de Hazlett y Muñoz (2009a) y se simuló escenarios en que 108, 72 o 36 MHz eran reasignados inmediatamente a estos servicios. Los resultados muestran que en promedio se obtiene un valor social para el recurso de 408,3 dólares per cápita si se asignan los 108 MHz, lo que representa alrededor de un tercio del valor presentado en la literatura para una muestra de países europeos. Este alto valor en Latinoamérica puede deberse a que los operadores móviles se encuentran muy restringidos en el recurso espectro. De hecho, a medida que la escasez del recurso se alivia, el valor promedio per MHz-pop disminuye desde 4,18 US\$/MHz-pop si se asignan 36 MHz a 3,96 y 3,78 US\$/MHz-pop si se asignan 76 o 108 MHz respectivamente.

Los resultados obtenidos admiten dos interpretaciones. Una directa que implica una reasignación de la banda 700 MHz a servicios AWDS. Sin embargo, la interpretación más importante es que el recurso está mal asignado en su situación actual y es necesario avanzar hacia políticas de asignación que faciliten el flujo del recurso hacia los servicios donde genera mayor valor. Estas políticas implican abandonar los esquemas de asignación centralizados vigentes en la mayoría de los

países latinoamericanos y avanzar hacia el uso de señales de mercado que faciliten la asignación eficiente del recurso.

Finalmente, en relación a las limitaciones de este estudio cabe mencionar que desafortunadamente la base de datos utilizada no permitió separar los ingresos provenientes de voz, datos y banda ancha móvil. Asimismo, tampoco fue posible contar con datos de concentración de mercado basados en medidas de producto, por lo que se usó como *proxy* la concentración en cantidad de suscriptores. Finalmente, las estimaciones, aún con estas limitaciones, podrían modificarse al considerar que Latinoamérica puede presentar un comportamiento distinto al resto de la muestra, en el sentido que no sólo los interceptos en las regresiones podrían ser país-específicos, sino también algunas pendientes podrían ser distintas entre regiones. En particular resulta recomendable estudiar si la elasticidad de demanda es diferente en Latinoamérica frente al resto de la muestra.

## **Bibliografia**

**Binmore, Ken and Paul Klemperer. 2002.** *“The Biggest Auction Ever: The Sale of the British 3G Telecom Licenses,”* The Economic Journal 112 (March), C74-C96.

**Cramton, Peter. 2002.** *“Spectrum Auctions,”* Handbook of Telecommunications Economics, Vol. 1, Cave, Majumdar and Vogelsang, Eds. (New York: Elsevier), 605-39.

**Credit Suisse. 2010.** *“Spectrum Auction in Focus,”* European Telecoms (April), 96-99.

**Faulhaber, Gerald R. 2006.** *“The Future of Wireless Telecommunications: Spectrum as a Critical Resource,”* Information Economics and Policy 18, 256-271.

**Grimm, Veronika, Frank Riedel and Elmar Wolfstetter. 2001.** *“Low Price Equilibrium in Multi-Unit Auctions: The GSM Spectrum Auction in Germany,”* International Journal of Industrial organization 21, 1557-1569.

**GSMA (2009).** *Digital Dividend for Mobile: Bringing Broadband to All.* [www.gsmworld.com/digitaldividend](http://www.gsmworld.com/digitaldividend)

**Hazlett, Thomas W. 2001.** *“The Wireless Craze, the Unlimited Bandwidth Myth, the Spectrum Auction Faux Pas, and the Punchline to Ronald Coase’s ‘Big Joke’: An Essay on Airwave Allocation Policy,”* Harvard Journal of Law & Technology 14 (2) (Spring), 335-469.

**Hazlett, Thomas, Jurgen Mueller and Roberto Muñoz, 2006.** *The Social Value of TV Band Spectrum in European Countries.* INFO, The Journal of Policy, Regulation and Strategy for Telecommunications 2, 62-73.

**Hazlett, Thomas and Roberto Muñoz, 2009a.** *A Welfare Analysis of Spectrum Allocation Policies.* RAND Journal of Economics 40 (Autumn), 424-454.

**Hazlett, Thomas and Roberto Muñoz, 2009b.** *Spectrum Allocation Policies in Latin America: A Welfare Analysis.* Information Economics and Policy, 21, 261-278.

**J. P. Morgan Cazenove. 2010.** *Wireless Services.* Europe Equity Research (May).

**Klemperer, Paul. 2002a.** “*How (not) to run auctions: The European 3G telecom auctions,*” 46 *European Economic Review*, 829-45.

\_\_\_\_\_. **2002b.** “*What Really Matters in Auction Design,*” 16 *Journal of Economic Perspectives*, 169-89.

**Krishna, Vijay. 2002.** *Auction Theory*, New York: Academic Press.

**Kwon, Youngsun, Jungsub Lee and Youngkyun Oh, 2010.** “*Economic and Policy Implications of Spectrum License Fee Payment Methods,*” *Telecommunications Policy* 34, 175-184.

**Merrill Lynch. 2003.** “*Global Wireless Matrix 2Q03. Quarterly Update on Global Wireless Industry Metrics.*” Merrill Lynch Global Securities Research and Economics Group.

**Milgrom, Paul (2004).** *Putting Auction Theory to Work*, Cambridge University Press.

**Plümper, Thomas and Vera E. Troeger. 2007.** “*Efficient estimation of time-invariant and rarely changing variables in finite sample panel analyses with unit fixed effects*”, *Political Analysis* 15, 124-139.

**Reed, David P. 1992.** “*Putting it all Together: The Cost Structure of Personal Communications Services,*” Federal Communications Commission, OPP Working Paper No. 28 (November).

**Toka, László and Attila Vidács. 2009.** “*General distributed Economic Framework for Dynamic Spectrum Allocation,*” *Computer Communications* 32, 1955 – 1964.

## ***Anexo 1: Base de Datos del Mercado de Telefonía Móvil***

La fuente principal de información es “Wireless Intelligence’s Market Tracking Table,” Wireless Intelligence, una filial de GSM Media LLC. Esta base incluye información trimestral para el mercado móvil de varios países, de los cuales se seleccionaron 31 países, cubriendo el periodo que va desde el primer trimestre de 2000 hasta el tercer trimestre de 2009. Toda la información fue obtenida de esta fuente a excepción de las siguientes variables:

- **Spectrum, Auction, Calling-Party-Pays:** Variables de cantidad de MHz de espectro asignados a telefonía móvil, dummy referenciando el uso de subastas en la asignación del espectro radial, y dummy indicando la aplicación del principio de “quien llama paga”. La principal fuente informativa ha sido la información disponible de cada regulador y los Ministerios de Comunicaciones. La base de datos “Economist Intelligence Unit ViewsWire”, la Comisión Europea, y la Oficina Europea de Radio y Comunicaciones han sido fuentes secundarias para Europa. También se emplearon estudios de terceros disponibles en la página web de GSM, como así también información proveniente de periódicos y diarios, y publicaciones del sector telecomunicaciones en distintos países.
- **GDPpc:** Producto Bruto Interno per capita tomado de la base de datos World Economic Outlook database (WEO) versión 2010, del Fondo Monetario Internacional (FMI). Valores expresados en US\$ constantes de 2000.
- **GDP Deflator:** Deflactor del Producto Bruto Interno, año base 2000. Información tomada de la base de datos WEO del FMI. Todas las variables monetarias han sido reexpresadas en US\$ constantes del 2000 empleando este deflactor.
- **Population Density:** Densidad poblacional tomada de la base de datos World Development Indicators (versión 2010) del Banco Mundial.
- **Fixprice:** Variable indicando el valor de una llamada de un minuto a través de telefonía fija. Información tomada de la base de datos World Telecommunications Indicators 2009 de International Telecommunications Union, expresada en US\$ constantes del año 2000.

La muestra está compuesta por todas las observaciones disponibles en la base de datos de Wireless Intelligence para las cuales existía información en las variables relevantes para el periodo que va desde el primer trimestre de 2000 al tercer trimestre de 2009. De esta forma, la muestra resultante cuenta con 31 países:

Alemania	Colombia	Hong Kong	Paraguay
Argentina	Dinamarca	Hungría	Perú
Australia	Ecuador	Irlanda	Portugal
Austria	España	Italia	Reino Unido
Bélgica	Estados Unidos	México	República Checa
Brasil	Finlandia	Noruega	Uruguay
Canadá	Francia	Nueva Zelanda	Venezuela
Chile	Grecia	Países Bajos	

## **Anexo 2: Un simple modelo teórico de referencia.**

Considere un mercado donde  $N$  firmas producen servicios móviles digitales avanzados. El nivel de producto de la firma  $i$  se denota  $q_i$ . El producto total está dado por  $\sum_i q_i = Q$ . La demanda agregada se denota  $P(Q)$ .

La firma  $i$  tiene una función de costos dada por:

$$C_i(q_i) = C_i(q_i; K, S_i)$$

La que depende del nivel de capital invertido en infraestructura,  $K$ , la cantidad de espectro asignado y el nivel de producto. Cuando la firma debe decidir cuánto producir, tanto los niveles de capital como de espectro están fijos y sus costos están hundidos. Para rescatar la tecnología de producción, se asume que los costos marginales son decrecientes tanto en capital como en espectro y que estos dos insumos son sustitutos en la producción de servicios (Reed 1992).

En lo que sigue se asume competencia a la Cournot y se denota además la participación de mercado de la firma  $i$  por  $s_i = q_i / Q$ . La elasticidad de demanda se denota  $\varepsilon(Q)$ . El espectro asignado a una licencia se puede representar como:  $S_i = \phi_i S$ , donde  $0 < \phi_i \leq 1$  y  $S$  es la cantidad total de espectro disponible para AWDS. En este contexto, se demuestra que:

$$P(Q) = \frac{1}{\varepsilon(Q)} + \frac{HHI}{\varepsilon(Q)} \sum_{i=1}^N s_i \frac{C_i(q_i; K, S_i)}{q_i} \quad (6.2.1)$$

La ecuación de Mark Up se interpreta como una ecuación de oferta en que el precio de equilibrio depende de la elasticidad de demanda, el nivel de inversión, la cantidad de espectro asignada, el índice de concentración de Herfindahl-Hirschman ( $HHI$ ) y el nivel de producto.

Por otra parte, se asume que la demanda depende del precio del servicio ( $P$ ), del nivel de ingreso del país ( $Y$ ) y del nivel de precio de servicios alternativos ( $F$ ). En principio se puede asumir una forma funcional del tipo:

$$Q = \lambda Y^\delta F^\rho P^\varepsilon \quad (6.2.2)$$

Las ecuaciones (6.2.1) y (6.2.2) representan la base teórica del modelo empírico descrito en

## Anexo 3: Reporte de Simulaciones con Asignación del Dividendo Digital Total (108 MHz)

TABLE 3.1. SIMULATION FOR ARGENTINA, 3<sup>RD</sup> QUARTER 2009

Initial Setup:			Initial Setup:		
Variables	Units	Initial Values	Variables	Units	Initial Values
Fix Called Price	Const. 2000 US\$	0.0039775	Calling Party Pays (CPP)	Yes/No	Yes
GDP per capita (quarterly)	Const. 2000 US\$	6041.00	Revenue per minute (RPMIN)	Const. 2000 US\$	0.11835
Population Density	Inhab./Km <sup>2</sup>	14.435	Total minutes demanded per month (TOTMIN)	Millions/month	4191.5296
HH Index (HHI)	0-10,000	3212.6037	Mark-Up Equation: country fixed eff.		-7.7152
Allocated Spectrum	MHz	120	Demand Equation: country fixed eff.		-0.6716

Consumer Surplus Change	
Monthly Change Interval (in MM US\$)	
Sim. 95% C.I. <sup>a</sup>	47.878 ≤ 49.763 ≤ 51.702
2T t-St. 95% C.I. <sup>b</sup>	47.893 ≤ 49.763 ≤ 51.632
Projected Change	
Using a 5% AIR <sup>c</sup>	11943.006 MM US\$

Revenue Change	
Monthly Change Interval (in MM US\$)	
Sim. 95% C.I. <sup>a</sup>	49.424 ≤ 53.338 ≤ 57.623
2T t-St. 95% C.I. <sup>b</sup>	49.204 ≤ 53.338 ≤ 57.472
Projected Change	
Using a 5% AIR <sup>c</sup>	12801.083 MM US\$

Welfare Change	
Monthly Change Interval (in MM US\$)	
Sim. 95% C.I. <sup>a</sup>	100.201 ≤ 103.100 ≤ 106.078
2T t-St. 95% C.I. <sup>b</sup>	100.121 ≤ 103.100 ≤ 106.080
Projected Change	
Using a 5% AIR <sup>c</sup>	24744.089 MM US\$

### Simulations Results for an Additional Radio Spectrum License of 108 MHz

Initial Equilibrium: RPM = 0.1418 TOTMIN = 1993.6556 HHI = 3283.8617  
 New scenario: Spectrum increases by 108 MHz  
 Final Equilibrium: RPM = 0.1210 TOTMIN = 2771.8543 HHI = 3301.8008

### Overall Welfare Change Measurement

Frequency Distribution of Simulated Change  
 (using 5% AIR<sup>c</sup>, 1000 simulations of 1000 samples of both equilibria)

<sup>a</sup> Simulated 95% confidence interval.  
<sup>b</sup> Two-tail t-Student 95% confidence interval.  
<sup>c</sup> AIR: annual interest rate

TABLE 3.2. SIMULATION FOR BRAZIL, 3<sup>RD</sup> QUARTER 2009

Simulations Results for an Additional Radio Spectrum License of 108 MHz		
Initial Equilibrium: RPM = 0.3729 TOTMIN = 1447.8520 HHI = 2005.2336 New scenario: Spectrum increases by 108 MHz Final Equilibrium: RPM = 0.3418 TOTMIN = 1735.3098 HHI = 2012.5960		
<b>Consumer Surplus Change</b>		
Monthly Change Interval (in MM US\$): Sim. 95% C.I. <sup>a</sup> 46.545 ≤ 49.735 ≤ 52.844 2T t-St. 95% C.I. <sup>b</sup> 46.616 ≤ 49.735 ≤ 52.854 Projected Change Using a 5% AIR <sup>c</sup> 11936.364 MM US\$		
<b>Revenue Change</b>		
Monthly Change Interval (in MM US\$): Sim. 95% C.I. <sup>a</sup> 47.132 ≤ 53.858 ≤ 60.694 2T t-St. 95% C.I. <sup>b</sup> 46.851 ≤ 53.858 ≤ 60.866 Projected Change Using a 5% AIR <sup>c</sup> 12926.003 MM US\$		
<b>Welfare Change</b>		
Monthly Change Interval (in MM US\$): Sim. 95% C.I. <sup>a</sup> 98.792 ≤ 103.593 ≤ 108.393 2T t-St. 95% C.I. <sup>b</sup> 98.628 ≤ 103.593 ≤ 108.558 Projected Change Using a 5% AIR <sup>c</sup> 24862.368 MM US\$		
<sup>a</sup> Simulated 95% confidence interval. <sup>b</sup> Two-tail t-Student 95% confidence interval. <sup>c</sup> AIR: annual interest rate		
<b>Overall Welfare Change Measurement</b>		
Frequency Distribution of Simulated Change (using 5% AIR <sup>c</sup> , 1000 simulations of 1000 samples of both equilibria)		
<b>Initial Setup:</b>		
<b>Variables</b>	<b>Units</b>	<b>Initial Values</b>
Fix Called Price	Const. 2000 US\$	0.046802
GDP per capita (quarterly)	Const. 2000 US\$	6225.4624
Population Density	Inhab./Km <sup>2</sup>	22.4878
HH Index (HHI)	0-10,000	2452.3426
Allocated Spectrum	MHz	200
<b>Variables</b>	<b>Units</b>	<b>Initial Values</b>
Calling Party Pays (CPP)	Yes/No	Yes
Revenue per minute (RPMIN)	Const. 2000 US\$	0.13138
Total minutes demanded per month (TOTMIN)	Millions/month	14900.7377
Mark-Up Equation: country fixed eff.		-3.8591
Demand Equation: country fixed eff.		1.0271

TABLE 3.3. SIMULATION FOR CHILE, 3<sup>RD</sup> QUARTER 2009

**Simulations Results for an Additional Radio Spectrum License of 108 MHz**

Initial Equilibrium: RPM = 0.1397 TOTMIN = 1071.8264 HHI = 6070.8622  
 New scenario: Spectrum increases by 108 MHz  
 Final Equilibrium: RPM = 0.1281 TOTMIN = 1284.4929 HHI = 6096.2579

**Consumer Surplus Change**

<u>Monthly Change Interval (in MM US\$)</u>	
Sim. 95% C.I. <sup>a</sup>	12.887 ≤ 13.777 ≤ 14.690
2T t-St. 95% C.I. <sup>b</sup>	12.884 ≤ 13.777 ≤ 14.670
<u>Projected Change</u>	
Using a 5% AIR <sup>c</sup>	3306.429 MM US\$

**Revenue Change**

<u>Monthly Change Interval (in MM US\$)</u>	
Sim. 95% C.I. <sup>a</sup>	13.040 ≤ 14.904 ≤ 16.819
2T t-St. 95% C.I. <sup>b</sup>	12.961 ≤ 14.904 ≤ 16.847
<u>Projected Change</u>	
Using a 5% AIR <sup>c</sup>	3576.917 MM US\$

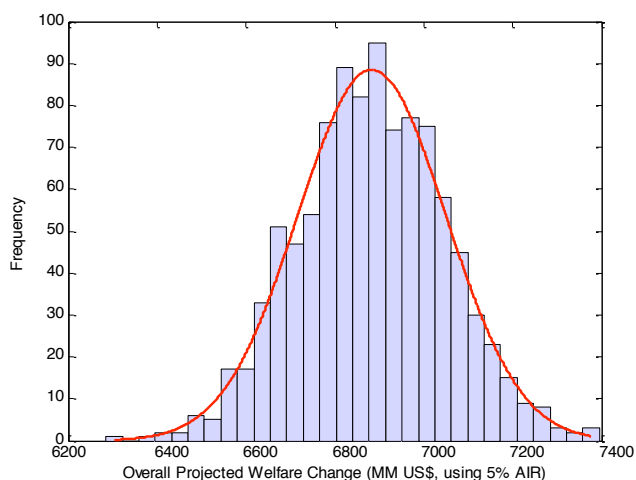
**Welfare Change**

<u>Monthly Change Interval (in MM US\$)</u>	
Sim. 95% C.I. <sup>a</sup>	27.322 ≤ 28.681 ≤ 30.040
2T t-St. 95% C.I. <sup>b</sup>	27.316 ≤ 28.681 ≤ 30.045
<u>Projected Change</u>	
Using a 5% AIR <sup>c</sup>	688.345 MM US\$

<sup>a</sup> Simulated 95% confidence interval.  
<sup>b</sup> Two-tail t-Student 95% confidence interval.  
<sup>c</sup> AIR: annu l interest rate

**Overall Welfare Change Measurement**

Frequency Distribution of Simulated Change  
 (using 5% AIR<sup>c</sup>, 1000 simulations of 1000 samples of both equilibria)



**Initial Setup:**

Variables	Units	Initial Values
Fix Called Price	Const. 2000 US\$	0.031711
GDP per capita (quarterly)	Const. 2000 US\$	7123.105
Population Density	Inhab./Km <sup>2</sup>	22.4478
HH Index (HHI)	0-10,000	5276.6357
Allocated Spectrum	MHz	170

Variables	Units	Initial Values
Calling Party Pays (CPP)	Yes/No	Yes
Revenue per minute (RPMIN)	Const. 2000 US\$	0.083092
Total minutes demanded per month (TOTMIN)	Millions/month	2206.9152
Mark-Up Equation: country fixed eff.		-3.396
Demand Equation: country fixed eff.		-1.3985

TABLE 3.4. SIMULATION FOR COLOMBIA, 3<sup>RD</sup> QUARTER 2009

**Simulations Results for an Additional Radio Spectrum License of 108 MHz**

Initial Equilibrium: RPM = 0.1668 TOTMIN = 809.2721 HHI = 6757.4358

New scenario: Spectrum increases by 108 MHz

Final Equilibrium: RPM = 0.1514 TOTMIN = 988.8392 HHI = 6792.2100

**Consumer Surplus Change**

<b>Monthly Change Interval (in MM US\$)</b>	
Sim. 95% C.I. <sup>a</sup>	13.067 ≤ 13.835 ≤ 14.631
2T t-St. 95% C.I. <sup>b</sup>	13.029 ≤ 13.835 ≤ 14.641
<b>Projected Change</b>	
Using a 5% AIR <sup>c</sup>	3320.432 MM US\$

**Revenue Change**

<b>Monthly Change Interval (in MM US\$)</b>	
Sim. 95% C.I. <sup>a</sup>	13.201 ≤ 14.965 ≤ 16.722
2T t-St. 95% C.I. <sup>b</sup>	13.130 ≤ 14.965 ≤ 16.800
<b>Projected Change</b>	
Using a 5% AIR <sup>c</sup>	3591.594 MM US\$

**Welfare Change**

<b>Monthly Change Interval (in MM US\$)</b>	
Sim. 95% C.I. <sup>a</sup>	27.531 ≤ 28.800 ≤ 30.102
2T t-St. 95% C.I. <sup>b</sup>	27.504 ≤ 28.800 ≤ 30.096
<b>Projected Change</b>	
Using a 5% AIR <sup>c</sup>	6912.027 MM US\$

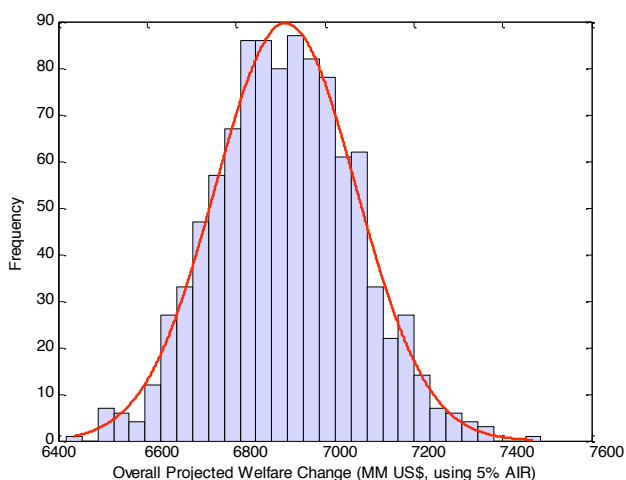
<sup>a</sup> Simulated 95% confidence interval.

<sup>b</sup> Two-tail t-Student 95% confidence interval.

<sup>c</sup> AIR: annual interest rate

**Overall Welfare Change Measurement**

Frequency Distribution of Simulated Change (using 5% AIR<sup>c</sup>, 1000 simulations of 1000 samples of both equilibria)



**Initial Setup:**

Variables	Units	Initial Values
Fix Called Price	Const. 2000 US\$	0.027392
GDP per capita (quarterly)	Const. 2000 US\$	3750.6859
Population Density	Inhab./Km <sup>2</sup>	42.9524
HH Index (HHI)	0-10,000	5184.9786
Allocated Spectrum	MHz	130

Variables	Units	Initial Values
Calling Party Pays (CPP)	Yes/No	Yes
Revenue per minute (RPMIN)	Const. 2000 US\$	0.058433
Total minutes demanded per month (TOTMIN)	Millions/month	5315.0994
Mark-Up Equation: country fixed eff.		-0.74886
Demand Equation: country fixed eff.		-0.7094

TABLE 3.5. SIMULATION FOR ECUADOR, 3<sup>RD</sup> QUARTER 2009

**Simulations Results for an Additional Radio Spectrum License of 108 MHz**

Initial Equilibrium: RPM = 0.1029 TOTMIN = 986.4747 HHI = 5057.1777  
 New scenario: Spectrum increases by 108 MHz  
 Final Equilibrium: RPM = 0.0937 TOTMIN = 1197.1175 HHI = 5080.5103

**Consumer Surplus Change**

<b>Monthly Change Interval (in MM US\$)</b>	
Sim. 95% C.I. <sup>a</sup>	9.396 ≤ 10.018 ≤ 10.602
2T t-St. 95% C.I. <sup>b</sup>	9.405 ≤ 10.018 ≤ 10.630
<b>Projected Change</b>	
Using a 5% AIR <sup>c</sup>	2404.300 MM US\$

**Revenue Change**

<b>Monthly Change Interval (in MM US\$)</b>	
Sim. 95% C.I. <sup>a</sup>	9.552 ≤ 10.876 ≤ 12.262
2T t-St. 95% C.I. <sup>b</sup>	9.502 ≤ 10.876 ≤ 12.250
<b>Projected Change</b>	
Using a 5% AIR <sup>c</sup>	2610.237 MM US\$

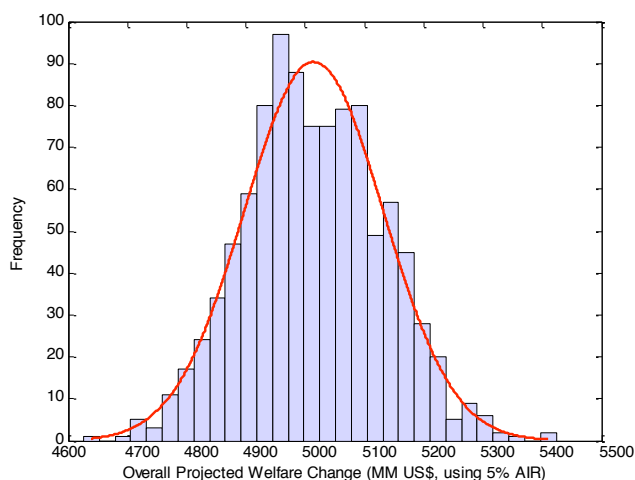
**Welfare hange**

<b>Monthly Change Interval (in MM US\$)</b>	
Sim. 95% C.I. <sup>a</sup>	19.958 ≤ 20.894 ≤ 21.819
2T t-St. 95% C.I. <sup>b</sup>	19.935 ≤ 20.894 ≤ 21.853
<b>Projected Change</b>	
Using a 5% AIR <sup>c</sup>	50 4.536 MM US\$

<sup>a</sup> Simulated 95% confidence interval.  
<sup>b</sup> Two-tail t-Student 95% confidence interval.  
<sup>c</sup> AIR annual interest rate

**Overall Welfare Change Measurement**

Frequency Distribution of Simulated Change  
 (using 5% AIR<sup>c</sup>, 1000 simulations of 1000 samples of both equilibria)



**Initial Setup:**

Variables	Units	Initial Values
Fix Called Price	Const. 2000 US\$	0.002682
GDP per capita (quarterly)	Const. 2000 US\$	3169.7246
Population Density	Inhab./Km <sup>2</sup>	49.7778
HH Index (HHI)	0-10,000	5170.6206
Allocated Spectrum	MHz	150

Variables	Units	Initial Values
Calling Party Pays (CPP)	Yes/No	Yes
Revenue per minute (RPMIN)	Const. 2000 US\$	0.081528
Total minutes demanded per month (TOTMIN)	Millions/month	1227.7125
Mark-Up Equation: country fixed eff.		0.020464
Demand Equation: country fixed eff.		-1.3266

TABLE 3.6. SIMULATION FOR MEXICO, 3<sup>RD</sup> QUARTER 2009

**Simulations Results for an Additional Radio Spectrum License of 108 MHz**

Initial Equilibrium: RPM = 0.2083 TOTMIN = 2068.6587 HHI = 6710.0799  
 New scenario: Spectrum increases by 108 MHz  
 Final Equilibrium: RPM = 0.1833 TOTMIN = 2697.9198 HHI = 6739.5218

**Consumer Surplus Change**

<b>Monthly Change Interval (in MM US\$)</b>	
Sim. 95% C.I. <sup>a</sup>	56.978 ≤ 59.740 ≤ 62.446
2T t-St. 95% C.I. <sup>b</sup>	57.074 ≤ 59.740 ≤ 62.406
<b>Projected Change</b>	
Using a 5% AIR <sup>c</sup>	14337.588 MM US\$

**Revenue Change**

<b>Monthly Change Interval (in MM US\$)</b>	
Sim. 95% C.I. <sup>a</sup>	58.720 ≤ 64.511 ≤ 70.270
2T t-St. 95% C.I. <sup>b</sup>	58.666 ≤ 64.511 ≤ 70.357
<b>Projected Change</b>	
Using a 5% AIR <sup>c</sup>	15482.709 MM US\$

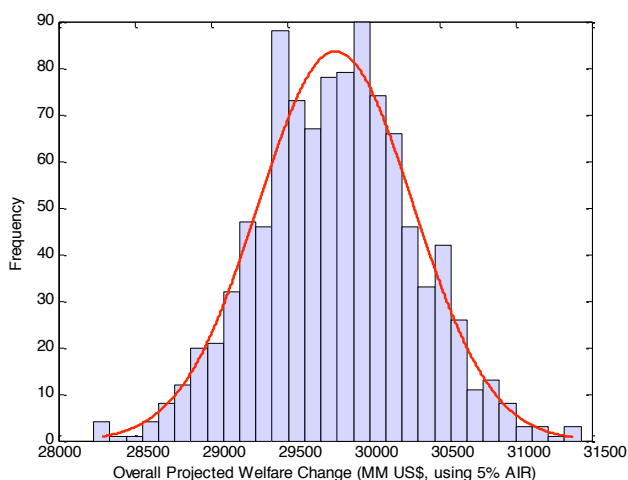
**Welfare Change**

<b>Monthly Change Interval (in MM US\$)</b>	
Sim. 95% C.I. <sup>a</sup>	120.089 ≤ 124.251 ≤ 128.477
2T t-St. 95% C.I. <sup>b</sup>	120.093 ≤ 124.251 ≤ 128.410
<b>Projected Change</b>	
Using a 5% AIR <sup>c</sup>	29820.29 MM US\$

<sup>a</sup> Simulated 95% confidence interval.  
<sup>b</sup> Two-tail t-Student 95% confidence interval.  
<sup>c</sup> AIR: annual interest rate

**Overall Welfare Change Measurement**

Frequency Distribution of Simulated Change (using 5% AIR<sup>c</sup>, 1000 simulations of 1000 samples of both equilibria)



**Initial Setup:**

Variables	Units	Initial Values
Fix Called Price	Const. 2000 US\$	0.031707
GDP per capita (quarterly)	Const. 2000 US\$	6469.1888
Population Density	Inhab./Km <sup>2</sup>	54.8514
HH Index (HHI)	0-10,000	5560.9598
Allocated Spectrum	MHz	160

Variables	Units	Initial Values
Calling Party Pays (CPP)	Yes/No	Yes
Revenue per minute (RPMIN)	Const. 2000 US\$	0.061313
Total minutes demanded per month (TOTMIN)	Millions/month	14033.6318
Mark-Up Equation: country fixed eff.		-3.0086
Demand Equation: country fixed eff.		0.14385

TABLE 3.7. SIMULATION FOR PERU, 3<sup>RD</sup> QUARTER 2009

Simulations Results for an Additional Radio Spectrum License of 108 MHz		
Initial Equilibrium: RPM = 0.1479 TOTMIN = 591.1427 HHI = 5757.6993		
New scenario: Spectrum increases by 108 MHz		
Final Equilibrium: RPM = 0.1308 TOTMIN = 763.7825 HHI = 5799.6065		
<b>Consumer Surplus Change</b>		
<b>Monthly Change Interval (in MM US\$)</b>		
Sim. 95% C.I. <sup>a</sup>	11.128 ≤ 11.662 ≤ 12.163	
2T t-St. 95% C.I. <sup>b</sup>	11.144 ≤ 11.662 ≤ 12.181	
<b>Projected Change</b>		
Using a 5% AIR <sup>c</sup>	2798.950 MM US\$	
<b>Revenue Chang</b>		
<b>Monthly Change Interval (in MM US\$)</b>		
Sim. 95% C.I. <sup>a</sup>	11.416 ≤ 12.614 ≤ 13.758	
2T t-St. 95% C.I. <sup>b</sup>	11.448 ≤ 12.614 ≤ 13.780	
<b>Projected Change</b>		
Using a 5% AIR <sup>c</sup>	3027.268 MM US\$	
<b>Welfare Change</b>		
<b>Monthly Change Interval (in MM US\$)</b>		
Sim. 95% C.I. <sup>a</sup>	23.461 ≤ 24.276 ≤ 25.087	
2T t-St. 95% C.I. <sup>b</sup>	23.460 ≤ 24.276 ≤ 25.092	
<b>Projected Change</b>		
Using a 5% AIR <sup>c</sup>	5826.218 MM SS	
<sup>a</sup> Simulated 95% confidence interval. <sup>b</sup> Two-tail t-Student 95% confidence interval. <sup>c</sup> AIR: annual interest rate		
<b>Overall Welfare Change Measurement</b>		
Frequency Distribution of Simulated Change (using 5% AIR <sup>c</sup> , 1000 simulations of 1000 samples of both equilibria)		
<b>Initial Setup:</b>		
<b>Variables</b>	<b>Units</b>	<b>Initial Values</b>
Fix Called Price	Const. 2000 US\$	0.014293
GDP per capita (quarterly)	Const. 2000 US\$	3521.513
Population Density	Inhab./Km <sup>2</sup>	22.6432
HH Index (HHI)	0-10,000	4751.5302
Allocated Spectrum	MHz	80
<b>Variables</b>	<b>Units</b>	<b>Initial Values</b>
Calling Party Pays (CPP)	Yes/No	Yes
Revenue per minute (RPMIN)	Const. 2000 US\$	0.068134
Total minutes demanded per month (TOTMIN)	Millions/month	1886.7575
Mark-Up Equation: country fixed eff.		-7.1397
Demand Equation: country fixed eff.		-1.1986

TABLE 3.8. SIMULATION FOR URUGUAY, 3<sup>RD</sup> QUARTER 2009

Simulations Results for an Additional Radio Spectrum License of 108 MHz		
Initial Equilibrium: RPM = 0.0885 TOTMIN = 330.6444 HHI = 3902.0304		
New scenario: Spectrum increases by 108 MHz		
Final Equilibrium: RPM = 0.0830 TOTMIN = 378.0747 HHI = 3920.0334		
<b>Consumer Surplus Change</b>		
<u>Monthly Change Interval (in MM US\$)</u>		
Sim. 95% C.I. <sup>a</sup>	$1.800 \leq 1.969 \leq 2.137$	
2T t-St. 95% C.I. <sup>b</sup>	$1.800 \leq 1.969 \leq 2.139$	
<u>Projected Change</u>		
Using a 5% AIR <sup>c</sup>	472.678 MM US\$	
<b>Revenue Change</b>		
<u>Monthly Change Interval (in MM US\$)</u>		
Sim. 95% C.I. <sup>a</sup>	$1.725 \leq 2.124 \leq 2.495$	
2T t-St. 95% C.I. <sup>b</sup>	$1.740 \leq 2.124 \leq 2.508$	
<u>Projected Change</u>		
Using a 5% AIR <sup>c</sup>	509.765 MM US\$	
<b>Welfare Change</b>		
<u>Monthly Change Interval (in MM US\$)</u>		
Sim. 95% C.I. <sup>a</sup>	$3.823 \leq 4.094 \leq 4.359$	
2T t-St. 95% C.I. <sup>b</sup>	$3.820 \leq 4.094 \leq 4.367$	
<u>Projected Change</u>		
Using a 5% AIR <sup>c</sup>	982.443 MM US\$	
<sup>a</sup> Simulated 95% confidence interval. <sup>b</sup> Two-tail t-Student 95% confidence interval. <sup>c</sup> AIR: annual interest rate		
<b>Overall Welfare Change Measurement</b>		
Frequency Distribution of Simulated Change (using 5% AIR <sup>c</sup> , 1000 simulations of 1000 samples of both equilibria)		
<b>Initial Setup:</b>		
<b>Variables</b>	<b>Units</b>	<b>Initial Values</b>
Fix Called Price	Const. 2000 US\$	0.043015
GDP per capita (quarterly)	Const. 2000 US\$	7602.6641
Population Density	Inhab./Km <sup>2</sup>	18.9841
HH Index (HHI)	0-10,000	3738.3253
Allocated Spectrum	MHz	150
<b>Variables</b>	<b>Units</b>	<b>Initial Values</b>
Calling Party Pays (CPP)	Yes/No	Yes
Revenue per minute (RPMIN)	Const. 2000 US\$	0.065031
Total minutes demanded per month (TOTMIN)	Millions/month	547.5446
Mark-Up Equation: country fixed eff.		-7.6193
Demand Equation: country fixed eff.		-3.541

TABLE 3.9. SIMULATION FOR VENEZUELA, 3<sup>RD</sup> QUARTER 2009

**Simulations Results for an Additional Radio Spectrum License of 108 MHz**

Initial Equilibrium: RPM = 0.2107 TOTMIN = 2070.0148 HHI = 4667.0799  
 New scenario: Spectrum increases by 108 MHz  
 Final Equilibrium: RPM = 0.1813 TOTMIN = 2828.1452 HHI = 4690.8223

**Consumer Surplus Change**

<b>Monthly Change Interval (in MM US\$)</b>	
Sim. 95% C.I. <sup>a</sup>	69.482 ≤ 72.261 ≤ 74.770
2T t-St. 95% C.I. <sup>b</sup>	69.569 ≤ 72.261 ≤ 74.953
<b>Projected Change</b>	
Using a 5% AIR <sup>c</sup>	17342.614 MM US\$

**Revenue Change**

<b>Monthly Change Interval (in MM US\$)</b>	
Sim. 95% C.I. <sup>a</sup>	71.966 ≤ 77.596 ≤ 83.760
2T t-St. 95% C.I. <sup>b</sup>	71.671 ≤ 77.596 ≤ 83.520
<b>Projected Change</b>	
Using a 5% AIR <sup>c</sup>	18622.935 MM US\$

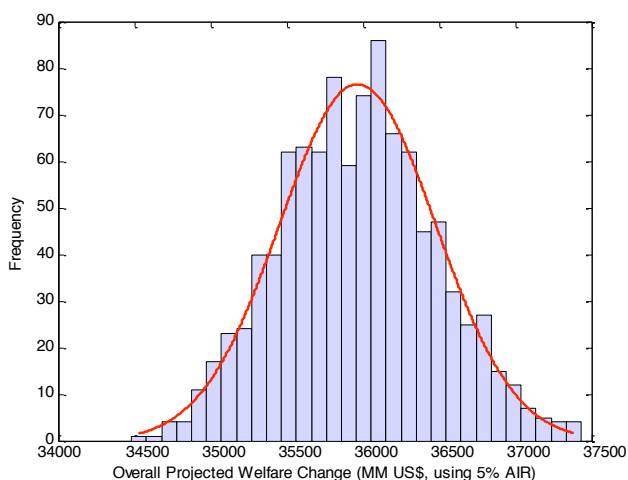
**Welfare Change**

<b>Monthly Change Interval (in MM US\$)</b>	
Sim. 95% C.I. <sup>a</sup>	145.770 ≤ 149.856 ≤ 154.201
2T t-St. 95% C.I. <sup>b</sup>	145.663 ≤ 149.856 ≤ 154.049
<b>Projected Change</b>	
Using a 5% AIR <sup>c</sup>	35965.549 M US\$

<sup>a</sup> Simulated 95% confidence interval.  
<sup>b</sup> Two-tail t-Student 95% confidence interval.  
<sup>c</sup> AIR: annual interest rate

**Overall Welfare Change Measurement**

Frequency Distribution of Simulated Change  
 (using 5% AIR<sup>c</sup>, 1000 simulations of 1000 samples of both equilibria)



**Initial Setup:**

Variables	Units	Initial Values
Fix Called Price	Const. 2000 US\$	0.024949
GDP per capita (quarterly)	Const. 2000 US\$	9940.2853
Population Density	Inhab./Km <sup>2</sup>	31.3683
HH Index (HHI)	0-10,000	3445.6953
Allocated Spectrum	MHz	132

Variables	Units	Initial Values
Calling Party Pays (CPP)	Yes/No	Yes
Revenue per minute (RPMIN)	Const. 2000 US\$	0.20738
Total minutes demanded per month (TOTMIN)	Millions/month	3764.5853
Mark-Up Equation: country fixed eff.		-0.89959
Demand Equation: country fixed eff.		-0.057201