

Informe de la Comisión Pericial a las Controversias  
Presentadas por Claro Chile S.A. respecto del Informe  
de Objeciones y Contraproposiciones del Ministerio de  
Transporte Y Telecomunicaciones y del Ministerio de  
Economía, Fomento y Turismo

Proceso tarifario telefonía móvil 2019-2024

26 de diciembre de 2018

**Comisión Pericial integrada por:**

- Claudio Andrés Agostini González
- Rodrigo José Harrison Vergara
- Juan Eduardo Pérez Retamales

## CARTA DE PRESENTACIÓN

El presente trabajo corresponde al informe que contiene la opinión y recomendaciones de la Comisión Pericial respecto de las Controversias presentadas por la concesionaria Claro Chile S.A. al Informe de Objeciones y Contraproposiciones del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo y el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones en el contexto del proceso tarifario de cargos de acceso de la Concesionaria.

La Comisión Pericial se conformó por los firmantes del presente informe, quienes dejamos constancia de las reuniones y actividades que realizamos en los anexos de este documento, a través de las actas de nuestro trabajo, como además el contenido del informe en sí. En el desarrollo del trabajo se analizó detalladamente la postura de cada una de las partes, como además se tuvo a la vista información de fuente pública, que conformó la evidencia empírica y teórica que se utilizó también como base de análisis para las recomendaciones.

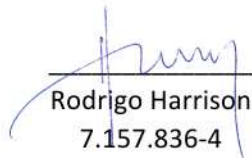
Todas las Controversias han sido respondidas en forma unánime y con la aprobación de todos los integrantes de la Comisión Pericial. En términos resumidos:

- En la Controversia N°1, de estimación de demanda, se considera que ninguna de las estimaciones, ni la de la Concesionaria, ni la de los Ministerios, cuenta con el mérito necesario para ser utilizada para estos efectos, y se propone una alternativa de cálculo y criterios para tener en consideración en la definición final de los cargos de acceso.
- En la Controversia N°2, de cálculo tarifario, la cual es de tono metodológico, se define la forma matemática, en que a opinión de la Comisión Pericial debiera realizarse los cálculos de Costo Incremental de Desarrollo y de Costo Marginal.
- En la Controversia N°3, respecto de la tecnología eficiente, la opinión unánime de la Comisión Pericial es que se utilice la tecnología 4G propuesta por los Ministerios, en desmedro de una alternativa que utilice otras tecnologías menos eficientes.

Esperamos lo anterior cumpla con requerimientos, solicitudes de aclaración e inquietudes de las partes involucradas, y dentro de lo que estipula el reglamento de funcionamiento de esta Comisión, quedamos atentos a los requerimientos que pudieran emanar. En caso contrario, dejamos a su disposición la presente versión final de este informe que contiene la descripción en detalle de nuestra opinión.



Claudio Agostini  
8.547.104-k



Rodrigo Harrison  
7.157.836-4



Juan Pérez  
13.082.416-1

## TABLA DE CONTENIDOS

1	Controversia N°1: Estimación de demanda .....	3
1.1	Controversia N°1, Preguntas 1, 3 y 5. ....	3
1.1.1	Postura de la Concesionaria.....	3
1.1.2	Postura de la Subtel .....	7
1.1.3	Opinión de la Comisión Pericial .....	10
1.2	Controversia N°1, Pregunta 7. ....	18
1.2.1	Postura de la Concesionaria.....	18
1.2.2	Postura de la Subtel .....	18
1.2.3	Opinión de la Comisión Pericial .....	19
2	Controversia N°2: Cálculo tarifario .....	22
2.1	Controversia N°2, Preguntas 1, 3 y 4. ....	22
2.1.1	Postura de la Concesionaria.....	22
2.1.2	Postura de la Subtel .....	29
2.1.3	Opinión de la Comisión Pericial .....	30
3	Controversia N°3: Tecnología eficiente .....	37
3.1	Postura de la Concesionaria .....	37
3.2	Postura de la Subtel .....	43
3.3	Opinión de la Comisión Pericial .....	44
3.3.1	Evidencia teórica.....	44
3.3.2	Evidencia empírica .....	46
3.3.3	Opinión y recomendación de la Comisión Pericial.....	48
4	Referencias bibliográficas .....	49
5	Anexos: Copia de las actas de reuniones.....	51

## 1 Controversia N°1: Estimación de demanda

La decisión respecto de la Controversia N°1 es unánime, en términos resumidos la Comisión Pericial considera que ninguna de las posturas, ni la de la Concesionaria, ni la de los Ministerios responde adecuadamente a los requerimientos del proceso tarifario. Específicamente se recomienda una forma de alternativa de aproximarse la estimación de cantidad de abonados, como también se realiza una estimación de una cota inferior respecto del tráfico unitario de datos y se explicita que la evolución temporal de esta curva debiera ser exponencial.

Es importante mencionar que en la Controversia N°1, la Concesionaria eliminó las preguntas 2, 4 y 6. Por lo anterior se procede con la respuesta a las preguntas quedan vigentes que son la 1, 3, 5 y 7.

### 1.1 Controversia N°1, Preguntas 1, 3 y 5.

Específicamente las Preguntas 1, 3 y 5 son que (cita textual):

*Se solicita a la CP que se pronuncie, estrictamente en términos técnico-económicos, sobre:*

- 1. Se solicita a la CP que se pronuncie sobre: Si es adecuado que los modelos incluyan variables cuyos coeficientes no sean estadísticamente significativos. Se solicita que la CP haga una recomendación al respecto.*
- 2. (PREGUNTA ELIMINADA POR PARTE DE LA CONCESIONARIA)*
- 3. Si es adecuado estimar 20 o más coeficiente con aproximadamente 100 datos, rompiendo el principio de parsimonia y aumentando el riesgo de sobreajuste. Se solicita que la CP haga una recomendación al respecto.*
- 4. (PREGUNTA ELIMINADA POR PARTE DE LA CONCESIONARIA)*
- 5. Que dirima sobre cuál de las estimaciones de demanda de tráfico de voz (ET o IOC) tiene mejores atributos para predecir de mejor manera el costo regulado. Adicionalmente (en caso de no haber una recomendación definida por alguna de las partes), se solicita a la CP tener a consideración proponer recomendaciones que lleven a mejorar alguna de las estimaciones.*

#### 1.1.1 Postura de la Concesionaria

La Concesionaria presentó el Anexo de su estudio de estimación de demanda. A modo referencial se copia la portada, en la misma forma que lo realizó la Concesionaria en la presentación de sus Controversias.



# Informe de estimación de demanda

Proceso tarifario de Claro Chile S.A.

Desarrollado por:

- Prof. Dr. MSc. Ing. Sebastián Maldonado Alarcón
- Prof. Dr. MSc. Ing. Juan Eduardo Pérez Retamales



Santiago de Chile, julio de 2018

A modo de resumen se exponen los aspectos principales de la postura escrita de la Concesionaria:

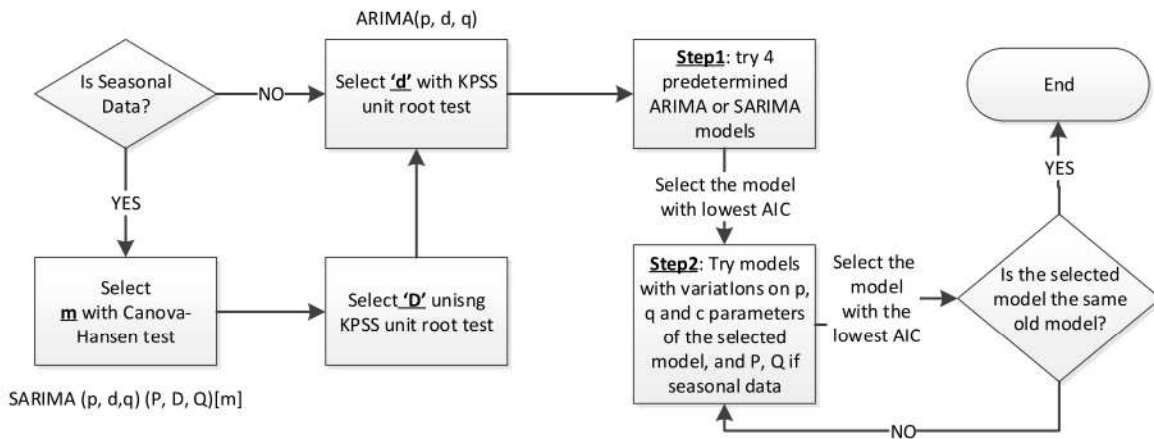
- **Resumen:**

- *El objetivo es estimar la demanda de los diferentes servicios a ser provistos por la empresa eficiente.*
- *Las predicciones se efectúan con base en la información histórica disponible de fuentes públicas (Subtel o Banco Central).*
- *Unidades de análisis: penetración por servicio y el tráfico unitario o consumo por usuario.*
- *Algunos modelos fueron realizados a nivel de comuna (penetración por líneas telefónicas, abonados móvil y TV), mientras que otros se estimaron a nivel nacional (modelos de tráfico unitario).*

- **Metodología:**

- *El objetivo es estimar la demanda de los diferentes servicios a ser provistos por la empresa eficiente.*
- *Las predicciones se efectúan con base en la información histórica disponible de fuentes públicas (Subtel o Banco Central).*
- *Unidades de análisis: penetración por servicio y el tráfico unitario o consumo por usuario.*
- *Algunos modelos fueron realizados a nivel de comuna (penetración por líneas telefónicas, abonados móvil y TV), mientras que otros se estimaron a nivel nacional (modelos de tráfico unitario).*

- $ARIMA(p,d,q)$ : Se aplican diferencias para convertir ARMA en estacionario
- $SARIMA(p,d,q)(sp,sd,sq)$ : Para la series que presentan estacionalidad se pueden reproducir los mismos procesos (Ej:  $SARIMA(2,0,0)(2,0,0)[5]$ )
- **SARIMAX**: Modelo SARIMA que además incluye variables exógenas, las cuales se incluyen con sus respectivos coeficientes.
  - Se utiliza una estrategia forward, es decir, agregando de una en una solo las variables que son significativas para la estimación conjunta del modelo Auto-ARIMA.
  - Se estudiaron variables de sustitución de servicios directos, la participación de mercado de la compañía, o instrumentos económicos como IMACEC o IPC.
- **Auto-ARIMA**: Modelo SARIMA que identifica la configuración óptima  $(p,d,q,s)$  en base a Akaike Information Criterion (AIC). Solo estacionalidades hasta 12 periodos. Usa Canova-Hansen Test para definir  $s$ , y test de raíz unitaria KPSS para definir  $d$ .



- Para asegurar que las series tiendan a cero de forma suave, se propone la transformación de Box-Cox con el parámetro lambda igual a cero (Hyndman & Athanasopoulos, 2014).
- El valor de lambda indica la potencia a la cual los datos son elevados, y usar el valor cero asegura que valores no negativos sean predichos (Guerrero, 1993).
- Por otro lado, este parámetro permite ajustar curvas de tipo S en aquellos casos donde se espera una saturación del crecimiento en un determinado servicio
- Para conseguir este efecto, se utilizan valores de lambda mayores a 1 dependiendo de la cantidad de diferenciaciones necesarias en el modelo Auto-ARIMA (parámetro 'd') (Guerrero, 1993; Oh, 2004; Osborne, 2010).
- Es importante notar que los modelos usados no asumen una tasa de penetración máxima arbitraria.
- **Abonados/Conexiones**:
  - Proyección de la penetración de mercado, la cual se obtiene dividiendo el total de líneas, abonados o conexiones con la información de la población.
  - Para los servicios de voz en red fija (voz, datos y televisión), la estimación se realiza a nivel de comuna, mientras que la proyección es a nivel nacional para los servicios móviles de voz y datos.

- *Tráficos unitarios:*
  - *Proyección del MOU o tráfico promedio por línea, abonado y conexión, el cual se obtiene dividiendo el tráfico total con el total de líneas, abonados y conexiones a nivel nacional.*
  - *Se utiliza el concepto de BOU (Bytes por usuario) para referirse al uso de internet por usuario en gigabytes.*
  - *Todas estas estimaciones se realizan a nivel nacional.*
- *Conclusiones*
  - *Se espera una baja en la penetración de las líneas telefónicas fijas, pero acompañada con un alza en las conexiones a internet fijas. Este fenómeno obedece a la tendencia de sustitución entre estas tecnologías.*
  - *La penetración de la telefonía móvil muestra más estabilidad, donde la cantidad de abonados y conexiones de tecnologías 2G y 3G es sustituida por la 4G.*
  - *Si se suman las tecnologías Se espera un aumento en la penetración de mercado de la empresa eficiente, principalmente en contrato.*
  - *El tráfico unitario de voz muestra patrones relativamente estables, siendo creciente o decreciente dependiendo del tipo de servicio.*
  - *Las mayores alzas van por el tráfico móvil desde y hacia otros móviles, mientras que las mayores caídas van por el lado del tráfico residencial desde y hacia otras líneas fijas.*
  - *Respecto de los datos fijos y móviles, se observa en estos un crecimiento explosivo, lo que va en línea con la tendencia de los mercados mundiales en este ámbito.*
  - *Variables económicas no resultaron significativas.*
    - *P-valor asociado a IMACEC:*
      - *Abonados Contrato:* [REDACTED]
      - *Abonados Prepago:* [REDACTED]
      - *Mou Residencial salida de otras redes fijas:* [REDACTED]
      - *Mou Residencial entrada de otras redes fijas:* [REDACTED]
      - *Mou Residencial salida a otras redes móviles:* [REDACTED]
      - *Mou Prepago salida a otras redes móviles:* [REDACTED]

Los antecedentes anteriores concluyen con la presentación de los antecedentes de la Concesionaria.

Los fundamentos de la Concesionaria se relatan acorde a la siguiente exposición resumida de argumentos:

- *Explicativo puro versus con foco en la predicción (pero igualmente testeando variables explicativas).*
  - *Se postula que la utilización únicamente de lineamientos explicativos para la construcción de estimaciones de demanda puede llevar a distorsiones de sobre ajuste como también a errores en las estimaciones. Así, si bien no se está negando la*

*inclusión de las variables explicativas, a esta se las pone a prueba estadística para dirimir si son significativas o no y con eso maximizar el poder predictivo de las proyecciones.*

- *En términos históricos la Subtel ha optado por estimaciones con base explicativa. A modo de ejemplo, con base en información del proceso regulatorio pasado (2013) de la Concesionaria e información públicamente disponible publicada por la propia Subtel, es posible comparar las predicciones de demanda de abonados emanadas del aludido proceso regulatorio con respecto a la demanda de abonados real que ocurrió en el quinquenio que fue proyectado. Los resultados se exponen en las siguientes ilustraciones (Nota fuera de texto: las que están en el informe de Controversias de la Concesionaria).*
- *Como es posible apreciar, la evidencia empírica muestra que los errores son bastante elevados. Notemos que, dada la importancia de las estimaciones de demanda en este tipo de procesos, el poder predictivo de las mismas se vuelve muy relevante en consideración a la señal tarifaria que ella conlleva. En este orden de ideas, en el proceso tarifario de la Concesionaria se optó por un esquema que sin dejar de lado posibles variables explicativas que estuvieran disponibles y fueran de fuente pública confiable, se enfocara principalmente en el poder predictivo.*
- *Respecto del detalle de modelos de tráfico de voz (Nota fuera de texto: se elimina esta sección, por cuanto la Concesionaria eliminó la consulta relacionada con este fundamento).*
- *Respecto de la estimación de abonados de telefonía (Nota fuera de texto: se han eliminado las ilustraciones expuestas por la Concesionaria, las cuales se pueden apreciar en el informe de Controversias que ésta presentó).*
  - *La demanda de abonados acorde a la información histórica que brinda la Subtel en su página web muestra un leve descenso en los últimos cinco años, tal como se aprecia en la ilustración anterior.*
  - *La proyección de demanda propuesta por la Concesionaria, que hace uso de un esquema que privilegia la predicción por sobre la explicación, indica que la tendencia seguirá estable, levemente a la baja.*
  - *Por su parte la estimación de la Subtel, proyecta que la cantidad de abonados de telefonía seguirá al alza.*
- *Respecto de la estimación de conexiones de internet (Nota fuera de texto: se omite el detalle de este punto en consideración a que la Concesionaria retiró la consulta al respecto de este fundamento).*
- *Respecto de la comparación entre MOU de prepago y contrato (Nota fuera de texto: se omite el detalle de este punto en consideración a que la Concesionaria retiró la consulta al respecto de este fundamento).*

Lo anterior entonces termina tanto con los antecedentes como con la argumentación expuesta por la Concesionaria.

### 1.1.2 Postura de la Subtel

La postura de la Subtel incluye las Objeciones y Contraproposiciones N°4 y N°5. Cuyo detalle puede ser revisado en el propio IOC de la Subtel. A continuación, se expone la respuesta de los Ministerios respecto de las Controversias presentadas por la Concesionaria.



La Subtel, hace referencia a los siguientes aspectos, los cuales se exponen en forma resumida:

- *Introducción:*
  - ... *Puntualizar con el mayor énfasis, que la competencia de la Comisión Pericial se limita al análisis técnico económico de las Objeciones y Contraproposiciones de los Ministerios conforme lo dispone el artículo 10° del Decreto Supremo N°381, de 1998...*
  - ... *Tratándose del informe de la comisión de peritos que se elabore para acompañar la insistencia del concesionario en los valores propuestos, de conformidad al artículo 30° J de la ley, aquél sólo podrá referirse a materias contenidas en las objeciones que hayan efectuado los ministerios ...*
  - *En el caso que la Comisión Pericial desee escuchar los argumentos de las concurrentes en forma presencial, cada una de ellas tendrá derecho a estar presente durante la exposición de la otra. Cabe recalcar, que tal como lo señala el Reglamento para las comisiones de peritos constituidas de conformidad al título V de la Ley N°18.168, el informe de dicha comisión sólo podrá referirse a las materias contenidas en las objeciones de los Ministerios, debiendo sólo considerar los antecedentes tenidos a la vista por éstos para el desarrollo del IOC. En la línea de lo estipulado en el numeral I, en ningún caso la Concesionaria podrá proporcionar información a la comisión –a través de ningún medio incluyendo las eventuales presentaciones-, que no haya sido incorporada en el Estudio Tarifario.*
  - *En este sentido, se encuentran fuera de las materias a cuyo respecto puede emitir opinión la Comisión Pericial, toda discusión relativa a la pertinencia de lo dispuesto en las Bases o la aplicación de disposiciones legales, las que en materia de telecomunicaciones son de exclusiva interpretación de la Subsecretaría de Telecomunicaciones.*
  - *Por tanto, la Comisión deberá referirse estrictamente a aquellas materias contenidas en el Informe de Objeciones y Contraproposiciones de los Ministerios.*
- *Respecto de la Controversia 1 (Objeciones 4 y 5) los Ministerios indican lo siguiente.*
  - *Controversia 1 - Consulta 1*
    - *Se trabaja con series de tiempo y variables que no son estacionarias. Es por ello que se trabajó con modelos de Cointegración. Como es sabido, los parámetros de una ecuación de cointegración no se distribuyen asintóticamente normal.*
    - *Los tests clásicos de hipótesis no son válidos y, por lo mismo, no fueron considerados como un criterio de elección de especificación.*
    - *No tiene sentido econométrico eliminar o mantener variables en una especificación econométrica usando sólo el valor del test t si la distribución del estimador no es conocida, ni menos asintóticamente normal.*
    - *Lo único que es importante es que la relación entre las variables sea de cointegración.*
    - *El argumento que la inclusión de variables explicativas altamente correlacionadas entre sí suele causar este fenómeno, que nuevamente es una señal de que los modelos están sobreajustados (Babyak, 2004) es falso en el contexto de cointegración.*
    - *En palabras sencillas, si el modelo no cointegra, es una correlación espuria y si el modelo cointegra, no es una correlación espuria y no puede estar sobreajustado porque el vector de cointegración es único.*
    - *Como conclusión, los Ministerios insisten en lo contrapropuesto en su IOC.*



- *Controversia 1 – Consulta 2*
  - *Se elimina en consideración a que la Concesionaria lo hace.*
- *Controversia 1 – Consulta 3:*
  - *No existe ninguna razón econométrica para indicar que una estimación de 20 coeficientes con 100 datos esté rompiendo “el principio de parsimonia y aumentando el riesgo de sobreajuste”.*
  - *La comparación entre número de observaciones y variables incluidas aplica fundamentalmente para hacer inferencia sobre los parámetros y no para juzgar la capacidad predictiva de los modelos.*
  - *De hecho, lo que Babyak (2004) indica es que se requiere al menos 10 observaciones por variable incluida para poder hacer una inferencia adecuada, aunque como él mismo reconoce, Green indica que basta con 8 observaciones. Algunos autores más modernos encuentran que basta con dos observaciones por variable incluida para que el sesgo en los estimadores sea de menos del 10% (Austin et al, 2015).*
  - *Los modelos de abonados se estimaron con 145 observaciones y que, por ejemplo, para el caso de abonados totales sólo se incluyeron 3 variables más el rezago, para abonado prepago dos variables más variables estacionales, por lo que no existe tal riesgo de sobreajuste.*
  - *Lo mismo sucede en el caso de los tráficos, se trabajó, en su mayoría, con 114 observaciones, en algunos casos incluso con 145, y aparte de las 11 variables estacionales, se incluyó a lo más 7 variables explicativas (sin contar el rezago).*
  - *Como conclusión, los Ministerios insisten en lo contrapropuesto en su IOC.*
- *Controversia 1 – Consulta 4:*
  - *Se elimina en consideración a que la Concesionaria lo hace.*
- *Respecto a la consulta N°5 de la controversia N°1, la información de los Ministerios señala que si bien la cantidad de abonados móviles ha ido en descenso los últimos años, la tendencia se revirtió a partir de junio de 2017. Entre junio de 2017 y junio de 2018, el número total de abonados ha aumentado en 1.5 millones, acercándose al nivel de diciembre de 2015. En este contexto una predicción a la baja, como la que supone la Concesionaria, requiere de sustentos adecuados.*
  - *El alza observada en el número de abonados viene de la mano con la recuperación del crecimiento económico y, más aún, con las mejores expectativas de crecimiento futuro de la economía chilena, por lo que es difícil considerar que dada esta realidad, los abonados continúen cayendo como lo muestra la Concesionaria.*
  - *En los modelos de la Concesionaria –que no tienen ninguna variable económica– la predicción de abonados, conexiones y tráficos de los próximos 6 años será exactamente la misma si la economía chilena crece al 5% por año o se contrae al 5% por año, si el precio de los servicios se duplica o cae a la mitad, etc. Es incomprensible que, a la luz de la propia descripción del informe de Claro, no se haya incluido ninguna variable económica en el análisis econométrico.*
- *Respecto a la consulta 6 de la controversia N°1, los modelos de los Ministerios predicen adecuadamente la evolución de las variables de interés al interior de cada muestra en función de determinantes fundamentales que tienen un sólido sustento económico y están estimados econométricamente usando técnicas modernas de series de tiempo. En particular,*

los modelos incluyen efectos de escala y sustitución entre servicios y tipos de plan, cosa que es fundamental para hacer predicciones y que la Concesionaria no hace porque sus modelos no tienen variables fundamentales y sólo se basan en la memoria histórica de las series estadísticas.

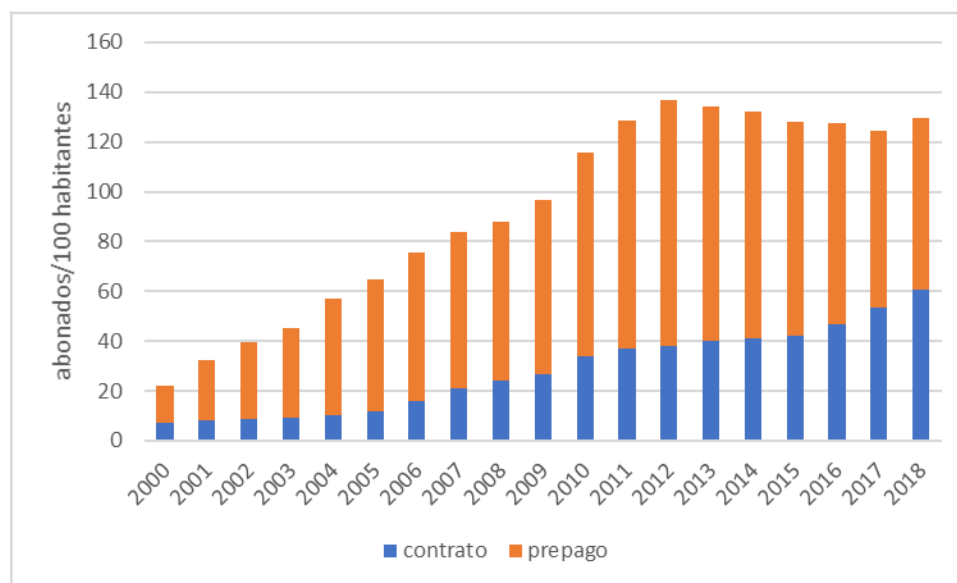
- Como conclusión a cada consulta de la Controversia N°1, los Ministerios insisten en lo contrapropuesto en su IOC. (Subrayado fuera de texto)
- **Controversia 3 – Objeciones 3 y 10.**
  - En el IOC se objetó el hecho de que en el Estudio de Prefactibilidad propuesto por la Concesionaria éste solo incluyera una memoria sobre las tecnologías actuales y no presenta una evaluación económica propiamente tal.
  - Los Ministerios contrapropusieron la utilización de la red 4G como resultado de la evaluación económica realizada.
  - Por lo anterior lo Ministerios insisten en lo expuesto en su IOC sobre esta materia.

Lo anterior resume la respuesta escrita por parte de la Subtel a este respecto. Adicionalmente cabe mencionar que en su presentación oral la Subtel también expuso los siguientes puntos:

- Subtel indica que, para realizar la estimación de abonados, utilizó 6 meses adicionales a la fecha de referencia (diciembre de 2017), teniendo una base de información disponible hasta junio de 2018.
- Subtel indica que la curva de adopción de telefonía móvil podría ser un modelo no lineal.

### 1.1.3 Opinión de la Comisión Pericial

De acuerdo a la información disponible en el sitio web de SUBTEL, el comportamiento de la penetración de abonados móviles ha sido el siguiente:



**Ilustración 1: Penetración abonados móviles. (\*) Cifras a septiembre de 2018. Fuente: Elaboración propia en base a información de SUBTEL.**

En la Ilustración 1 se pueden observar claramente dos periodos respecto a los abonados totales: uno que va desde el año 2000 hasta 2012, con una tasa creciente de abonados, y una etapa posterior con

una tendencia levemente decreciente, a pesar de una leve reactivación del número de abonados durante el año 2018<sup>1</sup>. También se puede observar una tendencia respecto al tipo de plan: mientras que los abonados prepagos van a la baja (30% de decrecimiento 2012-2018), los abonados con contrato crecen sostenidamente (59% de crecimiento 2012-2018).

Con el objetivo de poder predecir el número de abonados, tanto de prepago como de contrato, en los próximos 5 años, lo correcto sería estimar económicamente una demanda para cada uno de los tipos de abonados y obtener estimadores consistentes de las elasticidades precio e ingreso.

El ideal sería entonces realizar una estimación de demanda utilizando microdatos (datos de consumidores individuales con información de consumo, precios, y algunas variables demográficas), lo cual permite estimar en forma consistente elasticidades precio e ingreso. En la literatura académica existen varios ejemplos de este tipo de estimaciones, algunas basadas en datos de encuestas (por ejemplo, Katz and Aspden, 1998) y otras basadas en modelos de elección discreta (Jun and Park, 1999; Jun et al., 2002; Crandall & Waverman, 2000; Garbacz & Thompson, 1997, 2002, 2003, 2005). Este tipo de estimaciones sería posible realizarlas en Chile si Subtel le solicita a cada concesionaria una muestra aleatoria representativa de sus abonados que contenga, en forma innominada, datos de consumo mensual, monto pagado mensualmente y características de los planes contratados en el caso de contratos. Sin embargo, ese tipo de datos no están actualmente disponibles.

Ante la limitación de datos, tanto la Subtel como la concesionaria, optaron por utilizar modelos de forma reducida para estimar y luego predecir el número de abonados móviles durante los próximos cinco años. Ambos modelos se basan fundamentalmente en las propiedades estocásticas de las series de tiempo para efectos de explicar el comportamiento histórico de los datos y luego predecir su comportamiento futuro.

Es importante señalar entonces, que ninguno de los modelos estimados permite recuperar en forma consistente la expectativa condicional estructural del número de abonados o el tráfico de minutos. Tanto el modelo utilizado por la concesionaria como el utilizado por Subtel, son modelos reducidos que omiten variables relevantes que, por razones económicas deben ser incluidas, como precio, por ejemplo. En particular, uno de los aspectos importantes en la estimación de una demanda es que el precio es endógeno, lo cual genera inconsistencia de los estimadores. Una forma de resolver este problema es utilizar variables instrumentales, para lo cual se utilizan generalmente variables de costo u otros determinantes de la función de oferta de servicios telefónicos (Ward, 1995; Akerberg et al., 2005). Este es un aspecto crítico que ninguno de los dos modelos presentados considera, tanto por la concesionaria como por Subtel.

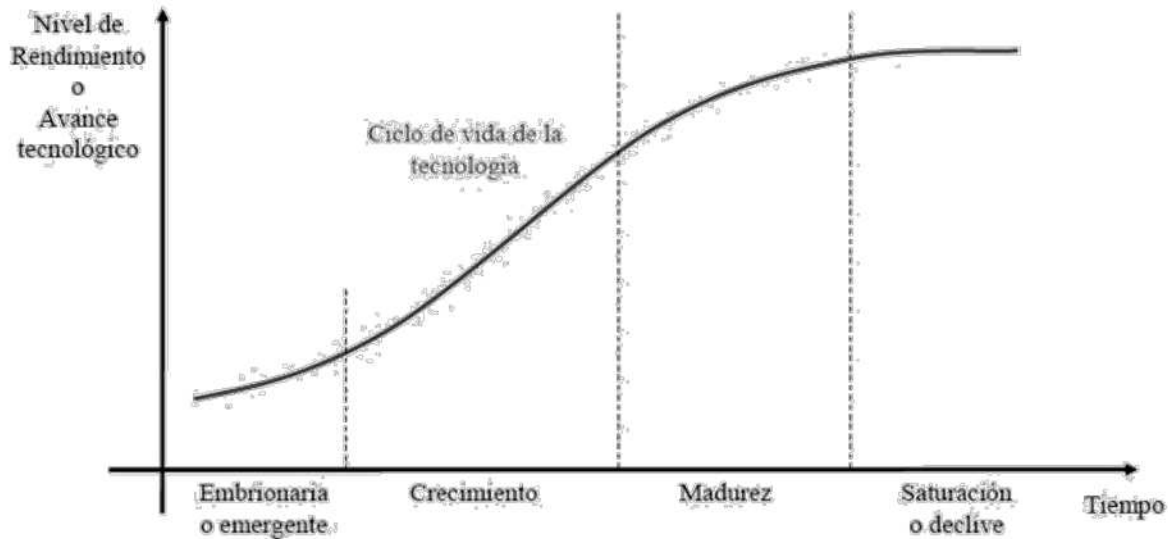
Por esta razón, consideramos que un modelo de forma reducida que tiene mejor capacidad predictiva de largo plazo respecto al número de abonados y la tasa de penetración de telefonía es un modelo no lineal de difusión (Saloner y Shepard, 1995; Koski, 1999; Gruber y Verboven, 2000 y 2001; Kosky y Kretschmer, 2005; Wong et al, 2016). Este tipo de modelos permiten capturar efectos de red, que implica que en la medida que más consumidores utilizan una tecnología el beneficio de usar dicha tecnología aumenta (Bikhchandani, Hirshleifer y Welch, 1992), y son, en general, en los casos de

---

<sup>1</sup> Independiente de que las bases establecen que se debe usar información hasta Diciembre de 2017.

ausencia de microdatos disponibles, el estándar utilizado en la literatura académica y es menos exigente en el requerimiento de datos.

Los modelos de difusión se basan en la idea de que la penetración de la tecnología sigue un ciclo de vida que considera, a grandes rasgos, cuatro etapas: embrionaria, de crecimiento, de madurez y una última etapa de saturación o declive.



**Ilustración 2: Ciclo de vida de las tecnologías (curva S). Fuente: Elaboración propia en base a Martino (1993), Narayanan (2001) y Rogers (2003)**

La evidencia en la literatura académica es que la telefonía móvil no escapa de este ciclo de vida y una estimación de un modelo de difusión permitiría explicar bastante bien su evolución en el tiempo y predecir su evolución futura con un nivel de confianza razonable.

Utilizando datos mensuales desde enero de 2010 hasta Diciembre de 2017 se estimó una curva de difusión considerando varias especificaciones posibles de forma funcional (logística, polinomio de tercer y de cuarto grado, logística generalizada de Richards y Gompertz) y se estimaron los errores estándar usando bootstrapping. El mejor ajuste se obtiene utilizando una curva de Gompertz:

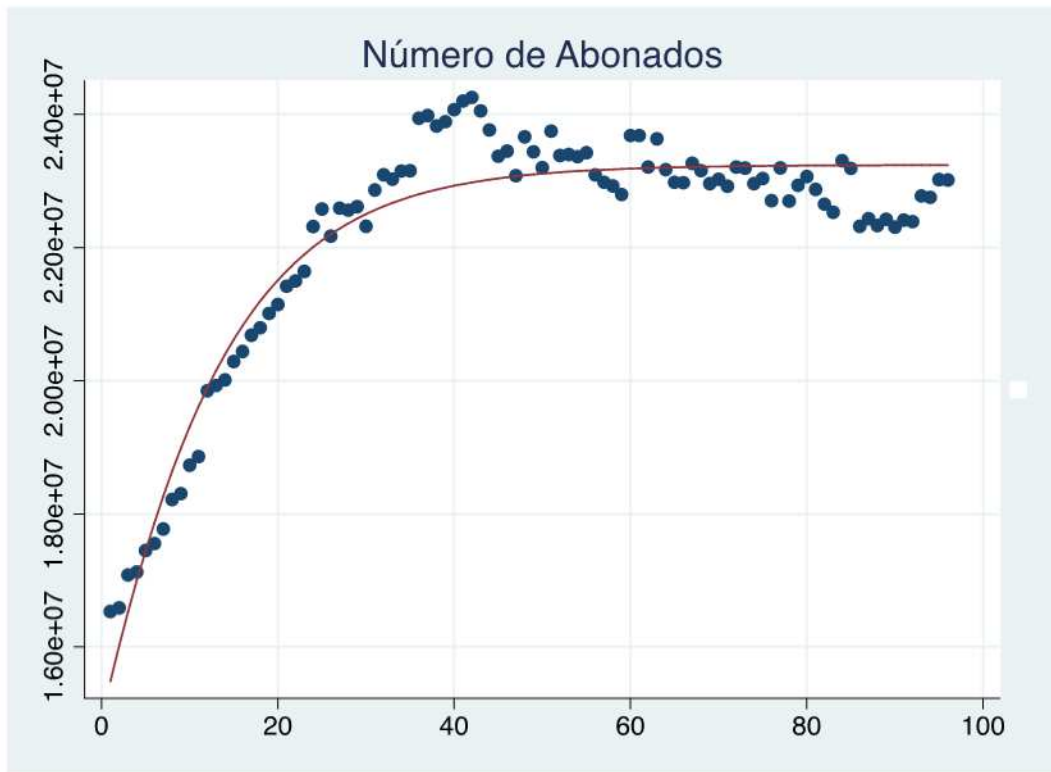
$$Y = B_0 * \exp(-\exp(B_1 - B_2 * X)).$$

La Tabla 1 muestra los resultados de la estimación. Tal como se observa en la tabla, el grado de ajuste de la curva es alto, explicando 99,9% de la varianza en los datos y cada uno de los parámetros es estimado con un grado alto de precisión. El ajuste de la curva a los datos se puede observar en la Ilustración 2.

**Tabla 1: Curva Gompertz de Difusión 2010-2017**

	Coeficiente	Error Estándar
B <sub>0</sub>	23238573	262,87

$B_1$	-0,8131157	-10,53
$B_2$	0,08736358	16,48
$N$	96	
$R^2$	0,99942	



**Ilustración 3: Curva Gompertz de Difusión 2010-2017. Fuente: Elaboración propia basada en datos de Subtel**

En base a esta estimación la proyección de abonados a diciembre de cada año es la presentada en la Tabla 2.

**Tabla 2: Proyección de Abonados**

Año	Número de Abonados
2018	23237750
2019	23238285
2020	23238472
2021	23238538
2022	23238561

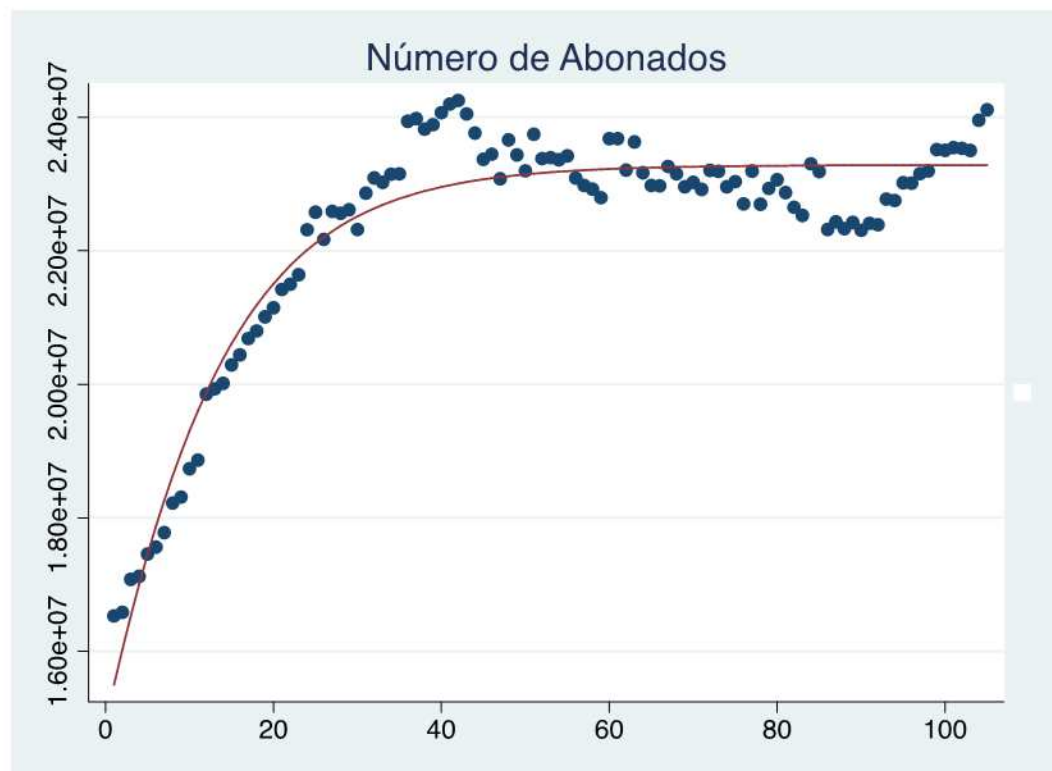


2023	23238569
------	----------

Si se aumenta el número de meses utilizados en la estimación, en base a los nuevos datos publicados por Subtel, y se utilizan datos mensuales desde enero de 2010 hasta septiembre de 2018, la estimación considerando la misma curva de Gompertz entrega los resultados presentados en la Tabla 3. Nuevamente el grado de ajuste de la regresión a los datos es alto y cada coeficiente es estimado con alta precisión. Tal como se observa en la tabla, la estimación punto de cada coeficiente no es muy distinta a la obtenido utilizando 7 meses menos de datos.

**Tabla 3: Curva Gompertz de Difusión 2010-2018**

	Coeficiente	Error Estándar
B <sub>0</sub>	23284630	433,73
B <sub>1</sub>	-0,81264	-11,14
B <sub>2</sub>	0,085993	17,05
N	105	
R <sup>2</sup>	0,99944	



**Ilustración 4: Curva Gompertz de Difusión 2010-2018. Fuente: Elaboración propia en base a datos de Subtel**

En base a esta segunda estimación la proyección del número de abonados a diciembre de cada año se presenta en la Tabla 4.

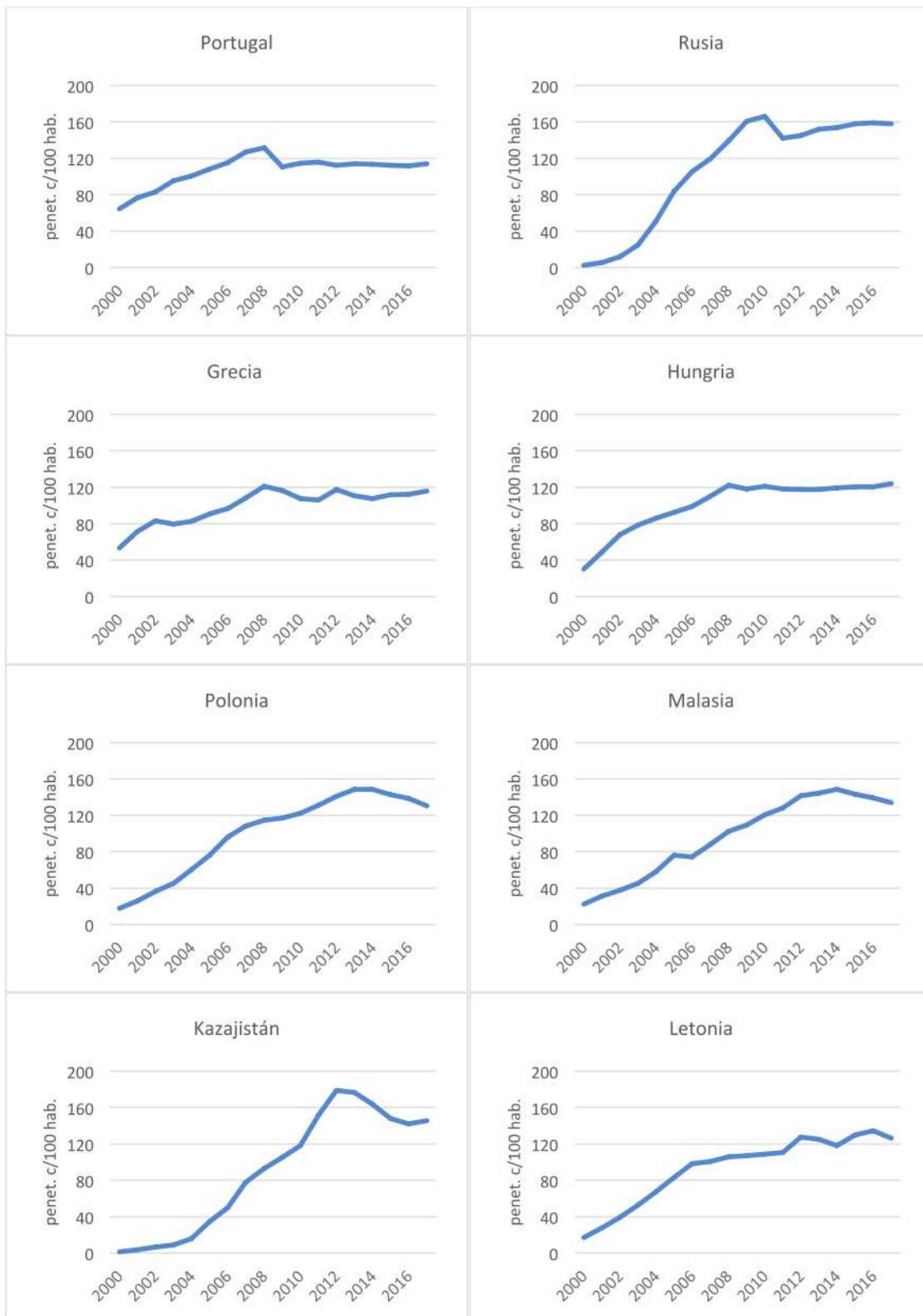
**Tabla 4: Proyección de abonados**

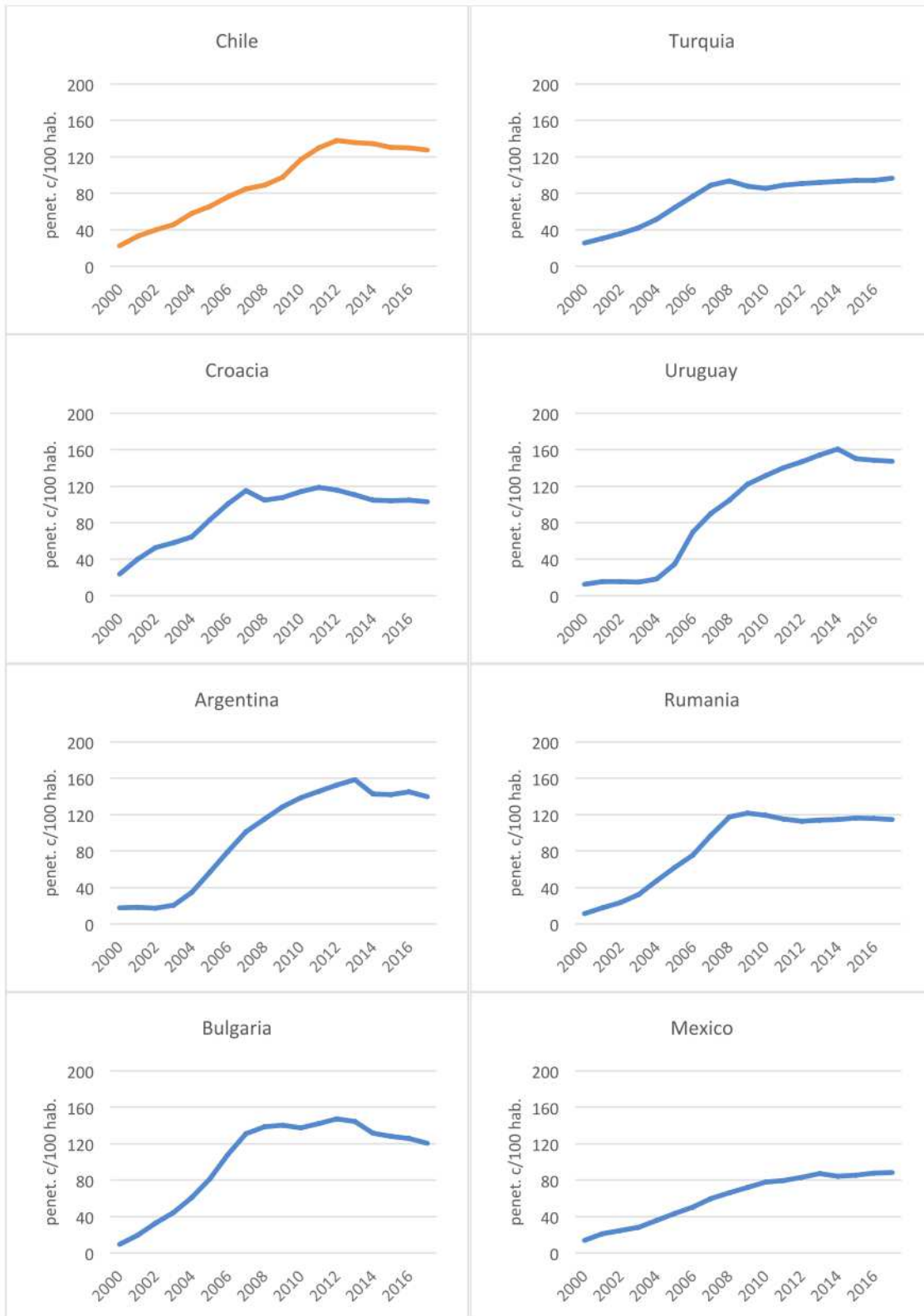
Año	Número de Abonados
2018	23283673
2019	23284289
2020	23284509
2021	23284587
2022	23284615
2023	23284625

Los resultados de las estimaciones son consistentes con la hipótesis de que la penetración de telefonía móvil en Chile se encuentra en la parte de saturación de la curva de difusión y puede fluctuar en el tiempo levemente en torno a esa tasa. Por esta razón, como un análisis adicional, se estudió la evolución de la penetración móvil de países que tuvieran ingreso per cápita, a paridad de poder de compra (PPP), similar a Chile hace 5 años atrás (2014), de tal forma de considerar especialmente su evolución en los últimos 5 años; que corresponde al período de tiempo hacia el futuro en el cual se quiere predecir la penetración en Chile. Para estos efectos se utilizaron estadísticas de la ITU publicadas por el Banco Mundial<sup>2</sup> para los siguientes países: Portugal, Rusia, Grecia, Hungría, Polonia, Malasia, Kazajistán, Letonia, Turquía, Croacia, Uruguay, Argentina, Rumania, Bulgaria y México. La Ilustración 5 presenta la penetración anual para el periodo 2000-2017 para cada uno de estos países.

---

<sup>2</sup> <https://data.worldbank.org>





**Ilustración 5: Penetración de la telefonía móvil en países seleccionados (2000-2017).** Fuente: Elaboración propia en base a data de la ITU, publicada por el Banco Mundial.

En general, para todos los países se observa una marcada etapa de crecimiento de la penetración hasta alcanzar una etapa de tasas prácticamente constantes, lo cual es consistente con la existencia de una tasa de saturación. En el caso particular de Portugal, Grecia, Hungría, Letonia, Rumania y Croacia, las tasas de penetración alcanzan un nivel de estabilidad en el tiempo alrededor de los 120-130 abonados por cada 100 habitantes, lo cual es similar y consistente con las estimaciones obtenidas para Chile.

## 1.2 Controversia N°1, Pregunta 7.

Específicamente la Preguntas 7 es (cita textual):

7. *Que dirima sobre cuál de las estimaciones de demanda de tráfico de datos (ET o IOC) tiene mejores atributos para predecir de mejor manera el costo regulado. Alternativamente, se solicita a la CP tener a consideración proponer recomendaciones que lleven a mejorar alguna de las estimaciones.*

### 1.2.1 Postura de la Concesionaria

A modo de resumen se expone la postura de la Concesionaria en su informe al respecto de las preguntas referidas en la presente subsección.

- *Resumen:*
  - *Respecto de la comparación entre BOU de prepago y contrato (Nota fuera de texto: se han eliminado las ilustraciones expuestas por la Concesionaria, las cuales se pueden apreciar en el informe de Controversias que ésta presentó).*
    - *En términos globales existe consenso respecto del explosivo crecimiento de la demanda de datos, en efecto las proyecciones de los vendors suelen mostrar curvas con crecimientos marcadamente crecientes (incluso exponenciales). A modo de ejemplo podemos apreciar la siguiente ilustración.*
    - *Por su parte, tal como se puede apreciar en la Ilustración 13, la proyección de tráfico unitario de la Concesionaria lleva expone un crecimiento pronunciado tanto en prepago como en contrato, el cual está claramente diferenciado. Sin embargo, la proyección de la Subtel, en la Ilustración 14, muestra no sólo un crecimiento no tan elevado, que no va en línea con lo que expone la data internacional y de la propia Concesionaria, sino que además no diferencia entre abonados de contrato y de prepago.*
  - *En su presentación ante la comisión, la concesionaria reconoce que la información presentada por los vendors puede tener un sesgo hacia la sobrestimación de tráfico de datos, dado los incentivos que tienen para vender sus equipos.*

### 1.2.2 Postura de la Subtel

A modo de resumen se expone la postura de Los Ministerios en su informe al respecto de las preguntas referidas en la presente subsección.

- *Respecto a la consulta 7 de la controversia N°1, la petición de la Concesionaria es idéntica al punto 4. Suponiendo que a lo que se refiere es a conexiones, se responde lo siguiente.*



- *Al comparar el último periodo del quinquenio, la Concesionaria predice que se llegará a [REDACTED] conexiones, mientras el modelo propuesto por los Ministerios predice que éstas serán [REDACTED], teniendo sólo un 1.2% de conexiones móviles de diferencia, lo que ciertamente cae dentro del error de predicción de un modelo econométrico.*
- *La afirmación de la Concesionaria que espera que a diciembre de 2023 todos los abonados móviles cuenten con conexión a internet carece del más mínimo sustento empírico o científico.*
- *Desde un punto de vista histórico ha habido una fracción significativa de abonados sin acceso a internet, la que no presenta evidencia de irse disipando completamente y, mucho menos, que sugiera que se pueda eliminar en un plazo de cinco años como cree la Concesionaria.*

Lo anterior resume la respuesta escrita por parte de la Subtel a este respecto. Adicionalmente cabe mencionar que en su presentación oral la Subtel también expuso los siguientes conceptos:

- Subtel indica que, para realizar la estimación de abonados, utilizó 6 meses adicionales a la fecha de referencia (diciembre de 2017), teniendo una base de información hasta junio de 2018.
- Subtel indica que la curva de adopción de telefonía móvil podría ser un modelo no lineal.
- Subtel indica que, el tráfico de datos unitario por abonado tiene una forma exponencial.
- Respecto del tráfico unitario por abonado de datos de internet, la Subtel no especifica o responde a la pregunta respecto a la razón para utilizar la información de sólo una concesionaria, ni tampoco para incluir nueva información (BOU) o haber promediado de alguna forma la información de varias concesionarias.

### 1.2.3 Opinión de la Comisión Pericial

Existe, en general, consenso en ambas partes –Subtel y la concesionaria- respecto a que el tráfico de datos debiera experimentar un crecimiento exponencial en los próximos años. Sin embargo, existen muy pocos datos y el período de tiempo es muy corto como para poder realizar algún tipo de estimación econométrica que permita posteriormente proyectar en forma consistente y con precisión razonable la evolución del tráfico de datos en el futuro cercano.

La Comisión Pericial considera que las estimaciones presentadas por ambas partes, si bien producto de la limitación de datos existente, tiene potenciales sesgos importantes. Por un lado, considerar las proyecciones de uno de los principales fabricantes de equipos puede ser optimista dado que los incentivos del fabricante son a vender más equipos. Por otro lado, considerar solo los datos de una de las empresas en el mercado genera el sesgo potencial de que el tráfico de datos de esa empresa particular puede no ser representativo de la población general de abonados. Adicionalmente, hacer una proyección prácticamente lineal genera una proyección menor a cualquier crecimiento exponencial posible.

Por estas razones, se decidió, en primer lugar, analizar la evolución del tráfico de datos en otros países y las correspondientes expectativas de crecimiento futuro. Si bien no hay muchos países para los cuales hay datos disponibles, hay algo de evidencia para Europa y la OECD que es útil tomar en cuenta.

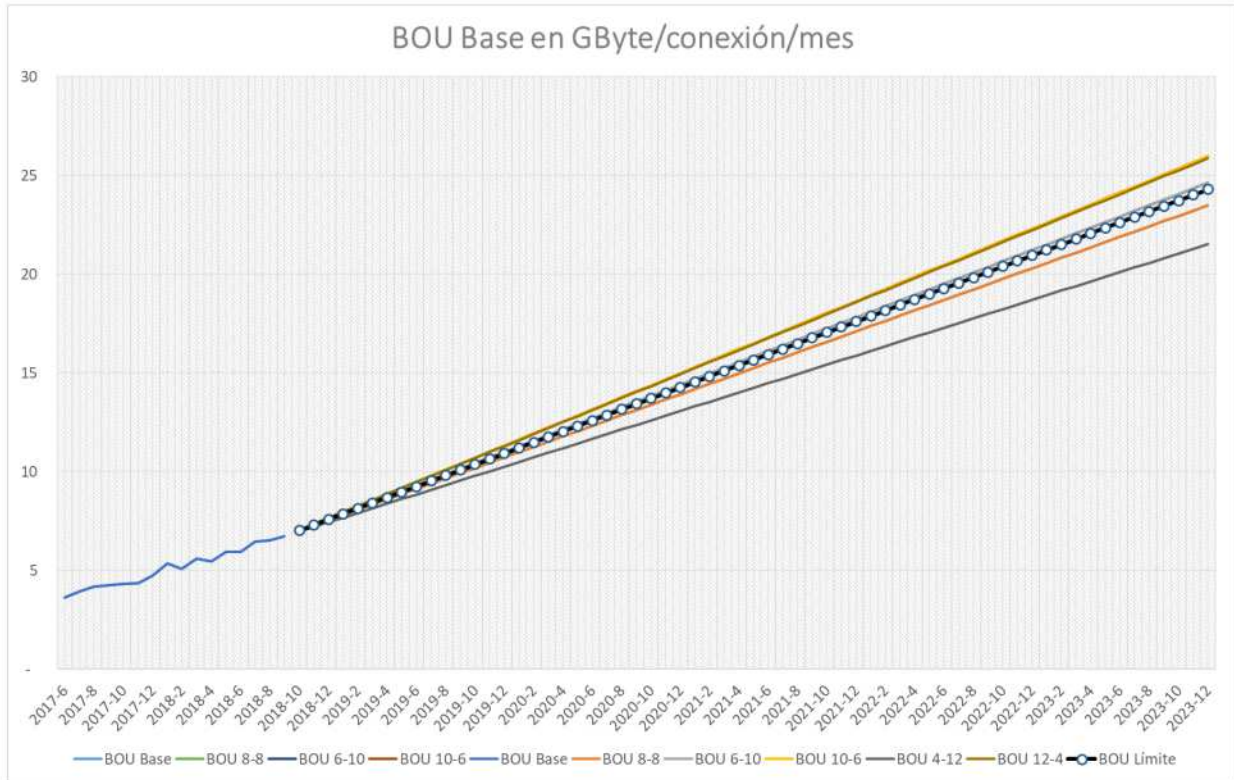
En el caso de Europa, la banda ancha móvil alcanzó un nivel de penetración de 90,2% a mediados de 2017 y en los países OECD superó el 100%, aumentos de 6.4 y 6.7 puntos porcentuales en solo un año (BEREC, 2018). Este segmento es el de mayor crecimiento en los últimos años y se debe a la mayor cobertura de redes, teléfonos inteligentes más baratos, planes con datos más baratos y una población joven con altas habilidades digitales que son grandes consumidores de redes sociales, videos y servicios online.

El consumo promedio de datos por usuario de teléfono inteligente en Europa occidental es de 4.1GB al mes y se espera que llegue a 28GB en 2023, lo que implica una tasa compuesta de crecimiento de 38%. Incluso hay proyecciones de que el tráfico mundial de datos podría aumentar en 8 veces entre 2017 y 2023, llegando a 110 Exabytes al mes, y los teléfonos inteligentes representarán un 95% del tráfico total (BEREC, 2018).

En base al consenso entre ambas partes en esta controversia y las perspectivas tanto en Europa como en la OECD, el análisis de crecimiento de datos para los próximo 5 años debiera considerar un crecimiento exponencial. La pregunta entonces es simplemente empírica, respecto a qué curva exponencial podría generar una mejor predicción. Ante la imposibilidad de estimar una curva exponencial con un período tan corto de datos, se decidió ajustar una curva que determine un límite inferior al crecimiento de datos futuros. Para estos efectos, se realizó utilizando los datos para Chile, una proyección lineal de una curva exponencial con solo un punto de inflexión en la mitad del período analizado. Esto constituye un límite inferior porque cualquier curva exponencial tendría una pendiente superior en algún momento en el tiempo posterior al cambio de pendiente considerado.

Como una forma de robustez respecto a este análisis, se consideraron quiebres de pendiente en momentos distintos a la mitad del período (en el período 4 y en el período 12).

La Ilustración 6 muestra este análisis.



**Ilustración 6: Límite inferior de BOU en GByte/Conexión/mes con base en sólo un cambio de pendiente. Fuente: Elaboración propia con base a estadísticas de Subtel extraídas desde <https://www.subtel.gob.cl/estudios-y-estadisticas/internet/>.**

Específicamente, la curva de límite inferior de BOU al final del período se expone en la siguiente Tabla 1.

**Tabla 5: BOU por usuario mes a final de período que sería el límite inferior posible a considerar.**

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<b>BOU Límite [Gbyte/Con/mes]</b>	7.6	10.9	14.3	17.6	20.9	24.3

La proyección de datos, basado en esta idea de límite inferior, tomando el promedio de los ejercicios realizados, es de 24.3GB por usuario en el año 2023. Esta cifra debe ser interpretada como el nivel mínimo al cual se espera que llegue el tráfico de datos en 5 años más.

Hubiera sido ideal estimar de alguna forma un límite superior, pero no existen datos disponibles que permitan hacerlo en forma razonable y por eso la comisión decidió pronunciarse solo respecto al mínimo crecimiento de datos esperado para los próximos 5 años.



## 2 Controversia N°2: Cálculo tarifario

La decisión respecto de estas consultas es unánime, avalada por todos los peritos de la Comisión, y define en forma metodológica en términos explícitos para su implementación, la forma en la que los Costos Incrementales de Desarrollo y Costos Marginales debieran ser calculados en el Proceso Tarifario.

### 2.1 Controversia N°2, Preguntas 1, 3 y 4.

Específicamente la Pregunta 1 planteada por la Concesionaria respecto de la Controversia N°2

En el contexto del modelo IOC de la Subtel, en el que se considera una red únicamente con tecnología 4G, y considerando todos los antecedentes antes expuestos, se le solicita a la CP que:

1) *(PREGUNTA ELIMINADA POR LA CONCESIONARIA)*

2) *(PREGUNTA ELIMINADA POR LA CONCESIONARIA)*

3) *(PREGUNTA MODIFICADA POR LA CONCESIONARIA, ESTA ES LA VERSIÓN FINAL) Se solicita a la CP que:*

*a. Se pronuncie sobre si es correcto en términos técnico-económicos considerar costos fijos dentro del CID.*

*b. Se pronuncie sobre si es correcto en términos técnicos-económicos aplicar los "porcentajes de asignación" (en adelante PA) para la estimación de los costos incrementales de desarrollo (en adelante CID) atribuibles al servicio regulado.*

*i. Si la respuesta anterior es afirmativa: Entonces responda si ¿Es posible aplicar PA al CID que provienen de análisis de demandas totales; o se debe aplicar sobre aquellos que provienen de demandas incrementales? En el caso que considere que no corresponde ninguna de las anteriores formule una propuesta de asignación.*

*Para acotar más el ámbito de la pregunta, se le solicita se remita específicamente a los PA referidos a la red de acceso y red núcleo.*

*ii. Si la Respuesta 3.b. es negativa: Entonces se pide a la CP que indique matemáticamente cual es la forma de calcular los costos incrementales que son atribuibles al servicio regulado.*

4) *(PREGUNTA MODIFICADA POR LA CONCESIONARIA, ESTA ES LA VERSIÓN FINAL) ¿Cuál es la metodología matemática que recomiendan para calcular el costo marginal de largo plazo?*

5) *(PREGUNTA ELIMINADA POR LA CONCESIONARIA)*

#### 2.1.1 Postura de la Concesionaria

A continuación, se resume la postura de la Concesionaria al respecto de estas preguntas (citas textuales, y en letra cursiva).

La línea argumental de la Concesionaria se organiza de la siguiente manera, la que llevará a una serie de consultas a la CP conducentes a la definición metodológica, la que se solicita a la CP sea únicamente de carácter técnico y económico, más estrictamente **no** referido a interpretar leyes ni BTE. Específicamente se incluirán los siguientes aspectos:

- 1) La evidencia empírica respecto de la aplicación de tarifas en el contexto de cargos de interconexión.
- 2) La necesidad de proyectos de expansión en voz en el ámbito de una red 4G pura como la propuesta por la Subtel.
- 3) La exposición de actuaciones oficiales de la Subtel respecto de la no inclusión de costos fijos en esquemas de fijación de tarifas a costo incremental y marginal.
- 4) La exposición de la metodología aplicada por Subtel al utilizar criterios de asignación (en adelante referidos como asignadores) a los costos totales de largo plazo para determinar el CTLP del servicio regulado y el CID y de la racionalidad de estos asignadores en ambos casos.

### **Evidencia empírica de la metodología de cálculo tarifario**

#### **I. Despliegue comunicacional de la Subtel**

En términos comunicacionales, la actual Subsecretaria de Telecomunicaciones Pamela Gidi declaró el 2 de agosto de 2018, en el periódico El Financiero.



"El tráfico de datos seguirá aumentando exponencialmente inducido por la creciente demanda de la población y la mayor oferta de aplicaciones y contenidos digitales. Por el contrario, los servicios de voz son cada vez menos usados. En este escenario, es esperable que lleguemos a un modelo de tarifas de cargos de acceso a costo marginal", dijo Pamela Gidi, subsecretaria de Telecomunicaciones.

Es decir, la propia Subsecretaria en ejercicio planteó un esquema de cálculo a costos marginales. Notemos que lo anterior no sólo permite dar antecedentes respecto de la presente controversia, sino que además da cuenta de la relación que existe entre las demandas, explicitando que el crecimiento de datos "... seguirá aumentando exponencialmente..." y "... Por el contrario, los servicios de voz son cada vez menos usados".

#### **II. Actuaciones formales de la Subtel en el presente procesos, específicamente en el proceso de fijación de BTE**

No sólo la afirmación pública de la Subsecretaria expone la disposición inicial de la Subtel a este respecto, sino que también la declaración explícita del siguiente párrafo en las BTE preliminares del proceso tarifario en cuestión, en donde se expone lo siguiente.

Paralelamente, en los últimos procesos tarifarios se adoptó un tránsito gradual desde una tarifa escalada a una eficiente a lo largo del quinquenio, correspondiendo ahora fijar a costo marginal desde el principio.



*Lo anterior, sin embargo, sin mediar ninguna apreciación de la Concesionaria para hacer algún cambio al respecto, fue modificado sin previo aviso por la Subtel, quedando en cambio, el siguiente párrafo en las BTE definitivas.*

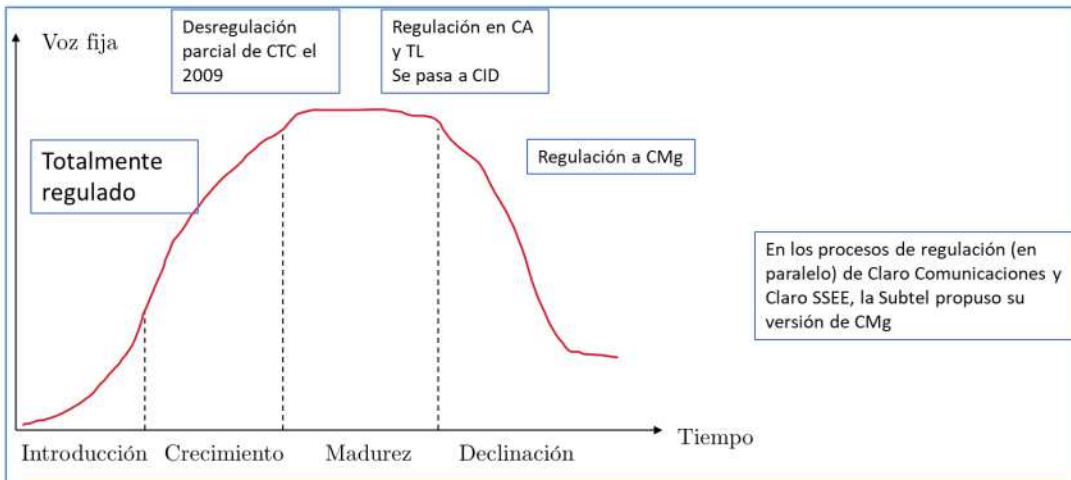
Paralelamente, en los últimos procesos tarifarios se adoptó un tránsito gradual desde una tarifa escalada a una eficiente a lo largo del quinquenio, correspondiendo ahora fijar desde el principio al nivel de la tarifa eficiente en base al costo incremental de desarrollo o costo marginal de largo plazo, según corresponda.

*III. A las actuaciones formales de la Subtel en otros procesos tarifarios.*

*En los procesos tarifarios de servicios telefónico fijo, la tendencia es la aplicación de costos marginales, lo anterior se ha dado en general. Ahora bien, específicamente, con las empresas Claro Comunicaciones y Claro Servicios Empresariales que, si bien forman parte de la misma empresa, se puede extender el patrón a la aplicación de reglas a otras empresas fijas. En efecto el patrón de la Subtel a este respecto, de la mera observación. Que por demás se condice con las típicas recomendaciones de definiciones de políticas regulatorias provenientes de países referentes (por ejemplo, en este caso, el Reino Unido). Es que:*

- En las etapas iniciales de provisión del servicio se regula completamente ante la existencia de monopolios, como es el caso fijo, y esta regulación se basó en costos medios y se aplicó sobre la empresa dominante (CTC), en el caso móvil, en el comienzo o etapa de crecimiento estaba desregulado.*
- En las etapas de crecimiento fuerte y comienzo de la maduración, suele comenzar la regulación (caso móvil) o afianzar los esquemas iniciales (caso fijo).*
- En la etapa madura, estable, y con esbozo de declive, suele bajarse la carga regulatoria (caso CTC 2009 con una desregulación parcial), y adicionalmente se pasa a esquemas de tarificación a costo incremental (CID en el contexto chileno).*
- Mientras que cuando se está en la etapa de declive total, suele quedar a costo marginal en valores muy bajos, o simplemente en un valor nulo, cuando se trata de cargos de acceso o interconexión.*

*En efecto, en la presente regulación de Claro Servicios Empresariales y Claro Comunicaciones, que son las concesiones fijas de la empresa, la Subtel propuso un esquema basado en costos marginales. En la ilustración, sólo a modo explicativo se muestra la relación observada entre el ciclo de vida de un servicio y la aplicación de esquemas de regulación.*



#### IV. La evidencia internacional respecto del cálculo de tarifas

*En países con procesos regulatorios recientes, como Reino Unido, México, Perú y Colombia, la tendencia es utilizar, en el caso de cargos de acceso móvil, metodologías de costo marginal.*

*En Reino Unido se realiza un cálculo tarifario sustentado en el cálculo marginal. Este país lleva extensos años de regulación del cargo de acceso, y la tendencia histórica ha sido a la caída de los cargos de acceso, pasando de tener una metodología basada inicialmente en Costos Medios de Largo Plazo a una basada en Costo Marginales.*

*En Colombia, en forma similar a Reino Unido, se ha adoptado una metodología de costos marginales, la cual ha traído como consecuencia Cargos de Acceso en niveles muy bajos.*

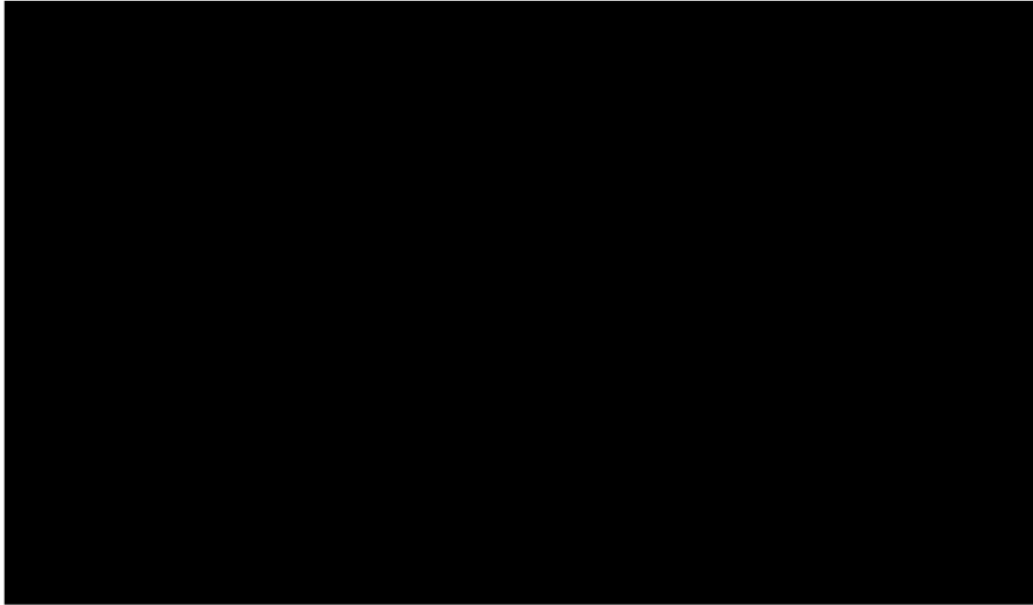
*En Perú, que utiliza un horizonte temporal de tan sólo 3 años para revisar los cargos de interconexión, y que aplica una actualización anual de la demanda en su modelo. Se optó por una metodología de costos marginales, la cual ha traído como consecuencia Cargos de Acceso en niveles muy bajos. Es importante mencionar que en este país la Empresa Entel (que también tiene presencia en Chile) inclusive solicitó la eliminación de los cargos de acceso, mediante la implementación de la medida Sender Keeps All o Bill and Keep. Que en efecto corresponde a cargo de acceso cero.*

#### **Necesidad de proyectos de expansión exclusivos para la voz en una red 4G**

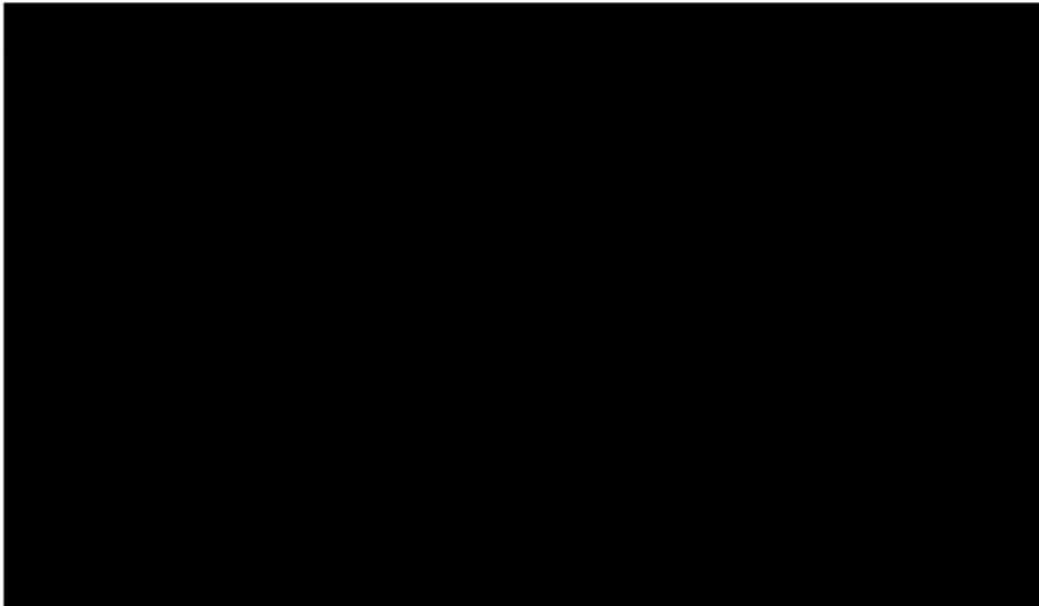
*En una segunda etapa nos enfocaremos en analizar la necesidad de un proyecto de expansión en el servicio de voz en una empresa eficiente 4G tal como la que propone la Subtel. Específicamente analicemos los conceptos de hora cargada y diseño a demanda máxima.*

*El diseño de la Empresa Eficiente, que se plasma en los modelos que forman parte del ET, tanto la propuesta de la Concesionaria como de la Subtel en el IOC, utilizan un principio de diseño a demanda máxima (peak load design), bajo esta premisa se considera una cierta probabilidad de pérdida, se considera una cierta distribución de llamadas y conexiones (bajo supuestos que Subtel típicamente asume que son Markovianos), y con ello se procede a estimar la demanda en "hora cargada", con la cual se procede a realizar el diseño de la Empresa Eficiente.*

*Acorde a la información de la Subtel, la hora cargada de la voz es diferente a la hora cargada de datos. En efecto, la hora cargada de la voz es pasado el mediodía, mientras que la hora cargada de los datos es en la noche en torno a las 22 horas.*



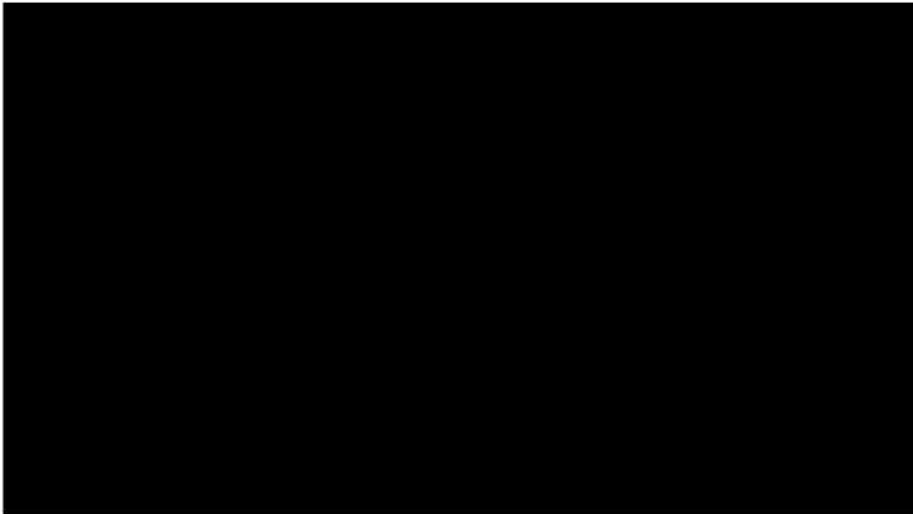
***Ilustración 7: Gráfico de distribución horaria de la voz acorde al IOC de la Subtel.***



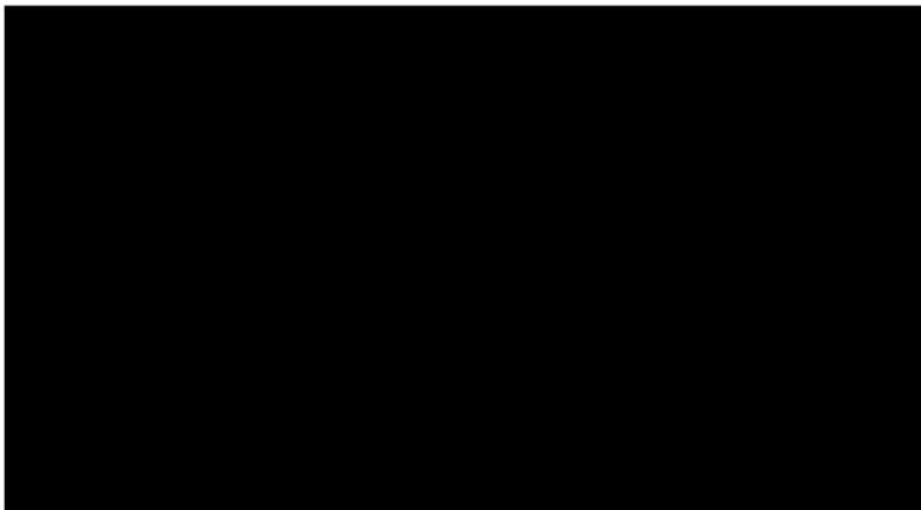
***Ilustración 8: Gráfico de distribución horaria de los datos acorde al IOC de la Subtel.***

*A lo anterior también hay que agregarle el hecho que, el uso de los elementos de red, que son aquellos elementos de la empresa eficiente que varían o se dimensionan con el tráfico, es muy diferente cuando se trata de tráfico de voz que cuando se trata de tráfico de datos. En efecto el uso de los datos no sólo es mucho mayor por su gran volumen, sino que además en un mismo intervalo de tiempo la tasa de voz es muchísimo menor que la de datos.*

*En este último punto ya cabe hacer notar que la voz, en un entorno de red 4G (e incluso ya en 3G) puede ser tratada como si fuere tráfico de datos, es decir, los minutos de voz pueden ser expresados en términos de Bytes, y por ende ser comparables directamente con la demanda de tráfico de datos. En efecto, este cálculo es requerido para hacer el diseño de la red, y la propia Subtel lo expuso en su modelo tarifario presentado en el IOC, tal como lo muestra las siguientes ilustraciones, la importancia relativa de la voz con respecto a los datos, tanto en un esquema de demandas totales, como en un esquema en el que sólo se observan los incrementos, es muy marginal. En efecto, la participación de la voz en el caso de las demandas en incrementos es menor que en el caso de la demanda total.*



***Ilustración 9: Detalle de la importancia relativa, en términos de demanda total, de la voz y los datos en hora cargada en unidad equivalente medida como Mbps.***



***Ilustración 10: Detalle de la importancia relativa, en términos de demanda incremental, de la voz y los datos en hora cargada en unidad equivalente medida como Mbps.***

*Notemos adicionalmente que la Subtel utiliza en forma separada la demanda peak de cada servicio en forma separada, no considerando la demanda peak del sistema, que sería el momento para el cual tocaría diseñar la red. En conjunto con lo anterior cabe mencionar que en un entorno 4G, es posible tener*



*equipos totalmente especificados para el tráfico de datos, en el efecto, en 4G la voz son datos. Sin desmedro de lo anterior, y considerando que la Subtel especializó equipos para voz, no considerando opciones convergentes como las propuestas por la Concesionaria en su ET, se generaron proyectos de expansión<sup>3</sup> para la voz. Lo anterior es un punto fundamental para guiar el camino del conjunto de preguntas que se plantean en la presente controversia.*

### ***“Asignadores” e inclusión de costos fijos en esquemas de costo incremental y marginal***

*La Subtel en sus modelos propone un esquema en el que se estima el CTLP y CID, y ante la ausencia de proyectos de expansión, aplica lo que Subtel denomina CMg, pero cuya metodología no está definida matemáticamente dentro de las BTE definitivas<sup>4</sup>. La Subtel, en la determinación de las tarifas, tanto en su versión a costo medio (CTLP), costo incremental (CID) y costo marginal (sin definición matemática en las BTE) utiliza sobre la función de CTLP, la que depende de todas las demandas, una serie de criterios de asignación, con los cuales define que porción del CTLP o CID es “asignable” a la tarifa regulada y con eso finalmente determina las tarifas.*

*Lo anterior sin embargo presenta una indefinición metodológica en términos matemáticos, por cuanto la Subtel aplica los “asignadores” para determinar la tarifa con base en CID, y en efecto también lo hace así cuando se trata del CMg. Sin embargo, si el CTLP ya tiene implícita su dependencia con la demanda (principalmente voz y datos), entonces cual sería el sentido económico de asignar parte de costos que son fijos a la tarifa que finalmente se regula, en un contexto tanto de costos incrementales como costos marginales.*

*En un contexto de costos marginales, según lo que entiende la Concesionaria, en términos técnicos y económicos no cabrían dudas respecto que la inclusión de costos fijos no corresponde, por cuanto la derivada de los costos totales, en forma inmediata anularía la parte fija. Pero enfoquémonos ahora en el caso de los costos marginales, en este caso podría haber costos que se activen con la existencia de la demanda que es sujeto de regulación. Es decir, en el caso de costos incrementales, se puede prescindir de la aplicación de criterios de asignación, que a veces son controvertidos<sup>5</sup> e incluso matemáticamente produciendo recursividades innecesarias<sup>6</sup> en el modelo. La razón por la que se puede prescindir es porque justamente es la función de costos (CTLP), la que mediando la sensibilización con la demanda (ya sea marginal o incremental), permitirá calcular la parte de los costos que son atribuibles a estas variaciones (marginales o incrementales). Lo anterior permite brindar claridad matemática de la metodología que se alinee con la teoría y práctica en otros países, también permite sostener una limpieza y eficiencia de la implementación (en Excel), habilita la eliminación de la discrecionalidad de aplicación de estos*

---

<sup>3</sup> Los que además fueron asignados con porcentajes discrecionales, que incluyeron costos fijos. Sin embargo, esto es sujeto de análisis un poco más adelante en este informe.

<sup>4</sup> A este respecto cabe hacer notar que la Concesionaria insistió en el proceso de fijación de BTE y también en su presentación de ET a modo que la Subtel fuera explícita respecto de la metodología matemática a este respecto, no obteniéndose por parte de la Subtel un pronunciamiento específico.

<sup>5</sup> Existe evidencia empírica de actuaciones en Contraloría General de la República (proceso regulatorio móvil del año 2013) que han obligado a Subtel a corregir errores a este respecto

<sup>6</sup> Son “referencias circulares” en Excel, que Subtel soslaya utilizando iteraciones y “pegando por valor” con una macro.



*controvertidos criterios, sino que principalmente permite librar de las distorsiones que estos asignadores producen en las tarifas y por ende en el desarrollo del mercado.*

Todos los textos anteriores en letra cursiva concluyen con la exposición de Fundamentos por parte de la Concesionaria.

## 2.1.2 Postura de la Subtel

A continuación, se resume la postura de la Subtel presentada en su informe a las Controversias.

<p style="text-align: center;">Informe de los Ministerios a las Controversias respecto del Informe de Objeciones y Contraproposiciones a las Tarifas propuestas por la Concesionaria Claro Chile S.A. para los servicios afectos a Fijación Tarifaria</p> <p style="text-align: center;">Controversia N°2 Cálculo Tarifario Objeciones N° 10 y 20</p>	<p><b>Controversia N°2: Cálculo Tarifario</b> <b>Solicitud de la Concesionaria</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La Concesionaria consulta a la Comisión Pericial lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>En el contexto del modelo IOC de la Subtel, en el que se considera una red únicamente con tecnología 4G, y considerando todos los antecedentes antes expuestos, se le solicita a la CP que: <ol style="list-style-type: none"> <li>Responda ¿Es eficiente desde el punto de vista técnico-económico promover el uso de elementos de red especializados únicamente en voz en una red 4G? Si no fuere eficiente ¿Cuál sería la solución apropiada? Específicamente a nivel de la Red de Acceso y Core de datos.</li> <li>Responda ¿Deberían existir proyectos de expansión respecto del servicio regulado? ¿Cuál es el fundamento técnico-económico de su respuesta?</li> <li>En el caso que la respuesta a la pregunta 2. fuese afirmativa: <ol style="list-style-type: none"> <li>Se pronuncie sobre si es correcto en términos técnico-económicos considerar costos fijos dentro del CID.</li> <li>Se pronuncie sobre si es correcto en términos técnico-económicos aplicar los "porcentajes de asignación" (en adelante PA) para la estimación de los costos incrementales de desarrollo (en adelante CID) atribuibles al servicio regulado.</li> </ol> </li> </ol> </li> </ul> </li> </ul> <p style="font-size: small;">Gobierno de Chile   Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones   Subsecretaría de Telecomunicaciones <span style="float: right;">21</span></p>
<p><b>Controversia N°2: Cálculo Tarifario</b> <b>Solicitud de la Concesionaria</b></p> <p>i. Si la respuesta anterior es afirmativa: Entonces responda si ¿Es posible aplicar PA al CID que provienen de análisis de demandas totales; o se debe aplicar sobre aquellos que provienen de demandas incrementales? En el caso que considere que no corresponde ninguna de las anteriores formule una propuesta de asignación. Para acotar más el ámbito de la pregunta, se le solicita se remita específicamente a los PA referidos a la red de acceso y red núcleo.</p> <p>ii. Si la Respuesta 3.b. es negativa: Entonces se pide a la CP que indique matemáticamente cual es la forma de calcular los costos incrementales que son atribuibles al servicio regulado.</p> <p>4. En el caso que la respuesta a la pregunta 2) fuese negativa: ¿Cuál es la metodología matemática que recomiendan para calcular el costo marginal de largo plazo?</p> <p>5. Con base en las consideraciones emanadas de las respuestas a esta controversia, los antecedentes y fundamentos expuestos, y en el contexto del modelo que propone la Subtel, indique y justifique en términos técnicos y económicos: ¿Cuál sería la metodología (CID o CMg, con o sin PA) que correspondería a la tarifa eficiente?</p> <p style="font-size: small;">Gobierno de Chile   Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones   Subsecretaría de Telecomunicaciones <span style="float: right;">22</span></p>	<p><b>Controversia N°2: Cálculo Tarifario</b> <b>Informe de Los Ministerios</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>En relación a la consulta 1 de la controversia N°2, el uso de elementos especializados en la red se realiza dependiendo de una evaluación técnico-económica de conveniencia, que considere además las restricciones tecnológicas de la solución de red.</li> <li>En relación a la Consulta 2 de la controversia N°2, los proyectos de expansión se derivan de las condiciones de demanda y capacidad de los elementos de red, así como de la adaptabilidad de la misma.</li> <li>En relación a la consulta 3a de la controversia N°2, se debe considerar que el CID tiene una metodología de cálculo, por lo que no se puede responder a priori lo consultado, depende de la estructura de costos.</li> </ul> <p style="font-size: small;">Gobierno de Chile   Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones   Subsecretaría de Telecomunicaciones <span style="float: right;">23</span></p>

## Controversia N°2: Cálculo Tarifario

Informe de Los Ministerios

- En relación a la consulta 3b de la controversia N°2, el uso de criterios de asignación es un método utilizado habitualmente en los cálculos de costos de servicios regulados.
- En relación a la consulta 3b I de la controversia N°2, los criterios de asignación se utilizan según su mérito.
- Las siguientes consultas de la controversia N°2 no aplican.
- Por lo anterior lo Ministerios insisten en lo expuesto en su IOC sobre esta materia.

Gobierno de Chile | Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones | Subsecretaría de Telecomunicaciones

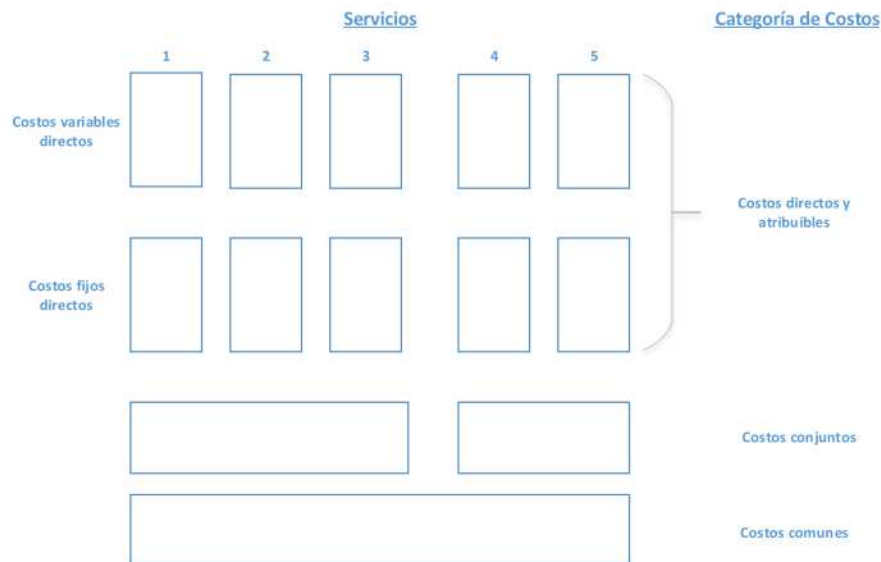
34

Las páginas de presentación antes expuestas exponen en forma textual la postura de los Ministerios respecto de las Controversias presentadas por la Concesionaria.

### 2.1.3 Opinión de la Comisión Pericial

#### 2.1.3.1 Introducción. Sobre los Costos Incrementales.

Supongamos como situación base una firma multiservicios (cinco) como la descrita en la Ilustración 11. En ella cada servicio incurre individualmente tanto en costos directos fijos como variables. Diremos entonces que estos costos son atribuibles. Por otro lado, un subconjunto de servicios (e.g. 1, 2, y 3) pueden compartir ciertos costos, siendo entonces llamados costos conjuntos que por su naturaleza serán sólo fijos. Finalmente, cualquier otro costo que sea compartido por “todos” los servicios será por definición un costo fijo y lo llamaremos costo común.



**Ilustración 11: Esquema representativo de los costos presente en una firma multiproducto.**

En relación a la consulta y lo definido en la Bases Técnicas, los costos incrementales de desarrollo se establecerán de acuerdo a las características estimadas para la empresa eficiente y a la demanda prevista. Mas precisamente:

“...El costo incremental de desarrollo asociado al proyecto de expansión se determinará como aquel monto equivalente a la recaudación anual que, de acuerdo a las inversiones, costos y gastos de las actividades de la empresa eficiente correspondientes al proyecto de expansión, y en consideración a la vida útil de los activos asociados al mismo, las tasas de tributación y de costo de capital, sea consistente con un valor actualizado neto del proyecto de expansión igual a cero, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$-\sum_{i=1}^5 \frac{I_i}{(1+k_0)^i} + \sum_{i=1}^5 \frac{(y-c_i) * (1-t) + d_i * t}{(1+k_0)^i} + \frac{vr}{(1+k_0)^5} = 0$$

Donde:

- i: año del periodo tarifario;
- $I_i$ : inversiones del proyecto en el año “i”. La inversión del año 5 sólo se considerará si genera ingresos en ese año;
- $k_0$ : tasa de costo de capital;
- y: costo incremental de desarrollo del proyecto de expansión;
- $c_i$  : costo de explotación incremental del proyecto de expansión en el año “i”;
- t: tasa de tributación;
- $d_i$  : depreciación en el año “i”, de las inversiones del proyecto de expansión;
- vr: valor residual económico del proyecto de expansión al quinto año.

Sin perjuicio de lo anterior, en ausencia de planes de expansión, la estructura y nivel de las tarifas se fijarán sobre la base de los costos marginales de largo plazo, previa autorización de la Subsecretaría de Telecomunicaciones. Se entenderá por costo marginal de largo plazo de un servicio el incremento en el costo total de largo plazo de proveerlo, considerando un aumento de una unidad en la cantidad provista...”

Siguiendo la recomendación de la Comisión Europea, usaremos como base para la definición de costos incrementales de desarrollo los “Costos Incrementales de Largo Plazo (LRIC de su sigla en inglés, y descrito en el artículo 3 de la Recomendación 98/195/CE) y haremos precisiones cuando corresponda.

Los LRIC asocian un horizonte a largo plazo con costos incrementales. El costo incremental mide el cambio de costos cuando la producción aumenta o disminuye en un incremento discreto. Puesto de otra forma, los costos incrementales pueden ser también calculados como los costos que se evitan al no dar el servicio demandado incremental.

En el caso particular de que el incremento considerado sea de una sola unidad de demanda, los costos incrementales equivalen a los costos marginales.

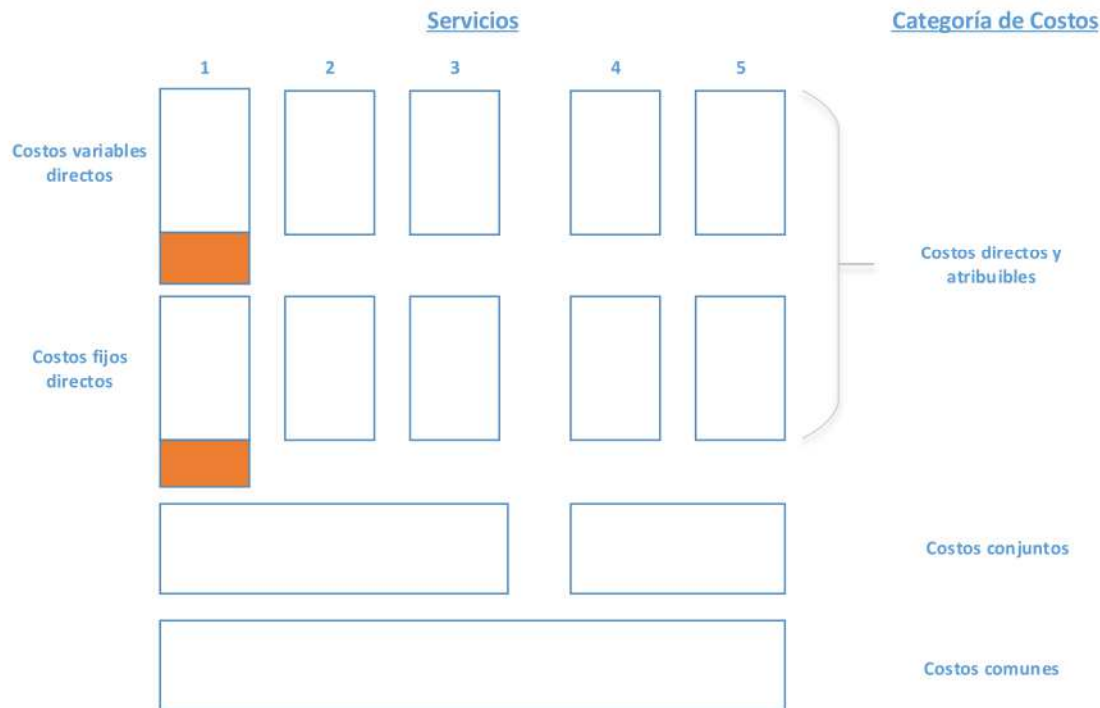
En el sector de las telecomunicaciones, la mayoría de los elementos de la red se comparten entre varios servicios, por lo que los costos fijos conjuntos y/o comunes representan grandes partes de la red (es decir, la red de acceso, la red básica, la red internacional, etc.).

A continuación, se muestra el enfoque que propone la CP, que corresponde a distribuir (imputar) los LRIC de acuerdo al uso del recurso, es decir determinado por las demandas incrementales de los servicios (que hacen uso del recurso) en el período de tiempo correspondiente.

Los ejemplos que a continuación se describen, muestran un incremento en la demanda en el servicio 1 ( $S_1$ ), incremento por sobre el caso base descrito en la Ilustración 11.

### 2.1.3.2 Caso 1: Servicios no relacionados y solo impacto en costos directos

En el primer caso, que describimos en la Ilustración 12, supondremos que las demandas de los servicios 1 al 3 no están relacionadas. Luego, debido a un incremento en la demanda del servicio 1 ( $\Delta S_1$ ), se origina un aumento solamente en los costos directos del mismo servicio (área en color en la ilustración 12). Más precisamente el incremento de demanda ( $\Delta S_1$ ) origina tanto un aumento en los costos variables ( $\Delta CVS_1$ ) como en los costos fijos directos ( $\Delta CFS_1$ ). Luego el problema de atribución es trivial, pues no involucra costos conjuntos.



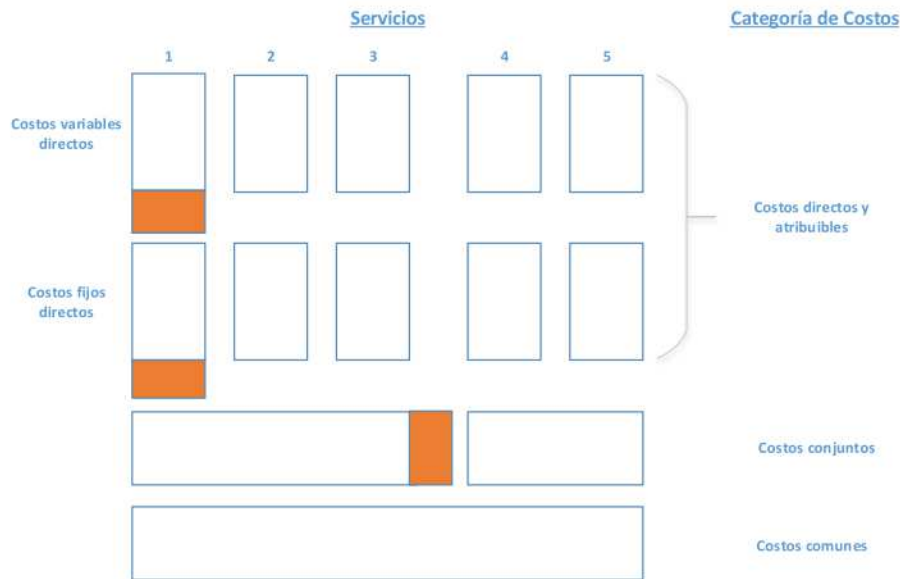
**Ilustración 12: Esquema de costos con impacto sólo en costos directos.**

### 2.1.3.3 Caso 2: Servicios no relacionados e impacto en costos directos y conjuntos

En este segundo caso, que describimos en la Ilustración 13, continuamos suponiendo que las demandas de los servicios 1 al 3 no están relacionadas, pero a diferencia del caso anterior habrá impacto en los costos conjuntos. Entonces, debido a un incremento en la demanda del servicio 1 ( $\Delta S_1$ ), ahora no solo se origina un aumento en los costos directos (o atribuibles) del mismo servicio sino que también un incremento en los costos conjuntos con los servicios 2 y 3; sin afectar los costos directos de estos dos últimos servicios (bienes no relacionados). Más precisamente el incremento de demanda ( $\Delta S_1$ ) origina



un aumento en los costos variables ( $\Delta CVS_1$ ), en los costos fijos directos ( $\Delta CFS_1$ ) y en los costos conjuntos ( $\Delta CC_{123}$ ). El problema de atribución es simple, pues no involucra efectos en los costos directos de los servicios 2 y 3, i.e.  $\Delta CC_{123}$  es 100% atribuido al servicio 1.



**Ilustración 13: Esquema de costos con impacto en costos directos y costos conjuntos.**

*2.1.3.4 Caso 3: Servicios relacionados e impacto en costos directos y conjuntos*

En este tercer caso, que describimos en la Ilustración 14, suponemos ahora que las demandas de los servicios 1 y 2 (sin pérdida de generalidad) están relacionadas: son servicios con algún grado de sustitución (un incremento de  $S_1$  provoca una disminución de  $S_2$ ). Entonces, debido a un incremento en la demanda del servicio 1 ( $\Delta S_1$ ), ahora no solo se origina un aumento en los costos directos del mismo servicio y de los costos conjuntos con los servicios 2 y 3, sino que también una disminución en los costos directos de  $S_2$  (y no de  $S_3$ ). Más precisamente el incremento de demanda ( $\Delta S_1$ ) origina un aumento en los costos variables ( $\Delta CVS_1$ ), en los costos fijos directos ( $\Delta CFS_1$ ), en los costos conjuntos ( $\Delta CC_{123}$ ) y una disminución en los costos directos de  $S_2$  ( $-\Delta S_2 - \Delta CFS_2$ ). Luego la atribución de los costos conjuntos de acuerdo al uso del recurso debería internalizar el “efecto cruzado” (externalidad negativa) de  $S_1$  a  $S_2$ . Suponiendo que  $S_1$  y  $S_2$  están en las mismas unidades, las atribuciones son las siguientes:

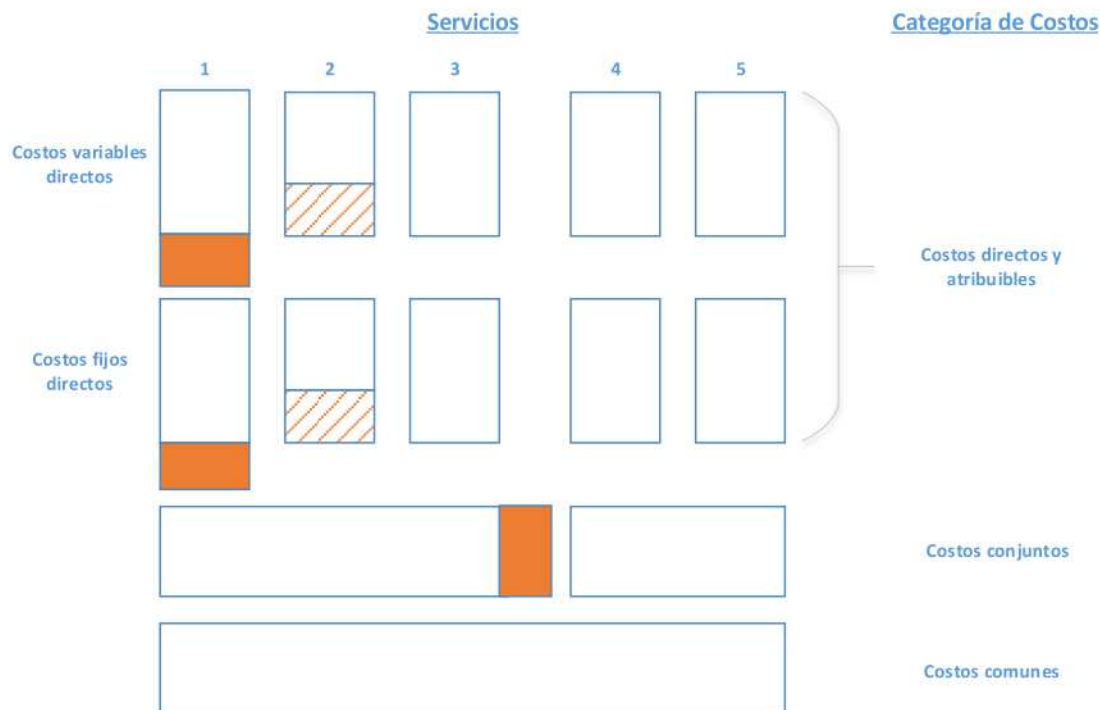
Atribución de  $\Delta CC_{123}$  a  $S_1$ :  $\frac{\Delta S_1}{\Delta S_1 + (-\Delta S_2)} \times 100 > 100$  debido a la externalidad negativa.

Atribución de  $\Delta CC_{123}$  a  $S_2$ :  $\frac{-\Delta S_2}{\Delta S_1 + (-\Delta S_2)} \times 100 < 0$  debido a la externalidad negativa.

Es decir, el cargo atribuible al servicio 1 debe incluir la externalidad negativa.

Este análisis permite contabilizar de manera correcta el impacto incremental del servicio 1.





**Ilustración 14: Esquema de costos con impacto en costos directos y costos conjuntos, donde adicionalmente la demanda de servicios está relacionada.**

Omitimos el análisis del caso 4, pues es análogo al descrito en el caso 3 pero considerando servicios complementarios (externalidad positiva).

Es de suma importancia dejar en claro que existen algunos conceptos que no deben ser confundidos con costos incrementales y por ende no deben ser atribuidos al costo incremental de desarrollo. Específicamente aquellos que impliquen la compra (inversión) de un elemento adicional para la empresa, pero que no sea debido al aumento de demanda del servicio regulado. Entre ellos, y a modo de ejemplo, se puede mencionar: la inclusión de costos adicionales producidos por reposición de equipos producto de un incendio o de un terremoto, o catástrofes naturales, o por inversiones adicionales en las cuales se incurre por efecto del término de la vida útil de los elementos y no por un incremento de la demanda.

Basados en esta introducción, pasamos ahora a responder las controversias.

#### 2.1.3.5 Contestación Controversia 2. Pregunta 3.

En presencia de un proyecto de expansión, según el análisis de la Comisión Pericial se tiene que:

- **Pregunta 3. Parte a)** En términos técnico-económicos sólo se deben considerar costos fijos dentro del CID cuando éstos son parte de alza del costo debido a un incremento en la demanda del servicio. De acuerdo con lo descrito en los casos 1 al 4 de la introducción, habrá costos fijos a ser incorporados en el CID en la medida que son parte del incremento en costos y no son parte de los costos comunes.

- **Pregunta 3. Parte b)**

En términos técnicos-económicos procede aplicar los "porcentajes de asignación" para el cálculo de los CID atribuibles al servicio regulado en los casos 3 y 4, que corresponden a casos cuando los servicios responden a demandas relacionadas entre sí. Lo anterior debe ser siguiendo el procedimiento descrito en los casos 3 y 4 de la introducción. Es decir, de acuerdo con la relación entre las demandas de los servicios y los incrementos del servicio regulado.

Por su parte, en el caso 1 y 2 de la introducción, cuando las demandas no están relacionadas, no se requiere de atribución de costos, por cuanto es posible reconocer en forma directa que la totalidad del costo incremental es causada por el incremento en el tráfico del servicio regulado.

- **Pregunta 3. Parte b. i)** De acuerdo a lo descrito en la introducción, los ponderadores se calculan en base a las demandas incrementales, y son aplicables en los casos 3 y 4.
- **Pregunta 3. Parte b. ii)** De acuerdo a lo descrito en la introducción, en los casos 1 y 2, los costos incrementales debieran ser atribuidos completamente al servicio regulado, y la forma matemática que se recomienda para su estimación es que se considere la diferencia entre:
  - Los conceptos de costo de los elementos de la empresa eficiente evaluados en el nivel de los servicios (demanda) que sea definido acorde a las correspondientes estimaciones y proyecciones del estudio y
  - Los conceptos de costo de los elementos de la empresa eficiente evaluados en el nivel de los servicios (demanda) que sea definido acorde a las estimaciones y proyecciones del estudio. Pero con excepción del tráfico en minutos de cargo de acceso, el cual debe ser considerado en su nivel demanda en el año 0 para todo el horizonte del estudio, es decir desde el año 1 y al año 5, considerar el mismo nivel que en el año 0.

Lo anterior define la diferencia de costos que permite, realizar a posterior los cálculos que permiten definir el Costo Incremental de Desarrollo y la posterior correspondiente tarifa eficiente, según sea el caso aplicable.

Específicamente, sean:

- $t \in \{\text{año 0, año 1, año 2, año 3, año 4, año 5}\}$  el conjunto de años en el horizonte de evaluación.
- $\vec{q}_{\text{otros}}^t$ : El vector la cantidad de servicio (demanda en su correspondiente unidad) de todos los servicios provistos por la empresa eficiente en el año  $t$ , sin considerar los minutos de cargo de acceso.
- $\vec{q}_{CA}^t$ : La cantidad de servicio (demanda en minutos) del tráfico entrante a la red móvil de la empresa eficiente en el año  $t$ .

Entonces la diferencia de costos  $\Delta Costos_{CA}$ , que se atribuye completamente al cargo de acceso, puede ser representada en términos explícitos como:

$$\Delta Costos_{CA} = Costos(\vec{q}_{otros}^{año0}, \dots, \vec{q}_{otros}^{año5}, \vec{q}_{CA}^{año0}, \dots, \vec{q}_{CA}^{año5}) - Costos(\vec{q}_{otros}^{año0}, \dots, \vec{q}_{otros}^{año5}, \vec{q}_{CA}^{año0}, \dots, \vec{q}_{CA}^{año0})$$

#### 2.1.3.6 Contestación Controversia 2. Pregunta 4.

En ausencia de proyecto de expansión se tendrá que:

Sea CTLP(Q) el costo total de largo plazo en la situación base de demanda multiproducto y sea CTLP(Q+ $\Delta q_i$ ) el costo total de largo plazo en una situación igual a la base, pero agregando solamente un incremento unitario en la demanda por el servicio  $i$  regulado. Que para el caso en consideración sería 1 (un) minuto de tráfico de voz. Luego el costo marginal de largo plazo corresponde al número resultante de:

$$\frac{CTLP(Q + \Delta q_i) - CTLP(Q)}{\Delta q_i}$$

Cabe notar que este costo marginal es trivialmente imputable al servicio regulado.

#### 2.1.3.7 Referencias de Controversia 2

- A Model for Calculating Interconnection Costs in Telecommunications, Guidebook prepared by Paul Nomba Um, Laurent Gille, Lucile Simon, and Christophe Rudelle. THE WORLD BANK & PPIAF 2004.
- Regulatory Accounting Guide, ITU. Telecommunication Development Bureau 2009

### 3 Controversia N°3: Tecnología eficiente

La Controversia N°3 ha sido definida en forma unánime y es que la Comisión Pericial recomienda que la empresa eficiente con la que se determinen los cargos de acceso móviles utilice únicamente la tecnología 4G. En términos resumidos, en la conformación de esta recomendación, se toma en cuenta, además de la experiencia de los autores del presente informe, la evidencia empírica tanto nacional como internacional a este respecto, lo que se combinó con los desarrollos teóricos de autores referentes en economía, como también aludiendo la eficiencia técnica de la tecnología 4G. Lo anterior, con el contexto nacional en el que se desarrolla el presente proceso tarifario, y teniendo en vista los antecedentes de la Concesionaria y de los Ministerios, llevaron a la recomendación respecto de utilizar sólo la tecnología 4G.

#### 3.1 Postura de la Concesionaria

En el escrito de Controversias la Concesionaria plantea su postura en el estudio tarifario, la que se expuso (textual en letra cursiva) acorde al siguiente texto:

##### **Explicación general**

*Enmarcados en el Estudio Tarifario, la Concesionaria ha propuesto un diseño tecnológico acorde al Principio de Eficiencia Económica, según la evidencia empírica observada en la Empresa Real, considerando las tecnologías 3G y 4G. Cabe notar que la empresa actualmente presenta tecnologías 2G, 3G y 4G, pero en consideración al bajo nivel de tráfico, indisponibilidad de equipos de red por parte de los proveedores. En el contexto de un modelo prospectivo de costos (Forward-Looking Cost) se optó por no considerar la tecnología 2G, lo cual fue aceptado por los Ministerios.*

*En el desarrollo de la tecnología 3G y 4G, dentro del modelo de empresa eficiente propuesto por la Concesionaria en su ET, se consideró la configuración en la que se comparte la infraestructura pasiva de los sitios entre la electrónica de 3G y 4G, así como la energía y las interfaces de transmisión backhaul. La consideración de ambas tecnologías responde a que la configuración de elementos productivos permite una buena eficiencia que lleva a niveles tarifarios del servicio regulado que son bajos, en efecto un poco por debajo de la propuesta tarifaria de la Subtel.*

*Dentro del modelo del modelo de la Concesionaria el servicio remanente de voz que actualmente va por 2G se asumió que será atendido por 3G, y que dicha infraestructura 3G dejará de atender datos a modo que los crecimientos de datos son atendidos por 4G.*

*En términos de tecnología de empresa fija se consideró un entorno de red HFC, en una configuración similar a la que actualmente tiene la empresa, en la que se proveen servicios empaquetados (acorde a nivel de demanda y en las combinaciones que indica la demanda histórica y su proyección) de Televisión por cable, Telefonía Fija e Internet Fijo.*

##### **Entorno tecnológico y de servicios actual de la Concesionaria**

*La Concesionaria actualmente es una empresa que provee múltiples servicios, y continuamente está desafiando a los dos principales actores del mercado, siempre promoviendo competencia a través de una*



*excelente calidad de servicio, la que se puede evidenciar en las mediciones de velocidad de red móvil, que la sitúan con la empresa con mayor velocidad del mercado.*

*En su estado actual, la empresa es un agente desafiante de las empresas dominantes, y tiene como objetivo la promoción de la competencia, no sólo a través de su oferta en términos de precios y calidad de servicios, sino que como facilitador de la información que permita a la Subtel tomar las mejores y más informadas acciones para reaccionar frente a los desafíos que impone la industria, particularmente la asimetría de información que se conforma con el bloque de las dos empresas dominantes del mercado.*

*En términos tecnológicos la empresa presenta ambientes variados, tal como consta en los inventarios de red y en los antecedentes aportados por la Concesionaria a la Subtel en el ET. Específicamente:*

*- Red de acceso:*

*La empresa presenta como principal tecnología de red de acceso una red HFC, la que tiene principalmente en Docsis 3.0, con migración incipiente hacia fibra, pasando por Docsis 3.1. En el presente Estudio Tarifario (en adelante ET) se propone el uso de Docsis 3.0 con base en un único proveedor (que es el actual vendor de la empresa), por cuanto es la tecnología más difundida y en uso dominante en la empresa en la actualidad.*

*Adicionalmente, pero con una participación mucho menor, se tienen accesos fijos inalámbricos (menos del 1% de los clientes), y también algunos accesos a corporaciones, los que se hacen con fibra óptica (fibra oscura), la que se llama red Metro, pero no es mayoritaria, el segmento empresa mayoritario es PYME y se atiende también con la red HFC.*

*Formando también parte de la red de acceso, pero con una configuración totalmente aislada, la empresa también provee servicios de TV satelital con uso de tecnología DTH.*

*- Transmisión:*

*La red de transmisión está en constante cambio y conviven variados ecosistemas, incluyendo desde redes legadas de telefonía fija tradicional PDH, hasta el último proyecto de desarrollo de transmisión de IP Fotónico, que soporta a los datos de internet, y contiene el entorno de ruteo IP, de los tradicionales routers P y PE, que por demás también siguen existiendo en la red. Específicamente se cuenta con: enlaces de microondas en el backhaul de la red móvil, una red de anillos de fibra óptica (IP-RAN) en el backhaul de la red móvil, redes de fibra óptica con algunos nodos PDH, otros SDH, MPLS, y una transición que se está llevando a cabo con un esquema de IP fotónico.*

*- Núcleo:*

*Al igual que en los otros entornos, conviven muchos ecosistemas tecnológicos, en el cual se separa el core móvil del fijo, y en cada caso subsisten esquemas que separan el manejo de los servicios de voz, datos y televisión. En algunos casos hay esquemas compartidos de voz y datos, pero el manejo de la TV, tanto en su versión DTH como HFC, sigue siendo, a nivel de núcleo, un entorno separado (y que por ende no incide en términos de costos incrementales en los otros ecosistemas).*

*En la actualidad la empresa provee los siguientes servicios:*

- Telefonía fija alámbrica y en menor medida inalámbrica: la fija alámbrica mayoritaria es con HFC, en menor medida con accesos "Metro" de fibra óptica a corporaciones, y en mucha menor medida accesos inalámbricos.*

- *Conexiones de internet fijo: la empresa provee principalmente a través de su red HFC, el servicio de conexión a internet fijo, en menor medida el acceso a internet mediante su red Metro a corporaciones, y en mucha menor medida los accesos inalámbricos proveen también acceso a internet.*
- *Telefonía móvil: corresponde al servicio más masivo de la empresa, en el cual mediando el uso de su red de acceso en que conviven principalmente 3G y 4G (y ya desapareciendo 2G), se provee el servicio de voz móvil a nuestros clientes.*
- *Conexión de internet móvil: es el segundo servicio más masivo de la empresa, luego de la telefonía móvil, en conjunto convergente (la mayoría o casi totalidad de las veces), sobre el mismo equipo móvil de los clientes que tienen el servicio de telefonía móvil, se provee el servicio de conexión a internet móvil.*
- *Servicios de televisión: existen dos ecosistemas principales, el primero es la televisión provista sobre la red HFC, que puede ir empaquetada con servicios de voz y de conexión a internet, pero también está presente el servicio de TV satelital (DTH), el que en términos tecnológicos está totalmente separado de los otros servicios, en consideración a la arquitectura tecnológica que posee.*
- *La empresa provee también, en mucha menor medida, algunos otros servicios en los puntos de interconexión, servicios de valor agregado y servicios de atención a clientes, algunos de ellos son regulados. Considerando que la empresa no es dominante ni pre-existente en las zonas donde tiene presencia, el nivel de demanda de estos servicios (en particular en la interconexión) es muy bajo, e incluso nulo.*

#### **Diseño de la red de la empresa eficiente propuesta por la Concesionaria en su ET**

*El diseño de la red responde a los servicios provistos por la empresa, y al uso de la tecnología más eficiente, disponible comercialmente y en uso dentro de la empresa real. En este sentido, se hizo una consideración explícita de los siguientes aspectos:*

- *Exclusión de las tecnologías de transmisión SDH y PDH, se utilizó la transición actual a IP-Fotónico de la empresa.*
- *Exclusión de Docsis 3.1 como transición a fibra en el acceso fue excluido, en favor de Docsis 3.0 con uso de HFC puro (sin fibra añadida), en consideración a que es lo que actualmente tiene desplegado en forma mayoritaria la empresa.*
- *Considerando la baja demanda no se ha considerado un acceso fijo inalámbrico.*
- *Uso de un core o núcleo convergente IMS.*
- *Consideración únicamente de los suscriptores de TV por acceso HFC, mientras que la tecnología aislada DTH, se considera que no tiene incidencia en los costos que hacen parte relevante de la determinación de tarifas del presente estudio tarifario.*
- *El modelo móvil, en lo referente a toda su infraestructura, consideró una red 3G para la provisión de servicios de voz y minoritariamente de datos, mientras que la red 4G se utilizó para la provisión de datos.*
- *No considerando la tecnología legada 2G, en consideración su ineficiencia, desuso, baja demanda y en descenso, e indisponibilidad de equipos de red para despliegue por parte de los proveedores.*

## **Red Fija**

*La red fija, si bien formó parte de la propuesta, y está explicada dentro del ET de la Concesionaria, la cual se expone como antecedente a la CP, no es sujeto de la presente Controversia, más que a lo referido a la compartición de recursos, por lo anterior se omite su explicación.*

## **Red Móvil**

*Las inversiones a nivel de red de acceso incluyen el diseño de las estaciones base, de los enlaces de la transmisión en el backhaul y el diseño de los controladores RNC. La selección de la tecnología no incluye la tecnología legada 2G, en consideración a que sería ineficiente incluirla en el contexto de una Empresa Eficiente que comienza “desde cero”. En efecto, la disponibilidad comercial de los equipos es muy baja, y para implementarlo es requerido comprar features “downgrade” para que funcione. Es decir, en el presente estudio tarifario se propone el uso únicamente de 3G y 4G en la red de acceso. Para todos los casos es transversal la necesidad de disponer de una demanda de diseño, la que se plasma en la transformación de la demanda a hora cargada, y adicionalmente de la cuantificación de los costos unitarios de inversión de cada uno de los elementos componentes de la red de acceso.*

*El dimensionamiento de las inversiones de la red de acceso, como el de todo el modelo en general, corresponden a una filosofía de construcción para soportar la demanda máxima del sistema, la cual se modela en forma probabilista para un nivel de servicio. La forma en la que se aborda este dimensionamiento corresponde a la metodología estándar de diseño de redes de comunicaciones móviles, en este sentido, se tienen demandas de voz y de datos móviles, las cuales están totalizadas a nivel anual acumulado del consumo de todos los usuarios. Esta información es representada en la hora cargada del sistema, a modo de poder hacer el diseño durante la aludida hora.*

*Se entiende que la hora cargada del sistema es el momento del día, compuesto por cuatro cuartos de hora consecutivos, en los cuales la demanda agregada de todos los servicios es estadísticamente la mayor. Estadísticamente, puesto la hora cargada dependerá del día, y por ello es que se hace un muestreo estadístico de días representativos, a modo de evaluar cuál es el porcentaje de cada una de las demandas, en el momento en que el sistema completo entra en su hora de máxima carga. Con esta información, que corresponde a muchos días representativos, simplemente se toma el promedio de todos los días calculados, con lo que se obtiene una serie de porcentajes de tráfico en la hora cargada del sistema para cada uno de los servicios. El porcentaje de tráfico de hora cargada sirve para representar justamente el peak de demanda durante el día, el cual, en el caso trivial de demanda constante a través del día, simplemente correspondería la demanda total del día dividida en 24 horas.*

*Con la información del porcentaje de tráfico en hora cargada y la de la demanda total anual, es posible estimar la demanda en hora peak para cada uno de los servicios por cada una de las tecnologías, tanto en términos de Erlang, como en términos de bits por cada segundo (Mbps), dependiendo de la naturaleza del servicio, y de la tecnología de la infraestructura a costear, por la cual se vaya a cursar el tráfico.*

*El diseño, a nivel de CAPEX, de las estaciones base incluye el dimensionamiento de las inversiones requeridas para el despliegue de la interfaz de radio para 3G y 4G de la empresa. Específicamente se debe dimensionar la cantidad de sitios por tecnología, el equipamiento de electrónica que se requiere, los requerimientos de energía y la infraestructura de obras civiles requerida. Cada uno de estos ítems a*

su vez será diferente, dependiendo de la tecnología y nivel de carga de los distintos servicios. A modo de hacer un cálculo genérico, y a la usanza típica respecto de la construcción de este tipo de modelos, se consideran diferentes tipos geográficos, los cuales responden a una lógica que toma en consideración la cantidad de demanda que atienden, en términos de densidad de tráfico, como también sus características físicas, que están, en conjunto con el primer punto también, relacionadas con la tipología de zona en la que estén emplazadas. Específicamente se optó por una diferenciación entre Urbano, Suburbano y Rural (Rural y Carretera fusionados). En la que Suburbano es de mayor tráfico, montado generalmente sobre techos de edificios, lo suburbano tiene un poco menor tráfico, generalmente montado sobre torres de tamaño medio, y lo rural (+carretera) es de muy bajo tráfico y está sobre una infraestructura de torres de mayor tamaño y generalmente en sectores de difícil acceso.

En todos los casos 3G y 4G, a modo de cobertura mínima, o red base, se considera que existe una serie de estaciones base, ya instaladas con la configuración mínima para abastecer tráfico. Esta red base, corresponde a la red de la empresa en la fecha de referencia del estudio. Con esta red, se estima si existen requerimientos adicionales, para cada una de las tecnologías, la red final se determina simplemente como la suma entre la red base y los requerimientos adicionales.

En el caso de comunicaciones en tecnología 3G, se considera el diseño de la cantidad de estaciones base (NodeB), en un esquema acorde a lo provisto por el vendor [REDACTED]. El detalle de los costos unitarios también se describe en el presente informe, y se realiza a partir del contrato y lista de precios que sostiene actualmente la Concesionaria con [REDACTED].

En el caso de comunicaciones en tecnología 4G, se asume que en esta tecnología sólo se cursan datos (en efecto es así en la empresa real también), no teniendo por ende servicio de voz. Nótese que el total de inversión a este respecto simplemente debe desaparecer de la estimación del cargo de interconexión, por cuanto no corresponde al servicio de voz. Lo anterior también es válido para el núcleo de datos móviles.

Es importante mencionar que la empresa, por cuanto es una empresa desafiante a las dos firmas dominantes o incumbentes, ha adoptado un esquema que muestra una fuerte compartición infraestructura de red de acceso (sitios) entre las tecnologías (3G y 4G). En este sentido, la inversión en infraestructura de OOC y de energía es compartida entre las tecnologías antes aludidas.

La transmisión entre las estaciones base y el nivel de controladores, típicamente es un híbrido entre fibra óptica y microondas. En el caso de la empresa, casi la mitad de los sitios cuentan con conexión de fibra en el entorno de backhaul. La metodología de cálculo incluye el diseño de la cantidad de enlaces y del equipamiento requerido para implementarlos.

Se consideró la estructura real del backhaul de la empresa para calcular la cantidad equivalente de clústeres por región y la cantidad de sitios en los clústeres. Con lo anterior se procede con la determinación de los enlaces de MMOO dentro de los clústeres, como de las últimas millas. Los parámetros provienen desde la información de la propia empresa.

Los controladores de estaciones base se diseñan en términos de la cantidad y capacidad de los RNC. Respecto de las locaciones físicas de los equipos en los puntos de presencia, se consideran las mismas que las que presenta la empresa en la fecha de referencia.



Los RNC manejan el tráfico 3G tanto de voz como de datos, con los tráficos en hora cargada, se dimensiona la cantidad de equipos que se requieren por concepto de tráfico y en las locaciones indicadas por la empresa.

El núcleo para la voz es un esquema compartido entre fijo y móvil, con base en los costos del proveedor [REDACTED] con el cual la empresa tiene variados contratos. El caso del núcleo de datos móvil se diferenciò, en consideración a la eficiencia económica y la necesidad de controlar el tráfico de datos 3G y 4G. Se consideró en este último caso al proveedor [REDACTED] en un entorno EPC.

La transmisión es totalmente compartida en un esquema fijo, móvil y para voz y datos. Lo propuesto es un esquema con base en el proyecto "IP-Fotónico" llevado a cabo actualmente por la empresa. Si bien el costo completo del equipamiento es muy elevado, la compartición de recursos, y la eficiencia técnica que tienen los equipos incluidos en el ecosistema implicaron que fuera la elección más eficiente para su modelación. Nótese que las capacidades de este entorno permiten hacer las funciones de un clásico MPLS, de ruteo, de control de borde e inclusive de multiplexión de diferentes longitudes de onda en la fibra, lo anterior implica que los clásicos entornos con Router P+PE, DWDM y MPLS pueden ser realizados en forma conjunta en este contexto, inclusive incluyendo las funciones de interconexión en los controladores de borde.

La construcción de los costos unitarios por elementos corresponde a que, para cada uno de los elementos de costos antes descritos, se dimensionan los ítems de costo requeridos a modo de emular un funcionamiento completo del elemento en la práctica, teniendo, el equipamiento, los elementos accesorios como cables, energía, las OOC, entre otros. Las fuentes de información de contratos, planillas, fuentes de costos unitarios base han sido puestas a disposición de la Subtel en los anexos del presente estudio.

Lo anterior concluye la presentación de la Concesionaria en su escrito de Controversias, respecto de su postura en el Estudio Tarifario.

En sus fundamentos, la Concesionaria plantea en forma textual:

*No existe una postura única que lleve a definir solo una tecnología; siempre se debe seleccionar aquella combinación en la que los factores productivos seleccionados impliquen el menor costo en el Servicio Regulado, ello en virtud de la eficiencia económica. Es decir, velar siempre por la combinación de los factores productivos más eficientes. Es necesario entonces, analizar cómo es posible de alcanzar una tecnología eficiente, de forma que siempre se pueda alcanzar el menor costo posible.*

*En conclusión, creemos que, no debe mediar ninguna otra decisión que no sea con base en el mínimo costo de provisión de los servicios que lleve a la definición de la tecnología eficiente. Así, la tecnología eficiente, es un resultado de la modelación y no una definición a priori.*

Lo anterior concluye el fundamento presentado por la Concesionaria.

### 3.2 Postura de la Subtel

La postura de Los Ministerios, la que se expresa en su respuesta a las Controversias, se expone textualmente desde su presentación ante la Comisión Pericial.

**Informe de los Ministerios a las Controversias respecto del Informe de Objeciones y Contraproposiciones a las Tarifas propuestas por la Concesionaria Claro Chile S.A. para los servicios afectos a Fijación Tarifaria**

Controversia N°3  
Tecnología de la Empresa Eficiente  
Objeciones N° 3 y 10

**Controversia N°3: Tecnología de la Empresa Eficiente**  
**Solicitud de la Concesionaria**

- La Concesionaria consulta a la Comisión Pericial lo siguiente:  
  
Se solicita a la CP que con base en los antecedentes responda ¿Cuál debiera ser la tecnología con la cual se modele la empresa eficiente que finalmente defina las tarifas del servicio regulado?

**Controversia N°3: Tecnología de la Empresa Eficiente**  
**Informe de Los Ministerios**

- En el IOC se objetó el hecho de que en el Estudio de Prefactibilidad propuesto por la Concesionaria éste solo incluyera una memoria sobre las tecnologías actuales y no presenta una evaluación económica propiamente tal.
- Los Ministerios contrapropusieron la utilización de la red 4G como resultado de la evaluación económica realizada.
- Por lo anterior lo Ministerios insisten en lo expuesto en su IOC sobre esta materia.

En forma adicional, cabe mencionar que durante la presentación ante la Comisión Pericial la Subtel planteó los siguientes puntos:

- Subtel insiste en que Claro Chile S.A. utilizó información histórica de la empresa real y que no realizó estudio de prefactibilidad en forma cuantitativa con base en datos.
- Subtel insiste en que la tecnología eficiente es 4G pero indica que en el caso que se decidiera poner 3G debiera usarse como información los menores costos unitarios que haya recopilado.

Por otro lado, ante una pregunta de la comisión respecto a la recomendación que harían a un inversionista dueño de la empresa que quisiera invertir en una empresa eficiente para entrar a operar en un mercado donde actualmente no operan, la concesionaria respondió que no habían hecho ese ejercicio.

### 3.3 Opinión de la Comisión Pericial

La Comisión Pericial decidió realizar un análisis que tenga en consideración antecedentes en las siguientes tres líneas, las que, en conjunto con el análisis de la propia Comisión Pericial, lleva a la recomendación final respecto a la utilización de una red basada únicamente en tecnología 4G. A continuación, se exponen tres líneas de antecedentes considerados:

- **Evidencia teórica:** La literatura tanto técnica como económica a este respecto es extensa, sin embargo, para limitar el ámbito de análisis se ha reducido a estudiar sólo a autores referentes en áreas económicas, como a publicaciones científicas que hagan referencias a estándares técnicos que indiquen eficiencia, con base en los estándares de aceptación internacional.
- **Evidencia empírica:** se tiene en consideración el status de desarrollo de países con realidades similares a Chile y también a aquellos a los que Chile, en general, aspira a tener similitud en el mediano plazo. Específicamente se analizó información de reguladores europeos, casos de operadores con adjudicación reciente de espectro (observando su decisión tecnológica), y se tiene en vista los indicadores de eficiencia de las tecnologías bajo análisis. Dentro de la evidencia empírica también es posible enmarcar racionalidad técnica y económica del ejercicio de costos realizado por los Ministerios en forma comparativa con el Estudio Tarifario de la Concesionaria.

#### 3.3.1 Análisis teórico

En términos teóricos la regulación de los cargos de acceso se conforma para definir un indicador de tarifa entre mayoristas que entregue señales de eficiencia para el desarrollo del mercado. El fenómeno de fondo que se regula es un monopolio de la red terminal (para una definición detallada ver Laffont y Tirole, 2001) que se conforma en las llamadas entrantes a la red de un operador que provienen desde otros operadores.

Las alternativas con las cuales se definen estos cargos de acceso tienen variadas aristas, como las de dimensión financiera, pero una de las que se puede rescatar un aspecto importante es la de eficiencia prospectiva del ejercicio regulatorio, esto es, y tal como se hace en la regulación chilena, se considera la construcción conceptual de los costos futuros de una *empresa eficiente*, con base en una estimación de demanda, y basándose en la tecnología más eficiente disponible al momento de la regulación. En términos de conceptos teóricos, se refiere entonces a una definición de costos con base a un esquema de *Forward-Looking Costs* y no uno de *Backward-Looking Cost*. Para ver la descripción detallada de ambos conceptos existe variada literatura, sin embargo, desde autores clásicos precursores, se recomienda la lectura de Laffont y Tirole (2001), Hausman et al. (1997) y Salinger (1998).

Es decir, el primer concepto que se puede mencionar es que la tecnología eficiente debe ser vista bajo un prisma prospectivo de eficiencia del tipo *Forward-looking cost*.

Además es relevante mencionar que Laffont y Tirole (2001), en un contexto específico de cargos de acceso, se refieren explícitamente a la comparación en el uso de “nuevas tecnologías” con respecto a una “mezcla de tecnologías antiguas y nuevas”. El resultado eficiente que se menciona, desde un punto de vista económico será la elección de la nueva tecnología en desmedro de la mezcla de tecnologías



antiguas y nuevas. Si bien lo anterior, parece un resultado obvio, se entiende que es justamente aplicable al caso que se está consultando.

No sólo aspectos económicos pueden ser mencionados a este respecto; en términos técnicos la tan sola aparición y masificación de la nueva tecnología justifica el despliegue masivo de 4G. Incluso, ahondando más el punto, en países desarrollados la discusión no se centra sobre 4G, sino que sobre el despliegue de 5G. Sin embargo, cabe expresar nuevamente, si bien es un punto que parece ser evidente, se procede a exponer un análisis comparativo técnico de 4G respecto de 3G.

Ya hace 10 años, en una exposición plenaria de la IEEE<sup>7</sup> (Krenik (2008)), se plasmó una enfática declaración de las ventajas comparativas de la tecnología 4G sobre su predecesora 3G. Entre ellas se menciona la eficiencia espectral, mayores velocidades y menores costos totales de implementación y explotación.

Dahlman et al. (2016), en el libro “4G, LTE-Advanced pro and the road to 5G”, son también claros en dejar explícitas las mejoras técnicas que introduce 4G por sobre 2G y 3G, pero va aún más allá, haciendo presente que la preocupación ahora es la transición hacia 5G, y no una mirada atrás sobre 3G.

Los aspectos de la superioridad de 4G sobre 3G no sólo se remiten a los costos, capacidades técnicas y ventajas de evolución de la red hacia el futuro en 5G, sino que además se hace mención específica a las ventajas que presenta en la provisión de servicios de voz en la modalidad VoLTE propuesta por los Ministerios, (ver Nevena (2017), Pérez (2015) y ElNashar et al. (2014)) con respecto a la provisión de voz sobre 3G.

Es importante también hacer notar que, en términos técnicos, para la provisión del servicio de voz, la alternativa de VoLTE no es la alternativa más eficiente que existe en un esquema 4G, en efecto, alternativas del tipo VoWiFi<sup>8</sup> o SRVCC<sup>9</sup>, son aún más eficientes, y acorde a consideraciones de Ofcom (2018), resultarían en un cargo de acceso nulo o cero.

En conclusión, con base en la evidencia teórica, respecto de aspectos económicos regulatorios y técnicos es posible concluir que:

- Con base en un esquema *Forward-Looking Cost* como es el imperante bajo el paradigma de *empresa eficiente* utilizado en Chile, una empresa nueva que parte de cero tendría que basarse en tecnología 4G pura.
- La eficiencia de 4G sobre 3G se da a todo nivel, no sólo técnico, sino que también a nivel de costos, lo que implica que no hay espacio a combinaciones, sino que 4G debiera imponerse completamente por sobre otras alternativas. Lo anterior ha sido avalado por autores referentes en economía y también lo indican los estándares técnicos y de costos respecto de la tecnología.
- La eficiencia específicamente en voz también ha sido avalada en términos teóricos, en efecto VoLTE, que ya supera a la provisión de voz sobre 3G, inclusive es superado por otras alternativas que aún están en etapa incipiente de desarrollo como SRVCC y VoWiFi.

---

<sup>7</sup> Institute of Electrical and Electronics Engineers

<sup>8</sup> Voice over WIFI

<sup>9</sup> Single Radio Voice Call Continuity



### 3.3.2 Evidencia empírica

En términos de evidencia empírica es posible, al menos, (i) analizar en qué etapa de desarrollo de despliegue tecnológico están otros países a los cuales Chile se podría parecer (o debiera con base en objetivos de desarrollo) en el mediano plazo, (ii) observar el comportamiento de mercado respecto de la decisión de un operador que entra a un mercado y debe desplegar sus inversiones “desde cero” y (iii) observar el caso real específico que se consulta, cuando la empresa expone sus costos y los contrasta con aquellos que presentan los Ministerios, basados en la información provista por las empresas.

Tal como se mencionó previamente, en el caso de Europa (BEREC, 2018), la banda ancha móvil alcanzó un nivel de penetración de 90,2% a mediados de 2017 y en los países OECD superó el 100%, aumentos de 6.4 y 6.7 puntos porcentuales en solo un año. Este segmento es el de mayor crecimiento en los últimos años y se debe a la mayor cobertura de redes, teléfonos inteligentes más baratos, planes con datos más baratos y una población joven con altas habilidades digitales que son grandes consumidores de redes sociales, videos y servicios online.

El consumo promedio de datos por usuario de teléfono inteligente en Europa occidental es de 4.1GB al mes y se espera que llegue a 28 GB en 2023, lo que implica una tasa compuesta de crecimiento de 38%. Incluso hay proyecciones de que el tráfico mundial de datos podría aumentar en 8 veces entre 2017 y 2023, llegando a 110 exabytes al mes, y los teléfonos inteligentes representarán un 95% del tráfico total.

El reporte de los reguladores europeos de telecomunicaciones señala que, así como las conexiones de banda ancha móvil y el consumo de datos ha crecido fuertemente, se espera una progresión importante en la tecnología móvil. Durante el año 2017, en Europa hubo un crecimiento importante en la adopción de tecnología 4G, en un 46%, y el despliegue de 5G ha aumentado en forma considerable. Es así como se espera que las conexiones 5G lleguen a 214 millones en 2025, con una tasa de penetración de 31%.

En el reporte The Mobile Economy 2018 de la GSMA<sup>10</sup>, se puede observar que las referencias a la tecnología 2G y 3G son referidas a su discontinuación, dando paso, no a 4G, sino que a 5G. A modo referencial exponemos datos que se pueden leer desde el aludido documento (página 19) que al 2025 la penetración en uso de 5G en USA será de 49% y en Japón de 45%.

Es decir, en consideración a la evidencia al observar países desarrollados, el foco está en 5G, asumiendo 4G como base, y no en posibles inversiones en 2G o 3G.

Otro aspecto interesante de analizar es aquel relacionado con la observación de un test de mercado, es decir, constatar empíricamente ha sido la elección tecnológica de un inversionista que entre a un mercado de telecomunicaciones en la actualidad (o en fechas cercanas a la actual). Sin haber realizado una revisión muy extensiva, es posible observar dos casos en la región, el primero es el caso de WOM en Chile y el segundo es el caso de Avantel en Colombia.

WOM, acorde a la información que se puede recopilar públicamente<sup>11</sup>, comenzó a operar formalmente en el año 2015 sobre la base de la empresa Nextel. Su despliegue, por ende, originalmente, fue con base

---

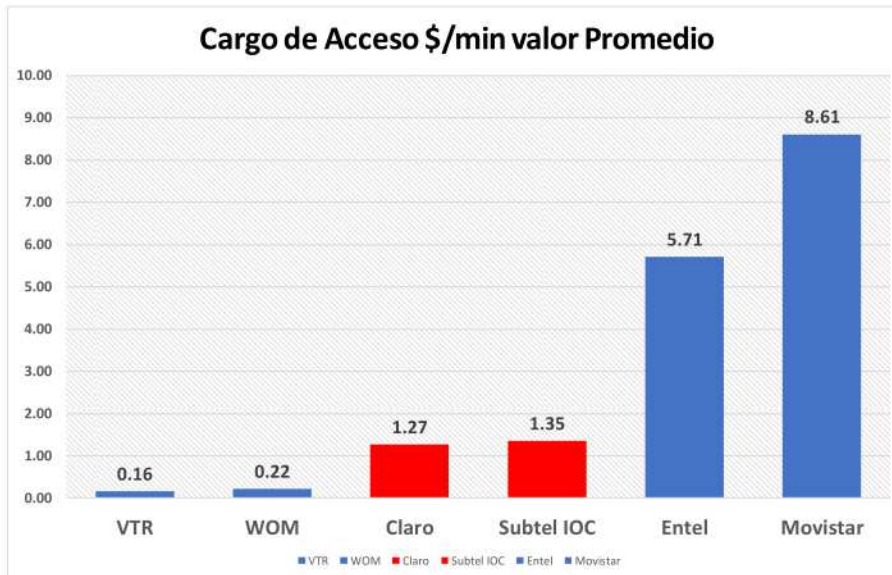
<sup>10</sup> <https://www.gsma.com/mobileeconomy/>

<sup>11</sup> Comentarios formados a partir de información recabada en <https://www.wom.cl>, <https://www.wom.cl/sobre-wom> y <https://www.subtel.gob.cl/inicio-concesionario/procesos-tarifarios/moviles-y-del-mismo-tipo/wom/>.

en la empresa 2G (trunking) y sus incipientes esfuerzos en 3G, que fue legado de Nextel, pero al momento de entrar la marca, los esfuerzos se volcaron sobre 4G. Se entiende en efecto que la empresa lanzó formalmente el servicio para usuarios que estén sobre su propia red<sup>12</sup>. Se puede entender que este es un caso muy cercano, por ser una empresa que actualmente también está en proceso tarifario. Por lo cual, si bien es posible ver una tendencia, debido a que podría tener algún tipo de sesgo la observación, es recomendable observar algún caso adicional.

En Colombia, la empresa Avantel<sup>13</sup> que originalmente ofrecía servicios de comunicaciones *trunking*, se adjudicó espectro adicional (proceso 2016-2017), y el despliegue de su red en el entorno con espectro adicional es una red 4G pura. En efecto, la empresa, declaró lo anterior en el proceso de regulación de cargos de interconexión llevado a cabo por la Comisión de Regulación de Comunicaciones, por cuanto requería de puntualizar condiciones para interoperar con las otras empresas presentes en Colombia. Lo anterior conforma un caso real, de un país de la región, con condiciones similares a la que se presentan en nuestro país, en el que el operador tomó una decisión sobre la tecnología a desplegar, y esta decisión fue sobre 4G<sup>14</sup>.

Otro caso empírico que permite hacer una inferencia numérica directa sobre la eficiencia de un esquema que considere 3G, versus otro que sea un caso 4G puro, es aquel se genera justamente por comparar las posturas de las partes que se involucran en las presentes controversias, las cuales se plasman en la Comparación de la propuesta del Informe de Objeciones y Contraproposiciones propuesta por los Ministerios, y la propuesta realizada por la Concesionaria Claro en su Estudio Tarifario.



<sup>12</sup>

[http://www.wom.cl/voz4g-wifi/?gclid=Cj0KCQiAgf3gBRDtARIsABgdL3n0QM\\_VxOkCF2E29cvxm3D3X3TV5gRQcH\\_kaeF9Kzve8VmdmTT0RrsaAnHkEALw\\_wcB](http://www.wom.cl/voz4g-wifi/?gclid=Cj0KCQiAgf3gBRDtARIsABgdL3n0QM_VxOkCF2E29cvxm3D3X3TV5gRQcH_kaeF9Kzve8VmdmTT0RrsaAnHkEALw_wcB).

<sup>13</sup> <https://www.avantel.co/>

<sup>14</sup> Es importante mencionar que información a este respecto fue recabada tanto desde la propia página del operador (<https://www.avantel.co/>) como también en los múltiples documentos de las actuaciones de la Comisión de Regulación de Comunicaciones de Colombia y Avantel, al respecto de la interoperabilidad de esta con las otras empresas presentes en Colombia <https://www.crcm.gov.co/es/pagina/inicio>.



**Ilustración 15: Propuesta de cargos de acceso del IOC y de las Concesionarias. Fuente: Elaboración propia con base en información recabada desde <https://www.subtel.gob.cl/inicio-concesionario/procesos-tarifarios/moviles-y-del-mismo-tipo/>.**

Cabe notar que las partes señalan haber realizado lo siguiente:

- a) Por una parte, los Ministerios hacen una red puramente 4G y considerando una tarifa eficiente determinada con base en Costo Incremental de Desarrollo, el resultado del cargo acceso promedio aproximado de 1.3 \$/min,
- b) La Concesionaria a su vez, determinó los cargos de acceso con base en una red mixta 3G y 4G, donde la voz era cursada exclusivamente a través de la infraestructura 3G, y utilizó la metodología de costos marginales para la determinación de la tarifa de cargo de acceso propuesta en su pliego tarifario. El resultado del aludido ejercicio es 1.27 \$/min.

Al observar la evidencia, estamos en presencia de un caso en que los costos incrementales de una red 4G son similares aproximadamente al costo marginal de una red 3G. Lo anterior sugiere entonces que, en este caso particular, y en línea con toda la evidencia previa, se sigue sosteniendo la superioridad de 4G, por cuanto es esperable que, al utilizar la misma metodología de costos, el resultado sería menor, y por ende más eficiente, siempre en el caso de una red 4G pura.

### 3.3.3 Opinión y recomendación de la Comisión Pericial

En conclusión, luego del análisis de la evidencia empírica, teórica y del caso particular expuesto por las partes, es posible concluir que, un esquema de empresa eficiente en que se utilice una red 4G pura, es más eficiente que un esquema en que se utilice una red legada 3G en conjunto con una red 4G. Por lo que se recomienda que en la regulación de los cargos de acceso móviles se utilice un esquema de red basado únicamente en la tecnología 4G.

## 4 Referencias bibliográficas

Ahn, H., y M. Lee, 1999. An econometric analysis of the demand for access to mobile telephone networks. *Information Economics and Policy* 11.

Ayman ElNashar, A., M.A. El-saidny y M.R. Sherif, 2014. *Design, Deployment and Performance of 4G-LTE Networks*. John Wiley and Sons, Inc. ISBN: 978-1-118-68321-7.

Body of European Regulators for Electronic Communications (BEREC), 2018, *BEREC Annual Reports 2017*, BOR 18(104).

Bikhchandani, S., Hirshleifer, D., e I. Welch, 1992. A Theory of Fads, Fashion, Custom, and Cultural Change as Informational Cascades, *Journal of Political Economy* 100.

Brnovic, N.R., 2017. Trends in the Evolution of Voice Services: A Comprehensive Survey. 26-07-2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11277-017-4666-5>. Springer US. Journal: *Wireless Personal Communications*. Issue 2/2017. Print ISSN: 0929-6212. Electronic ISSN: 1572-834X.

Crandall, R. W. y L. Waverman, (2000). *Who pays for universal service? When telephone subsidies become transparent*. Washington, DC: Brookings Institution Press.

Garbacz, C. y H.G. Thompson, 2002. Estimating telephone demand with state decennial census data from 1970–1990. *Journal of Regulatory Economics*, 21.

Garbacz, C. y H.G. Thompson, 2003. Estimating telephone demand with state decennial census data from 1970–1990: Update with 2000 data. *Journal of Regulatory Economics*, 24.

Garbacz, C. y H.G. Thompson, 2005. Universal telecommunications service: A world perspective. *Information Economics and Policy*, 17.

Garbacz, C. y H.G. Thompson, 2007. Demand for Telecommunication Services in Developing Countries. *Telecommunications Policy* 31.

Green, S. B. (1991). How many subjects does it take to do a regression analysis? *Multivariate Behavioral Research*, 26.

Gruber, H. y F. Verboven,, 2000. The Diffusion of Mobile Telecommunications Services in the European Union Countries, *European Economic Review* 45

Gruber, H. y F. Verboven, (2001). The evolution of markets under entry and standards regulation, the case of global mobile telecommunication, *International Journal Of Industrial Organization* 19.

Hausman, J.A., A. Pakes y G.L. Rosston. 1997. Valuing the Effect of Regulation on New Services in Telecommunications”. *Brookings Papers on Economic Activity. Microeconomics*. Vol. 1997.

Jun, D.B. y Y.S. Park, 1999. A choice-based diffusion model for multiple generations of products, *Technological Forecasting and Social Change* 61.

Jun, D.B., Kim, S.K., Park, Y.S., Park, H.M. y A.R. Wilson, 2002. Forecasting telecommunication service subscribers in substitutive and competitive environments, *International Journal of Forecasting* 18(4).



Katz, J.E. y P. Aspden, 1998. Theories, data, and potential impacts of mobile communications: a longitudinal analysis of US national surveys. *Technology Forecasting and Social Change* 57.

Katz, M. Y C. Shapiro, 1985. Network Externalities, Competition and Compatibility, *American Economic Review* 75

Koski, H., 1999, The Installed Base Effect: Some Empirical Evidence from the Microcomputer Market, *Economics of Innovation and New Technology* 8.

Kosky, H. y T. Kretschmer, 2005, Entry, Standards and Competition: Firm Strategies and the Diffusion of Mobile Telephony, *Review of Industrial Organization* 26(1).

Krenik, B. (Chief Technical Officer, Texas Instruments Inc.). 4G Wireless Technology: When will it happen? What does it offer?. IEEE Conference. November 3-5, 2008 / Fukuoka, Japan. Laffont, J.J y J. Tirole. *Competition in Telecommunications. Munich Lectures in Economics.* MIT Press. ISBN: 0262621509, 9780262621502. 2001.

Martino, J., 1993, *Technological Forecasting for Decision Making*, 3<sup>rd</sup> Edition, Mc-Graw-Hill.

Narayanan, G., 2004. *Managing Technology and Innovation for Competitive Advantage*, 1<sup>st</sup> Edition, Prentice-Hall.

Ofcom. Consultation. "mobile call termination market review 2018-21". Publication date: 27 June 2017.

Pérez, A., 2013. *Voice over LTR: EPS and IMS Networks*". John Wiley & Sons Inc. ISBN: 978-1-84821-534-4. 2013.

Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). New York, NY: The Free Press.

Salinger, J., 1998. Regulating Prices to Equal Forward-Looking Costs: Cost-Based Prices or Price-Based Costs?" *M.A. Journal of Regulatory Economics* 14: 149.

Saloner, G. y A. Shepard, 1995. Adoption of Technologies with Network Effects: An Empirical Examination of the Adoption of Automated Teller Machines, *Rand Journal of Economics* 26.

Wong, C.Y., V.G.R. Chandran y B.K Ng, 2016, Technology Diffusion in the Telecommunications Services Industry of Malaysia, *Information Technology for Development* 22(4).

## 5 Anexos: Actas de reuniones

**ACTAS DE LA COMISIÓN PERICIAL A LAS CONTROVERSIAS REALIZADAS POR CLARO CHILE S.A., EN RELACIÓN A LAS OBJECIONES Y CONTRAPROPOSICIONES PLANTEADAS POR LOS MINISTERIOS AL ESTUDIO TARIFARIO PRESENTADO POR DICHA COMPAÑÍA**

**PROCESO TARIFARIO CLARO CHILE S.A. 2019-2024**

**ESTAS ACTAS DESCRIBEN LOS CONTENIDOS DE LAS SESIONES CELEBRADAS POR ESTA COMISION PERICIAL DURANTE SU PERÍODO DE FUNCIONAMIENTO.**

  
Claudio A. Agostini G.

  
Rodrigo J. Harrison V

  
Juan E. Pérez R.

Santiago, 26 de Diciembre de 2018

<b>Comisión Pericial CLARO CHILE S.A.</b>					
Integrantes	:	Claudio Agostini Rodrigo Harrison Juan Pérez			
Acta de Reunión N°	:	1	Fecha	:	12/12/2018
Hora Inicio	:	10:30 hrs.	Hora Termino	:	11:30 hrs.
Temas Tratados	:	Modo de operación de la CP			

Con esta fecha se ha realizado la primera sesión de la Comisión Pericial de CLARO CHILE S.A. con los siguientes temas:

- Se designó al presidente de la Comisión Pericial al perito Sr. Claudio Agostini G.
- Se definió una agenda de trabajo: temas y fechas, y modo de operación de la Comisión Pericial

<b>Comisión Pericial CLARO CHILE S.A.</b>					
Integrantes	:	Claudio Agostini Rodrigo Harrison Juan Pérez			
Acta de Reunión N°	:	2	Fecha	:	14/12/2018
Hora Inicio	:	11:00 hrs.	Hora Termino	:	17:00 hrs.
Temas Tratados	:	Revisión detallada de las controversias			

Con esta fecha se ha realizado la segunda sesión de la Comisión Pericial de CLARO CHILE S.A. en que se trataron los con los siguientes temas:

- Lectura y aprobación del acta anterior.
- Se determinaron los honorarios de la Comisión Pericial
- Se detalló la agenda de temas y reuniones
- Se solicitó al Sr. Felipe Frías, Jefe de la División Jurídica de la Subtel, que quién corresponda organice para el día miércoles 19 de Diciembre de 2018 las presentaciones de las controversias por parte de Subtel y Claro Chile S.A. Adicionalmente se le solicitó se nos enviase el anexo 2 del IOC y sus respaldos.
- El Sr. Frías responde que coordinará lo solicitado.
- Se revisaron en detalle cada una de las controversias presentadas por la Concesionaria.

<b>Comisión Pericial CLARO CHILE S.A.</b>					
Integrantes	:	Claudio Agostini Rodrigo Harrison Juan Pérez			
Acta de Reunión N°	:	3	Fecha	:	18/12/2018
Hora Inicio	:	15:30 hrs.	Hora Termino	:	19:10 hrs.
Temas Tratados	:	Metodología y estrategias de resolución de las controversias			

Con esta fecha se ha realizado la tercera sesión de la Comisión Pericial de CLARO CHILE S.A. con los siguientes temas:

- Análisis, resolución y redacción de controversias.
- Se revisó con detalle la controversia relacionada con la proyección de demanda en cuanto a los análisis presentados por las partes y la metodología econométrica, datos y analisis adicionales para dirimir.
- Se revisó la controversia relacionada con la tecnología de la empresa eficiente, definiéndose los criterios adecuados para su análisis.
- Finalmente, se trató la controversia relacionada con la metodología del cálculo tarifario, discutiéndose las definciones y el rol de los CID y los costos marginales y los potenciales mecanismos de asignación.

<b>Comisión Pericial CLARO CHILE S.A.</b>					
Integrantes	:	Claudio Agostini Rodrigo Harrison Juan Pérez			
Acta de Reunión N°	:	4	Fecha	:	19/12/2018
Hora Inicio	:	11:00 hrs.	Hora Termino	:	19:20 hrs.
Temas Tratados	:	Cálculos y análisis para estudio de controversia 1 y 3			

Con esta fecha se ha realizado la cuarta sesión de la Comisión Pericial de CLARO CHILE S.A. con los siguientes temas:

- Lectura y aprobación del acta anterior.
- Se revisó con detalle la controversia relacionada la proyección de demanda en cuanto a los métodos econométricos adecuados para las estimaciones.
- Se procedió a hacer las estimaciones y evaluar los distintos resultados para las el análisis de penetración de telefonía móvil y MOU.
- Análisis y discusión preliminar de controversia tres.



<b>Comisión Pericial CLARO CHILE S.A.</b>					
Integrantes	:	Claudio Agostini Rodrigo Harrison Juan Pérez			
Acta de Reunión N°	:	5	Fecha	:	20/12/2018
Hora Inicio	:	14:30 hrs.	Hora Termino	:	19:30 hrs.
Temas Tratados	:	Cálculos y análisis para estudio de controversia 1			

Con esta fecha se ha realizado la quinta sesión de la Comisión Pericial de CLARO CHILE S.A. con los siguientes temas:

- Lectura y aprobación del acta anterior.
- Se revisó con detalle la controversia relacionada la proyección de demanda de tráfico unitario de datos.
- Se procedió a hacer las estimaciones y evaluar los distintos resultados.
- Se discutió en forma preliminar la controversia dos
- Se coordinó los temas a tratar para la reunión del día siguiente entre las partes.

<b>Comisión Pericial CLARO CHILE S.A.</b>					
Integrantes	:	Claudio Agostini Rodrigo Harrison Juan Pérez			
Acta de Reunión N°	:	6	Fecha	:	21/12/2018
Hora Inicio	:	12:00 hrs.	Hora Termino	:	14:00 hrs.
Temas Tratados	:	Presentación de Controversias e Informes de los Ministerios			

Con esta fecha se ha realizado la sexta sesión de la Comisión Pericial de CLARO CHILE S.A. con los siguientes temas:

- Lectura y aprobación del acta anterior.
- Presentación de Controversias por parte de la Concesionaria.
- Presentación del Informe de los Ministerios en respuestas a las Controversias.
- Se efectuaron preguntas y se debatieron los principales argumentos.

<b>Comisión Pericial CLARO CHILE S.A.</b>			
Integrantes	:	Claudio Agostini Rodrigo Harrison Juan Pérez	
Acta de Reunión N°	:	7	Fecha : 21/12/2018
Hora Inicio	:	15:00 hrs.	Hora Termino : 19:00 hrs.
Temas Tratados	:	Revisión de las presentaciones	

Con esta fecha se ha realizado la séptima sesión de la Comisión Pericial de CLARO CHILE S.A. con los siguientes temas:

- Lectura y aprobación del acta anterior.
- Revisión de las presentaciones de las partes.
- Discusión detallada de la controversia 3 e información necesaria para zanjarla
- Coordinación y cronograma de resolución de controversias.

<b>Comisión Pericial CLARO CHILE S.A.</b>			
Integrantes	:	Claudio Agostini Rodrigo Harrison Juan Pérez	
Acta de Reunión N°	:	8	Fecha : 22/12/2018
Hora Inicio	:	1:00 hrs.	Hora Termino : 1:00 hrs.
Temas Tratados	:	Análisis y Redacción de Resolución de Controversias	

Con esta fecha se ha realizado la octava sesión de la Comisión Pericial de CLARO CHILE S.A. con los siguientes temas:

- Lectura y aprobación del acta anterior.
- Análisis, resolución y redacción de controversias.

<b>Comisión Pericial CLARO CHILE S.A.</b>			
Integrantes	:	Claudio Agostini Rodrigo Harrison Juan Pérez	
Acta de Reunión N°	:	9	Fecha : 23/12/2018
Hora Inicio	:	16:00 hrs.	Hora Termino : 21:00 hrs.
Temas Tratados	:	Análisis y Redacción de Resolución de Controversias	

Con esta fecha se ha realizado la novena sesión de la Comisión Pericial de CLARO CHILE S.A. con los siguientes temas:

- Lectura y aprobación del acta anterior.
- Análisis, resolución y redacción de controversias.