Informe para la Comisión Federal de Telecomunicaciones (COFETEL)

Servicios de asesoría especializados para la elaboración de los modelos de costos de servicios de interconexión – **Enfoque conceptual**

No. IA-009D0001-T16-2011

25 de abril del 2012

Ref: 34609-133

www.analysysmason.com

Índice de contenidos

1	**Introducción**	**1**
1.1	Alcance del informe	1
1.2	Encuadre regulatorio	3
1.3	Estructura del informe	5
2	**Principios para la elaboración de los modelos de costos**	**6**
2.1	Competitividad y contestabilidad	6
2.2	Costeo de largo plazo	6
2.3	Costeo incremental	7
2.4	Costos incurridos de manera eficiente	8
2.5	Costos de la oferta del servicio utilizando tecnologías modernas	8
2.6	Costos a futuro	9
3	**Aspectos del operador**	**10**
3.1	Tipo de operador	10
3.2	Configuración de la red de un operador eficiente	13
3.3	Tamaño de un operador eficiente	16
4	**Aspectos relacionados con la tecnología**	**18**
4.1	Arquitectura moderna de red	18
4.2	Red de telefonía fija	26
4.3	Demarcación de las capas de red	33
4.4	Nodos de la red	34
5	**Aspectos relacionados con los servicios**	**38**
5.1	Servicios a modelar	38
5.2	Volúmenes de tráfico	42
5.3	Costes mayoristas o minoristas	43
6	**Aspectos relacionados con la implementación de los modelos**	**45**
6.1	Selección del incremento de servicio	45
6.2	Depreciación	49
6.3	Costo de capital promedio ponderado (CCPP)	52
6.4	Costo de la deuda	56
6.5	Aplicación de un mark-up	58

Anexo A Aplicación de la depreciación económica

Copyright © 2012. Todo el material incluido en el presente documento se rige por el contrato entre Analysys Mason y la COFETEL y se utilizará solamente para los fines indicados en el contrato entre Analysys Mason y la COFETEL.

Analysys Mason Limited Sucursal en España
José Abascal 44 4°
28003 Madrid
España
Tel: +34 91 399 5016
Fax: +34 91 451 8071
madrid@analysysmason.com
www.analysysmason.com

Sede Central: Analysys Mason Limited
Bush House, North West Wing, Aldwych
London WC2B 4PJ, UK
No. 5177472, C.I.F. W0066133J

1 Introducción

La Comisión Federal de Telecomunicaciones ('COFETEL') seleccionó a Analysys Mason Limited ('Analysys Mason') para el desarrollo de modelos de costos incrementales totales promedio de largo plazo (CITLP) elaborados de manera ascendente ('*bottom-up*', en inglés) con el fin de comprender la estructura de costos de los siguientes servicios en México:

- terminación de tráfico de voz en redes de telefonía móvil
- originación y terminación de tráfico de voz en redes de telefonía fija
- enlaces de interconexión
- servicios de datos
- otros servicios de interconexión: coubicación, facturación y cobranza.

Analysys Mason y la COFETEL acordaron un proceso para la elaboración y su posterior entrega a la COFETEL de los modelos BULRIC que serán utilizados por ésta última para determinar las tarifas de interconexión para el periodo para el cual se ha diseñado el modelo (2012-2014). Este proceso ofreció a los operadores fijos y móviles la oportunidad de participar en varios puntos del proyecto, como fueron la recogida de datos y las reuniones presenciales durante la visita a México DF de Analysys Mason.

Recientemente, la COFETEL le ha adjudicado a Analysys Mason el contrato *Servicios de Asesoría Especializados para el Apoyo a la Consulta Pública de los Modelos de costos de Servicios de Interconexión Fijos y Móviles.* Este proyecto tiene por objetivo apoyar a la COFETEL en la consulta pública sobre el modelo de costos de un operador fijo y de un operador móvil. El modelo resultante se utilizará para resolver desacuerdos sobre interconexión de acuerdo con el Artículo 42 de la Ley Federal de Telecomunicaciones.

Este informe presenta el enfoque conceptual propuesto para el desarrollo de los modelos BULRIC.

1.1 Alcance del informe

Los principios conceptuales de relevancia para el desarrollo de los modelos de costos que se abordan en el presente documento se clasifican en función de cuatro dimensiones clave para la determinación de los costos de los servicios modelados: operador, tecnología, servicios e implementación, tal y como se muestra en la Figura 1.1.

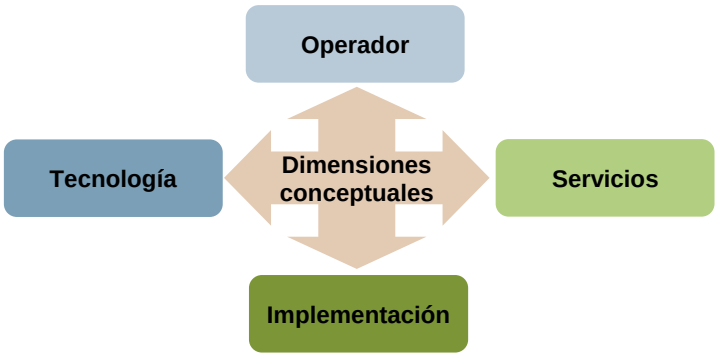


Figura 1.1: Marco para la clasificación de los principios conceptuales [Fuente: Analysys Mason]

Operador

Las características del operador a modelar tiene una importancia significativa en el enfoque conceptual que se debe adoptar, con importantes implicaciones de costos:

- ¿Qué **implementación estructural** se debe aplicar en el modelo? En general, esta pregunta tiene por objetivo decidir si los modelos se construyen de manera descendente (*top down*) a partir de las cuentas del operador o si se desarrolla un modelo de diseño de red más transparente basado en la metodología ascendente (*bottom up*). Este punto no será tratado más adelante en este documento dado que la COFETEL ha tomado ya la decisión de que los modelos de costos, tanto para la telefonía fija como móvil, se elaborarán de manera ascendente con una reconciliación con datos reales de los operadores.
- ¿Qué **tipo** de operador se debe modelar – un operador real, un operador medio, un operador hipotético existente o un nuevo entrante hipotético?
- ¿Cuál es la **cobertura** del operador que se va a modelar – tiene la obligación de ofrecer un servicio nacional (o por lo menos 99% de la población), o algún tipo de cobertura regional específica?

Tecnología

El tipo de red que se modelará depende de las siguientes decisiones conceptuales:

- ¿Qué **tecnología y arquitectura de red** se deben implementar en las redes modeladas? Esta dimensión abarca una amplia gama de decisiones tecnológicas que tienen por objeto definir un estándar eficiente para la prestación de los servicios mencionados arriba.
- ¿Cuál es la forma adecuada de definir los **nodos de red** y el nivel de coubicación en estos nodos? Durante la construcción de los modelos de red de manera ascendente y utilizando la tecnología moderna, es necesario determinar qué funcionalidades deben estar presentes en las diferentes capas de los nodos de red. Las dos opciones incluyen un enfoque *scorched-node* o *scorched-earth*, aunque los ajustes de nodo se pueden considerar tanto en redes fijas como móviles.

Servicio

Dentro de esta dimensión, se define el alcance de los servicios que se examinarán:

- ¿Qué **conjunto de servicios** soporta el operador modelado?
- ¿Cómo deben determinarse los **volúmenes de tráfico**?
- ¿De qué manera se definen los servicios complementarios de **coubicación e interconexión**?
- ¿Están los costos calculados a nivel **mayorista** o **minorista**?

Implementación

Es necesario definir ciertos principios de implementación para llegar a un modelo de costos final, incluyendo:

- ¿Qué **incrementos** deben ser costeados?
- ¿Qué método de **depreciación** se debe aplicar a los gastos anuales?
- ¿Cuál es el **costo de capital promedio ponderado (CCMP)** para el operador modelado?
- ¿Qué **mecanismo de margen adicional** debe ser aplicado a los costos que son comunes a los incrementos?

1.2 Encuadre regulatorio

Según los principios regulatorios aprobados en la Decisión del 23 de abril de 2011, la COFETEL define ya algunos de los principios para la elaboración de los modelos de costos. Por ejemplo, se:

- empleará la metodología de costos incrementales promedio de largo plazo (CITLP)
- utilizará el enfoque de modelos ascendentes (*bottom-up*)
- se utilizará la metodología de margen equi-proporcional para la recuperación de los costos comunes relevantes
- repartirán a los servicios los costes comunes y compartidos relevantes
- empleará un enfoque *scorched earth* que se calibrará con los elementos de red presentes en las redes actuales
- utilizará la depreciación económica para calcular la amortización de los activos
- usará la metodología de las tecnologías eficientes disponibles dentro del periodo utilizado en el modelo para valorar el costo de los equipos presentes
- tendrá en cuenta para determinar la escala de un concesionario representativo el número de concesionarios que prestan servicios de interconexión
- empleará la metodología del costo de capital promedio ponderado para el cálculo del costo de capital
- producirá la exclusión de los costos no asociados a la prestación de servicios de interconexión (p.ej. externalidades).

Los principios presentados en este informe son compatibles con los ya determinados por la COFETEL. Por lo tanto, este informe sobre el enfoque conceptual se centra en los puntos

adicionales a los principios presentados por la COFETEL que se deberán tomar en consideración para los modelos CITLP y las implicaciones correspondientes.

1.3 Estructura del informe

El presente documento se estructura como sigue:

- **Sección 2**: introduce los principios para la elaboración de los modelos de costos
- **Sección 3**: describe los aspectos específicos relacionados con el tipo de operador a modelar
- **Sección 4**: presenta los aspectos conceptuales relacionados con el tipo de tecnología a modelar
- **Sección 5**: examina los aspectos conceptuales relacionados con los servicios a modelar
- **Sección 6**: define los aspectos conceptuales relacionados con la implementación de los modelos.

El informe incluye un anexo que contiene material complementario:

- **Anexo A**: aplicación de la depreciación económica.

2 Principios para la elaboración de los modelos de costos

Esta sección presenta los principales aspectos conceptuales sobre la metodología de costos incrementales de largo plazo para los servicios de terminación en redes fijas y móviles. Está estructurada como sigue:

- competitividad y contestabilidad (Sección 2.1)
- costeo de largo plazo (Sección 2.2)
- costeo incremental (Sección 2.3)
- costos incurridos por un operador eficiente (Sección 2.4)
- costos de la oferta del servicio utilizando tecnologías modernas (Sección 2.5)
- costos a futuro (Sección 2.6).

2.1 Competitividad y contestabilidad

Los costos incrementales de largo plazo (CILP) reflejan el costo adicional que una concesionaria incurre en el largo plazo por la prestación de un servicio en un mercado competitivo y contestable. Un entorno de competencia efectiva asegura que los operadores obtengan una rentabilidad razonable sobre el capital invertido en el largo plazo, es decir, durante un periodo discreto de tiempo.

La contestabilidad asegura que los precios de los servicios existentes reflejen los costos de proveer dichos servicios en un mercado al que pueden entrar nuevos competidores utilizando tecnologías modernas. Con estos criterios se logra que los operadores no puedan recobrar los costos contraídos de manera ineficiente y que se requiera una evolución de largo plazo en la recuperación de costos de un operador (ya que un nuevo entrante no tendría las restricciones asociadas con la recuperación de costos históricos).

2.2 Costeo de largo plazo

Los costes incurridos por un operador son consecuencia de la existencia de demanda de sus servicios o de cambios en la estructura de la misma. Los costos de largo plazo incluyen la totalidad de los costos incurridos por el operador para satisfacer la demanda de sus servicios, por lo que también incluye el precio de reposición de los activos que intervienen en la prestación de los distintos servicios. Como tal, la duración del 'largo plazo' puede ser considerada al menos tan larga como la duración del activo de la red fija con mayor vida útil.

Considerar los costos de largo plazo es percibido como una representación fiable de los costos incurridos por un operador ya que todos los elementos necesarios para proveer la demanda de servicio, estarían incluidos y serían promediados de alguna forma a lo largo de la duración del servicio. Por otro lado, los costos a corto plazo son incurridos en el momento de proveer el servicio, y suelen variar significativamente. Por ejemplo, cuando un operador lanza un nuevo servicio, el aumento en la demanda puede llevar a que el operador tenga que instalar capacidad adicional para poder hacer frente al aumento en la demanda y por tanto sus costos unitarios serán

mayores en el corto plazo, pero estos disminuirán con la mejor utilización de la capacidad instalada por el aumento y estabilización de la demanda.

En conclusión, con la metodología CILP, será necesario identificar los costos incrementales como todos los costos, que son incurridos en el largo plazo para soportar la demanda de servicio del incremento.

2.3 Costeo incremental

Dado que un operador ofrece distintos productos o servicios, el costo incremental es el cambio en el costo total, determinado por el aumento en la oferta (prestación) de un servicio particular, bajo el supuesto de que todas las otras actividades productivas permanecen sin cambios. En otras palabras, el costo incremental puede definirse como el costo total que evitaría un operador si cesara la provisión de ese servicio particular.

En la definición del incremento, o incrementos, que se utilizarán en los modelos de costos existe una flexibilidad considerable y la elección debe ser adecuada para la aplicación específica del modelo. Entre las definiciones de incremento potenciales están:

- la unidad marginal de demanda de servicio
- la demanda total de demanda de servicio
- la demanda total para un grupo de servicios
- la demanda total para todos los servicios agregados.

En la Figura 2.1 se ilustra cómo interactúan las posibles definiciones de incrementos con los diferentes costos incurridos en un negocio que presta cinco servicios.

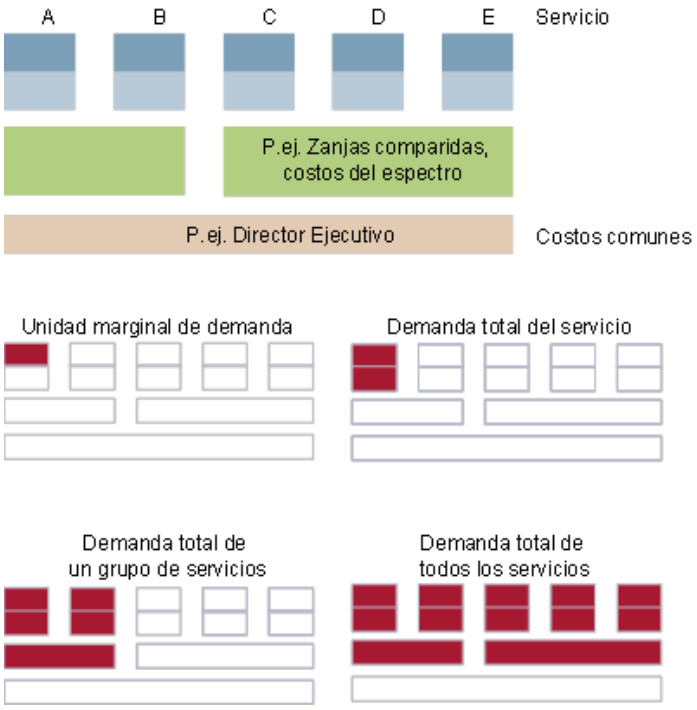


Figura 2.1: Definiciones de posibles incrementos [Fuente: Analysys Mason, 2012]

En la Sección 5 se presenta en mayor detalle la definición de los incrementos propuestos para los modelos de costos.

2.4 Costos incurridos de manera eficiente

Para lograr establecer los incentivos operacionales y de inversión adecuados para los operadores regulados, es necesario que se permita contabilizar sólo los costos incurridos de manera eficiente para determinar los precios regulados. La aplicación de este principio específicamente para un modelo de costos depende de varios aspectos:

- detalle y comparación de la información proporcionada por cada uno de los operadores
- detalle de las labores de modelado realizadas
- la capacidad para poder aislar gastos ineficientes
- lo estricto de la comparativa (benchmark) de eficiencia que se aplique.[1]

Los operadores mexicanos se encuentran activos en un mercado donde existe una oferta competitiva de infraestructura y servicios a dichos operadores. Por consiguiente, la expectativa de ineficiencias en las redes es limitada. Aun así, es necesario realizar una evaluación robusta sobre los costos eficientemente incurridos tanto para el mercado fijo como el móvil.

La eficiencia también puede ser considerada como una dimensión de tamaño. Para un despliegue de red específico, un operador puede estar operando por debajo de un nivel eficiente por su tamaño, con lo que parecería que el costo unitario de sus servicios es alto en comparación con el de operadores más grandes o que tengan un despliegue de red mejor ajustado a su tamaño.

2.5 Costos de la oferta del servicio utilizando tecnologías modernas

En un mercado contestable, un nuevo entrante que compita para ofrecer un servicio desplegaría tecnología moderna – ya que esta sería la mejor opción para tener una red eficiente. Esto implica cuatro aspectos de "modernidad": la tecnología de red (p.ej. TDM, IP, 2G, 3G, LTE, etc.), la capacidad del equipo, el precio de dicha capacidad y los costos de operación y mantenimiento. Por consiguiente, un modelo CILP debe capturar dichos aspectos:

- La tecnología seleccionada tiene que ser eficiente. Las tecnologías anteriores que están siendo remplazadas no pueden ser consideradas modernas.
- La capacidad del equipo tiene que reflejar estándares actualizados. En el caso de la infraestructura de redes móviles, algunos elementos de red, por su funcionalidad, requieren tener capacidad constante (p.ej. un TRX tiene por definición ocho canales). Otros elementos de red tendrán capacidad incremental (p.ej. la capacidad de un MSC aumenta con nuevos procesadores pero disminuye con nuevas aplicaciones – algunas de las cuales serán implementadas para servicios de datos). Los conmutadores también aumentan su capacidad con el tiempo; los conmutadores de nueva generación podrían ser optimizados para mejorar su capacidad (ejemplificando, en redes de 3G el MSS sólo realiza el control a nivel de llamada y señalización, mientras que el MGW es el que conmuta el tráfico de voz).

[1] Por ejemplo: la más eficiente en México, la más eficiente en Latino América, la más eficiente en el mundo

- El precio moderno de los equipos representa el precio de un activo moderno a lo largo del tiempo. Este precio debe ser representativo del que se obtendría en México si se realizara un proceso de licitación competitivo.

- Los costos de operación y mantenimiento deben corresponder al de un equipo moderno y representar todos los costos relevantes de instalaciones, hardware y software en una operación eficiente de una red moderna.

La definición de un equipo moderno es bastante compleja. Los operadores fijos alrededor del mundo se encuentran en diferentes etapas de despliegue de redes de nueva generación basada en IP: desde etapas de planeación hasta operacionales. Igualmente, los operadores móviles en todas las regiones, se encuentran en diferentes etapas de actualización a redes 3G: incluyendo red de acceso, HSDPA y HSUPA y el nivel al que la conmutación MSS/MGW ha sido extendida.

Como referencia de comparativa internacional, la Comisión Europea, en su Recomendación 2009/396/CE sobre el tratamiento normativo de las tarifas de terminación de la telefonía fija y móvil en la Unión Europea,[2] establece que los modelos de costos deben basarse en las opciones tecnológicas eficientes disponibles dentro del marco temporal considerado por el modelo, en la medida en que puedan determinarse. Este ejemplo puede ser útil como comparación para la COFETEL, lo que junto con la situación del mercado de las telecomunicaciones mexicano (como se verá más adelante) y un modelo ascendente que se construyera hoy para México, asumiría que la red troncal esté basada en:

- una red de nueva generación (NGN) troncal para para las redes fijas
- una red de nueva generación (NGN) troncal para las redes móviles
- una combinación de segunda generación (2G) y tercera generación (3G) para las redes móviles.

2.6 Costos a futuro

Los costos a futuro determinan el nivel de recuperación de la inversión de un operador ahora y en periodos futuros de acuerdo con:

- niveles de gasto actuales (modernos)
- pronósticos de cambio en el volumen de la demanda
- pronósticos de cambio en el precio de los equipos
- pronósticos de cambio en la tecnología moderna (si aplica).

Los costos a futuro no deben tener en cuenta los costos históricos que un operador ya ha recuperado. El cálculo de la depreciación en un modelo CILP implica el seguimiento del principio de un modelo a futuro: algunos, pero no todos, métodos de depreciación proyectan la recuperación de costos a futuro. Las metodologías de depreciación, que se basan en gastos históricos o retrospectivos, pueden o no ser consistentes con un cálculo a futuro – dependiendo de si los periodos históricos son consistentes con un costeo a futuro durante toda la duración considerada. Los métodos de deprecación se tratan en mayor detalle en la Sección 5.

[2] Recomendación de la Comisión de 7 de mayo de 2009 *sobre el tratamiento normativo de las tarifas de terminación de la telefonía fija y móvil en la UE tratamiento normativo de las tarifas de terminación de la telefonía fija y móvil en la UE (2009/396/CE).* Disponible en http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do? uri=OJ:L:2009:124:0067:0074:ES:PDF.

3 Aspectos del operador

Esta sección describe los aspectos conceptuales relacionados con el tipo de operador a modelar. Está estructurada como sigue

- tipo de operador (Sección 3.1)
- configuración de la red de un operador eficiente (Sección 3.2)
- tamaño de un operador eficiente (Sección 3.3).

3.1 Tipo de operador

El tipo de operador que debe diseñarse en el modelo es el principal aspecto conceptual que determinará la estructura y los parámetros del modelo. Este aspecto conceptual también es importante para asegurar la consistencia entre los operadores seleccionados para el mercado fijo y móvil. Particularmente, un enfoque competitivo neutral a la terminación fija y móvil implica que el operador modelado debe tener características similares para ambos modelos.

Existen las siguientes opciones para definir el operador:

- **operadores existentes –** se calculan los costos de todos los operadores existentes en el mercado
- **operador promedio –** se promedian los costos de todos los operadores existentes para cada uno de los mercados (fijo y móvil) para definir un operador 'típico'
- **operador hipotético existente –** se define un operador con características similares a, o derivadas de, los operadores existentes en el mercado pero se ajustan ciertos aspectos hipotéticos como puede ser la fecha de entrada al mercado y la cuota de mercado
- **nuevo entrante hipotético –** se define un nuevo operador que entra al mercado en el 2011 o 2012 con una arquitectura de red moderna y que alcanza la cuota de mercado eficiente del operador representativo.

Se sugiere excluir la opción de utilizar operadores existentes porque:

- Reduce la transparencia en costos y precios.
- Incrementa el riesgo/complejidad en asegurar que se apliquen principios idénticos/consistentes si el método se aplicara a modelos individuales para cada operador fijo y móvil.
- Aumenta la dificultad para asegurar cumplir con el principio de eficiencia.

Por lo tanto, sólo se consideran tres opciones reales para el tipo de operador sobre el que se basarán los modelos. Las características de estas opciones se encuentran detalladas a continuación.

Figura 3.1: Opciones del operador a modelar [Fuente: Analysys Mason, 2012]

Característica	Opción 1 : Operador promedio	Opción 2: Operador hipotético existente	Opción 3: Nuevo entrante hipotético
Fecha de lanzamiento	Diferente para todos los operadores, por lo tanto utilizar un promedio no es significativo.	Puede ser establecida de forma consistente para los modelos fijo y móvil tomando en consideración hitos	Por definición, utilizar 2012 sería consistente para operadores fijos y móviles.

Característica	Opción 1 : Operador promedio	Opción 2: Operador hipotético existente	Opción 3: Nuevo entrante hipotético
		clave en el despliegue de las redes reales.	
Tecnología	Grandes diferencias en tecnología para el incumbente, alternativos y los operadores de cable por lo que un promedio no es significativo. La tecnología es semejante para tres de los operadores móviles, por lo cual es factible.	La tecnología utilizada por un operador hipotético puede definirse de forma específica, tomando en consideración componentes relevantes de las redes existentes.	Por definición, un nuevo entrante utilizaría la tecnología moderna existente.
Evolución y migración a tecnología moderna	Los principales operadores fijos han evolucionado en formas distintas por lo que es complicado definir una evolución promedio. Todos los operadores móviles usan, o están en vías de desplegar, la tecnología moderna (GSM y 3G).	La evolución y migración de un operador hipotético puede definirse de forma específica, teniendo en cuenta las redes existentes. Los despliegues de red anteriores pueden ser ignorados si se espera una migración a una tecnología de nueva generación en el corto/mediano plazo (lo cual ya está siendo observado en las redes actuales).	Por definición, un nuevo entrante hipotético comenzaría a operar con tecnología moderna, por lo que la evolución y migración no son relevantes. Sin embargo, la velocidad de despliegue y adquisición de usuarios serían datos clave para el modelo.
Eficiencia	Se podrían incluir costos ineficientes con un promedio.	Los aspectos de eficiencia pueden ser definidos.	Las opciones eficientes se pueden seleccionar para el modelo.
Transparencia con respecto al uso de un modelo ascendente (*bottom up*)	Puede ser difícil en el caso de las redes fijas ya que el operador promedio sería muy abstracto en comparación con los operadores existentes. El operador promedio móvil tendría más semejanzas con los operadores existentes.	La transparencia aumenta cuando el diseño del operador fijo es único y explícito y no el promedio de operaciones diversas. Debido a las semejanzas entre los operadores móviles, este enfoque sería transparente y un buen reflejo de la realidad.	En principio, un nuevo entrante hipotético tendría un diseño transparente, sin embargo esto implica que se necesiten más datos de los operadores reales para los parámetros hipotéticos.
Reconciliación practica con contabilidad descendente (*top-down*)	No es posible comparar directamente los costos de un operador promedio con los costos reales de los operadores. Solo es posible realizar comparaciones indirectas (p.ej. total de	No es posible comparar directamente los costos de un operador hipotético con los costos reales de los operadores. Sólo es posible realizar comparaciones indirectas (p.ej. total de	No es posible comparar directamente o indirectamente los costos de un nuevo entrante con los costos reales de los operadores sin realizar ajustes adicionales ya que no existen estados

Característica	Opción 1 : Operador promedio	Opción 2: Operador hipotético existente	Opción 3: Nuevo entrante hipotético
	gastos y asignaciones sobre costos).	gastos y asignaciones sobre costos).	de resultados futuros.

Existen cuatro aspectos clave que juegan un papel importante a la hora de decidir qué tipo de operador se debe utilizar en el modelo:

¿Es una buena opción para establecer regulación basada en costos?

Las tres opciones expuestas anteriormente pueden ser consideradas razonables para determinar los precios regulados de los servicios de interconexión mayorista en redes fijas y móviles. Sin embargo, en el caso de la opción 1, deben excluirse los costos que son producto de ineficiencias por parte de los operadores.

¿Qué modificaciones y adaptaciones son necesarias para adaptar información real al modelo?

La Figura 3.1 anterior resume las adaptaciones que se requerirán según el enfoque conceptual del modelo. A modo de ejemplo, una de las principales adaptaciones tendría que ser la fecha de entrada al mercado. Los operadores mexicanos muestran una amplia diversidad de fechas en términos de los niveles de tecnología desplegada en sus redes. Para cada una de las tres opciones, se requeriría una fecha de entrada al mercado arbitraria.

¿Hay lineamientos que deban seguirse?

Según las directrices establecidas por la COFETEL en su Decisión del 23 de abril de 2011, el operador debe ser eficiente, pero no especifica todas las características de ese operador. Esta postura es compatible con la que tomó la Comisión Europea en su Recomendación 2009/396/CE sobre el tratamiento normativo de las tarifas de terminación de la telefonía fija y móvil en la Unión Europea[3]. Para el caso de México, las tres opciones de operador presentadas satisfacen el requerimiento y cumplen con lo establecido en la Resolución de Abril del 2011.

Flexibilidad

Un modelo construido de acuerdo con la Opción 3 sería diseñado en forma que excluya migraciones tecnológicas anteriores. Estaría diseñado para comenzar sus cálculos de costos en el 2012.

Un modelo construido de acuerdo con la Opción 2 puede, desde un principio, también ser usado para calcular los costos de la Opción 3, básicamente mediante la modificación de los parámetros de lanzamiento tecnológico, despliegue de red y perfiles de cuota de mercado y tráfico.

Concepto propuesto 1: El modelo de costos se basará en la opción 2 (un operador hipotético existente) ya que permite determinar un costo compatible con los operadores

[3] Recomendación de la Comisión de 7 de mayo de 2009, , *sobre el tratamiento normativo de las tarifas de terminación de la telefonía fija y móvil en la UE (2009/396/CE).* Disponible en http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:124:0067:0074:ES:PDF.

actuales que ofrecen servicios de terminación fija y móvil en México, de tal manera que las características reales de red se puede tomar en cuenta durante el periodo considerado. El operador modelado será:

- Un operador de telefonía móvil que comenzó a desplegar una red nacional 2Gen la banda de 850MHz y 2G/3G en la banda de 1900MHz en 2005, y a comercializar sus servicios 2G/3G en el año 2007. Posteriormente complementa su red con capacidad de 2G con frecuencias en la banda de 1900MHz. La red refleja la tecnología disponible en el período comprendido entre el año 2007 y 2010. En particular, la red 3G tiene capacidad HSPA e incluye versiones modernas de los conmutadores para llevar un mayor volumen de tráfico de voz, datos móviles y el tráfico de banda ancha móvil. Las tecnologías 2G y 3G operarán en el largo plazo y no se contempla el apagado de la red 2G durante el periodo de modelado.

- Un operador fijo que comenzó a desplegar una red troncal NGN IP a nivel nacional en el año 2005, y que comienza a operar comercialmente en el año 2007. El diseño de la red troncal está vinculado a una opción específica de la tecnología de acceso de próxima generación (ej., cable o fibra). El núcleo de la red IP NGN será operado en el largo plazo.

3.2 Configuración de la red de un operador eficiente

La cobertura que ofrece un operador es un aspecto central del despliegue de una red. Para definir cuál es el nivel adecuado de cobertura es necesario contestar las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el nivel de cobertura aplicable al mercado actual?
- ¿Es distinto el nivel de cobertura del futuro del actual?
- ¿Cuántos años dura el despliegue de red?
- ¿Qué calidad[4] de cobertura debe proporcionarse en cada momento temporal?

La cobertura que ofrece un operador (fijo o móvil) es un dato de entrada fundamental para el modelo de costos. Un enfoque consistente implicará que los operadores hipotéticos fijos y móviles tendrán características comparables de cobertura.

Las definiciones de parámetros de cobertura tienen dos implicaciones importantes para el cálculo de costes:

[4] En el caso de una red fija, la calidad está relacionada con la disponibilidad, accesos compartidos, etc. En el caso de las redes móviles, la calidad de la cobertura se determina por la densidad de la señal radioeléctrica – en el interior de edificios, en lugares de difícil acceso, en lugares especiales (p.ej. aeropuertos, metro).

Nivel de costos unitarios debido al valor presente de los gastos

La velocidad, extensión y calidad de la cobertura lograda a través del tiempo determina el valor presente (PV) asociado con inversiones de red y costos operativos. La medida en que se incurre en estos costes antes de materializarse la demanda representa el tamaño del 'sobrecoste'. Cuanto mayor sea el sobrecoste más altos serán los eventuales costes unitarios del tráfico. El concepto de sobrecoste se muestra gráficamente en la Figura 3.2.

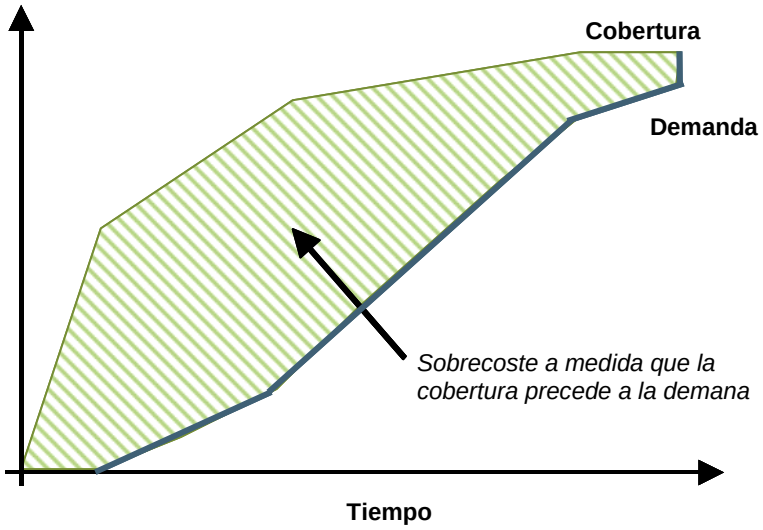


Figura 3.2: Sobrecoste [Fuente: Analysys Mason, 2012]

Identificación de elementos de red que varían en respuesta al tráfico

Los elementos de las redes de telefonía móvil podrán (o no) variar en función de los volúmenes de tráfico transportados, dependiendo de si la red de cobertura definida tiene suficiente capacidad de tráfico para la carga ofrecida. Esto tiene implicaciones particulares durante la aplicación de un incremento pequeño de tráfico de terminación mayorista.

Enfoque

Dado que tres de las cuatro redes de telefonía móvil tienen presencia nacional y cobertura superior, según sus propias declaraciones, al 90% de la población, esto debe reflejarse en el modelo. Aunque en un principio se consideraba como un servicio de 'telefonía móvil exterior', la cobertura de telefonía móvil interior es ahora considerable por lo que los consumidores y las empresas exigen a sus proveedores buena cobertura de señal interior. Debido a las pérdidas de penetración en edificios y los efectos de frecuencia, una buena cobertura exterior no se traduce directamente en una buena cobertura interior, por lo que para que la cobertura de telefonía móvil interior sea profunda a menudo exige inversiones en sitios adicionales como son:

- despliegue de emplazamientos macro exteriores para transmitir señales a través de las paredes de los edificios

- instalando micro y picocélulas interiores dedicadas que típicamente se enrutan de vuelta al conmutador de telefonía móvil vía un enlace fijo al edificio. Las picocélulas pueden clasificarse como o bien de acceso público (ej. en centros comerciales) o bien de acceso privado (ej. en soluciones interiores para empresas).

Estas soluciones inalámbricas dan servicio al tráfico que de otra forma podría (en algunas circunstancias[5]) transportarse al edificio, mediante un método de acceso fijo dedicado o una tecnología de muy alta capacidad (o en otras palabras con un coste marginal muy bajo). Así, se encuentra una sustitución entre ambas formas de tecnología interior. Por definición, prácticamente todas las llamadas de telefonía fija se harán en interiores[6]. Sin embargo, se estima que hasta un 60% del tráfico de telefonía móvil podría producirse también en el interior de edificios; y como mínimo un 30% desde el hogar o el trabajo.[7]

Debido a las expectativas actuales de los usuarios finales, y para que el modelo refleje la práctica de despliegue y volúmenes de tráfico de la actualidad, recomendamos la inclusión del nivel de cobertura interior actual. La consistencia entre los modelos fijo y móvil sugeriría que se asumiera cobertura cuasi-nacional para el operador fijo. Aunque se podría definir un límite para el despliegue de la red fija determinado por las zonas rurales donde los costos de terminación fija fueran mayores que los de una solución inalámbrica (p.ej. GSM), esto implicaría usar una medida subjetiva. Por lo tanto, utilizar la cobertura fija actual del operador de alcance nacional Telmex sería una forma más pragmática para definir la huella del operador fijo.

Si una cobertura de ámbito inferior al nacional fuese a redundar en diferencias de costos considerables y exógenas, podría argumentarse a favor de modelar la cobertura de menor ámbito. Sin embargo, los tres mayores operadores móviles operan a nivel nacional y Nextel tienen una amplia cobertura de población; así mismo los operadores regionales de cable no están limitados por factores exógenos para ampliar su cobertura ya que pueden expandir sus redes o fusionarse con otros operadores. En efecto, operadores alternativos como Axtel parecen haber lanzado operaciones comerciales en las zonas que han elegido a pesar de tener licencias de operación nacionales, mientras que operadores de cable han ido expandiendo su cobertura mediante la adquisición de licencias en ciudades y regiones que les interesaban Por lo tanto no es probable que se reflejen costos distintos a nivel regional por economías de escala geográficas menores a los costos de un operador eficiente nacional.

5 Resulta muy difícil estimar este efecto. Por ejemplo, en oficinas de empresa, la gente cambia de mesa o pasa tiempo en salas de reuniones; algunos edificios como los centros comerciales o aeropuertos no disponen de una solución de línea fija (PSTN), aunque podrían ser posibles métodos WiFi; la gente puede encontrarse en otros edificios (ej. segunda vivienda, casa del vecino, etc.).

6 Las cabinas telefónicas o VoIP basado en WLAN podrían estar en el exterior o lejos de casa.

7 Fuente: Strategy Analytics estima 'interior' como un 57% del uso de telefonía móvil; Korea Telecom estima que el 30% de las llamadas provenían de casa o del trabajo (Fuente: Wireless Broadband Analyst, 14 de noviembre de 2005); Swisscom estima que el 36% del uso se produce en casa y el 24% en la oficina (Fuente: Artículo de Swisscom Innovations, 2004).

Concepto propuesto 2: Los niveles de cobertura geográfica que serán reflejados en los modelos son comparables con los ofrecidos por el operador fijo nacional y los tres operadores móviles de alcance nacional en México.

3.3 Tamaño de un operador eficiente

Uno de los principales parámetros que define los costos unitarios del modelo es su cuota de mercado. Por lo tanto, es importante determinar la evolución de la cuota de mercado del operador y el periodo en que se da esta evolución.

Los parámetros seleccionados para definir la cuota de mercado de un operador en el tiempo impactan el nivel de los costos económicos calculados por el modelo. Estos costos pueden cambiar si las economías de escala en el corto plazo (despliegue de red en los primeros años) y en el largo plazo (costo del espectro) son explotados en su totalidad. Cuanto más rápido crece un operador[8], menor será el costo unitario eventual.

El tamaño del operador a modelar está primordialmente determinado por el número de operadores existentes en cada uno de los mercados (fijo y móvil).

La decisión de modelar un mercado móvil con tres operadores se justifica en la cantidad de espectro disponible y utilizado actualmente por los operadores, ya que el operador no dispondría de suficiente espectro para poder operar las tecnologías modernas y eficientes de 2G y 3G de manera efectiva en la banda de 850MHz si hubiera cuatro operadores. La disponibilidad de espectro para servicios móviles se tratará en más detalle en la Sección 4.1.1.

En el mercado fijo se observa que salvo ciertas zonas rurales, la mayor parte de la población del país podría contar cuando menos con dos opciones de operador, Telmex, un operador alternativo y/o algún operador de cable. Aun cuando la cuota de mercado de Telmex no refleja esta situación ya que sigue ostentando una cuota de mercado por encima del 75%,[9] para efectos del modelo se puede considerar un mercado de dos operadores.

Siendo consistentes con la idea de un mercado competitivo, eficiente y con precios basados en los costos para la interconexión, los modelos serán de un operador en un mercado completamente competitivo. En un mercado completamente competitivo para *n* operadores, cada operador tendrá una cuota de mercado de *1/n* en el largo plazo. En otras palabras, *1/n* de todo el mercado mayorista y minorista en México. Basándonos en lo anteriormente expuesto, las cuotas de mercado de los operadores a modelar serían (al menos) 50% (1/2) para el fijo y 33% (1/3) para el móvil.

Una última cuestión en lo que respecta al *tamaño eficiente* es el tiempo que tomará al operador modelado llegar a este estado estable. La velocidad con la que esto se logrará estará determinada

8 P.ej. el valor presente neto de la demanda – refleja el descuento de la combinación de la cuota de mercado eventual y la velocidad de adquisición de esta.

9 A finales de 2008 esta cuota de mercado era del 79,6% en las diez principales ciudades del país donde se esperaría que la competencia fuera mayor.

(por separado) por la velocidad del despliegue de red y el aumento de tráfico sobre la tecnología moderna dentro del mercado fijo y móvil relevante.

Concepto propuesto 3: En el largo plazo, se propone que la cuota de mercado estable será de 33% para el operador móvil[10] y 50% para el operador fijo.

Concepto propuesto 4: La velocidad de crecimiento en términos de cuota de mercado estará relacionada con el nivel de despliegue de red y el crecimiento de tráfico sobre la tecnología moderna.

Concepto propuesto 5: La cuota de mercado propuesta incluye los usuarios de proveedores de servicio alternativos (p.ej. ISPs) u operadores virtuales, ya que los volúmenes asociados a estos contribuyen a las economías de escala logradas por el operador modelado.

10 Esto concuerda con la escala mínima eficiente para un operador modelado del 20% indicada por la recomendación de la Comisión Europea (2009/396/EC).

4 Aspectos relacionados con la tecnología

Esta sección presenta los aspectos conceptuales relacionados con el tipo de tecnología que se modelará en los modelos fijos y móviles. Está estructurada como sigue

- arquitectura moderna de red (Sección 4.1)
- demarcación de las capas de red (Sección 4.2)
- nodos de la red (Sección 4.3).

4.1 Arquitectura moderna de red

Los modelos BULRIC fijo y móvil exigirán un diseño de arquitectura de red basado en una elección específica de tecnología moderna eficiente. Desde la perspectiva de regulación de la terminación, en estos modelos deben reflejarse tecnologías modernas equivalentes: esto es, tecnologías disponibles y probadas con el coste más bajo previsto a lo largo de su vida útil. Consideramos las opciones de arquitectura de red por separado para los dos modelos.

4.1.1 Red de telefonía móvil

Las redes móviles se han caracterizado por generaciones sucesivas de tecnología, donde los dos pasos más significativos han sido la transición del sistema analógico al digital 2G (GSM), y una expansión continua para incluir elementos de red y servicios relacionados con UMTS (3G). La arquitectura de redes de telefonía móvil se divide en tres partes: una capa de radio, una red de conmutación y una red de transmisión. Consideramos las opciones de arquitectura de redes en el resto de este apartado:

Capa de radio

Hay cuatro generaciones de estándares de tecnología móvil que podrían ser utilizados en el modelo, bien secuencialmente o de forma combinada: analógica (NMT o 1G), GSM (2G), UMTS (3G) y LTE (4G). Estas tecnologías se han impuesto a otras como CDMA o CDMA-2000 en la mayoría de los países, incluyendo México. Dado que el modelo debe utilizar tecnologías probadas y eficientes, se puede argumentar que la analógica y LTE, así como CDMA y CDMA-2000 no son relevantes para este modelo BULRIC. Esto es debido a que:

- A pesar de que la tecnología **analógica** fuera el activo moderno equivalente hace veinte años, esto ya no es el caso. La inclusión de esta tecnología en un modelo de costos utilizado para determinar precios regulados a partir de 2012 no satisface los estándares de eficiencia–equivalente modernos. Telcel (en el informe anual de América Móvil del año 2010) reporta tener todavía 1,9% de sus suscriptores en TDMA. Por lo ya explicado no consideraremos esta tecnología en el modelo.

- El número de suscriptores **CDMA** es minoritario y representa únicamente un 4% del total de suscriptores.[11] Es además una tecnología que está perdiendo peso entre los operadores en beneficio de la tecnología GSM y UMTS – así, en el mercado mexicano, Movistar abandonó la tecnología CDMA en el año 2007 a favor de la tecnología GSM y está utilizando esta frecuencia para ofrecer servicios FWA.

- Aunque las tecnologías móviles de **cuarta generación** como LTE podrán desplegarse en el medio-largo plazo en México, se prevé que estas redes se centren en el transporte de servicios móviles de datos de alta velocidad. La banda de espectro más probable (1.7-2.1GHz o AWS, tal y como ha anunciado Telcel que planea hacer) también será de alta frecuencia, lo que hace que sea menos adecuada para para despliegues de amplia cobertura – particularmente si se dispone de redes de frecuencias equivalentes (1900MHz – PCS) o más bajas (850MHz – CEL). Dada la gran capacidad disponible en una red moderna UMTS, es poco probable que una red adicional de cuarta generación se utilice para entregar grandes volúmenes de terminación mayorista de voz de telefonía móvil a corto o medio plazo. En cuanto a los servicios de datos, los operadores mexicanos actuales se estarían centrando en incrementar su cobertura HSDPA para la provisión de los mismos. Debido a esta apuesta y a la necesidad de recuperar los costes incurridos (presentes y futuros), estimamos que la tecnología relevante para la prestación de estos servicios será HSDPA.

Por lo tanto, el modelo BULRIC móvil debería limitarse a modelar tecnologías de radio 2G y 3G. Ambas tecnologías están probadas y disponibles. 3G es una tecnología más reciente (y que ofrece una mayor capacidad) que permite unas mayores economías de alcance, principalmente a través de los servicios de datos móviles. Sin embargo, el costo de un despliegue de red, ya sea en 2G y/o 3G, estará fuertemente influenciado por la banda de frecuencia en la que se despliegue. En efecto, una red de radio (2G o 3G) desplegada en una banda de espectro alta como 1900MHz no podrá resultar en un coste menor (con el perfil de tráfico de voz y datos actual) que su equivalente en banda de espectro baja – 850MHz. Esto se debe al menor radio de cobertura de las estaciones base que utilizan frecuencias en bandas de espectro como 1900MHz, que requieren una malla de estaciones base más estrecha y que no tienen la mayor penetración en edificios de las señales de 850MHz.

En México los operadores desplegaron su red GSM inicialmente en bandas de frecuencia menores de 1GHz – 850MHz – para una red de cobertura en aquellas regiones en las que disponían del mismo (Movistar e Iusacell habrían desplegado su red de cobertura utilizando la banda de frecuencias de 1900MHz en las regiones donde no disponían de espectro en <1GHz), con un despliegue posterior de BTS en la banda de 1900MHz para aportar capacidad adicional a la red. Cuando se desplegaron las redes UMTS en 2007/2008, los operadores siguieron un esquema de despliegue de una red de capacidad en frecuencias altas (1900MHz).

[11] Fuente: Wireless intelligence.

Actualmente hay poca tracción de los servicios 3G de voz en México (Telcel reportaba en el informe anual de 2010 de América Móvil que sus suscriptores 3G eran el 12,4% del total), mientras que la gran mayoría del tráfico de voz sigue siendo llevado por las redes 2G. Esto indica que la tecnología 2G tendrá un rol importante en el transporte de voz móvil en México en los próximos años, aunque la tecnología 3G representará una parte incremental en el transporte de tráfico de voz y, en particular, de datos. Entendemos por lo tanto que es indicado incluir ambas tecnologías en el modelo como un mecanismo eficiente para el transporte de tráfico generado por los servicios móviles minoristas y mayoristas a lo largo de los próximos años.

Figura 4.1: Distribución de frecuencias móviles en México [Fuente: COFETEL]

		MHz por región PCS/CEL								
Operador	Banda	01/01	02/02	03/03	04/04	05/08	06/05	07/06	08/07	09/09
Telcel	TRUNKING	1.50	2.00	3.25	2.50	1.50	2.50	2.75	1.50	4.25
Nextel	CEL	20.00	20.00	24.92	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	24.92
	PCS	28.40	28.40	28.40	28.40	28.40	28.40	28.40	28.40	28.40
	AWS	30.00	20.00	20.00	20.00	30.00	20.00	20.00	30.00	20.00
Telefónica	TRUNKING	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Movistar	CEL	20.00	20.00	20.00	21.92	-	-	-	-	-
	PCS	40.00	40.00	50.00	40.00	50.00	50.00	50.00	30.00	60.00
	AWS	-	10.00	10.00	10.00	-	10.00	10.00	-	10.00
Lusacell	TRUNKING	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Unefon	CEL	-	-	-	-	20.00	25.00	20.00	20.00	25.00
	PCS	51.60	51.60	41.60	41.60	41.60	41.60	41.60	31.60	31.60
	AWS	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Grupo	TRUNKING	12.95	22.45	21.95	21.95	23.45	22.95	23.70	25.45	21.95
Nextel	CEL	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PCS	-	-	-	10.00	-	-	-	-	-
	AWS	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00

Otra característica del mercado mexicano es la estructura de sus licencias de utilización de frecuencias a nivel regional, no existiendo ninguna licencia nacional – como se presenta en la Figura 4.1:

- Telcel es el único operador con cobertura nacional en las cuatro bandas de espectro
- Movistar dispone de espectro radioeléctrico en la banda celular de 850MHz en cuatro regiones mientras que Iusacell dispone del mismo en las cinco regiones restantes, obligándoles a desplegar GSM y UMTS en la banda PCS de 1900MHz en las regiones en las que no disponen de espectro en la banda celular
- Nextel adquirió licencias de trunking a las que se les fue progresivamente otorgando la licencia de servicio local móvil en las diferentes áreas básicas de servicio (ABS) que controla
- la cantidad de frecuencia obtenida por los operadores en las diferentes bandas de frecuencia no es uniforme, sino que varía por región incluso en bandas de frecuencias controladas a nivel nacional.

Concepto propuesto 6: El modelo BULRIC móvil utilizará las tecnologías de radio 2G y 3G a largo plazo, con un despliegue inicial de 2G en la banda de <1GHz (850MHz) – para una red de cobertura con un despliegue consiguiente en frecuencias superiores a 1GHz–1900MHz – para incrementar la capacidad de la red. La tecnología 3G se desplegará en la banda de 1900MHz.

Espectro radioeléctrico

La distribución de espectro en México destaca por la ausencia de uniformidad entre los operadores, tanto a nivel total de espectro como a nivel regional. Consideraremos un operador que obtenga una asignación equitativa de espectro proporcional al número de operadores *n* del mercado (es decir, 1/*n* del espectro total disponible). La Figura 4.2 muestra el espectro total disponible a nivel nacional utilizando una ponderación por población.

Figura 4.2: Espectro total disponible a nivel nacional (ponderado por población) [Fuente: Analysys Mason, 2012]

Banda de frecuencias	Espectro disponible (MHz)	Comentarios
800MHz (trunking)	25.39	No se puede utilizar para dar servicios compatibles con las tecnologías denominadas eficientes: GSM y UMTS Se puede utilizar T-GSM en la banda pero es una tecnología de trunking
850MHz (CEL)	43.52	Se puede utilizar para GSM y UMTS
1900MHz (PCS)	120.0	Se puede utilizar para GSM y UMTS
1.7-2.1GHz (AWS)	60.0	Se puede utilizar para UMTS y LTE pero no se han realizado despliegues comerciales a gran escala hasta la fecha

Como se ha mencionado ya en la Sección 3.3, la cantidad de espectro disponible y utilizado actualmente por los operadores se adecúa mejor a un mercado de tres operadores ya que el

operador hipotético no dispondría de suficiente espectro para poder operar una red 2G y 3G de manera efectiva en las bandas de 850MHz y 1900MHz:

- sólo dos bandas de frecuencias pueden y son utilizadas efectivamente para dar servicios móviles (850MHz y 1900MHz), lo que limita el espectro disponible y utilizado
- en un mercado de cuatro operadores, el operador hipotético no podría tener suficiente espectro para dar servicios de 2G y 3G en la banda de 850MHz y 1900MHz de manera consistente con la situación actual del mercado.

Figura 4.3: Espectro disponible a nivel nacional para el operador hipotético existente (ponderado por población) [Fuente: Analysys Mason, 2012]

Banda de frecuencias	Espectro por operador (MHz) en un mercado de cuatro operadores	Espectro por operador (MHz) en un mercado de tres operadores	Comentarios
850MHz (CEL)	10.80	14.40	• Un operador con 2×5.4MHz no podría desplegar cobertura de 3G (2×5MHz son necesarios) sin reducir significativamente la capacidad de su red 2G (2×0.4MHz o dos canales) • Un operador con 2×7.2MHz podría dedicar 2×5MHz para UMTS/HSPA[12] y dejar una cantidad de espectro razonable para GSM: 2×2.2MHz (11 canales) de manera que 2G y 3G
1900MHz (PCS)	30.00	40.00	• Un operador con 30MHz tendría suficiente para proveer capacidad en 2G y tener una portadora de 5MHz en UMTS/HSPA. Este operador se encontraría con problemas de capacidad si necesita activar una segunda portadora para HSPA y tuviera que mantener capacidad suficiente en la red 2G, lo cual incrementaría los costos, potencialmente hasta hacerlo inviable. El mercado mexicano resuelve esto con el uso de otras frecuencias y tecnologías • 40MHz son suficientes para acomodar despliegues de capacidad de GSM y UMTS/HSPA incluso en casos de alto tráfico de banda ancha móvil

Concepto propuesto 7: El espectro asignado al operador hipotético es de 14.40MHz en la banda de 850MHz y de 40MHz en la banda de 1900MHz.

[12] El operador hipotético no despliega 3G en la banda de 850MHz

Los pagos asociados a las diferentes bandas de frecuencias se basarán en los pagos efectuados por los operadores históricos en el momento de la adquisición de la frecuencia o durante la última renovación de la licencia de espectro. Este enfoque es consistente con la utilización del precio de mercado del espectro.

La inversión inicial (capex) en espectro en la banda de 850MHz se calcula en base al precio promedio pagado en la prórroga otorgada en mayo de 2010 por región por MHz, multiplicándolo por la cantidad de espectro que tendrá el operador hipotético.

De forma similar, la inversión inicial (capex) en espectro en la banda de 1900MHz se calcula para 40MHz en base a los precios pagados por el espectro en la subasta realizada en el año 2010.

Concepto propuesto 8: El costo del espectro se modelará de la siguiente manera:

- la inversión inicial (capex) en espectro en la banda de 850MHz se calculará en base al precio promedio pagado en la prórroga otorgada en mayo de 2010 por región por MHz, multiplicándolo por la cantidad de espectro que tendrá el operador hipotético
- de forma similar, la inversión inicial (capex) en espectro en la banda de 1900MHz se calcula para la cantidad de espectro del operador hipotético en base al precio pagado en la subasta realizada en el año 2010
- los costos operativos se calculan multiplicando la cantidad de espectro en cada banda de frecuencia por el precio de derechos por kHz por región.

Para alinear la duración de las licencias móviles con el horizonte temporal modelado – equivalente a 50 años – se asume que cada licencia es válida durante 20 años y después renovable cada 15 años. Esto está en línea con la duración de las licencias actuales de los operadores.

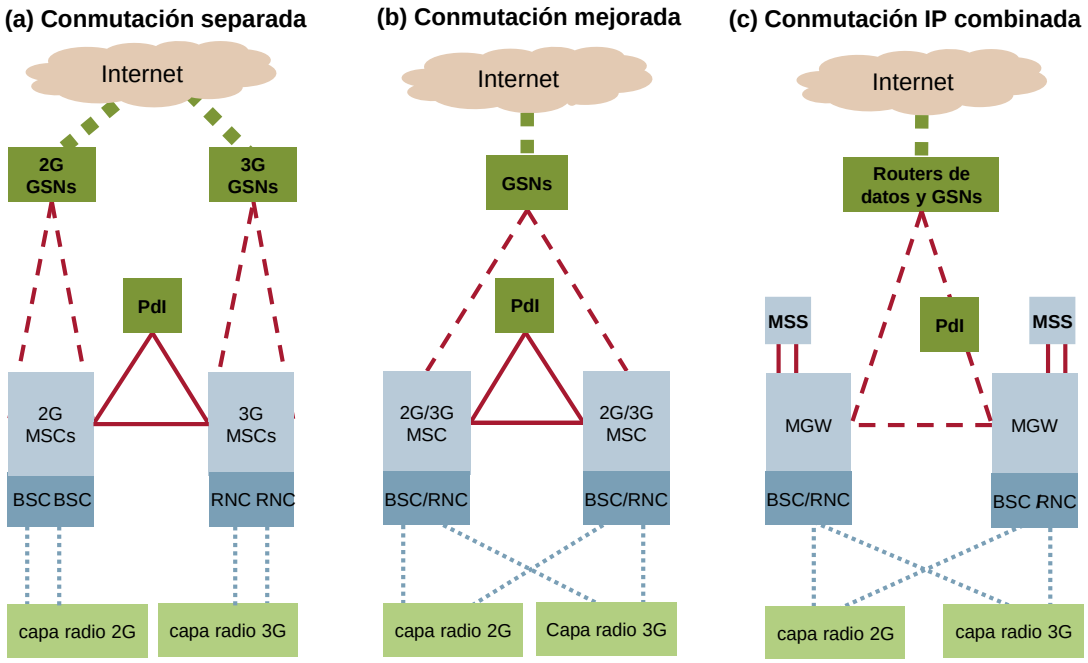
Red de conmutación

Una red de radio con una única tecnología de red emplearía una conmutación legada (de una sola generación) o una estructura de conmutación de próxima generación. La red de conmutación de una red móvil combinada 2G+3G podría componerse de:

- dos estructuras 2G y 3G separadas con transmisión separada, cada una conteniendo uno o más MSC, GSN y puntos de interconexión (PoI) entrelazados
- una estructura antigua mejorada con una red de transmisión combinada, conteniendo uno o más MSC, GSN y puntos de interconexión (PoI) entrelazados, que sean compatibles tanto con 2G como con 3G
- una estructura de conmutación combinada 2G+3G con red de transmisión de nueva generación, enlazando parejas de pasarelas de medios (MGW) con uno o más MSS, routers de datos y PoI, con separación en capas CS y PS.

Las tres opciones se muestran gráficamente en la Figura 4.4 que se incluye en la página siguiente.

Figura 4.4: Opciones de arquitectura para el modelo BULRIC móvil [Fuente: Analysys Mason, 2012]



Las redes de conmutación de telefonía móvil llevan ya varios años evolucionando (por ejemplo, Release-99, Release-4 y posteriores); hoy por hoy un nuevo entrante desplegaría la última tecnología, mientras que es probable que los operadores reales se encuentren en el proceso de mejorar sus redes con estas nuevas actualizaciones (Releases según la terminología del 3GPP[13]). Por consiguiente, la red de conmutación móvil que debe modelarse está estrechamente relacionada con el tipo de operador que se adopte: o bien un operador nuevo y moderno (con una red de conmutación IP combinado, MSS y MGW), o un operador existente (que actualiza sus conmutadores MSC legados a la vez que despliega UMTS).

En el caso de que se incluyan elementos legados y actualizados, la recuperación de sus costos deberían estar en consonancia con el periodo de despliegue y explotación (bien explícitamente o por medio de una tendencia de precios MEA que refleje la evolución secuencial de la tecnología de conmutación). Esto permite asegurar que los costos que arroja el modelo reflejen la oferta actualizada en todo momento durante el proceso de actualización de la red de conmutación. Como ejemplo de comparación internacional, cabe destacar que la Recomendación de la Comisión Europea propone que la capa de red de conmutación "podría en principio estar basada en redes de nueva generación (NGN, por sus siglas en inglés)".

Entendemos que en México los operadores tienen actualmente una arquitectura mejorada (opción b) o están efectuando una migración a una arquitectura de conmutación IP combinada (opción c).

[13] Third Generation Partnership Project

Concepto propuesto 9: Se modelará o bien una arquitectura mejorada (opción b), una arquitectura de conmutación IP combinada (opción c), o una migración entre ambas opciones para un operador hipotético recientemente desplegado.

Red de transmisión

La conectividad entre nodos de redes de telefonía móvil encaja en varios tipos:

- acceso de última milla de BTS a un concentrador (*hub*)
- concentrador a BSC o RNC
- BSC o RNC a emplazamientos de conmutación principales (que contengan MSC o MGW) si no están coubicados
- entre emplazamientos de conmutación principales (entre MSC o MGW).

Soluciones típicas para la provisión de transmisión incluyen:

- enlaces dedicados (E1, STM1 y superior, 100Mbit/s y superior)
- enlaces por microondas autoprovistos (2-4-8-16-32, enlaces por microondas STM1, microondas Ethernet)
- red de fibra alquilada (fibra oscura alquilada/IRU[14] con o bien STM o bien módems de fibra Gbit/s).

La elección del tipo de transmisión de la red móvil variará entre los distintos operadores móviles existentes y puede haber cambiado con el tiempo. Entendemos que hoy por hoy, un nuevo entrante tendería a adoptar una red de transmisión basada en tecnología Ethernet escalable y resistente para el futuro (*future-proof*) (aunque el suministro e implementación de esta red dependa de las preferencias específicas al nuevo entrante).

Concepto propuesto 10: Esperamos que los operadores sigan las principales tendencias internacionales, correspondientes a una red de transmisión heredada basada principalmente en enlaces microondas y enlaces dedicados que migrarán progresivamente a una arquitectura de red basada en fibra y tecnología Ethernet. El modelo es flexible y modela una red de transmisión heredada (SDH), todo sobre IP o una migración entre ambas

4.2 Red de telecomunicaciones fija

Al igual que con las redes móviles, las redes fijas suelen estar formadas de dos capas de activos, las cuales pueden ser desplegadas en base a diferentes tecnologías. Estas son generalmente la capa de acceso y la capa troncal (*core*) (que incorpora la red de transmisión), aunque el límite preciso entre las dos capas depende de la tecnología y debe ser cuidadosamente definido. Se describen a continuación cada una de estas capas.

[14] IRU: Indefeasible Right of Use, derecho de uso irrevocable. Se trata de un derecho de uso a largo plazo (o propiedad temporal) de una porción de la capacidad de un enlace de transmisión.

Red de acceso

La capa de acceso conecta los suscriptores a la red, lo que les permite utilizar los servicios de telefonía fija. Las opciones de arquitectura para esta capa son el cobre, la fibra o el cable coaxial, que cubren la conexión desde el punto de terminación de red (NTP) en las instalaciones del usuario hasta los nodos de agregación en la estructura en árbol de la red. Estas opciones se presentan en la Figura 4.5 a continuación y son los siguientes:

- una arquitectura **tradicional de cobre**, con cables de cobre desplegados hasta los nodos (*street cabinets*), y luego de vuelta a las centrales
- una arquitectura de **cable**, con cable coaxial desplegado hasta una jerarquía de nodos de agregación de fibra y nodos metropolitanos
- una arquitectura de nueva generación (NGA) que utiliza cable de fibra, ya sea a través de:
  - **fibra hasta el nodo (FTTN) VDSL**, que emplea casi la misma estructura que el cobre tradicional, salvo que la fibra se despliega entre los *street cabinets* y un número menor de centrales (emplazamientos troncales metropolitanos), con la electrónica de control de VDSL instalada en el *street cabinet*
  - **fibra hasta el hogar (FTTH) GPON**, que despliega la fibra desde la central en una estructura de árbol utilizando una jerarquía de *splitters*
  - **FTTH punto a punto (PTP)**, que despliega la fibra desde la central al hogar del usuario.

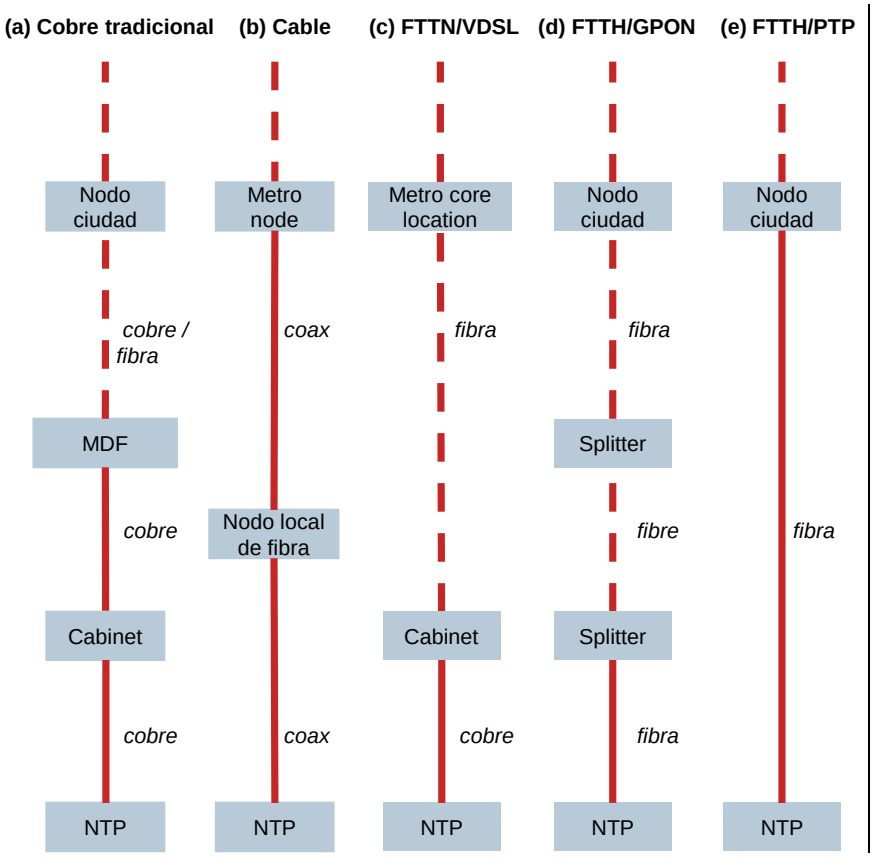


Figura 4.5: Arquitecturas de la red de acceso [Fuente: Analysys Mason, 2012]

No está previsto modelar la red de acceso en el modelo fijo al no formar parte del servicio de terminación y originación, pero su definición influenciará el diseño de la red troncal y de transmisión. La red de acceso modelada, en línea con el modelo anterior desarrollado por la COFETEL, se corresponde con una red de última milla de cobre sobre la que se despliega VDSL con MSANs (Multi-Service Access Node) desde la central.

Red troncal (core)

Al igual que en la red de acceso, existen arquitecturas tradicionales y de nueva generación (NGN). Una red troncal NGN se define como una plataforma convergente basada en IP que transportará todos los servicios sobre la misma plataforma. Ciertas opciones de despliegue son actualizaciones de la red PSTN, mientras que otras utilizan un transporte basado en conmutadores (*switches*) y enrutadores (*routers*) Ethernet e IP/MPLS. Sin embargo, la red de control NGN a modelar depende en gran medida de la arquitectura de la red de acceso. Estas opciones se encuentran resumidas a continuación:

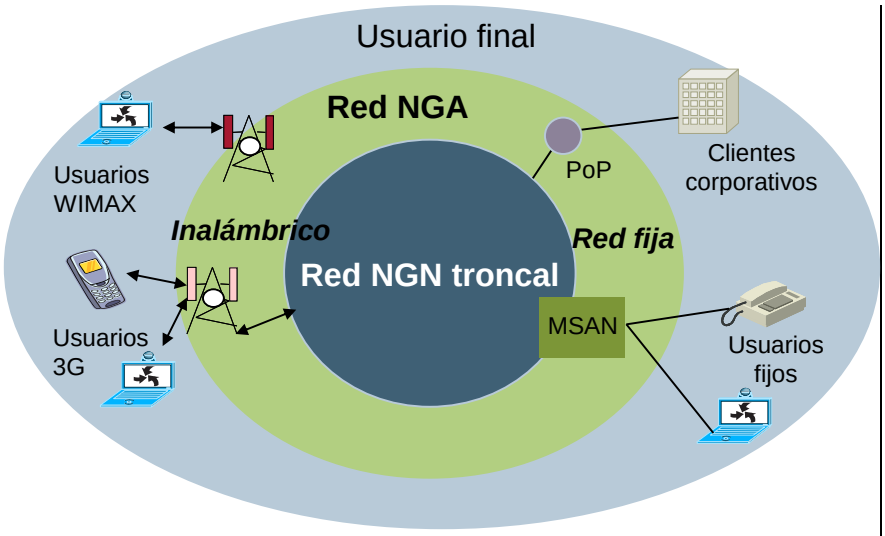
- Una **red troncal de multiplexación por división de tiempo (TDM)**, donde las plataformas de voz y datos son transportadas y conmutadas por separado, pero se transmiten en la misma red de transmisión.**Pasarelas (gateways) de acceso** NGN (AGWs), que pueden ser coubicados en los concentradores PSTN o conmutadores locales (LS) para adaptar los enlaces de backhaul TDM, conservando la separación entre voz y datos.

- **Portadoras de bucle digital 3G** NGN (DLC, por sus siglas en inglés), que combinan la tradicional conexión cruzada TDM de los servicios tradicionales con un conmutador de banda ancha (*broadband switch*) con enlaces ascendentes de ATM e Ethernet (es decir, se pueden controlar la voz y los datos con esta unidad). Estos incorporan funciones de multicast IP para la entrega de vídeo y un servidor gateway de VoIP para la emulación de PSTN en una red convergente. Estos son también conocidos como nodos de acceso multiservicio (MSANs).
- **Plataformas de acceso de banda ancha IP/Ethernet** NGN (IP BAP), que agregan todas las variedades de líneas de servicio, incluyendo interfaces legadas, desde tarjetas de línea habilitadas para IP agregadas a una red troncal Gigabit Ethernet.

Para evitar confusión sobre el concepto NGN, es importante diferenciar dos partes de la red:

- **red troncal** – una red basada en IP y transmisión de paquetes
- **red de acceso** – conecta los usuarios finales a la red troncal NGN por medio de infraestructura fija, móvil o inalámbrica.

La Figura 4.6 muestra los dos componentes de una red NGN. La red troncal NGN puede dar servicio a multitud de infraestructuras de acceso, incluyendo redes fijas o inalámbricas como WiMAX. Esto significa que se pueden proveer los servicios independientemente de la manera en que el usuario accede a la red.



PoP = Point of presence
MSAN = Multi-service access node

Figura 4.6: Diagrama ilustrativo de una NGN [Fuente: Analysys Mason]

La arquitectura de una red NGN incluye el principio de separar, desde un punto de vista físico, el transporte y el enrutamiento del tráfico y la definición o creación del servicio. Como resultado, los operadores pueden ofrecer sus servicios basándose en interfaces con la red de transporte abiertos y estandarizados. En referencia al modelo de referencia OSI (open systems interconnection), todavía existe un debate sobre el punto de demarcación de las capas de transporte y de servicio. Por ejemplo, la ITU ha sugerido el mapeado que se muestra en la Figura 4.7.

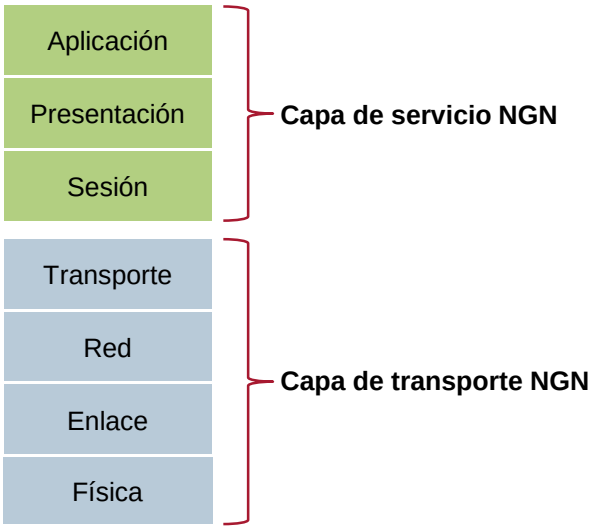


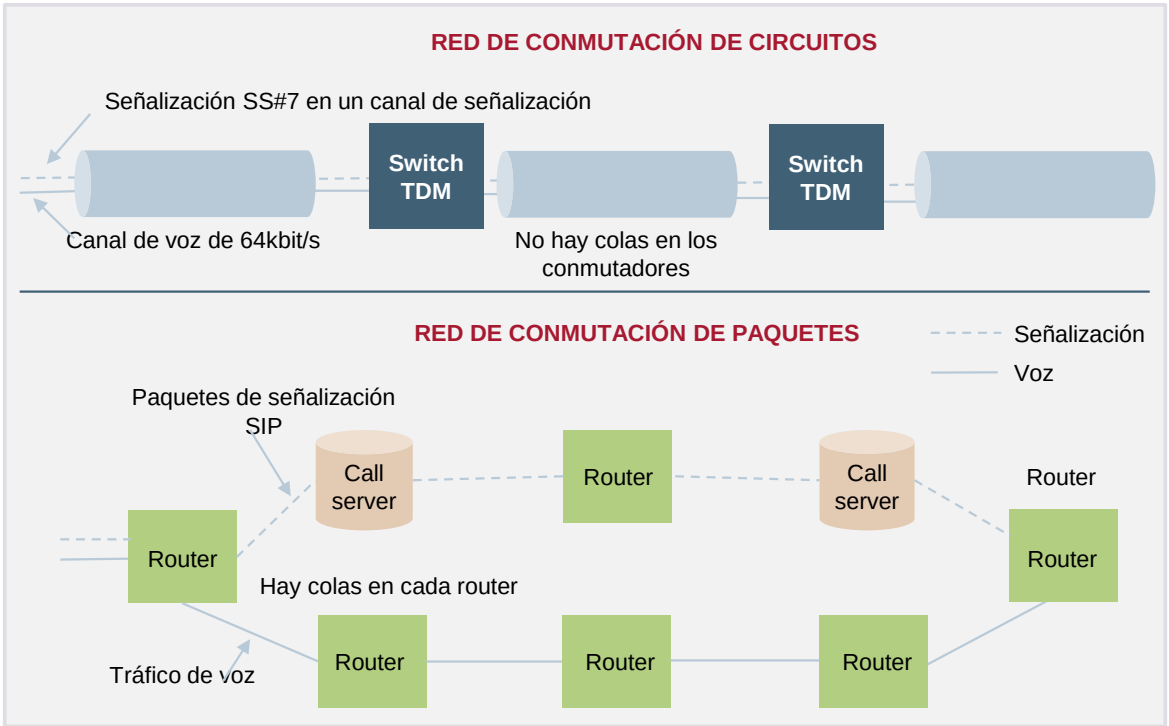
Figura 4.7: Mapeado entre las capas de servicio y transporte de una red NGN y el modelo de referencia OSI [Fuente: ITU, NGNuk]

Red troncal NGN

Las redes históricas PSTN se basan en tecnología de conmutación de circuitos. Dicha tecnología asigna un camino físico dedicado a cada llamada de voz y reserva una cantidad asociada de ancho de banda dedicado (habitualmente un canal de voz PSTN tiene un ancho de banda de 64kbit/s) en toda la red. Este ancho de banda es dedicado para la llamada durante la duración de la misma, independientemente de si se está transmitiendo señal de audio entre los participantes.

Por el contrario, las NGN se basan en tecnologías de conmutación de paquetes, gracias a las cuales la voz se envía en 'paquetes' de datos digitalizados utilizando VoIP. Sin especificidades de red especiales, como por ejemplo, mecanismos de QoS, cada paquete de voz compite en igualdad de condiciones con los paquetes de otros servicios (voz u otros tipos de datos en una red NGN) por los recursos de red disponibles, como por ejemplo el ancho de banda. Los mecanismos existentes para garantizar la calidad de servicio pueden priorizar los paquetes que llevan voz sobre otros tipos de paquetes de datos ayudando a asegurar que los paquetes de voz circulan por la red sin problemas y según reglas de transmisión (tiempo, retardo, jitter, etc.) asociadas al servicio de voz.[15]

Figura 4.8: Comparación entre redes de conmutación de circuitos y de conmutación de paquetes [Fuente: Analysys Mason, 2012]



[15] Un ancho de banda abundante y suficiente para todos los servicios/llamadas también puede mejorar la calidad de la llamada en el caso de que no se apliquen otros mecanismos de QoS. Sin embargo, la falta de mecanismos de QoS y un ancho de banda limitado pueden llevar a calidades en las llamadas que resulten inaceptables en las horas punta.

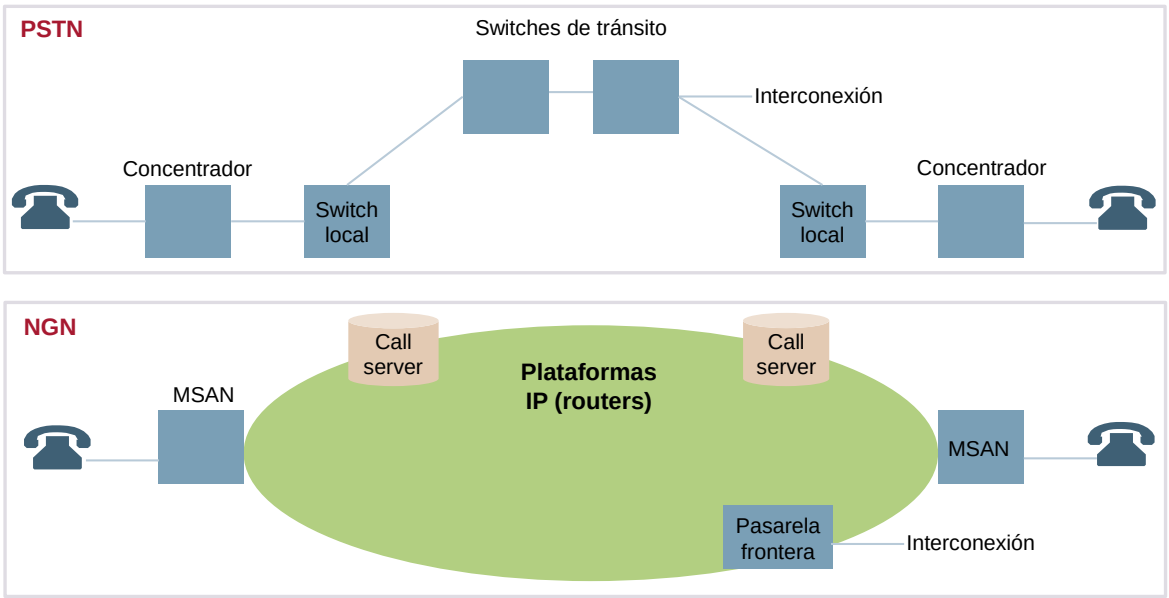
La Figura 4.8 y la Figura 4.9 comparan la arquitectura de una red PSTN y una red NGN y se pueden ver los dos conceptos que rigen una red NGN:

- *La separación entre los planos de control y de usuario*. En efecto, tal y como se puede ver en la Figura 4.8, en una red PSTN los conmutadores (*switches*) realizan la conmutación de las llamadas de voz y gestionan la señalización; en una red NGN, los call servers son los que gestionan la señalización, y los routers (o media gateways especializadas) enrutan y gestionan el tráfico de paquetes de voz. Adicionalmente, y como se puede comprobar en la Figura 4.9, las capas separadas de las red de switches locales y de tránsito se reemplazan por call servers en una estructura de una sola capa. Típicamente, en una red PSTN de 100 switches locales y 10 switches de tránsito, estos podrían ser remplazados por un menor número de call servers (menos de 5) en una red NGN.

- *La realización de la transmisión de paquetes de voz a través de una capa de routers común al resto de servicios transmitidos por la red NGN*. Estos routers gestionan la transmisión de los paquetes IP y pueden utilizar, en las capas de transporte y física, tecnologías como Ethernet y SDH (tanto tradicional como de próxima generación) sobre fibra (utilizando tecnologías WDM) dependiendo de la relación coste/beneficio y de la escala de la red.

La aplicación de ambos principios implica importantes ahorros en inversiones y gastos operativos.

Figura 4.9: Comparación de la red PSTN tradicional y los servicios de voz sobre una NGN [Fuente: Analysys Mason, 2012]



La interconexión con las redes de otros operadores en una red NGN se implementa a través de pasarelas frontera (*border gateways* en inglés) que controlan el acceso a la red. Si la red se interconecta con una red tradicional de circuitos conmutados, se necesitan media gateways o trunking gateways que conviertan los paquetes de voz en señales TDM.

Situación en México

La propia Telmex ya en 2003[16] comenzó el despliegue de una red NGN, lo cual se ha visto confirmado en los informes anuales de Telmex remitidos a la Bolsa Mexicana de Valores. Entendemos, por información facilitada por Telmex a la COFETEL, que una gran parte de su red troncal estaría ya basada en una red NGN todo-IP. Telmex estaría compartiendo la tendencia internacional de operadores comparables como BT (Reino Unido), Telefónica (España), KPN (Holanda), Belgacom (Bélgica), etc., quienes ya disponen en sus redes troncales de manera sustancial de una arquitectura NGN todo-IP. Es cierto que la mayor parte de estos operadores todavía mantienen en paralelo una red de transmisión histórica (*legacy*, en inglés) para la provisión de servicios existentes como enlaces dedicados, etc., y es posible que aún tarden unos años en apagar completamente la red histórica. Sin embargo, los operadores alternativos a los incumbentes que han iniciado los despliegues más recientemente han optado por desplegar una red NGN basada en todo sobre IP.

En cualquier caso, un operador que comenzara operaciones en los últimos cuatro o cinco años o entrara en el mercado en el momento presente (y que por la utilización de la tecnología moderna establecería el nivel de precios eficiente en un mercado contestable), no desplegaría una red telefónica conmutada en la red troncal sino una red multiservicio NGN basada en todo sobre IP. El modelado de una red NGN estaría en línea con las prácticas internacionales como la establecida por la Comisión Europea en su recomendación sobre el cálculo de los costes de terminación y su aplicación en diversos modelos realizados para reguladores de la Unión Europea. La parte troncal de la red estaría por lo tanto basada en NGN, siendo el despliegue basado en una arquitectura IP BAP como opción más apropiada.

> **Concepto propuesto 11**: En el modelo la red troncal del operador hipotético se basará en una arquitectura NGN IP BAP mientras la red de acceso utilizará cobre desde la central. En esta arquitectura, el tráfico se transporta como IP desde el hogar del usuario. Los servicios de voz están habilitados por aplicaciones que utilizan subsistemas multimedia IP (IMS). Los *trunk media gateways* (TGWs) pueden ser desplegados en conmutadores locales legados y en puntos de interconexión TDM, si necesario. No se modelará una red de cable troncal ni de acceso.

Red de transmisión

La transmisión en una red fija puede realizase a través de una serie de métodos alternativos:

- ATM sobre SDH
- microondas STM punto-a-punto
- IP/MPLS sobre SDH
- IP/MPLS sobre Ethernet nativo.

La tecnología moderna eficiente a la que todos los operadores están migrando es IP/MPLS sobre Ethernet nativo, siendo considerado como mejor práctica internacional y una de las tecnologías

[16] Reportes anuales de Telmex presentados a la Bolsa Mexicana de Valores.

principales desplegadas por los operadores internacionales con red troncal NGN-IP. Sin embargo, podría estar justificada la utilización del llamado SDH de próxima generación en ciertas partes de la red (como la capa de agregación) debido, entre otras razones, a los volúmenes de tráfico que se manejen.

Concepto propuesto 12: Se modelará un operador hipotético con una red de transmisión IP/MPLS sobre Ethernet nativo, o SDH de próxima generación sobre DWDM dependiendo de la relación de costos para los volúmenes de tráfico transportados.

4.3 Demarcación de las capas de red

En Europa, la Recomendación de la Comisión sobre el tratamiento regulatorio de las tarifas de terminación fija y móvil en la Unión Europea establece lo siguiente: "El punto de demarcación por defecto entre los costes relacionados con el tráfico y los no relacionados con el tráfico es normalmente el punto en el que se produce la primera concentración de tráfico."

En los modelos de costos fijos, se recuperan históricamente los costos relacionados con la la red de acceso a través de las cuotas de suscripción. En el caso del presente modelo, no se tendrán en cuenta los costos asociados con la red de acceso, por lo que es imprescindible definir de forma consistente y con exactitud el punto de separación entre la red de acceso y el resto de la infraestructura tanto para las redes fijas como móviles.

Las redes fijas y móviles utilizan una estructura en árbol de forma lógica, ya que no sería factible tener rutas dedicadas para todas las combinaciones posibles entre usuarios finales. Como resultado, el tráfico se concentra a medida que atraviesa la red. Los activos relacionados con la prestación de *acceso* al usuario final son los que se dedican a la conexión del usuario final a la red de telecomunicaciones, lo que le permite utilizar los servicios disponibles.

Esta capa transmite el tráfico y no tiene la capacidad de *concentrarlo en función de la carga de tráfico*. La capa de red de acceso termina en el primer activo que tiene esta capacidad específica. Los activos utilizados para la prestación de acceso sólo se utilizan con el fin de conectar los usuarios finales a la red y por lo tanto su número es proporcional al número de usuarios que utilizan la red. El resto de activos varía según el volumen de tráfico cursado en la red.

Concepto propuesto 13: El punto de demarcación entre la red de acceso y las otras capas de la red es el primer punto donde ocurre una concentración de tráfico de manera que los recursos se asignan en función de la carga de tráfico cursado.

Esta propuesta de definición debería aplicarse de manera coherente a la arquitectura de red fija y móvil. Aplicar este principio a las redes móviles y fijas lleva a las demarcaciones que se presentan a continuación en la Figura 4.10.

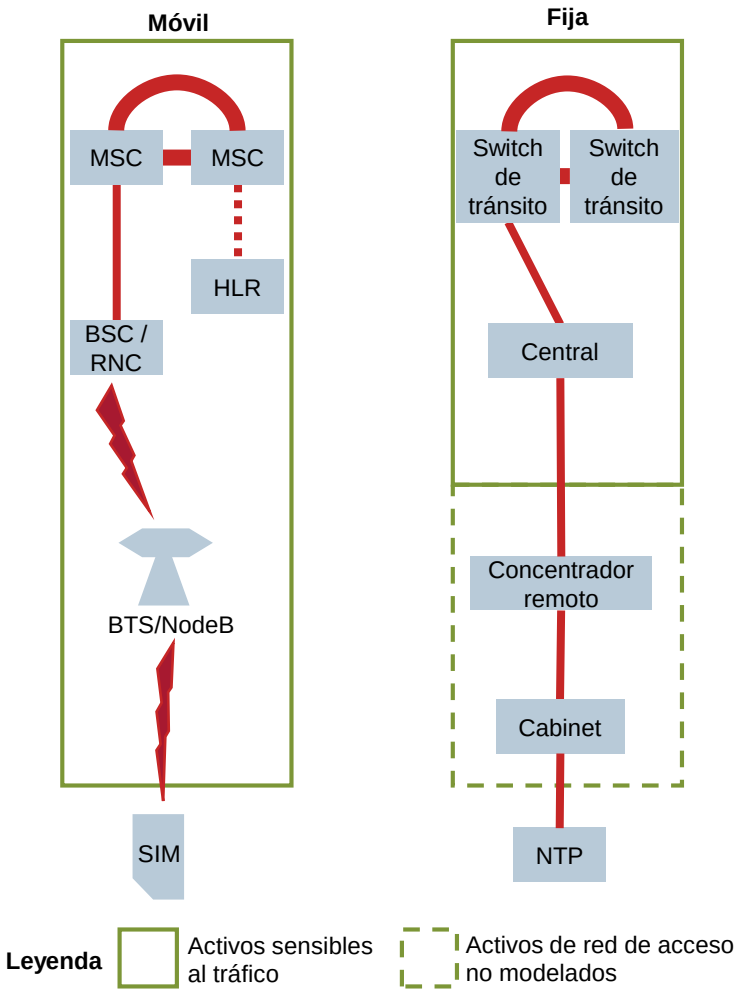


Figura 4.10: Visión general de las jerarquías de red fijas y móviles [Fuente: Analysys Mason, 2012]

Como se indica en la figura anterior y utilizando el principio expuesto, el *punto de demarcación* estaría:

- para un **usuario de telefonía fija**, en la tarjeta (*line card*) del conmutador o de su equivalente en una red NGN
- para un **usuario de telefonía móvil**, en la tarjeta SIM, ya que la concentración de tráfico ocurre en la interfaz aérea.

4.4 Nodos de la red

Las redes fijas y móviles pueden considerarse como una serie de nodos (con diferentes funciones) y de enlaces entre ellos. Al desarrollar los algoritmos de despliegue de estos nodos, es necesario considerar si el algoritmo refleja con exactitud el número real de nodos desplegados. Sería posible que el modelo no tuviera en cuenta el número real de nodos de los operadores en el caso en que los operadores de red no sean considerados como eficientes o con un diseño moderno.

La especificación del grado de eficiencia de la red es un tema importante en el cálculo de costos. Al modelar una red eficiente utilizando un enfoque *bottom-up*, hay varias opciones disponibles en cuanto al nivel de detalle utilizado en redes reales. Cuanto mayor sea el nivel de granularidad/detalle utilizado directamente en los cálculos, menor será el nivel de *scorching* utilizado. A continuación listamos las opciones consideradas más habituales en modelos similares realizados en otros países:

Red real

Este enfoque implementa el despliegue exacto de un operador real sin necesidad de ningún ajuste en el número, ubicación o funcionamiento de los nodos en la red del operador.

Enfoque scorched-node

Este enfoque supone que la localización de los nodos de la red ya está determinada, y que el operador puede escoger la mejor tecnología para configurar la red alrededor de esos nodos para satisfacer la demanda de red de un operador eficiente. Por ejemplo, esto podría significar el remplazo de equipos legado con los equipos actuales más modernos.

El enfoque *scorched-node*, por lo tanto, determina el costo eficiente de una red que proporciona los mismos servicios que la red de telecomunicaciones del operador incumbente, tomando como dato de entrada al modelo la ubicación actual y la función de los nodos de la red del incumbente.

Enfoque scorched-node modificado

El enfoque *scorched-node* puede ser modificado razonablemente para replicar una topología de red más eficiente que la existente. Por consiguiente, este enfoque parte de la topología existente y elimina las ineficiencias. En particular, el uso de este principio puede significar:

- Una simplificación de la jerarquía de conmutación (por ejemplo, reduciendo el número de nodos en la red conmutación, o sustituyendo una serie de pequeños conmutadores con un conmutador más moderno y eficiente).

- Cambiar la función de un nodo (por ejemplo, reduciendo una pequeña central al equivalente de un multiplexador remoto, o actualizar una picocelda a una macrocelda, o eliminar un BSC en emplazamientos de *hub* y utilizar BSC coubicados con MSCs).

Enfoque scorched-earth

El enfoque *scorched-earth* determina el costo eficiente de una red que proporciona los mismos servicios que las redes existentes, sin poner ninguna restricción en su configuración, como puede ser la ubicación de los nodos en la red. Este enfoque modela la red que un nuevo entrante desplegaría en base a la distribución geográfica de sus clientes y a los pronósticos de la demanda de los diferentes servicios ofrecidos, si no tuviese una red previamente desplegada.

Este enfoque aportaría la estimación más reducida de los costos, ya que elimina todas las ineficiencias ligadas a la evolución histórica de una red, y supone que la red puede ser rediseñada sin problemas para responder a los criterios y demanda actual.

La COFETEL indica en el acuerdo P/EXT/310311/34 su preferencia por el enfoque *scorched-earth* calibrado con los datos de la red de los operadores actuales.

Nuestra interpretación es que al partir de un despliegue *scorched-earth* y añadir las circunstancias asociadas a un operador existente a través del calibrado de la red resultará en una red más eficiente que la de los operadores existentes.

En el modelo fijo, las ineficiencias se producirán a través de todos los niveles de nodos en los que se concentra el tráfico. Un ejemplo de la aplicación del enfoque *scorched earth* calibrado para el operador fijo es el siguiente:

- la red troncal del operador se modela teniendo en cuenta la localización de la población y la densidad de tráfico esperada
- se utilizan estimaciones teóricas de capacidad de nodos y se establece la jerarquía de la red basados en algoritmos de diseño de modelos de ingeniería
- se implementan ajustes a los resultados de los algoritmos ingenieriles para tener en cuenta por ejemplo los niveles de utilización efectiva, etc.
- para la calibración con datos de las redes de los operadores se estima que en una red NGN el número de puntos de interconexión calculado teóricamente sea mucho menor que el actual.

A continuación se presenta un esquema con la metodología utilizada para la calibración del modelo fijo.

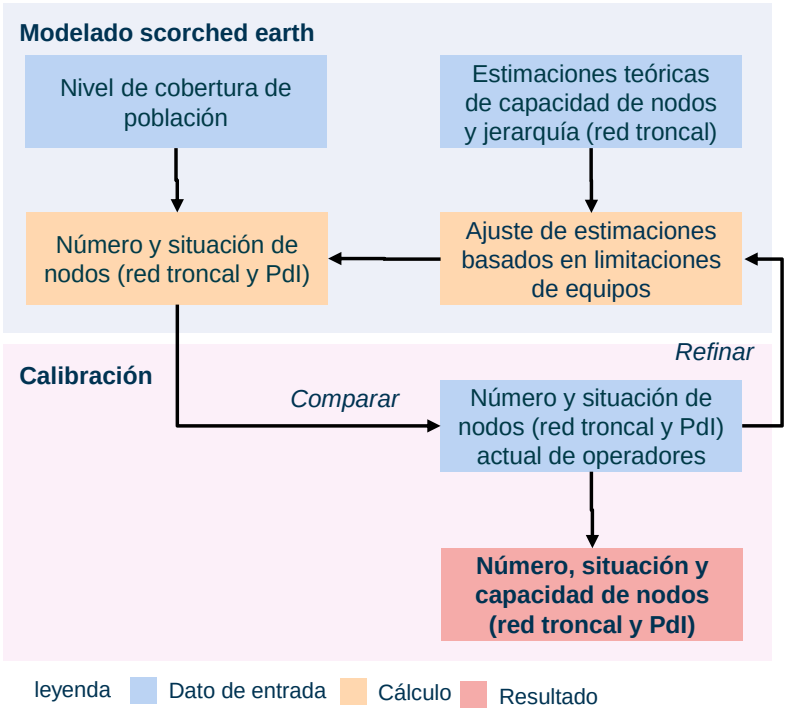


Figura 4.11: Esquema de modelado scorched-earth calibrado para el operador fijo [Fuente: Analysys Mason, 2012]

En el modelo móvil, las ineficiencias se producirán a lo largo de todos los elementos de red, incluida la capa de radio (BTS, NodeB). Un ejemplo de la manera en que aplicamos el concepto *scorched earth* calibrado para el operador móvil es la siguiente:

- las redes de cobertura del operador se modelan teniendo en cuenta la ubicación de la población y de las principales vías de comunicación del país

- el país y su población se dividen en varios geotipos: denso urbano, urbano, suburbano y rural
- se utilizan radios de células teóricos para cada banda de frecuencias (850MHz y 1900MHz) y geotipo
- se adaptan dichos radios teóricos para tener en cuenta factores como por ejemplo 'cell breathing'
- se comparan los resultados con los datos reales bajo supuestos eficientes y se refinan los datos de entrada.

La Figura 4.12 muestra un esquema con la metodología utilizada para la calibración del modelo móvil.

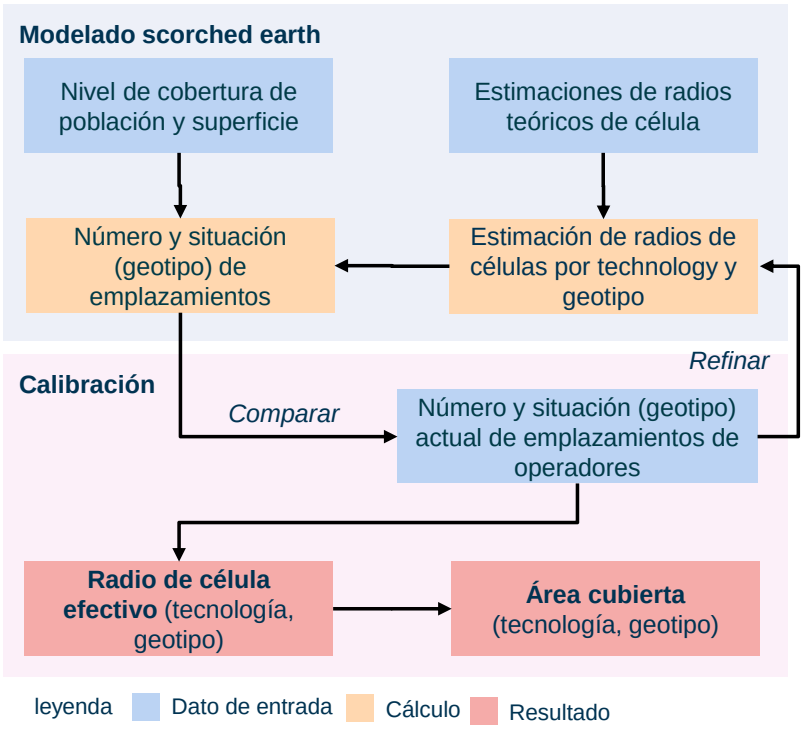


Figura 4.12: Esquema de modelado scorched earth calibrado para el operador móvil [Fuente: Analysys Mason, 2012]

En este enfoque el **número total de nodos** no variaría (es decir, resulta calibrado con la información de la red actual de los operadores móviles), pero permite revisar su función o capacidad, lo que implica que el número de nodos por subtipo puede cambiar.

Concepto propuesto 14: Tal y como la COFETEL dispone en su Decisión de abril de 2011 las redes fijas y móviles de los modelos se modelan siguiendo un enfoque *scorched earth*, el cual se calibra con los elementos presentes en las redes de los operadores.

5 Aspectos relacionados con los servicios

Un aspecto fundamental de los modelos es calcular el costo de los servicios en el Mercado 3 (terminación de llamadas en redes telefónicas públicas individuales facilitada en una ubicación fija) y en el Mercado 7 (terminación de llamadas de voz en redes móviles individuales). Sin embargo, las redes fijas y móviles suelen transportar una amplia gama de servicios. La medida en la que el operador modelado puede ofrecer servicios en las zonas donde tiene cobertura determina las economías de alcance del operador, y por lo tanto este aspecto debe ser considerado en los modelos. Por tanto, esta sección examina los aspectos conceptuales relacionados con los servicios que se examinarán en los modelos y está estructurada como sigue:

- servicios a modelar (Sección 5.1)
- volúmenes de tráfico (Sección 5.2)
- costes mayoristas y minoristas (Sección 5.3).

5.1 Servicios a modelar

Las economías de alcance derivadas de la prestación de servicios de voz y datos a través de una única infraestructura resultarán en un costo unitario menor de los servicios de voz y datos. Esto es particularmente cierto para redes basadas en una arquitectura de nueva generación, donde los servicios de voz y datos pueden ser transportados a través de una plataforma única.

Por consiguiente, se debe incluir una lista completa de los servicios de voz y datos en el modelo, y se deberá asignar una proporción de los costos de red a estos servicios. Esto implica también que tanto los usuarios finales como los servicios mayoristas de voz tendrán que ser modelados para que la plataforma de voz esté correctamente dimensionada y los costos sean totalmente recuperados a través de los volúmenes de tráfico correspondientes.

La inclusión de los servicios de voz y datos en el modelo aumenta la complejidad de los cálculos y de los datos necesarios para sustentarlos. Sin embargo, la exclusión de los costos relacionados con servicios no-de-voz (y el desarrollo de un modelo de costos de voz independiente) puede ser también un proceso complejo.[17]

Algunos de los servicios no-de-voz son servicios de probada eficacia (principalmente servicios como los SMS en redes móviles y fijas, o el acceso a Internet de banda ancha fija). Sin embargo, otros servicios no-de-voz como la banda ancha móvil pueden dar lugar a incertidumbre sobre sus previsiones de evolución cuando se incluyen en los precios regulados del tráfico de voz. Será necesario entender las implicaciones de la incertidumbre asociada con las previsiones de los

[17] Por ejemplo, los costos actuales *top-down* que representan operaciones de voz y datos necesitan ser divididos en costes independientes de voz relevantes y costes adicionales de datos. Las redes únicamente de voz no existen comúnmente en la realidad, lo que implica que la red modelada no puede ser comparada con ningún operador del mundo real.

servicios no-de-voz para los costos de tráfico de voz, para lo que se podrán desarrollar una serie de escenarios con diferentes parámetros de evolución para su comprensión.

Será necesario analizar y comprender el efecto que pueden llegar a tener las previsiones de demanda de servicios de no-de-voz en los costos de los servicios de voz. Para ello, sería recomendable desarrollar una serie de escenarios que nos permitieran comprender mejor las implicaciones correspondientes.

Concepto propuesto 15: El operador modelado debe proporcionar todos los servicios comunes no-de-voz (existentes y en el futuro) disponibles en México (acceso de banda ancha, SMS fijos y móviles, enlaces dedicados), así como los servicios de voz (originación y terminación de voz, VoIP, tránsito e interconexión). Las economías de alcance asociadas a estos servicios se compartirán entre todos los servicios, aunque se tendrá cuidado en los servicios en los que la incertidumbre de las previsiones de crecimiento influencien significativamente el coste económico de la voz (y por lo tanto se explorarán diferentes escenarios sobre la evolución de dichos servicios).

Servicios que se ofrecen a través de redes fijas

La Figura 5.1 presenta una serie de servicios de voz. Estos servicios contribuyen al despliegue de la red troncal.

Figura 5.1: Servicios que se ofrecen a través de redes fijas [Fuente: Analysys Mason]
Nota: Las llamadas salientes mayoristas corresponden al servicio de originación, mientras que las llamadas entrantes mayoristas corresponden al servicio de terminación

Servicio	Descripción del servicio
Llamadas salientes local on-net	Llamadas de voz entre dos suscriptores minoristas del operador fijo modelado dentro de la misma zona de tarificación de llamada.
Llamadas salientes larga distancia on-net	Llamadas de voz entre dos suscriptores minoristas del operador fijo modelado fuera de la misma zona de tarificación de llamada.
Llamadas salientes local a otros operadores fijos	Llamadas de voz de un suscriptor minorista del operador fijo modelado a un operador fijo doméstico dentro de la misma zona de tarificación de llamada.
Llamadas salientes larga distancia a otros operadores fijos	Llamadas de voz de un suscriptor minorista del operador fijo modelado a un operador fijo doméstico fuera de la misma zona de tarificación de llamada.
Llamadas salientes a móvil	Llamadas de voz de un suscriptor minorista del operador fijo modelado a un operador móvil doméstico.
Llamadas salientes a internacional	Llamadas de voz de un suscriptor minorista del operador fijo modelado a un destino internacional.
Llamadas salientes a números no geográficos	Llamadas de voz de un suscriptor minorista del operador fijo modelado a números no geográficos, incluidos números comerciales de pago, consultas del Directorio y servicios de emergencia.
Llamadas entrantes local de otros operadores fijos	Llamadas de voz recibidas de otro operador fijo y terminadas en la red de un suscriptor minorista del operador fijo modelado, sin tránsito en otro conmutador troncal del operador fijo modelado.

Servicio	Descripción del servicio
Llamadas entrantes larga distancia de otros operadores fijos	Llamadas de voz recibidas de otro operador fijo y terminadas en la red de un suscriptor minorista del operador fijo modelado, tras transitar en otro conmutador troncal del operador fijo modelado.
Llamadas entrantes a móvil	Llamadas de voz recibidas de otro operador móvil y terminadas en la red de un suscriptor minorista del operador fijo modelado, tras transitar en otro conmutador troncal del operador fijo modelado.
Llamadas entrantes a internacional	Llamadas de voz recibidas de otro operador internacional y terminadas en la red de un suscriptor minorista del operador fijo modelado, tras transitar en otro conmutador troncal del operador fijo modelado.
Llamadas entrantes a números no geográficos	Llamadas de voz recibidas de un suscriptor minorista de otro operador a números no geográficos, incluidos números comerciales de pago, consultas del Directorio y servicios de emergencia.
Llamadas en tránsito local	Llamadas de voz recibidas de otro operador internacional, móvil o fijo y terminadas en la red de otro operador internacional, móvil o fijo, sin tránsito en otro conmutador troncal del operador fijo modelado.
Llamadas en tránsito larga distancia	Llamadas de voz recibidas de otro operador internacional, móvil o fijo y terminadas en la red de otro operador internacional, móvil o fijo, tras transitar en otro conmutador troncal del operador fijo modelado.
SMS on-net	SMS entre dos subscriptores del operador fijo modelado.
SMS salientes	SMS de un suscriptor del operador fijo modelado a otro operador.
SMS entrantes	SMS recibido de otro operador y terminado en la red de un suscriptor del operador fijo modelado.

Estos servicios se han incluido a fin de estimar precisamente los costos totales y su distribución entre los servicios que utilizan la red (esto no implica que resulte en una regulación de sus precios).

Concepto propuesto 16: El tráfico generado por las líneas ISDN se incluirán en los servicios de voz fija, es decir, no habrá servicios específicos de voz ISDN.

Los servicios relacionados con el acceso a Internet que se incluirán en el modelo se presentan en la Figura 5.2. Se han incluido estos servicios para capturar los requerimientos de backhaul de retorno de la central local a la red troncal.

Figura 5.2: Servicios de acceso a Internet [Fuente: Analysys Mason]

Servicio	Descripción del servicio
xDSL propio (líneas)	Provisión de una línea de suscripción digital (xDSL) para el servicio de Internet comercializado por el departamento minorista del operador modelado.
xDSL propio (contendido)	Ancho de banda en una línea de suscripción digital (xDSL) para el servicio de Internet comercializado por el departamento minorista del operador modelado.
xDSL ajeno (líneas)	Provisión de una línea de suscripción digital (xDSL) para el servicio de Internet comercializado por el departamento mayorista del operador modelado.
xDSL ajeno (bitstream)	Ancho de banda en una línea de suscripción digital (xDSL) para el servicio de Internet comercializado por el departamento mayorista del operador modelado.

Existe además una lista de 'otros' servicios de telefonía fija que se incluirán también en el modelo, como se detalla en la Figura 5.3.

Figura 5.3: Otros servicios fijos [Fuente: Analysys Mason]

Servicio	Descripción del servicio
Enlaces dedicados	Incluye servicios de líneas alquiladas, ya sea para aprovisionar a clientes minoristas u otros operadores.
Televisión	Provisión del servicio de televisión, ya sea linear o de VoD, comercializado por el departamento minorista del operador modelado.

Concepto propuesto 17: Los enlaces dedicados y la televisión a través de redes fijas se identificarán de forma separada en el modelo.

Todos los servicios descritos anteriormente podrían estar disponibles tanto en una red tradicional PSTN como en una red *core* de nueva generación. Sin embargo, no se modelarán servicios de tráfico específicos a NGN.

Servicios que se ofrecen a través de redes móviles

La Figura 5.4presenta una serie de servicios de voz móviles. Estos servicios contribuyen al despliegue de la red troncal.

Figura 5.4: Servicios que se ofrecen a través de redes móviles [Fuente: Analysys Mason]

Servicio	Descripción del servicio
Llamadas móviles *on-net*	Llamadas de voz entre dos suscriptores (minoristas u OMV) del operador móvil modelado.
Llamadas móviles salientes a fijo	Llamadas de voz de un suscriptor (minorista u OMV) del operador móvil modelado a un destino fijo (incluyendo números no geográficos, etc.).
Llamadas móviles salientes a internacional	Llamadas de voz de un suscriptor (minorista u OMV) del operador móvil modelado a un destino internacional.
Llamadas móviles salientes a otros operadores móviles	Llamadas de voz de un suscriptor (minorista u OMV) del operador móvil modelado a otro operador móvil doméstico.
Llamadas entrantes de operadores fijos	Llamadas de voz recibidas desde otro operador fijo y terminada en la red de un suscriptor (minorista u OMV) del operador móvil modelado.
Llamadas entrantes de operadores internacionales	Llamadas de voz recibidas desde otro operador internacional y terminada en la red de un suscriptor (minorista u OMV) del operador móvil modelado.
Llamadas entrantes de otros operadores móviles	Llamadas de voz recibidas desde otro operador móvil y terminada en la red de un suscriptor (minorista u OMV) del operador móvil modelado.
Originación roaming in	Llamadas de voz de un visitante extranjero (*inbound roamer*) en la red del operador móvil modelado a un destino móvil, fijo o internacional.
Terminación roaming in	Llamadas de voz recibidas desde otro operador móvil, fijo o internacional y terminada en la red de un visitante extranjero (*inbound roamer*) del operador móvil modelado.

Servicio	Descripción del servicio
SMS on-net	SMS entre dos suscriptores (minoristas u OMV o *inbound roamer*) del operador móvil modelado.
SMS salientes a otras redes	SMS de un suscriptor (minorista u OMV o *inbound roamer*) del operador móvil modelado a otro operador de red.
SMS entrantes de otras redes	SMS recibidos de otro operador y terminado en un abonado (minorista u OMV o *inbound roamer*) del operador móvil modelado.
VMS	Llamadas de voz de un suscriptor (minorista u OMV) al contestador del operador móvil modelado.
Servicio de datos GPRS	Mbytes de servicio de datos (excluyendo las cabeceras de los paquetes IP) transferidos desde y hacia un suscriptor (minorista u OMV o *inbound roamer*) a través de la red 2G GPRS.
Servicio de datos EDGE	Mbytes de servicio de datos (excluyendo las cabeceras de los paquetes IP) transferidos desde y hacia un suscriptor (minorista u OMV o *inbound roamer*) a través de la red 2G EDGE.
Servicio de datos R99	Mbytes de servicio de datos (excluyendo las cabeceras de los paquetes IP) transferidos desde y hacia un suscriptor (minorista u OMV o *inbound roamer*) a través de la red de datos de baja velocidad 3G (portadoras Release 99).
Servicio de datos HSDPA	Mbytes de servicio de datos (excluyendo las cabeceras de los paquetes IP) transferidos hacia un suscriptor (minorista u OMV o inbound roamer) a través de la red HSPA.
Servicio de datos HSUPA	Mbytes de servicio de datos (excluyendo las cabeceras de los paquetes IP) transferidos desde un suscriptor (minorista u OMV o inbound roamer) a través de la red HSPA.

Concepto propuesto 18: Se agregarán los servicios de tráfico móvil para las diferentes clases de suscriptores (por ejemplo, venta minorista, *inbound roamer*, *etc.*) para identificar los costes subyacentes del tráfico de red en el modelo de telefonía móvil.

5.2 Volúmenes de tráfico

Es necesario definir el volumen y el perfil[18] del tráfico cursado en la red del operador modelado. Dado que la definición del operador incorpora la definición de una cuota de mercado, se propone definir el volumen de tráfico y su perfil para un abonado promedio. Este perfil de tráfico deberá tener en cuenta el equilibrio de tráfico entre los diferentes servicios que compiten en el mercado. Se requerirá por lo tanto un enfoque integral para la estimación de la evolución del tráfico de voz y datos. En consecuencia, los diferentes modelos deberían basarse en un módulo común de predicción de tráfico.

El volumen de tráfico asociado a los abonados del operador modelado es el principal inductor de los costos asociados con la red troncal, y la medida que permitirá explotar las economías de escala.

[18] Por 'perfil' entendemos las proporciones de llamadas desde/a varios destinos fijos y móviles, por hora del día y usos de otros servicios.

En el mercado hipotético competitivo la base de suscriptores de cada operador tendrá el mismo perfil de uso. Por lo tanto, el perfil de tráfico del operador modelado debería ser definido como la media del mercado, manteniendo la consistencia con la escala de dicho operador.[19]

Concepto propuesto 19: La previsión del perfil de tráfico del operador modelado debería basarse en el perfil de la media del mercado.

5.3 Costes mayoristas o minoristas

Este aspecto se describe en la Figura 5.5 a continuación.

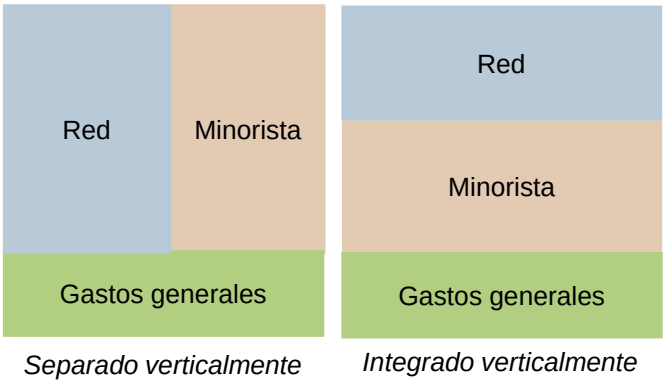


Figura 5.5: Costes mayoristas o minoristas [Fuente: Analysys Mason]

En el modelo separado verticalmente, los servicios de red (tales como el tráfico) son presupuestados por separado de las actividades minoristas (como las subvenciones de los terminales o el marketing). A los gastos generales se añade un mark-up a la red y las actividades minoristas, y se considera para el costo mayorista de suministro de terminación de voz únicamente los costos de la red más la proporción de los gastos generales.

En el modelo de integración vertical, los costos minoristas se consideran como parte integral de los servicios de red y se incluyen en los costos del servicio a través de un *mark-up*, junto con los gastos generales. En consecuencia, no existe el concepto de acceso 'mayorista' a la terminación de llamadas móviles en el modelo de integración vertical ya que todos los costos minoristas se incluyen en el cálculo de los costos de los servicios.

Hasta la fecha, la COFETEL ha regulado únicamente los servicios relacionados con el mercado de terminación de llamadas mayoristas, de originación mayoristas y de tránsito. Como tal, la COFETEL tiene la intención de considerar sólo aquellos costos que son relevantes para la prestación de los servicios mayoristas de un negocio verticalmente separado que se pretenden regular con el desarrollo del modelo. Sin embargo, los costos comunes a las actividades de red y minoristas pueden ser recuperados a través de los servicios de red mayoristas y los servicios minoristas. Estos serán tratados como un *mark-up* del resultado del LRAIC.

[19] E.g. the proportion of originated calls that are on-net can be expected, all other factors being equal, to be related to the size of the operator's subscriber base. Clearly, as the size of the modelled operator changes over time, a dynamically changing proportion of traffic would be estimated as on-net.

Un enfoque de separación vertical resulta en la exclusión de bastantes costos no-de-red de los costos de terminación. Sin embargo, trae consigo la necesidad de determinar el tamaño relativo de los costos económicos de las actividades minoristas con el fin de determinar la magnitud de los costos generales (*business overheads*, en inglés) a añadir a los costes de red incrementales.

Concepto propuesto 20: Se calcularán únicamente los costos de red mayoristas, aunque los costos generales comunes a las operaciones minoristas y de red deberían ser incluidos a través de un *mark-up* en todos los servicios.

6 Aspectos relacionados con la implementación de los modelos

Esta sección trata los aspectos conceptuales relacionados con la implementación de los modelos. Está estructura como sigue:

- selección del incremento de servicio (Sección 6.1)
- método de depreciación económica (Sección 6.2)
- costo de capital promedio ponderado (WACC, del inglés *weighted average cost of capital*) (Sección 6.3)
- coste de la deuda (Sección 6.4)
- aplicación de un *mark-up* (Sección 6.5).

6.1 Selección del incremento de servicio

Por un lado, el coste incremental es el coste que incurre un operador para satisfacer el incremento en la demanda de uno de sus servicios, bajo el supuesto de que la demanda de los otros servicios que ofrece el operador no sufre cambios. Por otro lado, es el coste es el costo total que evitaría el operador si cesara la provisión de ese servicio particular. Los incrementos toman la forma de un servicio, o conjunto de servicios, al que se distribuyen los costos, ya sea de forma directa (en el caso de los costos incrementales) o mediante un *mark-up* (si se incluyen los costos comunes). El tamaño y número del incremento afecta la complejidad[20] de los resultados y la magnitud[21] de los costos resultantes.

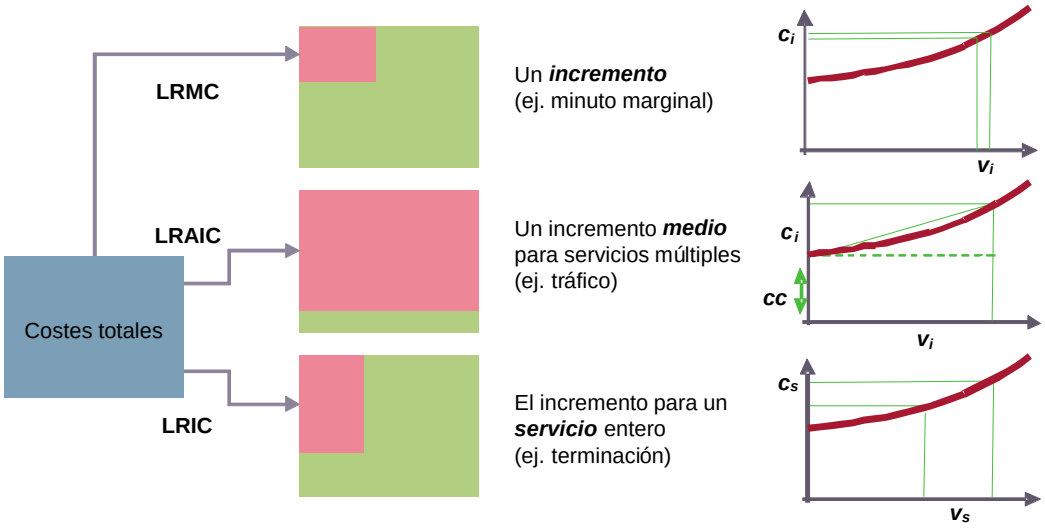
Enfoques genéricos

Durante los últimos diez años, ha evolucionado el enfoque adoptado para definir el incremento, tanto en redes de telefonía móvil como (en menor medida) en redes de telefonía fija. A continuación se presentan tres ejemplos gráficos de enfoques comunes de costes incrementales.

[20] Entre más incrementos, más cálculos se necesitan en el modelo y más costos comunes (o agregado de costos comunes) tienen que ser distribuidos como *mark-up.*

[21] Por las economías de escala y el mecanismo de márgenes adicionales.

Figura 6.1: Enfoques para definir el incremento [Fuente: Analysys Mason]



Primeramente se observa el costo marginal a futuro (LRMC) representa un enfoque extremo donde solamente los costos incrementales de un minuto adicional de tráfico son considerados. Obviamente este enfoque es impráctico para definir precios regulatorios, ya que implicaría que cada minuto adicional entregado por los operadores tendría su propio costo específico (asumiendo que la relación costo volumen no es lineal).

Después está el costo incremental promedio de largo plazo (LRAIC o CITLP) que es más consistente con el costeo "promedio" aplicado actualmente en la mayoría de la regulación fija y móvil. Este puede ser descrito como como un enfoque de grandes incrementos – todos los servicios que contribuyen a las economías de escala en la red se suman en un gran incremento; los costos de servicios individuales se identifican mediante la repartición del gran costo incremental (tráfico) de acuerdo con los factores de ruteo del uso de recursos promedio. La adopción de un gran incremento – en general alguna forma de "tráfico" agregado – significa que todos los servicios que son suministrados se tratan juntos y con *igualdad*. Cuando uno de estos servicios es regulado, es beneficiado por las economías de escala promedio y no por un mayor o menor grado en estas economías. El uso de un gran incremento también limita los costos comunes a una evaluación del mínimo despliegue de red necesario para ofrecer el servicio.

Por último, el costeo incremental de largo plazo puro (LRIC o CILP) es consistente con la recomendación de la Comisión Europea para el tratamiento regulatorio de terminación fija y móvil.

En nuestra interpretación de la Recomendación de la Comisión Europea 2009/396/CE, el costo incremental de sólo el volumen de terminación mayorista se evalúa 'al margen' de la función de costo. Al construir un modelo de costos ascendente que contenga algoritmos de diseño de red, es posible usar el modelo para calcular el coste incremental: ejecutándolo *con* y *sin* el incremento de que se trate (véase la Figura 6.2). Los costos unitarios de terminación de voz son entonces determinados como el cociente entre este costo y el volumen total de servicio.

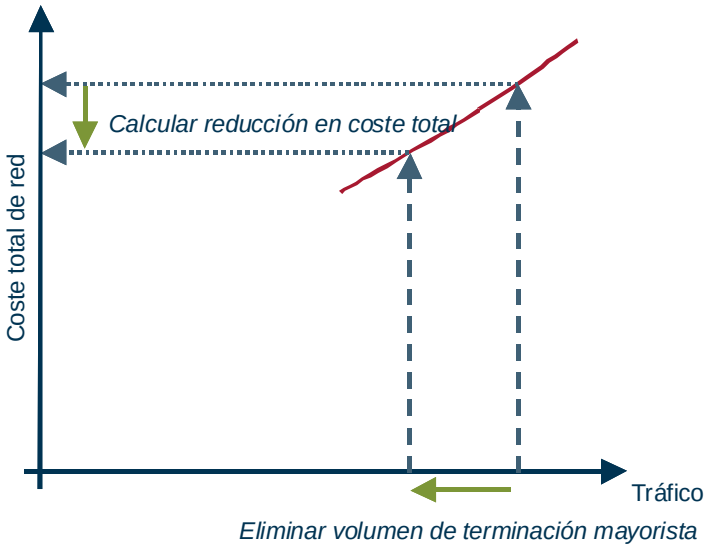


Figura 6.2: Cálculo del coste incremental del tráfico de terminación [Fuente: Analysys Mason]

Tamaño del incremento y costos comunes

El modelo de costes puede usarse para calcular los costes incrementales y comunes de otros servicios que no son de terminación. El tamaño del incremento afecta a la cantidad de costos comunes.

Por ejemplo, la utilización de incrementos grandes significa que las economías de escala generadas a lo largo del negocio se incorporan al costo incremental. Esto maximiza el costo incremental y minimiza los costos comunes. Asimismo, la definición propuesta por la Comisión Europea es el uso de incrementos menores generando una alta proporción de costos comunes. La Figura 6.3 ilustra el impacto que el tamaño del incremento tiene sobre los costos comunes.

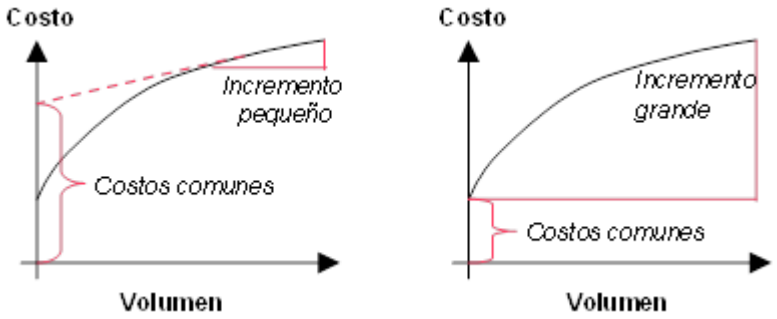


Figura 6.3: Incrementos grandes y pequeños [Fuente: Analysys Mason]

Debido a los requisitos específicos de la regulación ("Lineamientos para desarrollar los modelos de costos" del 12 de abril del 2011 y Términos de Referencia) y la confirmación de la interpretación del lineamiento por el personal de COFETEL, es necesario utilizar una metodología de costos que:

- permita calcular el costo promedio para el incremento de tráfico (de todos los servicios)
- asigne costos compartidos y comunes a los servicios de interconexión
- así mismo, permita ser competitivamente neutral con las operaciones móvil y fija.

Enfoque LRAIC plus

Este enfoque es consistente con las prácticas históricas de la mayor parte de los reguladores europeos y con los lineamientos de la COFETEL. Como se mencionó anteriormente, los costos de tráfico se definen como un agregado y después son distribuidos a los diferentes servicios de tráfico mediante factores de ruteo. Esto implica que se requerirá una matriz de factores de ruteo promedio para cada modelo.

La denominación Plus utilizada implica la inclusión de costos comunes, p.ej. costos de la red que son comunes a todo el tráfico como pueden ser cobertura, licencias y gastos generales. El uso de un incremento grande implica que los costos comunes para los servicios de tráfico son automáticamente incluidos en el incremento.

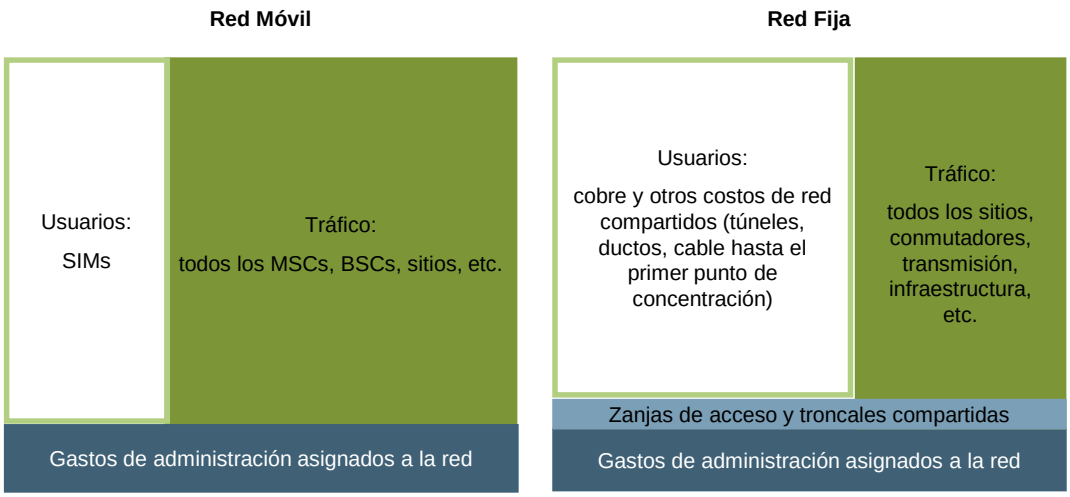
Es también necesario identificar un incremento de usuarios que capture los costos que varían con el volumen de usuarios (no por cambios en volumen). El incremento de usuarios, que capturará estos costos, debe ser definido con cuidado para ser consistente y transparente para las redes fija y móvil. Estos costos son definidos como los costos promedio incrementales cuando nuevos usuarios son agregados a la red.

- en una red móvil, un nuevo usuario recibe una tarjeta SIM para poder enviar y recibir tráfico en el punto de concentración (el aire es la interface)
- en una red fija, un nuevo usuario requerirá ser conectado a la tarjeta del conmutador, o equivalente en una red de nueva generación, mediante cobre/cable/fibra que vaya del usuario al punto de concentración.

Se propone que este "servicio incremental de usuario" sea definido sencillamente como el derecho a unirse a la red de usuarios. Cualquier otro costo, incluyendo costos requeridos para establecer una red operacional pero sólo con capacidad mínima, son recuperados mediante los incrementos de uso. Por consiguiente, todo el equipo para usuarios será también excluido (p.ej. teléfonos, módems, etc.).

En el siguiente diagrama se encuentran rellenos los costos a incluirse siguiendo este método.

Figura 6.4: Distribución de costos usando CITLP Plus [Fuente: Analysys Mason]



Concepto propuesto 21: En línea con los requisitos establecidos por la COFETEL, el modelo calculará los costos utilizando un modelo LRAIC Plus (es decir CITLP).

6.2 Depreciación

El modelo calculará los costos de inversión y operacionales relevantes. Estos costos tendrán que ser recuperados a través del tiempo para asegurar que los operadores obtengan un retorno sobre su inversión. Para ello, se debe elegir un método de depreciación adecuado. Existen cuatro opciones:

- depreciación de costos contables históricos (HCA)
- depreciación de costos contables corrientes (CCA)
- anualidad inclinada (*tilted annuity*)
- depreciación económica.

Se recomienda la utilización de la depreciación económica en los modelos, lo cual concuerda con lo establecido por la COFETEL. La Figura 6.5 muestra que solamente este método considera todos los factores relevantes potenciales de depreciación.

Figura 6.5: Factores considerados por los métodos de depreciación [Fuente: Analysys Mason]

	HCA	CCA	Anualidad	Económica
Costo del activo equivalente moderno (MEA) hoy		✓	✓	✓
Pronóstico de costo del MEA			✓	✓
Producción de la red a través del tiempo			[22]	✓
Vida financiera de los activos	✓	✓	✓	✓[23]
Vida económica de los activos			✓	✓

La producción de la red a través del tiempo es un factor clave en la elección del método de depreciación. En lo que respecta a las redes móviles, en general los volúmenes de tráfico han experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, mientras que los volúmenes de Internet móvil han crecido a un ritmo comparativamente más lento.

La situación en las redes fijas es aún más complicada. Durante muchos años el tráfico cursado había estado dominado por los servicios de voz y era bastante estable. En los últimos años, sin embargo, esto ha cambiado notablemente:

- los volúmenes de tráfico de voz han decrecido e Internet conmutado prácticamente ya no existe
- los volúmenes de banda ancha y otros servicios de datos han aumentado considerablemente.

[22] Una aproximación para el cambio en producción a través del tiempo puede ser aplicada con la anualidad inclinada asumiendo un factor de crecimiento de la producción de x% por año.

[23] La depreciación económica puede usar la vida financiera de los activos, aunque estrictamente debe usar la vida económica (que puede ser menor, mayor o igual a la financiera)

Por lo tanto, el uso de anualidades inclinadas también diferiría de la depreciación económica en el costeo fijo. Sin embargo, considerando la necesidad de consistencia entre los modelos fijo y móvil y que los volúmenes están cambiando en ambas redes, se debe utilizar un solo método que refleje esto situación. Esto implica que la depreciación económica debe utilizarse en ambos modelos.

> **Concepto propuesto 22**: Se utilizará la depreciación económica tanto en el modelo fijo como en el móvil.

Implicaciones para los modelos de costos

Como la depreciación económica es un método para determinar cuál es la recuperación de costos económicamente racional debe:

- reflejar los costos subyacentes de producción: tendencias de precio del MEA
- reflejar la producción de los elementos de la red en el largo plazo.

El primer factor relaciona la recuperación de costos a la de un nuevo entrante en el mercado (si el mercado es contestable) que podría ofrecer servicios en base a los costos actuales de producción.

El segundo factor relaciona la recuperación de costos con la 'vida' de la red – en el sentido de que las inversiones y otros gastos van realizando a través del tiempo con la finalidad de poder recuperarlos mediante la demanda de servicio que se genera durante la vida de la operación. En un mercado competitivo estos retornos generan una utilidad normal en el largo plazo (por consiguiente, no extraordinaria). Todos los operadores del mercado deben realizar grandes inversiones iniciales y solo recuperan estos costos a través del tiempo. Estos dos factores no se reflejan en la depreciación histórica, que simplemente considera cuando fue adquirido un activo y en qué periodo será depreciado.

La implementación de depreciación económica a ser usada en los modelos de costos está basada en el principio que establece que *todos los costos incurridos (eficientemente) deben ser completamente recuperados en forma económicamente racional*. La recuperación total de estos costos se garantiza al comprobar que el valor presente (PV) de los gastos sea igual al valor presente de los costos económicos recuperados, o alternativamente, que el valor presente neto (NPV) de los costos recuperados menos los gastos sea cero.

Serie de tiempo

La serie de tiempo, o el número de años para el que se calcularan los volúmenes de demanda y activos, es un insumo muy importante. Una serie de tiempo larga:

- permite que se consideren todos los costos en el tiempo, suministrando la mayor claridad dentro del modelo en relación a las implicaciones de adoptar depreciación económica.
- puede ser utilizado para estimar grandes pérdidas/ganancias resultantes de cambios en el costeo, permitiendo mayor transparencia sobre la recuperación de todos los costos incurridos por proveer los servicios

- genera una gran cantidad de información para entender como varían los costos del operador modelado a través del tiempo en respuesta a cambios en la demanda o la evolución de la red
- puede incluir otras formas de deprecación con un esfuerzo mínimo.

La serie de tiempo debería ser igual a la vida del operador, permitiendo la recuperación total de los costos en la vida del negocio, mas no es práctico identificar que tan larga será esta. Debido a esto, se propone utilizar una serie de tiempo que sea por lo menos tan larga como la vida del activo más longevo y que ambos modelos utilicen esta serie de tiempo.

Para un operador móvil, las vidas más largas de los activos son normalmente entre 25 y 40 años por lo que se llegan a utilizar series de tiempo de hasta 50 años. Sin embargo, se pueden asumir vidas aún más largas para algunos activos de las redes fijas como los túneles y ductos. Como resultado, puede ser necesario desarrollar un modelo capaz de calcular costos de activos con vidas de al menos 50 años.

Implementación de la previsión de tráfico durante la serie de tiempo definida

Dado que no sería realista efectuar una previsión detallada y precisa para el periodo total del modelo, el modelo pretende efectuar una previsión para un periodo razonable de tiempo que cubra un periodo similar al periodo regulatorio (de cuatro a diez años).

El modelo se limita a modelar tecnologías existentes y no prevé introducir tecnologías que puedan aparecer en el futuro y no estén presentes actualmente en México.

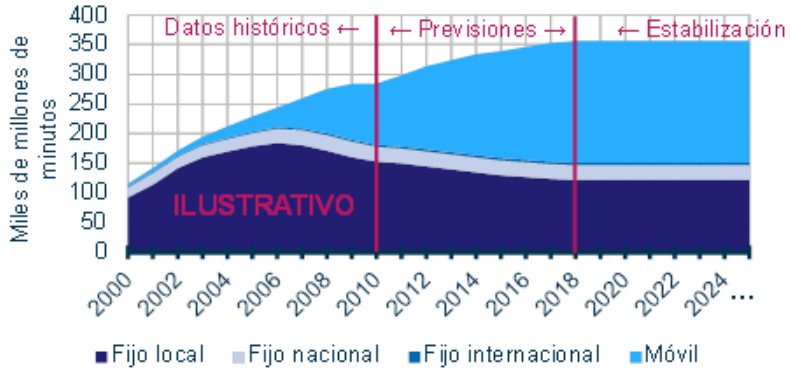


Figura 6.6: Ejemplo de la evolución del mercado para los modelos fijo y móvil [Fuente: Analysys Mason]

Como ilustra la Figura 6.6, se prevé que el tráfico y el número de suscriptores se estabilice tras el periodo regulatorio por varias razones:

- limitar el impacto de errores asociados a un periodo demasiado largo (nuevas tecnologías desconocidas, etc.)
- limitar el impacto que tendría un exceso de demanda en años posteriores sobre el costo final de los servicios modelados debido a la depreciación económica.

Impacto sobre la vida útil de las licencias móviles

Para alinear la duración de las licencias móviles con la serie de tiempo elegida para el modelo – equivalente a 50 años – se asume que cada licencia es válida durante un periodo de 20 años y después renovable cada 15 años.

Concepto propuesto 23: Ambos modelos deben tener la misma serie de tiempo. El horizonte temporal debe ser al menos tan amplio como el periodo más largo de vida de los activos, por lo que se sugiere que los modelos se construyan incorporando un horizonte temporal de 50 años.

6.3 Costo de capital promedio ponderado (CCPP)

El modelo debe incluir un retorno razonable sobre los activos, determinado a través del coste de capital promedio ponderado (CCPP). El CCPP antes de impuestos se calcula de la siguiente forma:

$$CCPP = C_d \times \frac{D}{D+E} + C_e \times \frac{E}{D+E}$$

Donde:

C_d es el costo de la deuda

C_e es el costo del capital de la empresa antes de impuestos

D es el valor de la deuda del operador

E es el valor del capital (*equity*) del operador

Ya que estos parámetros, o estimaciones de los mismos se encuentran disponibles en forma nominal, se calcula el CCPP nominal antes de impuestos y se convierte al CCPP real[24] antes de impuestos de la siguiente manera:

$$\text{Real}\quad CCPP = \frac{(1+\text{Nominal}\ \ CCPP)}{(1+IPC)} - 1$$

Donde:

- *IPC* es la tasa de inflación medida por el índice de precios de consumo.

Entramos a continuación a tratar los supuestos que soportan cada uno de los parámetros en el cálculo del CCPP.

[24] La experiencia ha demostrado que es más transparente para construir modelos ascendentes de costos. Cualquier metodo utilizado necesitará un factor de inflación ya sea en la tendencia de los precios o en el CCPP.

6.3.1 Costo del capital (equity)

El costo del capital (*equity*) se puede calcular utilizando varias metodologías. No obstante, la más común, y la establecida por la COFETEL, es el método conocido como valuación de activos financieros (CAPM) debido a su relativa sencillez, por lo que se utilizará en ambos modelos.

El costo del capital (equity) se calculará para dos operadores diferentes:

- un operador eficiente de servicios móviles en México
- un operador eficiente de servicios fijos en México.

Concepto propuesto 24: Se utilizará el CAPM para calcular el costo del capital (*equity*) para un operador eficiente móvil y un operador eficiente fijo.

Siguiendo esta metodología, el CAPM se calcula de la siguiente manera:

$$C_e = R_f + \beta \times R_e$$

Donde:

R_f es la tasa de retorno libre de riesgo

R_e es la prima del riesgo del capital

β es la medida de lo arriesgado de una compañía particular o sector de manera relativa a la economía nacional.

Cada uno de estos parámetros se trata a continuación.

Tasa de retorno libre de riesgo, R_f

Habitualmente se asume que la tasa de retorno libre de riesgo es la de los bonos del estado a largo plazo. Según el IRG,[25] se deben considerar los siguientes aspectos: qué referencia utilizar (qué gobierno), qué período de madurez (horizonte temporal de inversión o periodo regulatorio), y qué tipo de información se debe utilizar (actual, histórica, promedio).

Concepto propuesto 25: Se propone que la tasa de retorno libre de riesgo (R_f) sea la de los bonos gubernamentales mexicanos de 30 años. Este parámetro será el mismo en ambos modelos.

Prima del riesgo del capital, R_e

La prima de riesgo del capital es el incremento sobre la tasa de retorno libre de riesgo que los inversores demandan del capital (*equity*). Ya que invertir en acciones conlleva un mayor riesgo que invertir en bonos del estado, los inversionistas requieren una prima al invertir en acciones.

[25] International Regulators Group. *Regulatory accounting: Principles of Implementation and Best Practice for WACC calculation*, febrero de 2007.

Normalmente, las empresas que cotizan en el mercado de valores nacional son utilizadas como muestra sola la que se calcula el promedio.

El IRG recomienda un enfoque equilibrado al considerar la relevancia y calidad de la información disponible, utilizando uno o más de estos métodos: prima histórica (ajustada), prima de una muestra o *benchmarking*. Debido a que el cálculo de este dato es altamente complejo, utilizaremos las cifras calculadas por fuentes reconocidas que se encuentren en el ámbito público como puede ser la del profesor Aswath Damodaran de la Universidad de Nueva York.

> **Concepto propuesto 26**: Se propone utilizar la última prima sobre el capital (Re) propuesta por Aswath Damodaran. Este parámetro es será el mismo para ambos modelos.

Beta para los operadores de telecomunicaciones, β

Cuando alguien invierte en cualquier tipo de acción, se enfrenta con dos tipos de riesgo: sistemático y no sistemático. El no sistemático está causado por el riesgo relacionado con la empresa específica en la que se invierte. El inversionista disminuye este riesgo mediante la diversificación de la inversión en varias empresas (portafolio de inversión).

El riesgo sistemático se da por la naturaleza intrínseca de invertir. Este riesgo se denomina como Beta (β) y se mide como la variación entre el retorno de una acción específica y el retorno de un portafolio del con acciones de todo el mercado. Para el inversionista, no es posible evitar el riesgo sistemático, por lo que siempre requerirá una prima de riesgo. La magnitud de esta prima variará de acuerdo con la covarianza entre la acción específica y las fluctuaciones totales del mercado.

Es posible estimar la β mediante una comparación de las fluctuaciones en el precio de las acciones de una empresa con un grupo amplio de empresas durante un periodo de tiempo determinado. Sin embargo, estas medidas siempre serán inciertas y producirán una gran variedad en los resultados dependiendo de la metodología utilizada. Asimismo, la determinación empírica y precisa de la β requiere grandes cantidades de datos históricos. Se trata, por lo tanto, de un área de considerable subjetividad. Sólo en los Estados Unidos, y quizás otros pocos países con bolsas o mercados de acciones de larga tradición e historia, tienen estimaciones razonables de la β.

Sin embargo, dado que la β representa el riesgo de una industria particular o compañía relativa al mercado, se esperaría que la β de una empresa en particular – en este caso un operador – fuera similar en diferentes países. Comparar la β de esta manera requiere una β desapalancada (asset) más que una apalancada (equity).

$$\beta_{asset} = \beta_{equity} / (1+D/E)$$

El IRG recomienda estimar la β de una empresa ya sea mediante: información histórica de la relación entre los retornos de la empresa y los del mercado; benchmarking de las β de empresas comparables o mediante la definición de una β objetivo; dependiendo de las condiciones del mercado y la información disponible. Como indica la IRG, se debe asegurar que las compañías usadas en una comparativa sean comparables en términos de regulación, ambiente competitivo, tamaño e impuestos.

El mercado mexicano, y también el latinoamericano, se encuentran dominados por dos grandes operadores, América Móvil y Telefónica de España. Sin embargo, estas empresas presentan resultados consolidados lo cual dificulta la utilización de sus parámetros, como β, en forma específica para el mercado mexicano. Debido a esto, aunque utilizaremos los datos de estas empresas, nuestro benchmark tendrá que ser más amplio.

Concepto propuesto 27: Proponemos usar una comparativa de compañías de telecomunicaciones, buscando hacer un énfasis en mercados similares al mexicano, para identificar las β específicas de los mercados fijo y móvil.

Método propuesto para derivar las β_{asset} de los operadores fijos y móviles

Debido a que cada día hay menos operadores *pure-play*, se recomienda derivar los valores de β_{asset} para los operadores fijos y móviles mediante una aproximación. Primeramente se agrupar los operadores del benchmark en tres grupos, utilizando la utilidad antes de impuestos, intereses, depreciación y amortización (EBITDA) como una aproximación de la capitalización de mercado hipotética de las divisiones fija y móvil de los operadores mixtos:

- predominantemente móviles: aquellos donde la porción de EBITDA móvil represente una porción significativa del total de EBITDA
- híbridos fijo–-móvil: aquellos donde ni el EBITDA móvil ni el fijo, representen una porción significativa del total del EBITDA
- predominantemente fijos: aquellos donde el EBITDA móvil represente una porción significativa del EBITDA total.

Después de esto se calculan los valores de β_{asset} para el operador móvil con el promedio del primer grupo y para el operador fijo con el promedio del tercero.

Concepto propuesto 28: Se propone estimar β_{asset} mediante una comparativa de operadores sólo fijos, sólo móviles y fijos–móviles con operaciones en Latinoamérica. Posteriormente, se clasificarán en tres grupos (predominantemente móviles, fijos–móviles y predominantemente fijos), y se estimará β_{asset} para los grupos predominantemente fijos y predominantemente móviles.

6.3.2 Ratio deuda/capital (D/E)

Finalmente, es necesario definir la estructura de financiamiento para el operador basada en una estimación de la proporción (óptima) de deuda y capital en el negocio. El nivel de apalancamiento denota la deuda como proporción de las necesidades de financiamiento de la empresa, y se expresa como:

$$Apalancamiento = \frac{D}{D+E}$$

Generalmente, la expectativa en lo que respecta al nivel de retorno del capital (equity) será mayor que la del retorno de la deuda. Si aumenta el nivel de apalancamiento, la deuda tendrá una prima de riesgo mayor ya que los acreedores requerirán un mayor interés al existir menor certidumbre en el pago.

Por eso mismo, la teoría financiera asume que existe una estructura financiera óptima que minimiza el costo del capital y se le conoce como apalancamiento objetivo. En la práctica, este apalancamiento óptimo es difícil de determinar y variará en función del tipo y forma de la compañía.

El IRG específica tres enfoques posibles:

- usar valores en libros para calcular el apalancamiento
- usar valores de mercado para calcular el apalancamiento
- usar el apalancamiento óptimo.

Enfoque propuesto para definir el apalancamiento del operador fijo y móvil

Se propone utilizar una comparativa de los niveles de apalancamiento actual de operadores sólo móviles, sólo fijos y fijos–móviles, usando un método similar al definido para estimar β_{asset} para derivar el nivel de apalancamiento de cada operador.

> **Concepto propuesto 29**: En forma similar al método seguido para estimar β_{asset} se propone estimar el nivel apropiado de apalancamiento mediante una comparativa de operadores sólo fijos, sólo móviles y fijos–móviles con operaciones en Latinoamérica. Posteriormente, se clasificarán en tres grupos (predominantemente móviles, fijos–móviles y predominantemente fijos) y entonces se estimará el nivel de apalancamiento para los grupos predominantemente fijos y predominantemente móviles.

6.4 Costo de la deuda

El costo de la deuda se define como:

$$C_d = (1-T) \times (R_f + R_D)$$

Dónde:

- R_f es la tasa de retorno libre de riesgo
- R_D es la prima de riesgo de deuda
- T es la tasa de impuestos corporativa.

En México existen dos impuestos corporativos, el impuesto empresarial a tasa única (IETU) y el Impuesto sobre la renta (ISR). Ya que la cantidad de cada impuesto no es fácil de calcular, solicitaremos el apoyo de la COFETEL para definir la tasa adecuada de impuestos corporativos (T) para efectos de este ejercicio.

La prima de riesgo de deuda de una empresa es la diferencia entre lo que una empresa tiene que pagar a sus acreedores al adquirir un préstamo y la tasa libre de riesgo. Típicamente, la prima de riesgo de deuda varía de acuerdo con el apalancamiento de la empresa – cuanto mayor sea la proporción de financiamiento a través de deuda, mayor es la prima (el IRG presenta una aproximación lineal) debido a la presión ejercida sobre los flujos de efectivo.

El IRG menciona tres posibles métodos para determinar el costo de la deuda:

- el uso de información contable como pueden ser deudas actuales
- calcular el nivel eficiente de endeudamiento y el costo asociado de la deuda en base a calificaciones de crédito
- sumar a la tasa libre de riesgo la prima de riesgo de la deuda asociada con la empresa, en base a una comparativa de las tasas de retorno de la deuda (p.ej. Eurobonos corporativos) de empresas comparables con riesgo o madurez semejantes.

Concepto propuesto 30: Se usará un costo de la deuda para el operador móvil que corresponde con la tasa de retorno libre de riesgo de México más una prima de deuda por el mayor riesgo de un operador en comparación con el país. Para definir la prima utilizaremos una comparativa internacional.

Se aplicará la misma metodología para determinar el costo de la deuda del operador fijo en línea con el observado en operadores. En ambos casos nos apoyaremos en la COFETEL para definir la tasa adecuada de impuestos corporativos (T).

6.4.1 Sensibilidad del costo de capital a cambios en los parámetros de cálculo

Para calcular el CCPP es necesario especificar el nivel de apalancamiento de la empresa para sopesar los costos relativos del capital (*equity*) y la deuda. El apalancamiento de la empresa también influye en el cálculo de β_{equity}, que específica la tasa de retorno requerida para el capital y la prima de riesgo de deuda que especifica la tasa de retorno de la deuda. El retorno sobre el capital es después de impuestos, mientras que el retorno de la deuda es antes de impuestos, por lo que al calcular el CCPP antes de impuestos de un operador típico se puede observar que éste es insensible al nivel de apalancamiento. Con un apalancamiento mayor, una proporción mayor del costo de capital se debe al retorno sobre la deuda – con una tasa menor que el capital. Sin embargo, con un apalancamiento mayor la prima de riesgo de la deuda y β_{equity} aumentan, lo cual neutraliza en gran medida los ahorros logrados mediante un mayor financiamiento a través de deuda. Esto está ampliamente documentado y explicado en la hipótesis Modigliani-Miller.

Por lo tanto, la β_{asset} es el parámetro que tiene mayor impacto en el nivel de CCPP.

6.5 Aplicación de un mark-up

El cálculo de costos incrementales para un operador identificará algunos costos que son comunes a varios incrementos. Estos costos comunes son requeridos para soportar uno o varios servicios, en dos o más incrementos, y no son atribuibles a incrementos en forma causal. Estos tienden a ser:

- Costos comunes de tráfico – partes de la red desplegada por tráfico que son comunes a todos los servicios de la red (p.ej. la plataforma de voz o la licencia para servicios móviles).
- Costos comunes de redes troncales (tráfico) y de acceso – como puede ser el espacio físico requerido para un conmutador donde se define la frontera entre la red troncal y la de acceso o un túnel compartido. Estos no son aplicables para redes móviles.
- La red de acceso – puede ser considerada como un prerrequisito para todos los servicios de tráfico que usen los usuarios.
- Costos comunes que no son de red, o de administración, comunes a los servicios de red y a los minoristas – componentes de costos comunes a todas las funciones del negocio (p.ej. Presidente).

Si todos los costos comunes están en un mismo incremento, al CILP del incremento se le agrega un margen adicional hasta llegar al costo 'stand alone' (SAC) de proveer este incremento. Por tanto, el SAC representa el máximo costo con margen adicional para cualquier incremento – y en esa situación el margen adicional para los otros incrementos sería cero. En una situación donde los costos comunes son compartidos entre varios incrementos, se requiere un **mecanismo de márgenes adicionales** para producir los CILPs relevantes (CILP+). Esto se muestra en la Figura 6.7.

Figura 6.7: CILP, SAC y CILP+ [Fuente: Analysys Mason]

El mecanismo de márgenes adicionales utilizado en la mayoría de los modelos de costos es el de igual proporción de margen adicional (EPMU, por sus siglas en inglés). Mediante este método, los costos comunes se recuperan en proporción al costo incremental asignando a los distintos servicios producidos. Su aplicación es sencilla, y resulta en un tratamiento uniforme de todos los servicios del negocio y no necesita parámetros adicionales.

El EPMU es el método generalmente utilizado debido a su objetividad y facilidad de implementación. Es consistente con las prácticas regulatorias a nivel mundial, por lo que COFETEL también ha decidido utilizarlo en los modelos de costos fijo y móvil.

Concepto propuesto 31: Se empleará EPMU cuando se requiera distribuir los costos comunes.

Anexo A Aplicación de la depreciación económica

Operar una red de telefonía móvil o fija se caracteriza por incurrir en gastos e inversiones a lo largo del tiempo. Estos costes se contabilizan de la siguiente manera:

- **gastos operativos (opex) –** los cuales son reflejados en la cuenta de pérdidas y ganancias del año en que se incurren – por lo tanto no suponen la utilización de capital (excepto el capital circulante mensual necesario)
- **gastos de capital (capex) –** los cuales se registran en el libro de activos de la empresa y se amortizan con el tiempo, generando un retorno sobre la inversión debido al coste de oportunidad del capital empleado en los activos tangibles e intangibles.

El nivel de capex incurrido por el negocio se puede expresar de varias formas:

- **capex acumulado –** el total de todas las inversiones de capital hechas en el negocio
- **valor contable bruto** *(gross book value,* GBV en inglés*)* – el total de todas las inversiones de capital hechas en el negocio, menos las inversiones hechas en activos que se han amortizado completamente o que se han retirado
- **valor de remplazo bruto** (*gross replacement cost*, GRC en inglés) – el capex total que se requeriría para remplazar todos los activos de la red en el momento actual
- **valor contable neto** (*net book value*, NBV en inglés) – es el GBV menos la amortización acumulada de los activos.

Los costes que se incurren en un negocio móvil o fijo necesitan ser recuperados con el tiempo y cualquier capital empleado (es decir, los que no se recuperan en el año en el que se incurren) debe conseguir un retorno a la inversión. El método por el cual se recuperan estos costes es, en términos generales, el método de depreciación.

Teóricamente, 'la depreciación económica' es el método apropiado para el costeo regulatorio ya que tiene en cuenta todos los factores subyacentes que influyen en el valor económico de un activo:

- tendencias proyectadas en los gastos operativos asociados a un activo (tendencias de opex MEA)
- tendencias proyectadas para el remplazo de un activo por su unidad moderna equivalente (tendencias de inversiones en MEA, por sus siglas en inglés)
- los ingresos (output) que pueden ser generados por el active

En las redes móviles, el output de los elementos de red ha crecido enormemente a medida que su utilización ha crecido en los últimos diez años. Mientras que algunos activos de red (como los TRX) escalan de manera razonable con los volúmenes de tráfico, otros activos, como aquellos relacionados con la red de cobertura o el coste de una licencia, han experimentado incrementos de un orden de magnitud en términos de output. Como tal, la aplicación de la depreciación económica está más extendida en los modelos de costes móviles que el proxy de la anualidad inclinada (*tilted annuity*). El efecto de incluir un perfil de output creciente en el cálculo de la depreciación es un mayor nivel de costes de amortización en los años en los que la utilización de los activos es mayor, sujeto a la inversión y a que se recupere completamente el capital empleado.

La depreciación económica puede ser implementada de muchas maneras diferentes con varias fórmulas. Sin embargo, es probable que todos los métodos de depreciación económica se apoyen en un cálculo del NPV de algún tipo. El cálculo del NPV asegura que el perfil de recuperación de los costes proyectados (es decir los ingresos) recupera todos los gastos además del coste de oportunidad del capital empleado. Como tal, es posible aplicar la depreciación económica a los gastos operativos, ya que estos gastos del negocio son como cualquier otro gastos: si se contabilizan en la cuenta de pérdidas y ganancias o a través de la depreciación de los gasto, se requiere que compensen por el retraso en la recuperación de los costes (es decir conseguir un retorno al capital empleado).

En los diferentes métodos de depreciación económica[26] se han aplicado varios perfiles para dar forma al perfil de recuperación de costes a lo largo del tiempo (p.ej. relacionados con las tendencias de precios, la escala de un operador individual, la contestabilidad del mercado). Sin embargo, para los modelos de la COFETEL, proponemos adoptar una forma clara y concisa de depreciación económica que considere:

- series temporales completas de gastos incurridos eficientemente
- un perfil de recuperación de costes que refleje el cambio en precios de los MEA que se utilicen en la producción del output
- el perfil del output a lo largo del tiempo, que refleje el nivel de demanda (output) que cada operador ha conseguido (y que se proyecta que consiga) a lo largo del tiempo

Recurriendo a un ejemplo, ilustramos el perfil de costes anualizados a través de la depreciación económica para la situación en la que el output de los elementos de red se incrementa (tomando la forma de una curva) de 10 en el año 1 a 100 en el año 4. El perfil de la depreciación se encuentra influida por la forma del output a lo largo del tiempo y la disminución de los precios de los MEA que se pueden ver en la Figura A.1.

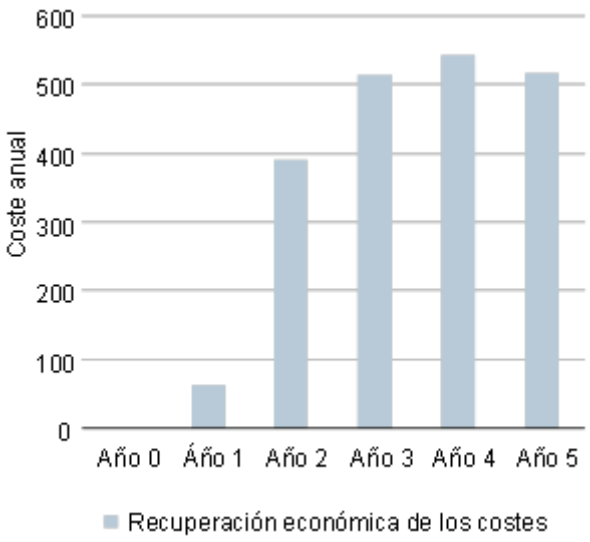


Figura A.1: Depreciación económica [Fuente: Analysys Mason]

[26] Específicamente, los métodos implementados por Analysys Mason para los reguladores del Reino Unido, Suecia y Noruega