

RESOLUCIÓN MEDIANTE LA CUAL EL PLENO DEL INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES DETERMINA LAS CONDICIONES DE INTERCONEXIÓN NO CONVENIDAS ENTRE TELEVISIÓN INTERNACIONAL, S.A. DE C.V Y LAS EMPRESAS IUSACELL PCS, S.A. DE C.V., IUSACELL PCS DE MEXICO, S.A. DE C.V., SOS TELECOMUNICACIONES, S.A. DE C.V., PORTATEL DEL SURESTE, S.A. DE C.V., TELECOMUNICACIONES DEL GOLFO, S.A. DE C.V., SISTEMAS TELEFÓNICOS PORTÁTILES CELULARES, S.A. DE C.V., COMUNICACIONES CELULARES DE OCCIDENTE, S.A. DE C.V. Y OPERADORA UNEFON, S.A. DE C.V.

### ANTECEDENTES

I.- Concesiones de Televisión Internacional, S.A. de C.V. El 27 de diciembre de 1996, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (en lo sucesivo, la "Secretaría"), otorgó a Televisión Internacional, S.A. de C.V., (en lo sucesivo, "TVI"), un título de concesión para instalar, operar y explotar una red pública de telecomunicaciones. El 5 de septiembre de 2008, la Secretaría otorgó el anexo "D" a la Concesión de TVI, en el que se autoriza la prestación del servicio fijo de telefonía local

El 11 de marzo de 2011, la Secretaría otorgó a TVI un título de concesión para instalar, operar y explotar una red pública de telecomunicaciones, para prestar el servicio de telefonía básica local, transmisión de datos, videoconferencia, venta y arrendamiento de capacidad de la red, comercialización de la capacidad adquirida de otros concesionarios, arrendamiento de circuitos dedicados y telefonía pública en 31 localidades (en lo sucesivo, la "Concesión de TVI").

II.- Concesiones de las empresas Iusacell PCS, S.A. de C.V., Iusacell PCS de México, S.A. de C.V., Comunicaciones Celulares de Occidente, S.A. de C.V., Sistemas Telefónicos Portátiles Celulares S.A. de C.V., Telecomunicaciones del Golfo, S.A. de C.V., Portatel del Sureste, S.A. de C.V. y SOS Telecomunicaciones, S.A. de C.V. (en lo sucesivo, conjuntamente, "Grupo Iusacell").

a) El 12 de octubre de 1998, la Secretaría otorgó a Iusacell PCS, S.A. de C.V., una concesión para instalar, operar y explotar una red pública de telecomunicaciones para prestar el servicio de acceso inalámbrico fijo o móvil y dos (2) concesiones para usar, aprovechar y explotar bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico para uso determinado para la prestación del servicio de acceso inalámbrico fijo o móvil en las regiones 1 y 4.

- b) El 27 de abril de 2005, la Secretaría otorgó a Iusacell PCS de México, S.A. de C.V., una concesión para instalar, operar y explotar una red pública de telecomunicaciones para prestar el servicio de acceso inalámbrico fijo o móvil y siete (7) concesiones para usar, aprovechar y explotar bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico para uso determinado para la prestación del servicio de acceso inalámbrico fijo o móvil en las regiones 2, 3, 5, 6, 7, 8 y 9.
- c) El 21 de mayo de 2010, la Secretaría otorgó a Comunicaciones Celulares de Occidente, S.A. de C.V., una prórroga y modificación de concesión para instalar, operar y explotar una red pública de telecomunicaciones en la región 5, mediante la cual se autoriza la prestación de cualquier servicio de telecomunicaciones que técnicamente le permita su infraestructura, salvo radiodifusión.
- d) El 21 de mayo de 2010, la Secretaría otorgó a Sistemas Telefónicos Portátiles Celulares S.A. de C.V., una prórroga y modificación de concesión para instalar, operar y explotar una red pública de telecomunicaciones en la región 6, mediante la cual se autoriza la prestación de cualquier servicio de telecomunicaciones que técnicamente le permita su infraestructura, salvo radiodifusión.
- e) El 21 de mayo de 2010, la Secretaría otorgó a Telecomunicaciones del Golfo, S.A. de C.V., una prórroga y modificación de concesión para instalar, operar y explotar una red pública de telecomunicaciones en la región 7, mediante la cual se autoriza la prestación de cualquier servicio de telecomunicaciones que técnicamente le permita su infraestructura, salvo radiodifusión.
- f) El 21 de mayo de 2010, la Secretaría otorgó a Portatel del Sureste, S.A. de C.V., una prórroga y modificación de concesión para instalar, operar y explotar una red pública de telecomunicaciones en la región 8, mediante la cual se autoriza la prestación de cualquier servicio de telecomunicaciones que técnicamente le permita su infraestructura, salvo radiodifusión.
- g) El 22 de noviembre de 2012, la Secretaría otorgó a SOS Telecomunicaciones, S.A. de C.V., una prórroga y modificación de concesión para instalar, operar y explotar una red pública de telecomunicaciones en la región 9, mediante la cual se autoriza la prestación de cualquier servicio de telecomunicaciones que técnicamente le permita su infraestructura, salvo radiodifusión.

M

En lo sucesivo, a las concesiones relacionadas en los incisos a) y b) anteriores, se le denominará como las "Concesiones de Iusacell". Asimismo, a las concesiones relacionadas de los incisos c) al g) anteriores, se les denominará conjuntamente como las "Concesiones Celulares de Grupo Iusacell".

- III.- **Concesión de Operadora Unefon, S.A. de C.V.** El 23 de junio de 1998, la Secretaría otorgó a Sistemas Profesionales de Comunicación, S.A. de C.V., actualmente Operadora Unefon, S.A. de C.V. (en lo sucesivo, "Unefon") un título de concesión para instalar, operar y explotar una red pública de telecomunicaciones para prestar servicios de acceso inalámbrico fijo o móvil en las nueve regiones en que se dividió el territorio nacional. Asimismo, el 27 de septiembre de 1999, la Secretaría otorgó a Unefon nueve (9) títulos de concesión para usar, aprovechar y explotar bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico para prestar servicios de acceso inalámbrico fijo o móvil, para cada una de las nueve regiones en que se dividió el territorio nacional.
- IV.- **Solicitudes de Resolución de condiciones de interconexión no convenidas.** El 12 de enero de 2012, el representante legal de TVI presentó ante la extinta Comisión Federal de Telecomunicaciones (en lo sucesivo, la "Comisión") escritos mediante los cuales solicitó su intervención a efecto de que procediera a resolver los términos, condiciones y tarifas que en materia de interconexión no pudo convenir con Grupo Iusacell y Unefon, para el período comprendido entre el 1º de enero de 2012 y el 31 de diciembre de 2012 (en lo sucesivo, las "Solicitudes de Resolución").

Para tales efectos, el representante legal de TVI manifestó que el 3 de noviembre de 2011 solicitó a Grupo Iusacell y Unefon el inicio de negociaciones de interconexión para la celebración de un convenio de interconexión e intercambio de tráfico entre la red pública de telecomunicaciones de TVI y las redes públicas de telecomunicaciones de Grupo Iusacell y Unefon.

Para efectos de lo anterior, el representante legal de TVI ofreció las siguientes pruebas documentales:

- o Copia certificada de la escritura 122,286 de fecha 21 de septiembre de 2007, otorgada ante la fe del Notario Público 103 del Distrito Federal, en la cual constan los poderes de los representantes de TVI.
- o Copia de las concesiones de TVI.
- o Copias certificadas de los escritos de fecha 21 de octubre de 2011, emitidas por el Notario Público 211 del Distrito Federal, mediante las cuales TVI notificó el 3 de noviembre de 2011 a Grupo Iusacell y Unefon el inicio de las negociaciones de interconexión.

En este sentido, el representante legal de TVI manifestó que transcurrieron en exceso los sesenta (60) días establecidos en el artículo 42 de la Ley Federal de Telecomunicaciones (en lo sucesivo, la "LFT"), sin que las partes hayan

alcanzado un acuerdo respecto a los términos, condiciones y tarifas aplicables a la interconexión de sus respectivas redes públicas de telecomunicaciones.

- V.- **Oficios de Vista.** El 26 de enero 2012, la extinta Comisión notificó por instructivo a Grupo Iusacell y Unefon, respectivamente los oficios CFT/D05/UPR/068/2012 y CFT/D05/UPR/069/2012, ambos de fecha 19 de enero de 2012, por el que se dio vista a dichos concesionarios de la Solicitudes de Resolución, para que en un plazo no mayor a diez (10) días hábiles contados a partir del día siguiente a que surtiera efectos legales su notificación, manifestaran lo que a su derecho conviniera e informaran si existían condiciones que no hubieran podido convenir con TVI, de ser el caso, señalaran expresamente en qué consistían los desacuerdos, fijaran su postura al respecto y ofrecieran los elementos de prueba que estimaran pertinentes (en lo sucesivo, los "Oficios de Vista").
- VI.- **Solicitud de ampliación del plazo.** El 10 de febrero de 2012, los representantes legales de Grupo Iusacell y Unefon, presentaron ante la extinta Comisión escritos mediante los cuales solicitaron una prórroga para dar debido cumplimiento al requerimiento formulado en el los Oficios de Vista.

El 27 de febrero de 2012, la extinta Comisión notificó mediante instructivo a Grupo Iusacell y Unefon, los oficios CFT/D05/UPR/180/2012 y CFT/D05/UPR/188/2012, ambos de fecha 21 de febrero de 2012, respectivamente, a través de los cuales se concedió a Grupo Iusacell y Unefon una ampliación de 5 (cinco) días hábiles para dar respuesta a los Oficios de vista.

- VII.- **Solicitud de suspensión de los procedimientos.** El 5 de marzo de 2012, los representantes legales de TVI, Grupo Iusacell y Unefon presentaron de forma conjunta ante la extinta Comisión escritos mediante los cuales solicitaron suspender provisionalmente los procedimientos relativos a las Solicitudes de Resolución.

El 18 y 22 de mayo de 2012, se notificaron por instructivo a Grupo Iusacell y Unefon, así como a TVI, respectivamente, los oficios CFT/D05/UPR/495/2012 y CFT/D05/UPR/496/2012, ambos de fecha 15 de mayo de 2012, mediante los cuales se hizo del conocimiento de dichos concesionarios que resultaba improcedente conceder la suspensión de los respectivos procedimientos administrativos y se otorgó un plazo de 1 (un) día hábil a partir del día siguiente de su notificación, para que presentaran por escrito sus manifestaciones iniciales.

- VIII.- **Respuestas de Grupo Iusacell y Unefon.** El 21 de mayo de 2012, los representantes legales de Grupo Iusacell y Unefon, presentaron ante la extinta Comisión escritos mediante los cuales manifestaron su postura y argumentos con

relación a los desacuerdos de interconexión promovidos por TVI, además de ofrecer pruebas con relación a las Solicitudes de Resolución (en lo sucesivo, las "Respuestas de Grupo Iusacell y Unefon").

- IX.- Alegatos.** El 29 de mayo de 2012, la extinta Comisión notificó por instructivo a TVI, Grupo Iusacell y Unefon, los oficios CFT/D05/UPR/548/2012 y CFT/D05/UPR/550/2012, ambos de fecha 24 de mayo de 2012, mediante los cuales se acordó que el procedimiento administrativo en que se actúa guardaba estado para que las partes formularan alegatos, para lo cual se les concedió un plazo no mayor a diez (10) días hábiles contados a partir del día siguiente a la fecha de notificación.

El 12 de junio de 2012, el representante legal de TVI presentó en tiempo ante la extinta Comisión sus correspondientes alegatos (en lo sucesivo, los "Alegatos de TVI").

Por su parte, el 12 de junio de 2012, los representantes legales de Grupo Iusacell y Unefon presentaron ante la extinta Comisión escritos mediante los cuales solicitaron una prórroga para formular alegatos.

El 29 de junio de 2012, la extinta Comisión notificó mediante instructivo los oficios CFT/D05/UPR/669/2012 y CFT/D05/UPR/670/2012, ambos de fecha 25 de junio de 2012, a través de los cuales se le concedió a Grupo Iusacell y Unefon una ampliación de 5 (cinco) días hábiles para que formularan sus alegatos.

El 6 de julio de 2012 los representantes legales de Grupo Iusacell y Unefon presentaron en tiempo ante la extinta Comisión los escritos mediante los cuales presentaron sus correspondientes alegatos (en lo sucesivo, los "Alegatos de Grupo Iusacell y Unefon").

- X.- Cierre de la Instrucción.** El 7 y 9 de agosto de 2012, se notificó por instructivo a TVI, así como a Grupo Iusacell y Unefon, respectivamente, el oficio CFT/D05/UPR/JU/788/2012 de fecha 13 de julio de 2012, mediante el cual se acordó entre otros, el cierre de la instrucción toda vez que el procedimiento administrativo había concluido y se ordenó pasar el expediente para resolución. Asimismo, se ordenó de oficio la acumulación de los procedimientos administrativos iniciados por TVI para que se resuelvan los términos, condiciones y tarifas no convenidos en materia de interconexión con Grupo Iusacell y Unefon.

- XI.- Aprobación del Modelo de Costos Fijo.** El 10 de abril de 2013, el Pleno de la extinta Comisión en su XI Sesión Ordinaria mediante Acuerdo P/100413/209, aprobó el Modelo de Costos Fijo, el cual publicó en la página de Internet de la

Comisión en la misma fecha en apego a los Lineamientos del 12 de abril de 2011.

**XII.- Aprobación del Modelo de Costos Móvil.** El 10 de abril de 2013, el Pleno de la extinta Comisión en su XI Sesión Ordinaria mediante Acuerdo P/100413/210, aprobó el Modelo de Costos Móvil, el cual se publicó en la página de Internet de la extinta Comisión en la misma fecha en apego a los Lineamientos del 12 de abril de 2011.

**XIII.- Decreto de Reforma Constitucional.** El 11 de junio de 2013, se publicó en el Diario Oficial de la Federación (en lo sucesivo, el "DOF"), el "*Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de los artículos 6o., 7o., 27, 28, 73, 78, 94 y 105 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de telecomunicaciones*" (en lo sucesivo, "Decreto"), mediante el cual se creó al Instituto Federal de Telecomunicaciones (en lo sucesivo, el "Instituto"), como un órgano autónomo con personalidad jurídica y patrimonio propio, cuyo objeto es el desarrollo eficiente de la radiodifusión y las telecomunicaciones conforme a lo dispuesto en la propia Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (en lo sucesivo, la "Constitución") y en los términos que fijan las leyes, teniendo a su cargo la regulación, promoción y supervisión del uso, aprovechamiento y explotación del espectro radioeléctrico, las redes y la prestación de los servicios de radiodifusión y telecomunicaciones, así como del acceso a infraestructura activa, pasiva y otros insumos esenciales, garantizando lo establecido en los artículos 6o. y 7o. de la Constitución. Lo anterior de conformidad con el párrafo quince del artículo 28 de la Constitución.

El órgano de gobierno del Instituto se integra por siete Comisionados, incluyendo al Comisionado Presidente, designados en forma escalonada a propuesta del Ejecutivo Federal con la ratificación del Senado de la República.

**XIV.- Integración del Instituto.** El 10 de septiembre de 2013, quedó integrado el Instituto en términos de lo dispuesto por el artículo Sexto transitorio del Decreto, mediante la ratificación por parte del Senado de la República de los nombramientos de los Comisionados que integran su órgano de gobierno y la designación de su Presidente.

**XV.- Aprobación de las variables relevantes del Modelo de Costos Móvil.** El 30 de diciembre de 2013, se publicó en el DOF, el "*ACUERDO mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones aprueba las variables relevantes que serán aplicables al modelo de costos de interconexión móvil para el periodo 2012-2014, ordena la revisión de la política regulatoria en materia de tarifas de interconexión, y modifica el artículo décimo primero de la Resolución mediante la cual el Pleno de la Comisión Federal de Telecomunicaciones emite los Lineamientos para desarrollar los modelos de costos que aplicará para*

*resolver, en términos del artículo 42 de la Ley Federal de Telecomunicaciones, desacuerdos en materia de tarifas aplicables a la prestación de los servicios de interconexión entre concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones, publicada el 12 de abril de 2011” (en lo sucesivo, el “Acuerdo de Variables Relevantes”), el cual fue aprobado por el Pleno del Instituto en su III Sesión Extraordinaria, celebrada el 29 de noviembre de 2013, por unanimidad de votos de los Comisionados presentes, mediante Acuerdo P/IFT/EXT/291113/11.*

En virtud de los referidos Antecedentes, y

#### CONSIDERANDO

**PRIMERO.- Competencia del Instituto.** El Pleno del Instituto mediante Acuerdo adoptado en su I Sesión, celebrada el 20 de septiembre de 2013, aprobó el “*Estatuto Orgánico del Instituto Federal de Telecomunicaciones*” (en lo sucesivo, el “Estatuto”), mismo que fue publicado en el DOF el 23 de septiembre de 2013, el cual persigue como fin, entre otras cosas, dotar a las unidades administrativas de facultades suficientes para conocer de los asuntos competencia del Instituto, a efecto de ejercer las facultades constitucionales y legales que le permitan sustanciar los procedimientos a cargo de éste.

En ese sentido, los artículos 8 y 9 del Estatuto establecen que el Pleno del Instituto es el órgano de gobierno del mismo, contando, entre otras atribuciones, con la de planear, formular y conducir las políticas, así como regular el desarrollo de las telecomunicaciones, además de regular, promover y supervisar el uso, aprovechamiento y explotación eficiente del espectro radioeléctrico y las redes de telecomunicaciones.

Asimismo, la fracción XLIII del artículo 9 del Estatuto, disponen que el Pleno del Instituto tiene como atribución determinar las condiciones de interconexión que no hayan podido convenir los concesionarios de redes de telecomunicaciones.

H Por lo anterior y de conformidad con lo dispuesto en el párrafo segundo del artículo Séptimo Transitorio del Decreto, el cual establece que los procedimientos iniciados con anterioridad a la integración del Instituto continuarán su trámite ante este órgano en términos de la legislación aplicable al momento de su inicio; el Instituto resulta competente para emitir la presente resolución que determina las condiciones de

interconexión no convenidas entre concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones en términos del artículo 42 de la Ley Federal de Telecomunicaciones (en lo sucesivo, la "LFT").

**SEGUNDO.- Importancia de la Interconexión e Interés Público.-** El artículo 60. de la Constitución establece que las telecomunicaciones son servicios públicos de interés general, y el deber del Estado de garantizar que se presten en condiciones de competencia, calidad, pluralidad, cobertura universal, interconexión, convergencia, continuidad, acceso libre y sin injerencias arbitrarias.

De conformidad con estos dispositivos constitucionales, el Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, llevando a cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco que otorga la propia Constitución.

En este tenor, el Decreto establece el deber de garantizar la competencia en el sector telecomunicaciones, por lo tanto se requiere de una regulación adecuada, precisa e imparcial de la interconexión, que promueva y facilite el uso eficiente de las redes, fomente la entrada en el mercado de competidores eficientes, y permita la expansión de los existentes, incorpore nuevas tecnologías y servicios, y promueva un entorno de sana competencia entre los operadores.

Al respecto, las telecomunicaciones son estratégicas para el crecimiento económico y social de cualquier país. El desarrollo de la infraestructura y de las redes de comunicación se ha convertido en una prioridad inaplazable, particularmente para países como México, en el que se requiere un aumento en la tasa de penetración de los servicios de telecomunicaciones.

El desarrollo tecnológico y la marcada tendencia de globalización y convergencia de las telecomunicaciones, han promovido que las fuerzas del mercado asuman un papel más activo en la asignación de los recursos, incentivando el surgimiento de nuevas empresas las cuales requieren de un entorno regulatorio que permita la acción natural de las fuerzas de mercado y de la sana competencia entre todos los participantes, mediante la rectoría del Estado.

En este tenor, la competencia es un factor decisivo para la innovación y el desarrollo de los mercados de las telecomunicaciones. Un mercado en competencia implica la existencia de distintos prestadores de servicios, donde los usuarios pueden elegir libremente aquel concesionario que le ofrezca las mejores condiciones en precio, calidad y diversidad. Es en este contexto de competencia en el que la interconexión entre redes se convierte en un factor de interés público, en tanto que cualquier comunicación que inicie pueda llegar a su destino, independientemente de la red pública concesionada que se utilice; evitando que una determinada empresa pueda

tomar ventajas de su tamaño de red, y permitiendo que la decisión de contratar los servicios por parte de los usuarios sea por factores de precio, calidad y diversidad.

Uno de los elementos que el usuario considera para contratar los servicios de telecomunicaciones es el número de usuarios con los cuales podrá comunicarse. A medida que las redes interconectadas cuenten con un mayor número de usuarios suscritos, mayor será el beneficio que se obtenga de conectarse a la misma, lo que se conoce como externalidad de red en los servicios de telecomunicaciones. En caso de no existir interconexión, el usuario tendría que contratar necesariamente los servicios de telecomunicaciones con todas las redes que existieran para asegurar que su universo de llamadas llegue a su destino de esta forma, sólo podría establecer comunicación con los usuarios que también hayan contratado los servicios de telecomunicaciones con la red a la que él se encuentre suscrito. Esta situación repercutiría en la toma de decisión para adquirir dichos servicios, ya que estaría afectada sensiblemente por el tamaño de las redes, haciendo a un lado criterios relacionados con precio, calidad y diversidad y eliminando el beneficio social de la externalidad de red en los servicios de telecomunicaciones.

De lo anterior, se desprende que la falta de interconexión resultaría notoriamente contraria al objetivo plasmado en el artículo 7 de la LFT, consistente en promover el desarrollo eficiente de las telecomunicaciones para que a través de la sana competencia en el sector, los usuarios tengan acceso a una mayor diversidad y oferta de servicios en mejores condiciones de calidad y precio, ya que al no existir interconexión entre redes públicas de telecomunicaciones los usuarios no podrían comunicarse, afectando de esta manera el interés público.

La interconexión de las redes públicas de telecomunicaciones constituye un elemento clave en el desarrollo de la competencia del sector. Para las empresas concesionarias, asegurar la interconexión con todas las demás redes públicas de telecomunicaciones representa la oportunidad de ampliar la oferta de sus servicios, lo cual permitiría incrementar la teledensidad y complementar su infraestructura en materia de telecomunicaciones.

Por ello, el legislador estableció (i) la obligación de todos los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones de adoptar diseños de arquitectura abierta para permitir la interconexión e interoperabilidad de sus redes, contenida en el artículo 41 de la LFT, (ii) la obligación de los concesionarios de redes públicas de interconectar sus redes de conformidad con lo establecido en el artículo 42 de la LFT, y (iii) como causal de revocación inmediata de la concesión, la negativa de un concesionario a interconectar su red con la de otros concesionarios sin causa justificada, referida en el artículo 38 fracción V de la LFT.

La interconexión se ha convertido en los últimos años en un factor crítico debido al desarrollo tecnológico y al surgimiento de nuevos servicios, ya que ésta permite que los

distintos concesionarios coexistan para ofrecer sus servicios a todos los usuarios y a su vez compitan por el mercado de las telecomunicaciones.

El principio a salvaguardar es el interés público, ya que otorga al usuario la oportunidad de adquirir servicios a menor precio, mayor calidad y diversidad, de ahí que los concesionarios estén obligados a entregar el tráfico a su destino final o a un concesionario o combinación de concesionarios que puedan hacerlo, proveyendo los servicios de interconexión a que los obliga la normatividad de la materia.

Dentro de los objetivos de la LFT está el de promover un desarrollo eficiente de las telecomunicaciones; ejercer la rectoría del Estado en esa materia para garantizar la soberanía nacional; fomentar una sana competencia entre los concesionarios y, permisionarios (servicios de interconexión) a fin de que se presten mejores servicios y se otorguen precios adecuados en beneficio de los usuarios, promoviendo una adecuada cobertura social.

Para llevar a cabo tales fines, el Instituto tiene dentro de sus facultades determinar las condiciones de interconexión que no hayan podido convenir los concesionarios de redes de telecomunicaciones.

La emisión de las resoluciones en materia de desacuerdos de interconexión, como expresión de la rectoría que ejerce el Estado en materia de telecomunicaciones, tiende a procurar una sana competencia entre los concesionarios, sin dejar de considerar, de manera preponderante, los intereses de los usuarios o consumidores finales, en términos de lo establecido en los artículos 7º, 41 y 42 de la LFT.

La Suprema Corte de Justicia de la Nación ha sostenido que los servicios de interconexión son considerados como básicos para el desarrollo del país y coadyuvan a mejorar las condiciones de vida en sociedad, además de beneficiar a las familias que necesitan utilizarlos y a los sectores más necesitados del país. Así lo estableció la Segunda Sala de ese Alto Tribunal al resolver los amparos en revisión 367/2002, 1154/2002, 722/2003, 818/2003 y 2412/2003, en los cuales se dilucidó si se transgredía el principio de equidad tributaria por la exención de pagar el impuesto especial sobre producción y servicios a las empresas que prestan servicios de radiolocalización móvil de personas, de telefonía, internet e interconexión.

H Resulta inherente a estas resoluciones el interés público, pues al resolver las cuestiones no acordadas entre las partes sobre las condiciones de interconexión, obligación de interconectar y fijación de tarifas, no se debe hacer atendiendo preponderantemente al interés particular de los concesionarios, sino al del público usuario, ya que se deben tomar en consideración los principios establecidos en la LFT, entre los que destaca la sana competencia.

En efecto, las disposiciones de la LFT relativas a la interconexión son de orden público, no sólo porque la propia Ley atribuye ese carácter al ordenamiento en general, sino tomando en cuenta que el fin inmediato y directo de esas normas y el actuar del Instituto es tutelar los derechos de la colectividad para evitarle algún trastorno o desventaja, como sucedería con la falta de interconexión o con una interconexión carente de competitividad; y para procurarle la satisfacción de necesidades, o algún provecho o beneficio, como sería el desarrollo de nuevos concesionarios y servicios de comunicaciones, además de la posibilidad de tarifas mejores.

**TERCERO.- Obligatoriedad de la Interconexión.-** En el artículo 42 de la LFT quedó previsto que los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones tienen la obligación de interconectar sus redes cuando así les sea solicitado y, en todo caso, formalizarán dicha interconexión mediante la suscripción del convenio respectivo. Lo anterior pone de manifiesto que la LFT no prevé supuesto alguno que permita a los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones negarse a celebrar un convenio de interconexión tras la presentación de la solicitud de inicio de gestiones de interconexión. Una vez presentada ésta, los concesionarios involucrados deben negociar los términos, condiciones y tarifas de la interconexión, así como suscribir el convenio respectivo.

La interconexión es el instrumento que garantiza la interoperabilidad de las redes y de los servicios, esto es, que los usuarios de una red puedan conectarse y comunicarse con los usuarios de otra y viceversa, o utilizar servicios proporcionados por la otra red. La obligatoriedad de la interconexión incluye ofrecer de manera no discriminatoria aquellas funciones necesarias para llevar a cabo la interconexión, en las mismas condiciones y con cuando menos la misma calidad de servicio que se otorguen a otros concesionarios que utilicen servicios de interconexión, capacidades o funciones similares.

A El bien jurídico tutelado por los artículos 41 y 42 de la LFT es consumir la interconexión de redes públicas de telecomunicaciones para que los usuarios de la red A puedan comunicarse con los usuarios de la red B. Si no hubiere interconexión entre una red A y una red B, un usuario necesariamente tendría que contratar sus servicios con ambas redes para asegurar que su universo de llamadas llegue a su destino. En caso de no hacerlo de esta forma, sólo podría establecer comunicación con los usuarios que también hayan contratado sus servicios con la red que él haya contratado. Esta situación repercutiría en que su decisión para adquirir sus servicios estaría afectada sensiblemente por la cobertura de las redes haciendo a un lado criterios relacionados con precio, calidad y diversidad de servicios. Esto resultaría notoriamente contrario al objetivo de interés público plasmado en el artículo 7 de la LFT, consistente en promover el desarrollo eficiente de las telecomunicaciones.

Es así que el artículo 42 de la LFT es garante del derecho que asiste a los usuarios de servicios de telecomunicaciones de tener comunicación con usuarios conectados a otras redes públicas de telecomunicaciones, así como de poder utilizar servicios proporcionados por otras redes, lo cual se logra con la obligación de todo concesionario de interconectar su red para garantizar el citado derecho de los usuarios. El objetivo último de un convenio de interconexión es que mediante la interconexión de las redes públicas de telecomunicaciones, se privilegie el interés público al permitir que los usuarios de una red puedan comunicarse con los usuarios de otra red y viceversa, o utilizar servicios proporcionados por la otra red.

Por su parte, el artículo 2 de la modificación al Plan Técnico Fundamental de Interconexión e Interoperabilidad (en lo sucesivo, el "Plan de Interconexión") publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de febrero de 2013, define a la Interconexión como la conexión física o virtual, lógica y funcional entre redes públicas de telecomunicaciones que permite la conducción de tráfico entre dichas redes y/o entre servicios de telecomunicaciones prestados a través de las mismas, de manera que los usuarios de una de las redes públicas de telecomunicaciones puedan conectarse e intercambiar tráfico con los usuarios de otra redes públicas de telecomunicaciones y viceversa, o bien permite a los usuarios de una red pública de telecomunicaciones la utilización de servicios de telecomunicaciones provistos por o a través de otra red pública de telecomunicaciones.

Asimismo, el artículo 4 del Plan de Interconexión prevé que los concesionarios están obligados a entregar el tráfico a su destino final o a un concesionario o combinación de concesionarios que puedan hacerlo y en tal sentido deberán proveer y tener acceso a los servicios de interconexión en términos de lo dispuesto por la LFT, por el propio Plan de Interconexión, así como por las demás disposiciones que resulten aplicables.

De igual forma, el artículo 22 del Plan de Interconexión señala que los concesionarios deberán ofrecer a los demás concesionarios interconectados a su red, los elementos, capacidades, servicios, infraestructura y funciones necesarias para llevar a cabo los servicios de interconexión con cuando menos las mismas condiciones y la misma calidad de servicio con que prestan dichas funciones para su propia operación y a sus afiliadas, filiales, subsidiarias o empresas que pertenezcan al mismo grupo de interés económico, a cuyo efecto establecerán los mecanismos y procedimientos necesarios para mantener los niveles de calidad y seguridad acordados entre las partes.

H  
Por otro lado, el primer párrafo de la Regla Decimaquinta de las Reglas del Servicio Local (en lo sucesivo, las "RdSL"), establece que los concesionarios de servicio local fijo o móvil deben proveer interconexión a la red de cualquier concesionario de red pública de telecomunicaciones autorizado para prestar servicio local que se lo solicite.

En este tenor, la Regla Novena Transitoria de las RdSL, establece que se resolverán las tarifas relacionadas a la función de terminación de tráfico público conmutado en las redes autorizadas para prestar el servicio local, después de analizar las posiciones y elementos aportados por las partes, sobre el establecimiento de tarifas que permitan recuperar el costo incremental promedio de largo plazo y los costos comunes atribuibles a dicha función que se determinen utilizando bases internacionalmente reconocidas, de tal forma que se promueva una sana competencia entre los prestadores del servicio local, a efecto de que éste se preste con mejores precios, diversidad y calidad en beneficio de los usuarios.

A su vez, la Regla 53 de las Reglas de Servicio de Larga Distancia (en lo sucesivo, las "RSLD") establece que en caso de que las partes no logren acordar dentro del término establecido por la LFT las condiciones de interconexión entre sus redes, incluyendo aquellas relativas a las tarifas por las diferentes funciones de interconexión que sean necesarias para la implantación de la modalidad "El que llama paga nacional", se resolverá en términos del artículo 42 de la LFT las condiciones que no hayan podido convenirse.

En tal caso y tratándose de tarifas relacionadas a la función de terminación de tráfico público conmutado en las redes autorizadas para prestar el servicio local móvil, se resolverá, después de analizar las posiciones y elementos aportados por las partes, sobre el establecimiento de tarifas que permitan recuperar el costo incremental promedio de largo plazo y los costos comunes atribuibles a dicha función que se determinen utilizando una metodología de costeo de redes de acuerdo a bases internacionalmente reconocidas, la evolución de las referencias internacionales y el crecimiento y desarrollo de los mercados de telecomunicaciones en el país, de tal forma que se promueva una sana competencia entre los prestadores de servicios de telecomunicaciones, a efecto de que éstos se presten con mejores precios, diversidad y calidad en beneficio de los usuarios.

Por otro lado, la condición 2.1 de los Títulos de Concesiones Celulares de Grupo Iusacell establece la obligación de prestar los servicios comprendidos en dichas concesiones en forma continua y eficiente, cumpliendo con los estándares de calidad y garantizando en todo momento la interoperabilidad e interconexión con otras redes públicas de telecomunicaciones, de conformidad con las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas aplicables, incluido de manera enunciativa más no limitativa el Plan de Interconexión.

Asimismo, la condición 2.2. del Título de Concesiones de Iusacell y de la Concesión de Unefon establece que: (i) de conformidad con los artículos 41, 42 y 43 de la LFT, dicho concesionario deberá celebrar los convenios de interconexión con cualquier otro concesionario de red pública de telecomunicaciones que se lo solicite y (ii) de conformidad con las leyes, reglamentos, reglas, planes fundamentales y demás disposiciones administrativas de carácter general aplicables, deberá interconectar su

red con otras redes autorizadas por la Secretaría que así lo soliciten, de manera no discriminatoria.

En virtud de lo anterior, se concluye que: (i) la interconexión es el mecanismo que materializa la interoperabilidad de las redes y de los servicios, esto es, que los usuarios de una de las redes públicas de telecomunicaciones puedan conectarse e intercambiar tráfico con los usuarios de la otra red pública de telecomunicaciones y viceversa, o bien permite a los usuarios de una red pública de telecomunicaciones la utilización de servicios de telecomunicaciones; provistos por o a través de otra red pública de telecomunicaciones; (ii) los concesionarios están obligados a interconectar sus redes y, a tal efecto, suscribir un convenio en un plazo no mayor de sesenta (60) días naturales contados a partir de que alguno de ellos lo solicite; (iii) la obligatoriedad de la interconexión incluye el ofrecer de manera no discriminatoria aquellas funciones necesarias para llevar a cabo la interconexión, en las mismas condiciones y con cuando menos la misma calidad de servicio con que se presten a la propia operación, a las filiales y subsidiarias, y (iv) los elementos que en términos de la Regla Novena Transitoria de las RdSL, la Regla 53 de las RSLD y el Plan de Interconexión, se deben considerar para determinar las tarifas de interconexión.

Una vez analizado el marco regulatorio se desprende que los únicos requisitos para ser sujeto de la obligación de interconexión son: (i) tener una concesión de red pública de telecomunicaciones, y (ii) que un concesionario de red pública de telecomunicaciones la solicite a otro.

Por tanto, está acreditado que TVI, las empresas de Grupo Iusacell y Unefon tienen el carácter de concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones y que efectivamente TVI requirió a Grupo Iusacell y Unefon el inicio de negociaciones para convenir los términos, condiciones y tarifas de interconexión, según se desprende de los Antecedentes I, II, III y IV de la presente Resolución.

Por ello, conforme al artículo 42 de la LFT, TVI, Grupo Iusacell y Unefon están obligados a garantizar la eficiente interconexión de sus respectivas redes públicas de telecomunicaciones, formalizando en todo caso, la suscripción del convenio respectivo que estipule los términos, condiciones y tarifas aplicables.

**CUARTO.- Plazo previsto en el Artículo 42 de la LFT.-** En virtud de que TVI notificó a Grupo Iusacell y Unefon con fecha 3 de noviembre de 2011, el inicio formal de negociaciones de los términos, condiciones y tarifas aplicables para la interconexión de sus respectivas redes públicas de telecomunicaciones y dado que ha transcurrido en exceso el plazo legal de 60 (sesenta) días, sin que a la fecha de emisión de la presente Resolución las partes hayan acordado los términos y condiciones, el Instituto de conformidad con los artículos 42 de la LFT y 9 fracción XLIII del Estatuto, se aboca a resolver sobre aquellos puntos de desacuerdo que se someten a su consideración.

En efecto, de las constancias que obran en el expediente en que se actúa, en particular de las indicadas en el Antecedente IV de la presente Resolución, se desprende que TVI adjuntó copia certificada de la petición formulada a Grupo Iusacell y Unefon el 3 de noviembre de 2011. En tal virtud, el Instituto considera que las peticiones de TVI están suficientemente acreditadas, por lo que gozan de plena validez legal.

Respecto a las pruebas documentales ofrecidas por TVI, consistentes en copia certificada de la escritura pública número 122,286 de fecha 21 de septiembre de 2007, otorgada ante la fe del Notario Público 103 del Distrito Federal, copia de la concesiones de TVI para prestar el servicio de telefonía fija y copia certificada de los escritos mediante los cuales TVI notificó a Grupo Iusacell y Unefon el inicio de las negociaciones de interconexión el 3 de noviembre de 2011, se les otorga pleno valor probatorio conforme a lo expresado en párrafos anteriores, en términos de los artículos 197 y 202 del Código Federal de Procedimientos Civiles (en lo sucesivo, el "CFPC"), de aplicación supletoria conforme al artículo 8 fracción V de la LFT.

De igual forma, se advierte que el plazo de 60 (sesenta) días naturales establecido en el artículo 42 de la LFT para que TVI, Grupo Iusacell y Unefon acordaran los términos, condiciones y tarifas de interconexión, ha transcurrido desde el 3 de noviembre de 2011, fecha en que se solicitó a Grupo Iusacell y Unefon acordar los términos, condiciones y tarifas de interconexión, y hasta el 12 de enero de 2012, fecha de las Solicitudes de Resolución.

En las Solicitudes de Resolución, TVI señala que al momento de presentar las mismas no había alcanzado un acuerdo con Grupo Iusacell y Unefon. Lo cual quedó corroborado con las Respuestas de Grupo Iusacell y Unefon, de las cuales se desprende que no ha convenido las condiciones de interconexión propuestas por TVI.

Por tanto, se materializa la hipótesis normativa prevista en el artículo 42 de la LFT, por lo que el Instituto se encuentra plenamente facultado para resolver aquellas condiciones de interconexión no convenidas entre las partes, es decir, los términos, condiciones y las tarifas relacionadas con la interconexión de las redes públicas de telecomunicaciones de dichos concesionarios.

**QUINTO.- Condiciones no convenidas sujetas a resolución.** TVI plantea los términos, condiciones y tarifas de interconexión que no pudo convenir con Grupo Iusacell y Unefon:

- a) Tarifa de interconexión por terminación móvil en las redes públicas de telecomunicaciones de Grupo Iusacell y Unefon bajo la modalidad "el que llama paga" de 2012.

- b) Las contraprestaciones que se pagarán a Grupo Iusacell y Unefon por la tarifa indicada en el numeral anterior, se determinarán con base en la duración real de las llamadas, sin redondeo al minuto.
- c) Tarifa de interconexión por terminación fija en la red pública de telecomunicaciones de TVI, con base en la duración real de llamadas sin redondear al minuto de 2012.
- d) Interconexión a través de protocolo IP en su versión SIP (Session Initiation Protocol).

Por su parte, Grupo Iusacell y Unefon se manifestaron en desacuerdo con las propuestas TVI. En tal virtud, en los siguientes numerales el Instituto en términos de lo dispuesto por los artículos 42, 43 de la LFT y 9 fracción XLIII del Estatuto, se aboca a resolver sobre aquellos puntos de desacuerdo que en materia de interconexión fueron sometidos por TVI, Grupo Iusacell y Unefon.

#### 1. Tarifa de interconexión por servicios de terminación móvil.

##### Argumentos de las partes.

En la Solicitud de Resolución, TVI indica que no se deberán establecer márgenes adicionales a la tarifa de interconexión, ya que éstos podrían seguir afectando seriamente el crecimiento del mercado de telefonía fija del país, señala que dichos márgenes adicionales deberán ser considerados ilegales, en virtud de que no existe fundamento para su determinación y su establecimiento implica una afectación al mercado de la telefonía local.

Menciona TVI que las tarifas que un concesionario se presta a su propia operación, deben ofrecerlas a otros concesionarios interconectados, precisamente en las condiciones que las que se aplica así mismo o a sus afiliadas, filiales o subsidiarias.

Por otro lado, señala que se deberán establecer tarifas de interconexión conforme al costo incremental promedio de largo plazo y los costos comunes atribuibles a dicha función, utilizando un modelo de costeo de redes de acuerdo a bases internacionales reconocidas, la evolución de las referencias internacionales y el crecimiento y desarrollo de los mercados de telecomunicaciones en el país.

4 Por su parte, Grupo Iusacell y Unefon manifiestan que la LFT no establece expresamente que las tarifas de interconexión deban estar orientadas a costos, salvo para concesionarios que tengan poder sustancial en el mercado relevante. En ese sentido, señalan que la autoridad carece de facultades expresas para resolver sobre las tarifas de interconexión basándose únicamente en costos.

Mencionan Grupo Iusacell y Unefon que en caso de que la autoridad insista en resolver el desacuerdo basándose en costos, deberá observar que dichas tarifas incluyan todos los costos incurridos por Grupo Iusacell y Unefon para prestar el servicio, considerando su costo incremental de larga plazo y no así tomar en cuenta un modelo que surja de un operador hipotético y de condiciones que no son afines a las características y condiciones del mercado mexicano, ya que con esto permitirá a Grupo Iusacell y a Unefon alcanzar un escenario económico sustentable y continuar con la prestación de sus servicios bajo condiciones satisfactorias de calidad, competitividad, seguridad y permanencia.

Indican Grupo Iusacell y Unefon que no están de acuerdo con la tarifa de interconexión propuesta por TVI correspondientes a la terminación móvil para llamadas del tipo "el que llama paga", toda vez que no se demuestra que éstas cubran el costo de Grupo Iusacell y Unefon para prestar el servicio.

#### Consideraciones del Instituto.

La interconexión es de vital importancia para el desarrollo de una sana competencia porque asegura que cualquier comunicación que inicie un usuario pueda llegar a su destino, independientemente de la red pública concesionada que se utilice; propiciando así que la decisión de con qué empresa contratar los servicios, esté sustentada en factores de precio, calidad y diversidad. Adicionalmente, las tarifas basadas en costos proveen incentivos para que los concesionarios operen eficientemente, racionalizando sus costos y buscando estrategias para aprovechar su capacidad instalada.

En este sentido, se considera que en un escenario donde debe prevalecer la competencia en la prestación de todos los servicios de telecomunicaciones, es necesario establecer tarifas que estén basadas en costos, ya que esto constituye una política que es neutral para el desarrollo de la competencia, en la medida que no se distorsiona el crecimiento eficiente del sector, ya que todos los participantes del mercado acceden a un elemento básico como lo es la interconexión, sin que ninguno obtenga ventajas extraordinarias en la prestación de dicho servicio. Adicionalmente, las tarifas basadas en costos proveen incentivos para que los concesionarios operen eficientemente, racionalizando sus costos y buscando estrategias para aprovechar su capacidad instalada.

En este tenor, para la determinación de las tarifas de interconexión en las redes públicas de telecomunicaciones de los concesionarios de servicio local móvil, se debe considerar que los objetivos plasmados en el artículo 7 de la LFT establecen las bases para la fijación de las tarifas de interconexión con base a costos.

A tal efecto, el artículo 7 de la LFT establece lo siguiente:

*"Artículo 7. La presente Ley tiene como objetivos promover un desarrollo eficiente de las telecomunicaciones; ejercer la rectoría del Estado en la materia, para garantizar la soberanía nacional; fomentar una sana competencia entre los diferentes prestadores de servicios de telecomunicaciones a fin de que éstos se presten con mejores precios, diversidad y calidad en beneficio de los usuarios, y promover una adecuada cobertura social.*

*Para el logro de estos objetivos, corresponde a la Secretaría, sin perjuicio de las que se confieran a otras dependencias del Ejecutivo Federal, el ejercicio de las atribuciones siguientes:*

*(...);*

*II. Promover y vigilar la eficiente interconexión de los diferentes equipos y redes de telecomunicación;*

*(...)*

*XII. Interpretar esta Ley para efectos administrativos, y*

*XIII. Las demás que esta Ley y otros ordenamientos legales le confieran en la materia."*

Asimismo, el artículo 41 de la LFT establece lo siguiente:

*"Artículo 41. Los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones deberán adoptar diseños de arquitectura abierta de red para permitir la interconexión e interoperabilidad de sus redes. A tal efecto, la Secretaría elaborará y administrará los planes técnicos fundamentales de numeración, conmutación, señalización, transmisión, tarifación y sincronización, entre otros, a los que deberán sujetarse los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones. Dichos planes deberán considerar los intereses de los usuarios y de los concesionarios y tendrán los siguientes objetivos:*

*I. Permitir un amplio desarrollo de nuevos concesionarios y servicios de telecomunicaciones;*

*II. Dar un trato no discriminatorio a los concesionarios, y*

*III. Fomentar una sana competencia entre concesionarios."*

H

Cabe reiterar que no obstante que los objetivos contenidos en las fracciones del artículo 41 de la LFT se refieren a la emisión de planes fundamentales, dichos planes se encuentran íntimamente ligados con la interconexión pues facilitan la implementación de la misma. En tal virtud, dichos principios se hacen extensivos como principios interpretadores para la determinación de condiciones de interconexión no convenidas por los concesionarios.

Según se desprende de los preceptos arriba citados, el desarrollo eficiente de las telecomunicaciones y el fomento de una sana competencia entre los prestadores de servicios de telecomunicaciones, son dos principios esenciales, entre otros, que deben regir el actuar administrativo del Instituto.

Por tanto, con la finalidad de determinar la tarifa de interconexión en las redes públicas de telecomunicaciones que prestan el servicio local móvil, el Instituto considera que a fin ejercer las facultades conferidas específicamente en los artículos 7 fracción II, 42 de la LFT y 9 fracción XLIII del Estatuto, en el sentido de promover y vigilar la eficiente interconexión entre las redes públicas de telecomunicaciones y resolver las condiciones que en materia de interconexión no hayan podido convenirse entre los concesionarios, se debe de estar a lo indicado por el artículo 3 fracción VII del Plan de Interconexión respecto a promover la adopción de Tarifas de Interconexión basadas en costos. Asimismo, se deberá estar a lo dispuesto en el párrafo segundo del artículo 31 del Plan de Interconexión que establece lo siguiente:

*"Cuando la Comisión resuelva desacuerdos sobre Tarifas de Interconexión lo hará utilizando como base un Modelo de Costos para el Servicio de Interconexión de que se trate. Cada Modelo de Costos utilizado para determinar las Tarifas de Interconexión será considerado de carácter público."*

Asimismo, se deberá considerar lo dispuesto por la Regla 53 de las RSLD, que establece lo siguiente:

*"Regla 53. En caso de que las partes no logren acordar dentro del término establecido por la Ley las condiciones de interconexión entre sus redes, incluyendo aquellas relativas a las tarifas por las diferentes funciones de interconexión que sean necesarias para la implantación de la modalidad "El que llama paga nacional", la Comisión resolverá en términos del artículo 42 de la Ley las condiciones que no hayan podido convenirse."*

*En tal caso y tratándose de tarifas relacionadas a la función de terminación de tráfico público conmutado en las redes autorizadas para prestar el servicio local móvil, la Comisión resolverá, después de analizar las posiciones y elementos aportados por las partes, sobre el establecimiento de tarifas que permitan recuperar el costo incremental promedio de largo plazo y los costos comunes atribuibles a dicha función que se determinen utilizando una metodología de costeo de redes de acuerdo a bases internacionalmente reconocidas, la evolución de las referencias internacionales y el crecimiento y desarrollo de los*

*mercados de telecomunicaciones en el país, de tal forma que se promueva una sana competencia entre los prestadores de servicios de telecomunicaciones, a efecto de que éstos se presten con mejores precios, diversidad y calidad en beneficio de los usuarios."*

Adicionalmente, es importante considerar lo establecido por la Regla Novena Transitoria de las RdSL, en cuanto a los principios que se deberán tomar en cuenta para determinar tarifas de interconexión, la cual es del tenor siguiente:

*"(...)*

*NOVENA. En caso de que las partes no logren acordar dentro del término establecido por la Ley las condiciones de interconexión entre sus redes, incluyendo aquellas relativas a las tarifas por las diferentes funciones de interconexión que han sido establecidas por las presentes Reglas, la Comisión resolverá las condiciones que no hayan podido convenirse.*

*En tal caso y tratándose de tarifas por llevar a cabo la función de terminación conmutada entre redes autorizadas para prestar el servicio local fijo, la Comisión resolverá, después de analizar las posiciones y elementos aportados por las partes, sobre el establecimiento de tarifas que permitan recuperar el costo incremental promedio de largo plazo y los costos comunes atribuibles a dicha función que se determinen utilizando bases internacionalmente reconocidas, de tal forma que se promueva una sana competencia entre los prestadores del servicio local, a efecto de que éste se preste con mejores precios, diversidad y calidad en beneficio de los usuarios."*

En virtud de lo anterior, es necesario que el Instituto considere utilizar en el cálculo de las tarifas de interconexión el resultado de obtener la evaluación de los costos de terminación de las redes del servicio móvil a través de un modelo de costeo.

Al contar con un modelo de costos o de un mecanismo idóneo para la determinación de las tarifas de interconexión, este Instituto estará en condiciones de ejercer las facultades correspondientes a la resolución de las condiciones de interconexión no convenidas entre los concesionarios, que permitan alcanzar los objetivos plasmados en la LFT, en particular lo establecido en su artículo 7 de fomentar una sana competencia entre los diferentes prestadores de servicios de telecomunicaciones a fin de que éstos se presten con mejores precios, diversidad y calidad en beneficio de los usuarios, y promover una adecuada cobertura social.

En este sentido, el 12 de abril de 2011, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, la "Resolución mediante la cual el Pleno de la Comisión Federal de Telecomunicaciones emite los lineamientos para desarrollar los modelos de costos que aplicará para resolver, en términos del artículo 42 de la Ley Federal de

Telecomunicaciones, desacuerdos en materia de tarifas aplicables a la prestación de los servicios de interconexión entre concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones" (en los sucesivos, los "Lineamientos"), en la cual se establece, entre otros, lo siguiente:

**"SEGUNDO.-** En la elaboración de los Modelos de Costos se empleará la metodología de Costo Incremental Total Promedio de Largo Plazo.

El Costo Incremental Total Promedio de Largo Plazo se define como el costo total que una concesionaria podría evitar en el largo plazo si dejara de proveer el Servicio de Interconexión relevante pero continuara proveyendo el resto de los servicios, además de permitir recuperar los Costos Comunes por medio de asignaciones de costos.

Se entenderá como Costos Comunes a aquellos en que se incurren por actividades o recursos que no pueden ser asignados a los Servicios de Interconexión de una manera directa. Estos costos son generados por todos los servicios que presta la empresa.

Los Costos Comunes se asignarán por medio de la metodología de Margen Equi-proporcional. La unidad de medida que se empleará en los Modelos de Costos para los servicios de originación y terminación de voz en redes de servicios fijos y móviles cuando éstos se midan por tiempo, será el segundo. Para otras modalidades o Servicios de Interconexión, la Comisión Federal de Telecomunicaciones especificará la unidad de medida que se utilice en la elaboración de los Modelos de Costos de acuerdo con las mejores prácticas internacionales.

La unidad monetaria en la que se expresarán los resultados de los Modelos de Costos será en pesos mexicanos.

**TERCERO.-** Los Modelos de Costos que se elaboren deberán considerar elementos técnicos y económicos de los Servicios de Interconexión, debiéndose emplear el enfoque de modelos ascendentes o ingenieriles (Bottom-Up).

*H* La Comisión Federal de Telecomunicaciones podrá hacer uso de otros modelos de costos y de información financiera y de contabilidad separada con que disponga para verificar y mejorar la solidez de los resultados.

En cuanto al diseño y configuración de la red, se propone utilizar un enfoque Scorched-Earth que utilice información sobre las características geográficas y demográficas del país para considerar los factores que son externos a los

operadores y que representan limitaciones o restricciones para el diseño de las redes. Los resultados de este modelo se calibrarán con información del número de elementos de red que conforman las redes actuales.

**CUARTO.-** La metodología empleada por los Modelos de Costos para la amortización de los activos será la metodología de Depreciación Económica.

La Depreciación Económica se define como aquella que utiliza el cambio en el valor de mercado de un activo período a período, de tal forma que propicia una asignación eficiente de los recursos a cada uno de los periodos de la vida económica del activo.

**QUINTO.-** Dentro del período temporal utilizado por los Modelos de Costos se deberán considerar las tecnologías eficientes disponibles, debiendo ser consistente con lo siguiente:

- La tecnología debe ser utilizada en las redes de los concesionarios que proveen servicios de telecomunicaciones tanto en nuestro país como en otros, es decir, no se debe seleccionar una tecnología que se encuentre en fase de desarrollo o de prueba.
- Deben replicarse los costos y por lo tanto considerarse los equipos que se proveen en un mercado competitivo, es decir, no se deben emplear tecnologías propietarias que podrían obligar a los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones a depender de un solo proveedor.
- La tecnología debe permitir prestar como mínimo los servicios que ofrecen la mayoría de los concesionarios o proveedores de los servicios básicos como voz y transmisión de datos. Además, con ciertas adecuaciones en la red o en sus sistemas, esta tecnología deberá permitir a los concesionarios ofrecer nuevas aplicaciones y servicios, como acceso de banda ancha a Internet, transmisión de datos a gran velocidad, entre otros.

Los Modelos de Costos deberán de incluir un Anexo Técnico en el que se expliquen detalladamente los supuestos, cálculos y metodología empleada en la elaboración de los mismos.

H

**SEXTO.-** Para determinar la escala del concesionario de red pública de telecomunicaciones que será utilizado como concesionario representativo en la determinación de los costos de proveer el Servicio de Interconexión a través de los Modelos de Costos, se tomará en cuenta el número de concesionarios que

prestan el Servicio de Interconexión, así como la escala determinada por reguladores de otros países para los diferentes servicios relevantes.

**SEPTIMO.-** Para el cálculo del Costo de Capital que se empleará en el Modelo de Costos del Servicio de Interconexión relevante se utilizará la metodología del Costo de Capital Promedio Ponderado, el cual es el promedio del costo de la deuda y del costo del capital accionario, ponderados por su respectiva participación en la estructura de capital.

Las variables relevantes para el cálculo del Costo de Capital Promedio Ponderado se definirán en función de la escala del concesionario representativo en cada Servicio de Interconexión relevante, y con base en información financiera de empresas comparables. En el cálculo se considerará la tasa impositiva efectivamente pagada de acuerdo a la legislación fiscal vigente.

**OCTAVO.-** El cálculo del Costo de Capital Accionario se realizará mediante la metodología del Modelo de Valuación de Activos Financieros (CAPM), el cual señala que el rendimiento requerido por el capital accionario se relaciona con una tasa libre de riesgo, el rendimiento de mercado y un parámetro que estima el riesgo sistemático asociado a un activo en particular.

**NOVENO.-** En la elaboración de los Modelos de Costos no se considerarán costos no asociados a la prestación del Servicio de Interconexión relevante; tampoco se considerará para determinar las tarifas de interconexión algún margen adicional por concepto de externalidades.

La Tarifa de Interconexión no incluirá cualquier otro costo fijo o variable que sea recuperado a través del usuario.

**DECIMO.-** Para el pronóstico de las variables a emplearse en el Modelo de Costos del Servicio de Interconexión relevante, la Comisión Federal de Telecomunicaciones considerará un conjunto de modelos de pronóstico, mismos que evaluará de acuerdo a su capacidad de predicción, tomando como base criterios estadísticos estándar existentes en la literatura especializada.

Para los Modelos de Costos, la Comisión Federal de Telecomunicaciones utilizará los pronósticos de los modelos que mejor desempeño hayan tenido de acuerdo al criterio de selección y, en su caso, utilizará una combinación de pronósticos cuando su desempeño sea mejor al pronóstico de los modelos individuales."

Ahora bien, de conformidad con lo establecido en el lineamiento Décimo Primero de los Lineamientos, la extinta Comisión publicó en su página de Internet el modelo de costos de interconexión móvil desarrollado en hoja de cálculo, así como los correspondientes diagramas de flujo que ilustran los procedimientos, estimaciones y cálculos del funcionamiento del mismo<sup>1</sup>.

Por su parte, el Pleno del Instituto mediante Acuerdo P/IFT/EXT/291113/11, aprobó el 29 de noviembre de 2013 Acuerdo de Variables Relevantes, en el cual acordó lo siguiente:

*"PRIMERO.- En términos del Considerando Cuarto del presente Acuerdo, el Instituto Federal de Telecomunicaciones aprueba las variables relevantes del modelo de costos de interconexión móvil, que será utilizado para resolver, en lo subsecuente, las condiciones de interconexión no convenidas entre concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones, atento a lo dispuesto en el artículo 42 de la Ley Federal de Telecomunicaciones:*

- a) *Se modelan niveles de cobertura geográfica equivalentes al 93% de la población, los cuales son comparables con los ofrecidos por los tres operadores móviles de alcance nacional en México.*
- b) *El modelo de costos de interconexión móvil utiliza las tecnologías de radio GSM (2G) y UMTS (3G) a largo plazo, con un despliegue inicial de GSM (2G) en la banda de 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 UMTS (3G) se despliega en la banda de 1900MHz.*
- c) *El espectro disponible para el modelo es de 43.2 MHz en la banda de 850 MHz y de 120 MHz en la banda de 1900 MHz.*
- d) *El costo del espectro se modela de la siguiente manera:*
  - *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 asignada al 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 con base en el precio pagado en la subasta realizada en el año 2010.*

<sup>1</sup> Dicha información se encuentra disponible en <http://www.ift.org.mx/iftweb/Industria-2/unidad-de-prospectiva-y-regulacion/modelos-de-costos-de-interconexion-fijo-y-movil-y-respuesta-a-la-consulta-publica/>

- Los costos operativos se calculan multiplicando la cantidad de espectro en cada banda de frecuencia por el precio de derechos por kHz por región.
- e) Se modela una arquitectura de conmutación IP combinada, para un operador hipotético recientemente desplegado, para lo cual se consideró la mejor tecnología disponible y las mejores prácticas internacionales.
- f) Consistente con la mejor tecnología disponible, el operador modelado dispone de una red de transmisión basada principalmente en enlaces de microondas y enlaces dedicados que migran progresivamente a una arquitectura de red basada en fibra y tecnología Ethernet.
- g) El punto de demarcación entre la red de acceso y las otras capas de la red del operador modelado 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 en la red. Para un usuario de telefonía móvil, es la tarjeta SIM, ya que la concentración de tráfico ocurre en la interfaz aérea.
- h) La red móvil se modela siguiendo un enfoque scorched earth, calibrado con los datos de red proporcionados por los operadores.
- i) El operador modelado proporciona todos los servicios comunes que no son de voz, disponibles en México (banda ancha móvil y SMS), así como los servicios de voz (originación y terminación de voz, tránsito e interconexión). El operador hipotético tiene un perfil de tráfico por servicio igual al promedio del mercado basado en las estadísticas de tráfico de las cuales disponía la extinta Comisión al momento de la elaboración del modelo.
- j) Se utiliza un horizonte temporal de 50 años considerando los activos con el periodo más largo de vida, y asumiendo una evolución del mercado mexicano de las telecomunicaciones hasta el año 2021, seguido de un estado de equilibrio hasta el final del periodo modelado.
- h k) Se calcula el costo de capital con base en la metodología del costo de capital promedio ponderado y el modelo de valuación de activos financieros para el costo del capital accionario.
- l) La participación de mercado del concesionario a modelar será de 33%.

m) La cantidad de espectro asignada al operador hipotético es de 14.40MHz en la banda de 850MHz y de 40MHz en la banda de 1900MHz.

(...)"

De lo analizado anteriormente, se determina que del marco jurídico mexicano, encontrando como primer fundamento lo establecido en el artículo 7 de la LFT, contempla que las tarifas de interconexión deben determinarse de manera indubitable conforme a costos, debiéndose desarrollar para tal efecto un modelo de costos de conformidad con los Lineamientos. En virtud de lo anterior, los argumentos de Grupo Iusacell y Unefon respecto a que no existe fundamento para utilizar un modelo de costos resultan improcedentes.

Asimismo, como ya ha quedado de manifiesto en la presente Resolución, el modelo de costos de mérito fue debidamente publicado conforme lo establecido en el Antecedente XII de la presente Resolución y posteriormente se aprobaron las variables relevantes aplicables a dicho modelo como se desprende del Antecedente XV de la presente Resolución.

En este sentido, el modelo de costos que se utilizará en la presente Resolución para determinar la tarifa de interconexión 2012 se encuentra apegado a los Lineamientos y se elaboró en términos del Acuerdo de Variables Relevantes, de ahí que sean improcedentes los argumentos de Grupo Iusacell y Unefon en cuanto a los elementos que se deberán de considerar en la elaboración del modelo de costos.

De igual forma, las pruebas ofrecidas en los Alegatos de NII Digital no son susceptibles de ser valoradas ya que el Instituto cuenta con un modelo de costos para determinar las tarifas de interconexión materia de la presente Resolución.

En virtud de lo anterior, el Instituto procede a determinar las tarifas de interconexión solicitadas en el procedimiento en que se actúa, por lo que en cumplimiento a lo establecido en los Lineamientos, se utilizará un Modelo de Costos Incrementales Totales Promedio de Largo Plazo (en lo sucesivo, indistintamente, el "Modelo CITLP Móvil" o el "Modelo de Costos Móvil") desarrollado conforme a bases internacionalmente reconocidas y siguiendo los principios dispuestos en los Lineamientos, así como lo determinado en el Acuerdo de Variables Relevantes.

#### I. Modelo CITLP Móvil.

Uno de los resultados que se observan en los mercados en competencia es que los precios de los bienes y/o servicios convergen a los costos; con lo cual existe consenso en el ámbito internacional en el sentido de que las tarifas de

interconexión se deben de orientar a los costos de producción.<sup>2</sup> Asimismo, en un entorno de competencia efectiva se asegura que los concesionarios obtengan una rentabilidad razonable sobre el capital invertido en el largo plazo, es decir, durante un periodo discreto de tiempo.

En este sentido el lineamiento Segundo de los Lineamientos señala que en la elaboración de los Modelos de Costos se empleará la metodología de Costo Incremental Total Promedio de Largo Plazo (en lo sucesivo "CITLP"), permitiendo la recuperación de los costos comunes, los cuales son aquellos en que se incurren por actividades o recursos que no pueden ser asignados a los Servicios de Interconexión de una manera directa. Estos costos son generados por todos los servicios que presta la empresa.

El Modelo de Costos Móvil utiliza un enfoque CITLP en el que todos los servicios que contribuyen a las economías de escala en la red de telecomunicaciones 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 de manera conjunta y con igualdad.

Cabe mencionar que bajo el enfoque CITLP, es necesario identificar el incremento en los costos que se debe a cambios en el número de usuarios toda vez que el cálculo de los costos incrementales únicamente incluirá aquellos que se deben a cambios en el volumen de tráfico. El incremento de usuarios, que capturarán 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 el Modelo de Costos Móvil, el "servicio incremental de usuario" se define 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 equipos terminales, tarjetas SIM's, módems de banda ancha, entre otros) de los costos de interconexión, debido a que son recuperados a través de otros cargos.

<sup>2</sup> Banco Mundial (2000), Manual de Reglamentación de las telecomunicaciones.

En la Figura 1 se muestran los costos a incluirse siguiendo este método.

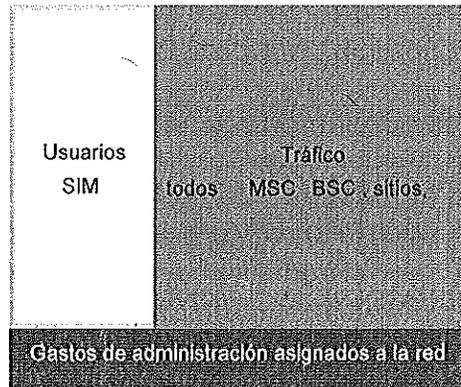


Figura 1: Distribución de costos usando CITLP Plus (Fuente: Analysys Mason)

## 1. Aspectos del concesionario.

### 1.1 Tipo de concesionario.

Para el diseño de la red a modelarse es necesario definir el tipo de concesionario que se trata de representar, siendo éste uno de los principales aspectos conceptuales que determinará la estructura y los parámetros del modelo.

En el ámbito internacional los órganos reguladores, en los modelos de costos desarrollados, han utilizado los siguientes tipos de concesionario:

- **Concesionarios reales** - se calculan los costos de todos los concesionarios que prestan servicios en el mercado.
- **Concesionario promedio** - se promedian los costos de todos los concesionarios que prestan servicios para el mercado móvil para definir un operador 'típico'.
- **Concesionario hipotético**- se define un concesionario con características similares a, o derivadas de, los concesionarios existentes en el mercado pero se ajustan ciertos aspectos hipotéticos como puede ser la fecha de entrada al mercado, la cuota de mercado, la tecnología utilizada el diseño de red, entre otros, y que alcanza la cuota de mercado antes del período regulatorio para el cual se calculan los costos.

- **Nuevo entrante hipotético** – se define un nuevo concesionario 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.

En este sentido, no se considera la opción de utilizar concesionarios reales debido a que en mercados con elevadas barreras de entrada, como sucede en el sector telecomunicaciones, las empresas establecidas en el mercado tienen la posibilidad de incurrir en ineficiencias por un período de tiempo considerable, ya que no enfrentan el riesgo latente de entrada de nuevos competidores al mercado. En estos casos el considerar los costos en que incurre un operador real propiciaría que los operadores trasladaran sus ineficiencias a los demás operadores a través de la tarifa de interconexión y no induciría a los primeros a eliminar sus ineficiencias, lo cual se traduciría en mayores tarifas a los usuarios finales.<sup>3</sup>

La utilización de un operador real, reduce la transparencia en costos y precios, toda vez que gran parte de la información necesaria para construir el modelo provendría de la red del operador modelado; asimismo se dificultaría cumplir con el principio de eficiencia, toda vez que reflejaría las ineficiencias históricas asociadas a la red modelada.

Por otra parte, los operadores tienen incentivos para establecer elevadas tarifas de terminación de llamadas ya que ello ocasiona que se incrementen los costos de sus competidores; y con ello se establezcan altos cargos para los usuarios de los operadores de la competencia. En este sentido, cuando un operador reduce los costos de terminación de llamadas en su red debido a una operación más eficiente, quien se beneficia es el operador que adquiere un insumo a un precio menor y no así la empresa que ha reducido los costos de terminación. Por lo tanto el operador menos eficiente obtiene las ganancias de una ventaja competitiva. Este problema se solucionaría si se establecieran las tarifas por terminación con base en un operador representativo eficiente.

4 Cabe mencionar que construir modelos de costos tomando en consideración a un operador real no es acorde con las mejores prácticas internacionales, a manera de ejemplo, la Comisión Europea en su Recomendación de 2009 señala que cuando impongan obligaciones en materia de control de los precios y la contabilidad de costos de conformidad con el artículo 13 de la Directiva 2002/19/CE a los operadores designados por las autoridades

---

<sup>3</sup> Por ejemplo, la Comisión Europea recomienda "que la evaluación de la eficiencia de los costes se base en costes corrientes y en la utilización de un modelo ascendente que emplee los costes incrementales prospectivos a largo plazo (LRIC) como metodología de costes pertinente."

nacionales de reglamentación como poseedores de un peso significativo en los mercados de terminación al por mayor de las llamadas de voz en redes telefónicas públicas individuales los órganos reguladores de cada país deben establecer unas tarifas de terminación basadas en los costos contraídos por un operador eficiente.

Por consiguiente, el considerar los costos incurridos por un operador real, no es acorde con el fomento de una sana competencia consagrado en el artículo 7 de la LFT, así como con los Lineamientos y las mejores prácticas internacionales.

Por lo tanto, sólo se consideran tres opciones para el tipo de concesionario sobre el que se basarán los modelos. Las características de estas opciones se encuentran detalladas a continuación en la Tabla 1.

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 clave en el despliegue de las redes reales.	Por definición, utilizar 2012 sería consistente para operadores fijos y móviles.
Tecnología	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	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.

Característica	Opción 1: Operador promedio	Opción 2: Operador hipotético existente	Opción 3: Nuevo entrante hipotético
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 ( <i>bottom up</i> )	El operador promedio móvil tendría más semejanzas con los operadores existentes.	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 ( <i>top-down</i> )	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 gastos y asignaciones sobre costos).	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 gastos y asignaciones sobre costos).	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 de resultados futuros.

Tabla 1: Opciones del operador a modelar (Fuente: Analysys Mason, 2012)

De esta forma, el Instituto considera que entre las distintas opciones para la determinación de un concesionario representativo, la elección de un operador hipotético existente permite determinar costos de interconexión compatibles y representativos en el mercado mexicano.

En estos casos, la experiencia internacional facilita criterios muy útiles en cuanto a la utilización de operadores hipotéticos en los modelos considerados como mejores prácticas. Reguladores como ICP-ANACOM (Portugal), CMT (España) y OPTA (Países Bajos), entre otros, han utilizado operadores hipotéticos en sus modelos de costos regulatorios.

Por ello, el Instituto considera óptimo modelar la red de un operador hipotético existente. Esta opción permite determinar un costo que tiene en cuenta las características técnicas y económicas reales de las redes de los principales operadores fijos y móviles del mercado mexicano. Esto se consigue

mediante un proceso de calibración con los datos proporcionados por los propios operadores.

Es importante señalar que la calibración consiste en un procedimiento en el que se verifica que el número de componentes de red que arroja el modelo sean consistentes con la infraestructura instalada. Esta información es reportada por los concesionarios en cumplimiento de las obligaciones establecidas en sus Títulos de Concesión o en distintas disposiciones legales.

En ese orden de ideas el Instituto considera que la elección de un operador hipotético existente permite la determinación de un concesionario representativo que utilice tecnología eficiente disponible, la determinación de costos de acuerdo a las condiciones de mercados competitivos y la calibración de los resultados con información de los operadores actuales.

De lo antes expuesto, se considera que el Modelo CITLP Móvil se basará en un concesionario hipotético existente que también se denominará concesionario representativo.

Por tanto, el concesionario hipotético existente que se modela considera que la cuota de mercado se habrá alcanzado de manera previa al periodo regulatorio considerado, por lo tanto el despliegue de la red y la entrada en operación de la misma requieren que esto se realice con anterioridad al periodo de determinación de las tarifas de interconexión. Por ende, el concesionario móvil comenzó a desplegar una red nacional en el año 2005 y a comercializar sus servicios en el año 2007, alcanzando la cuota de mercado del concesionario representativo en el 2011.

## 1.2 Configuración de la red de un concesionario eficiente.

La cobertura que ofrece un concesionario es un aspecto central del despliegue de una red y es un dato de entrada fundamental para el Modelo CITLP Móvil. Un enfoque consistente con la utilización de un operador hipotético existente implicará que los concesionarios hipotéticos móviles existentes tendrán características comparables de cobertura con los operadores reales.

Las definiciones de parámetros de cobertura tienen dos implicaciones importantes para el cálculo de costos. En este sentido, los operadores de servicios de telecomunicaciones al momento de desplegar su red toman en cuenta la extensión geográfica en la cual prestarán sus servicios, la calidad de la cobertura, y el periodo de tiempo en el cual alcanzarán nivel de cobertura deseada. Estas tres variables inciden en la determinación de las

Inversiones de red realizadas a través del tiempo y de los costos operativos necesarios para operar la red.

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, se incluye el nivel de cobertura nacional actual.

De este modo, dado que tres de las cuatro redes de telefonía móvil tienen presencia nacional y cobertura superior 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 sitios macro en 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 de acceso público (ej. en centros comerciales) o bien de acceso privado (ej. en soluciones interiores para empresas).

A Estas soluciones inalámbricas dan servicio al tráfico que de otra forma podría (en algunas circunstancias<sup>4</sup>) transportarse al edificio, mediante un método de acceso fijo dedicado o una tecnología de muy alta capacidad (o en otras palabras con un costo marginal muy bajo). Así, se encuentra una sustitución entre ambas formas de tecnología interior. 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.<sup>5</sup>

<sup>4</sup> Resulta muy difícil estimar este efecto. Por ejemplo, en oficinas 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 posible utilizar WiFi; la gente puede encontrarse en otros edificios (ej. segunda vivienda, casa del vecino, etc.).

<sup>5</sup> Fuente: Strategy Analytics estima 'interior' como un 57% del uso de telefonía móvil; Korea Telecom estima que el 30% de las llamadas provenían de la 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).

En consecuencia, se modelarán niveles de cobertura geográfica comparables con los ofrecidos por los tres operadores móviles de alcance nacional en México; es decir una cobertura del 93% de la población.

### 1.3 Tamaño de un concesionario eficiente.

De conformidad con el Acuerdo de Variables Relevantes, uno de los principales parámetros que definen los costos unitarios del Modelo de Costos Móvil es la participación de mercado del operador modelado. Por lo tanto, es importante determinar la evolución de la participación de mercado del concesionario y el periodo en que se da esta evolución.

Los parámetros seleccionados para definir la participación de mercado de un concesionario en el tiempo impactan el nivel de los costos económicos calculados por el modelo, ya que dicha participación se traduce en el volumen de tráfico que cursará la red. Estos costos pueden cambiar si las economías de escala potenciales, en el corto plazo (relacionadas con el despliegue de red en los primeros años) y en el largo plazo (relacionadas con el costo del espectro) son explotadas en su totalidad. Cuanto más rápido crece el volumen de tráfico de un concesionario, menor será el costo unitario de la interconexión.

En un mercado completamente competitivo los recursos escasos son utilizados de una manera productiva, las empresas tienen incentivos a reducir costos y a invertir en innovación a efecto de aventajar a sus competidores en el mercado, en este sentido, cuando las reducciones en costos de telecomunicaciones se trasladan al precio final, se tiene como efecto un incremento del tráfico de los servicios prestados; de esta forma para mantener consistencia con el objetivo de impulsar un mercado competitivo, eficiente y con precios basados en los costos para la interconexión, el modelo considera un mercado competitivo de un concesionario, donde cada concesionario tenga un volumen de tráfico suficiente para explotar razonablemente las economías de escala relacionadas con la producción del servicio.

M Considerando las economías de escala prevaletes en la industria, las cuales son además compatibles con la utilización de una manera más eficiente del espectro disponible y utilizado actualmente por los concesionarios, se desprende que un operador hipotético con una cuota del 33% del mercado, corresponde a un volumen de tráfico que permite una explotación adecuada de las economías de escala que se traduzca en menores costos unitarios de interconexión y en un uso más eficiente de la infraestructura, de manera que los costos que arroje el modelo para un operador de dicho tamaño, serán consistentes con un esquema de incentivos

que promueva que los operadores existentes alcancen el volumen de tráfico requerido para la realización de las economías de escala.

Con base en estas consideraciones, el Modelo de Costos Móvil se basará en un operador hipotético existente que en el largo plazo, adquiera una cuota de mercado de 33% (treinta y tres) por ciento.

Un último aspecto en lo que respecta al tamaño eficiente es el tiempo que tomará al concesionario modelado llegar a este estado estable. La velocidad con la que esto se logrará estará determinada (por separado) por la velocidad del despliegue de red y el aumento de tráfico sobre la tecnología moderna dentro del mercado móvil relevante.

Asimismo, el crecimiento de la cuota de mercado está relacionado con el despliegue de la red y el aumento del tráfico utilizando la tecnología moderna.

La cuota de mercado del concesionario modelado incluye los usuarios de proveedores de servicios alternativos p.ej. ISPs (Internet Service Providers) u operadores virtuales, ya que los volúmenes asociados a estos servicios contribuyen a las economías de escala logradas por el concesionario modelado.

## 2. Aspectos relacionados con la tecnología.

### 2.1. Arquitectura moderna de red.

El Modelo CITLP Móvil exige un diseño de arquitectura de red basado en una elección específica de tecnología moderna eficiente. Desde la perspectiva de regulación de la terminación, en este modelo deben reflejarse tecnologías modernas equivalentes: esto es, tecnologías disponibles y probadas con el costo más bajo previsto a lo largo de su vida útil, se consideran las opciones de arquitectura de red por separado para el Modelo de Costos Móvil.

### 2.2 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 utilizando tecnología GSM también denominada 2G para efectos de la presente Resolución, y una expansión continua para incluir elementos de red y servicios relacionados con la tecnología UMTS, también denominada 3G para efectos de la presente Resolución. 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.

## 2.3 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 (Nordic Mobile Telephone) o 1G, GSM (Global System for Mobile Communications) (2G), UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) (3G) y LTE (Long Term Evolution). Estas tecnologías se han impuesto a otras como CDMA (Code Division Multiple Access) 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 el Modelo CITLP Móvil. Esto es debido a que:

- o 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.
- o El número de suscriptores CDMA es minoritario y representa únicamente un 4% del total de suscriptores.<sup>6</sup> Es además una tecnología que está perdiendo peso entre los operadores en beneficio de la tecnología GSM (2G) y UMTS (3G), en el mercado mexicano, Movistar abandonó la tecnología CDMA en el año 2007 a favor de la tecnología GSM.
- o Aunque las tecnologías móviles como LTE podrán desplegarse en el medio y 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) también será de alta frecuencia, lo que hace que sea menos adecuada 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 (3G), 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 (High Speed Downlink Packet Access) para la provisión de los mismos. Debido a esta apuesta y a la necesidad de recuperar los costos incurridos (presentes y futuros), estimamos que la tecnología relevante para la prestación de estos servicios será HSDPA.

<sup>6</sup> Fuente: Wireless intelligence.

Por lo tanto, el Modelo CITLP Móvil debería limitarse a modelar tecnologías de radio 2G y 3G. Ambas tecnologías están probadas y disponibles. En este sentido, 3G es una tecnología más reciente, ofrece una mayor capacidad y 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 costo 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, con un despliegue posterior de BTS (Base Transceiver Station) en la banda de 1900MHz para aportar capacidad adicional a la red. Cuando se desplegaron las redes UMTS entre 2007 y 2008, los operadores siguieron un esquema de despliegue de una red de capacidad en frecuencias altas (1900MHz).

Actualmente, 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. Por lo tanto 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.

En virtud de lo anterior, el concesionario móvil a modelar será uno que comenzó a desplegar una red nacional 2G en la banda de 850MHz y una red nacional 2G/3G en la banda de 1900MHz en el año 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 (High Speed Packet Access) e incluye versiones modernas de los conmutadores para transportar 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 período modelado.

## 2.4 Espectro radioeléctrico

De conformidad con el Acuerdo de Variables Relevantes, una vez que se determinó la cuota de mercado del 33% (treinta y tres) por ciento, la cantidad de espectro asignada al operador hipotético es de 14.40 MHz en la banda de 850MHz y de 40 MHz en la banda de 1900MHz.

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.

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.

## 2.5 Red de conmutación

H 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:

- a) Dos estructuras 2G y 3G separadas con transmisión separada, cada una conteniendo uno o más MSC, GSN (Gateway Support Node) y puntos de interconexión (PDI) entrelazados.

- b) Una estructura antigua mejorada con una red de transmisión combinada, conteniendo uno o más MSC, GSN y puntos de interconexión (Pdi) entrelazados, que sean compatibles tanto con 2G como con 3G.
- c) Una estructura de conmutación combinada 2G+3G con red de transmisión de nueva generación, enlazando parejas de pasarelas de medios MGW (Media Gateway) con uno o más MSS (Manage Secure Service), routers de datos y Pdi (punto de interconexión), con separación en capas CS (Circuit Switching) y PS (Packet Switching).

Las tres opciones se muestran gráficamente en la Figura 2:

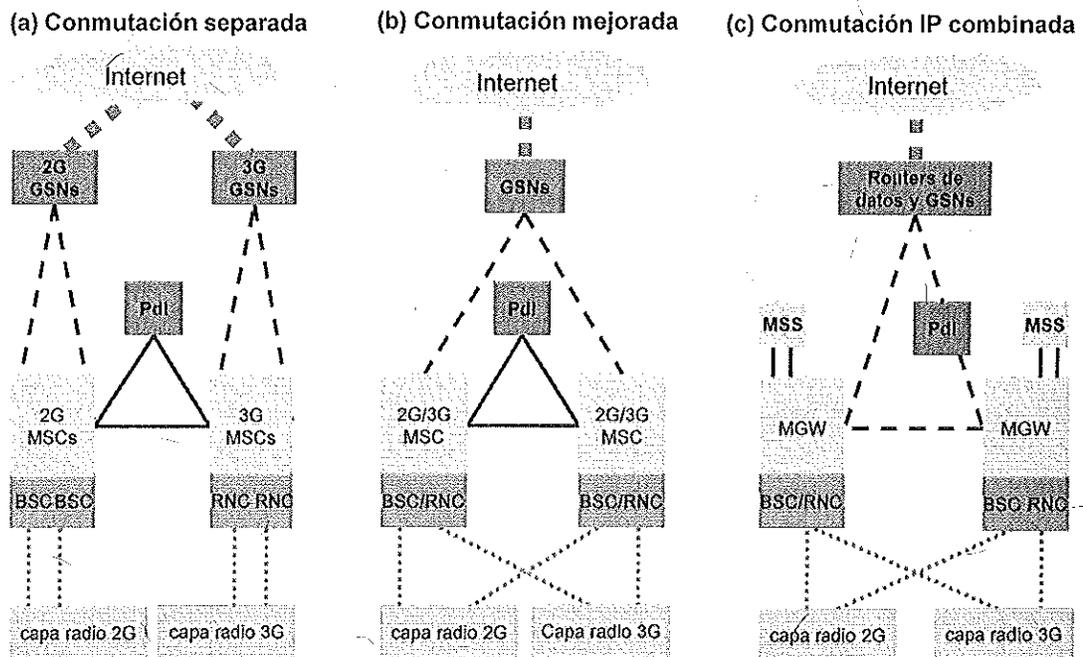


Figura 2: Opciones de arquitectura para el modelo CITLP móvil (Fuente: Analysys Mason, 2012)

4

Las redes de conmutación de telefonía móvil llevan ya varios años evolucionando (por ejemplo, Release-99, Release-4 y posteriores<sup>7</sup>); actualmente 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. Por consiguiente, la red de conmutación móvil que debe modelarse está estrechamente relacionada

<sup>7</sup> Releases según la terminología del 3GPP (Third Generation Partnership Project).

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 de una tecnología moderna equivalente (MEA, por sus siglas en inglés) 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)”*.

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).

Por consiguiente, tomando en cuenta la mejor tecnología disponible y las mejores prácticas internacionales, para el cálculo de los costos de interconexión objeto de la presente Resolución se modelará una arquitectura de conmutación IP combinada, para un operador hipotético recientemente desplegado.

## 2.6 Red de transmisión

La conectividad entre nodos de redes de telefonía móvil se ajusta a varios tipos:

- acceso de última milla de BTS a un concentrador (hub).
- concentrador a BSC (Base Station Controller) o RNC (Radio Network Controller).
- 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 auto provistos (2-4-8-16-32, enlaces por microondas STM1, microondas Ethernet).
- red de fibra alquilada (fibra oscura alquilada/IRU<sup>8</sup> con o bien STM o bien módems de fibra Gbit/s).

La elección del tipo de transmisión de la red móvil varía entre los distintos operadores móviles existentes y puede cambiar con el tiempo. En la actualidad, es probable que un nuevo entrante adopte una red de transmisión basada en tecnología Ethernet escalable y perdurable para el futuro.

En este sentido, consistente con la mejor tecnología disponible, el operador modelado dispone de una red de transmisión basada principalmente en enlaces microondas y enlaces dedicados que migrarán progresivamente a una arquitectura de red basada en fibra y tecnología Ethernet.

### 3. Aspectos relacionados con los servicios.

Un aspecto fundamental de los modelos es calcular el costo de los servicios en el mercado de terminación de llamadas de voz en redes móviles individuales. Sin embargo, las redes móviles transportan una amplia gama de servicios. La medida en la que el concesionario representativo 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. En este sentido, se procederán a analizar los aspectos conceptuales relacionados con los servicios que se examinarán en los modelos conforme a lo siguiente: servicios a modelar, volúmenes de tráfico, costos mayoristas y minoristas.

#### 3.1 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. Lo anterior, resulta aplicable para el caso de 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

<sup>8</sup> 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.

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 que no son de voz (y el desarrollo de un modelo de costos de voz independiente) puede ser también un proceso complejo.<sup>9</sup>

Algunos de los servicios que no son de voz son servicios de probada eficacia (principalmente servicios como los SMS en redes móviles). Sin embargo, otros servicios que no son 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.

Por lo anterior, se considera que el concesionario representativo modelado debe proporcionar todos los servicios comunes que no son de voz (existentes y en el futuro) disponibles en México (banda ancha móvil y SMS), así como los servicios de voz (originación y terminación de voz, tránsito e interconexión). El concesionario representativo tendrá un perfil de tráfico por servicio igual al promedio del mercado basado en las estadísticas de tráfico con que cuenta el Instituto.

### 3.2 Servicios que se ofrecen a través de redes móviles

En la Tabla 2 se presenta una serie de servicios de voz móviles, los cuales contribuyen al despliegue de la red troncal.

Servicio	Descripción del servicio
Llamadas móviles on-net	Llamadas de voz entre dos suscriptores minoristas u OMV (Operador Móvil Virtual) 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, entre otros, números no geográficos).
Llamadas móviles salientes a Internacional	Llamadas de voz de un suscriptor (minorista u OMV) del operador móvil modelado a un destino Internacional.

<sup>9</sup> Por ejemplo, los costos actuales *top-down* que representan operaciones de voz y datos necesitan ser divididos en costos independientes de voz relevantes y costos adicionales de datos. Las redes únicamente de voz no existen en la realidad, lo que implica que la red modelada no puede ser comparada con ningún operador del mundo real.

Servicio	Descripción del servicio
Llamadas móviles salientes a otros operadores móviles	Llamadas de voz de un suscriptor (minorista u OMV) del operador móvil modelado a otro operador móvil local.
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.
Orignación roaming in	Llamadas de voz de un visitante extranjero ( <i>inbound roamer</i> ) 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 ( <i>inbound roamer</i> ) del operador móvil modelado.
SMS on-net	SMS entre dos suscriptores (minoristas u OMV o <i>inbound roamer</i> ) del operador móvil modelado.
SMS salientes a otras redes	SMS de un suscriptor (minorista u OMV o <i>inbound roamer</i> ) 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 <i>inbound roamer</i> ) 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 <i>inbound roamer</i> ) 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 <i>inbound roamer</i> ) 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 <i>inbound roamer</i> ) 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 <i>inbound roamer</i> ) 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 <i>inbound roamer</i> ) a través de la red HSPA.

- Tabla 2: Servicios que se ofrecen a través de redes móviles (Fuente: Analysys Mason)

En este sentido, se agregarán los servicios de tráfico móvil para las diferentes clases de suscriptores (venta minorista, inbound roamer, entre otros) para identificar los costos subyacentes del tráfico de red en el modelo de telefonía móvil.

### 3.3 Volúmenes de tráfico.

Es necesario definir el volumen y el perfil<sup>10</sup> del tráfico cursado en la red del concesionario representativo modelado. Dado que la definición del concesionario representativo incorpora la definición de una cuota de mercado, se propone definir el volumen de tráfico y su perfil para un usuario 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 usuarios del concesionario representativo modelado es el principal inductor de los costos asociados con la red troncal, y la medida que permitirá explotar las economías de escala.

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

Es importante señalar que se ha considerado un pronóstico para el mercado móvil en México basado en datos históricos (población, penetración fija, y tráfico) conforme a la información que entregan los concesionarios al Instituto, junto con otras fuentes. A partir de esta información se ha calculado el tráfico promedio por usuario, a lo que se ha aplicado una tasa de crecimiento deducida de la evolución histórica y las previsiones publicadas por diferentes analistas, como Analysys Mason Research, la Unión Internacional de Telecomunicaciones, EIU (Economist Intelligence Unit) o Euromonitor. Se asume que el mercado de las telecomunicaciones se estabiliza a partir del año 2021 para todas las variables, incluyendo la cuota de mercado, el consumo de servicios de voz y datos, entre otros. En consecuencia, la previsión del perfil de tráfico del concesionario representativo modelado se basará en el perfil de la media del mercado.

---

<sup>10</sup> Por 'perfil' se refieren a las proporciones de llamadas desde/a varios destinos fijos y móviles, por hora del día y usos de otros servicios.

#### 4. Aspectos relacionados con la Implementación de los modelos.

##### 4.1. 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.

De conformidad con los Lineamientos se utilizará la depreciación económica en los modelos. La Tabla 3 muestra que solamente este método considera todos los factores relevantes potenciales de depreciación.

	HCA	CCA	Anualidad	Económica
Costo del activo, equivalente moderno (MEA) hoy		✓	✓	✓
Pronóstico de costo del MEA			✓	✓
Producción de la red a través del tiempo			<sup>11</sup>	✓
Vida financiera de los activos	✓	✓	✓	✓ <sup>12</sup>
Vida económica de los activos			✓	✓

Tabla 3: Factores considerados por los métodos de depreciación (Fuente: Analysys Mason)

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.

<sup>11</sup> 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.

<sup>12</sup> 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)

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 operador eficiente que podría ofrecer servicios en base a los costos actuales de producción utilizando la mejor tecnología disponible.

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 período 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 (VP) 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.

Por tanto, de conformidad con los Lineamientos y las mejores prácticas internacionales, se utilizará la depreciación económica en el Modelo CITLP Móvil.

#### 4.2. Serie de tiempo.

En los Modelos de Costos es necesario que el concesionario pueda recuperar sus costos de proveer los servicios en el tiempo de operación de la empresa, 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.

En este sentido, se puede elaborar un modelo con un horizonte de tiempo corto en el cual se calcularan la operación de la red conforme a la demanda de los servicios, pero al final de ese horizonte se debe determinar el valor presente del flujo de efectivo que se obtiene por parte del concesionario derivado de que sigue operando en el mercado, es decir, un modelo que determine los costos en un período de 5 años debe de considerar un mecanismo para incorporar los

flujos que tendría la empresa en el futuro derivado de que la empresa continuará operando. Por otra parte, 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 cómo 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 depreciación con un esfuerzo mínimo.

Tomando en consideración un horizonte de tiempo largo dentro del Modelo de Costos Móvil, la serie de tiempo debería ser igual a la vida del concesionario, permitiendo la recuperación total de los costos en la vida del negocio, debido a esto, se propone utilizar una serie de tiempo que sea por lo menos tan larga como la vida del activo más longevo.

Con el fin de minimizar el impacto del valor final de la empresa en los resultados del modelo, se utiliza un horizonte de tiempo largo en las operación del concesionario modelado en la prestación de servicios de telecomunicaciones, por ello se asume una serie de tiempo de 50 años. Ello es consistente con las vidas útiles de algunos activos o infraestructura de las redes fijas como los túneles y ductos.

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, con el fin de dar certeza sobre las tecnologías modeladas.

#### 4.3. Costo de capital promedio ponderado (CCPP).

El concesionario representativo que ofrece el servicio de interconexión incurre en un costo de financiamiento para proveer el servicio. Generalmente, las fuentes de financiamiento provienen de la emisión de acciones y de deuda. Una de las metodologías ampliamente reconocidas para calcular el costo de financiamiento y establecida en los Lineamientos es el Costo de Capital Promedio Ponderado (CCPP), conocido como WACC por sus siglas en inglés, el cual se refiere al promedio del costo de la deuda y del costo del capital accionario, ponderados por su respectiva participación en la estructura de capital.

El modelo debe incluir un retorno razonable sobre los activos, determinado a través del costo 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 accionario (*equity*) del operador

En virtud de 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<sup>13</sup> antes de impuestos de la siguiente manera:

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

Donde:

$\pi$  es la tasa de inflación medida por el índice Nacional de Precios al consumidor.

A continuación se tratan los supuestos que soportan cada uno de los parámetros en el cálculo del CCPP.

#### 4.4. Costo del capital accionario (*equity*).

El costo del capital accionario (*equity*) se puede calcular utilizando varias metodologías, no obstante, la más común, y la establecida en los Lineamientos, es el método conocido como valuación de activos financieros (CAPM) debido a su relativa sencillez.

H

Por tanto, en términos de los Lineamientos se utilizará el CAPM para calcular el costo del capital accionario (*equity*) para un concesionario eficiente móvil.

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

<sup>13</sup> La experiencia ha demostrado que es más transparente para construir modelos ascendentes de costos. Cualquier método utilizado necesitará un factor de inflación ya sea en la tendencia de los precios o en el CCPP.

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

Donde:

$R_f$  es la tasa de retorno del instrumento financiero libre de riesgo

$R_e$  es la prima del riesgo del capital

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

El cálculo de cada uno de estos parámetros se trata a continuación.

#### 4.5. 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 Gobierno a largo plazo. Sin embargo, tal como lo señala el International Regulators Group (IRG),<sup>14</sup> al elegir dicha tasa se deben definir los siguientes aspectos: qué referencia utilizar (qué gobierno), qué período de madurez (horizonte temporal de inversión o período regulatorio), y qué tipo de información se debe utilizar (actual, histórica, promedio).

En este sentido, se reconoce que los concesionarios mexicanos (tanto móviles como fijos) se financian mayoritariamente en el mercado de deuda y en la moneda de los Estados Unidos de América. Por tanto, se considera la tasa de los bonos gubernamentales de los Estados Unidos a 30 años, a la cual se le agrega una prima por riesgo -país correspondiente a realizar inversiones en México como base para el cálculo de la tasa libre de riesgo. Para ambas variables, tasa de los bonos y prima de riesgo, se considera como horizonte temporal los últimos cinco años hasta abril de 2012. Asimismo, se utilizará la información y los cálculos recopilados y realizados por el Profesor Aswath Damodaran de la Universidad de Nueva York<sup>15</sup> en relación a la prima de riesgo en México.

4 En consecuencia, se utilizará la tasa de retorno libre de riesgo ( $R_f$ ) de los bonos gubernamentales de los Estados Unidos de América de 30 años más una prima de riesgo país asociada a México.

<sup>14</sup> International Regulators Group. Regulatory accounting: Principles of Implementation and Best Practice for WACC calculation, febrero de 2007.

<sup>15</sup> <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>

#### 4.6. Prima del riesgo del capital, $R_e$

La prima de riesgo del capital se refiere al premio sobre la tasa de retorno libre de riesgo que los inversores demandan por invertir en un portafolio de acciones (*equity*). Esto es, debido a que invertir en acciones conlleva un mayor riesgo que invertir en bonos del estado, los inversionistas requieren una prima mayor al invertir en acciones. Normalmente, las empresas que cotizan en el mercado nacional de valores son utilizadas como muestra sobre la que se calcula la diferencia entre el rendimiento de la cartera de mercado y la tasa libre de riesgo.

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, se utilizarán 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.

En este sentido, se ha aplicado la prima de riesgo de un mercado maduro que, según Aswath Damodaran, corresponde a un 5.2%.

#### 4.7. Beta para los operadores de telecomunicaciones, $\beta$

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 refiere a la posibilidad de que ocurran eventos que afectan a toda la economía, por lo que no puede evitarse o disminuirse a través de la diversificación de portafolios. La sensibilidad o correlación de un activo y el riesgo sistemático se representa como Beta ( $\beta$ ), la cual también se interpreta como la correlación entre el retorno de una acción específica y el retorno de un portafolio 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 por invertir en una acción particular. La magnitud de esta prima variará en forma inversa a la covarianza entre la acción específica y las fluctuaciones totales del mercado.

Es posible estimar la  $\beta$  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  $\beta$  requiere grandes cantidades de datos históricos. Se trata, por lo tanto, de un área en el cual las estimaciones de dicho parámetro dependerán de la cantidad de información disponible, del horizonte de tiempo considerado para su análisis, del mercado de valores contra el cual se estime el valor de la beta, entre otros factores que considere quien realiza la estimación. 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  $\beta$ .

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

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

El IRG recomienda estimar la  $\beta$  de una empresa ya sea mediante: información histórica de la relación entre los retornos de la empresa y los del mercado; benchmarking de las  $\beta$  de empresas comparables o mediante la definición de una  $\beta$  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.

Los principales operadores del mercado mexicano y latinoamericano, América Móvil y Telefónica de España presentan resultados consolidados lo cual dificulta la utilización de sus parámetros, como  $\beta$ , en forma específica para el mercado mexicano. Debido a esto, aunque se utilizan los datos de estas empresas, el benchmark utilizado tendrá que ser más amplio.

M Por tanto, se utiliza una comparativa de compañías de telecomunicaciones, prestando especial atención a mercados similares al mexicano, para identificar las  $\beta$  específicas del mercado móvil.

#### 4.8. Método propuesto para derivar las $\beta_{\text{asset}}$ del concesionario móvil.

Debido a que cada día hay menos operadores que ofrecen exclusivamente el servicio móvil (*pure-play*), se recomienda derivar los valores de  $\beta_{\text{asset}}$  para los concesionarios fijos y móviles mediante una aproximación. Primeramente se

agrupan 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, con base en ello se clasifican en:

- 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  $\beta_{asset}$  para el operador móvil con el promedio del primer grupo y para el operador fijo con el promedio del tercero.

En consecuencia, se calcula la  $\beta_{asset}$  para los grupos predominantemente fijos y predominantemente móviles en base a una comparativa de operadores que estén presentes en Latinoamérica.

#### 4.9. Razón 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:

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

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.

La teoría financiera parte del supuesto de que existe una estructura financiera óptima que minimiza el costo del capital al cual se le conoce como apalancamiento objetivo. En la práctica, este apalancamiento óptimo es difícil de determinar y variará en función del tipo de compañía.

El IRG especifica tres enfoques posibles:

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

#### 4.10. Enfoque propuesto para definir el apalancamiento del operador móvil.

Para el Modelo de Costos Móvil se utilizará 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  $\beta_{asset}$  para derivar el nivel de apalancamiento de cada operador.

Se ha utilizado el valor en libros de la deuda tomado de Aswath Damodaran en vez de la deuda reportada en los informes anuales de los operadores. Los cálculos efectuados por Aswath Damodaran son considerados como un estándar por la mayoría de los actores del mercado y se observa que el valor en libros de la deuda suele ser más estable que el valor de mercado.

De forma similar al método seguido para determinar la  $\beta_{asset}$ , se evalúa el nivel apropiado de apalancamiento utilizando la misma comparativa de operadores en Latinoamérica, tomando el valor en libros de la deuda de Aswath Damodaran.

#### 4.11. 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.

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 procedimiento señalado es consistente con los tres posibles métodos para determinar el costo de la deuda mencionados por el IRG:

- 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.

En el caso que nos ocupa, se utiliza el Impuesto sobre la Renta (ISR) vigente en México como la tasa adecuada de impuestos corporativos (T), para estimar el CCPP en un año determinado. Para el año 2012, se utiliza un nivel de ISR del 30%. El análisis de los parámetros que intervienen para la estimación del CCPP se basa en la información publicada por Aswath Damodaran en abril de 2012.

Se utiliza un costo de la deuda para el concesionario fijo que corresponde con la tasa de retorno libre de riesgo de México, más una prima de deuda por el mayor riesgo que tiene un operador en comparación con el país. Para definir la prima se ha utilizado una comparativa internacional.

Se aplicará la misma metodología para determinar el costo de la deuda del concesionario fijo en línea con el observado en los concesionarios móviles.

#### 4.12. Cálculo del CCPP.

A continuación se muestra el cálculo del Costo de Capital para el operador móvil:

	Móvil
Tasa libre de riesgo	6.63%
Beta	1.11
Prima de mercado	5.20%
Ce	17.69%
Cd	7.88%
Apalancamiento	34.93%
Tasa de impuestos	30.00%

H

CCPP nominal antes Impuestos	14.27%
Tasa de inflación	3.39%
CCPP real antes impuestos	10.52%

Tabla 4: Costo de capital

#### 4.13. 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  $\beta_{equity}$ , que especifica 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  $\beta_{equity}$  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.

#### 5. Aplicación del margen para la recuperación de costos comunes.

Los costos comunes son aquellos en que se incurren por actividades o recursos que no pueden ser asignados a los Servicios de Interconexión de una manera directa. Estos costos son generados por todos los servicios que presta la empresa.

Los mencionados costos pueden identificarse como:

- 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).
- 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. 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).

En el contexto de una empresa multi-servicios, el Costo Autónomo (Stand-alone Cost, en lo sucesivo "SAC" por sus siglas en inglés) se refiere al costo total de proporcionar un determinado producto o servicio en un proceso de producción independiente, en lugar de uno a través del cual se produce en conjunto con otros servicios. La aplicación de esta metodología de costos es equivalente a suponer que la empresa presta un único servicio, que es el servicio de interconexión, lo que implicaría asignar todos los costos de la empresa a este servicio. La metodología de Costo Autónomo del servicio por tanto no reconoce la contribución que pudieran tener otros servicios a la recuperación de los costos de la compañía. Si todos los costos comunes están en un mismo servicio, al CILP del servicio se le agrega un margen adicional hasta llegar al SAC de proveer este servicio.

Por tanto, el SAC representa el máximo costo con margen adicional para cualquier servicio – y en esa situación el margen adicional para los otros servicios sería cero. En una situación donde los costos comunes son compartidos entre varios servicios, se requiere un mecanismo de márgenes adicionales para producir los CILP relevantes (CILP+). Esto se muestra en la Figura 3.

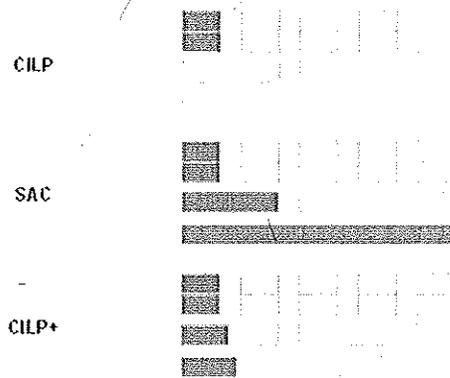


Figura 3: CILP, SAC y CILP+ (Fuente: Analysys Mason)

H

En términos de los Lineamientos, se empleará el método de Márgenes Equiproporcionales (en lo sucesivo "EPMU", por sus siglas en inglés) cuando se requiera distribuir los costos comunes.

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 será utilizado en el Modelo de Costos Móvil.

## 6. Estructura del modelo móvil.

En la Figura 4 se muestra la estructura del modelo CITLP para la red del concesionario representativo móvil.

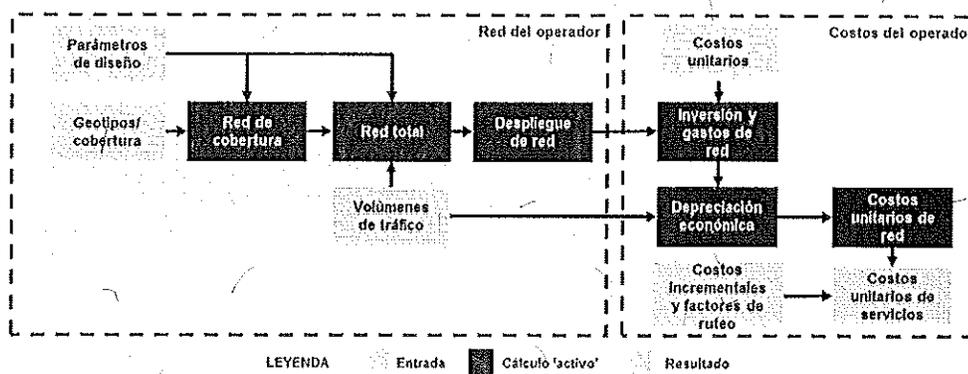


Figura 4: Estructura del modelo móvil (Fuente: Analysys Mason)

En el diseño del Modelo CITLP Móvil se definen tres geotipos para cubrir el territorio nacional; también se utiliza un geotipo adicional para cubrir las carreteras. Para lo cual se consideró lo siguiente:

- En base a los polígonos definidos por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), se calculó la superficie de 4525 localidades urbanas que abarcan el 1.16% del territorio nacional pero incluyen al 77.50% de la población.
- Estas fueron substraídas de la superficie y población totales de cada municipio, obteniendo así las superficies y poblaciones restantes divididas entre 2456 municipios.
- Se obtuvieron entonces 6981 áreas con superficies y poblaciones que se dividen en urbanas, suburbanas y rurales de acuerdo con su densidad poblacional.

Geotipo	Densidad poblacional hab./km	Proporciones de tráfico por geotipo (asumiendo cobertura del 100%)
Urbano	>4000	69%
Suburbano	<4000 y >500	21%
Rural	<500	9%
Carreteras	366 800km lineales	1%

Tabla 5: Geotipos (Fuente: Analysys Mason)

Los diferentes geotipos se cubrirán con espectro de 850MHz (GSM) y 1900MHz (UMTS) en línea con la cobertura actual de los concesionarios móviles.

Geotipo	Superficie (km²)	Proporción de la superficie total	Población	Proporción de la población	Proporción de la población cubierta por la banda 850 MHz	Proporción de la población cubierta por la banda 1900 MHz (UMTS)
Urbano	8 383	0.4%	55 492 777	49.4%	100%	100%
Suburbano	14 202	0.7%	31 537 397	28.1%	100%	98.9%
Rural	1 959 473	98.9%	25 205 515	22.5%	15.4%	0%
Carreteras	46 833*					

Tabla 6: Proporción de la población cubierta por banda de frecuencias (Fuente: Analysys Mason)

\*46 833km de las carreteras están cubiertas correspondiendo a 30% de las carreteras con dos carriles y 80% de las carreteras de cuatro o más carriles; esto representa una cobertura de 13% sobre el total de kilómetros de carreteras en México; se excluyen de este geotipo las carreteras cubiertas por los despliegues efectuados en los demás geotipos, como pueden ser las carreteras situadas en ciudades. Fuente: Modelo de Analysys Mason.

Se ha dimensionado la red en función de la carga de tráfico de servicios de voz y datos durante la hora pico, para lo cual se consideran los siguientes parámetros:

- La hora pico de voz contiene 9.05% del tráfico en un día pico (hora pico ponderada por región).
- Se estima que la hora pico de datos contiene 10% y 5% del tráfico de SMS y datos, respectivamente.
- Se asume que ninguna de las horas pico es concurrente por servicio.
- Se asume que hay 250 días pico al año con un 75% de la carga.

- La proporción del porcentaje de SMS en la hora pico en relación con el porcentaje de SMS en la hora pico de voz se asume en 1.5.
- El porcentaje de SMS en la hora pico de voz se estima en 7%.

Es importante señalar que los datos del modelo de mercado se expresan en minutos reales, por lo que no fue necesario transformarlos. No obstante, se asume lo siguiente:

- Se asumen 25 segundos para timbrado, establecimiento y finalización.
- El tiempo promedio de llamada es de 1.55 minutos.
- Existen 1.5 intentos de llamada por cada llamada exitosa.
- Se estima el tamaño de un SMS móvil a 80 bytes.<sup>16</sup>
- En el caso de GSM la velocidad de los mensajes SMS sobre el canal de voz (SDCCH) es de 6,136 bits/s.
- El factor de conversión de SMS por minuto de llamada es de 575, para obtener 0.001738 min/sms.
- En el caso de UMTS la velocidad de los mensajes SMS sobre el canal de radio es de 16,000 bits/s.
- El factor de conversión de SMS por minuto de llamada es de 1,500 para obtener 0.000667 min/sms.

Se asume que la migración de 2G a 3G tanto de voz como de SMS se realiza al mismo ritmo que el despliegue de la red 3G entre el 2006 y el 2010, llegando a ser el 8% del volumen total de tráfico cursado en la red:

- Para el 2020 llega a ser del 25%, y se mantiene estable durante el resto del período modelado.

Se ha dimensionado el número de sitios de cobertura usando un radio teórico y un ajuste para llegar al radio efectivo.

**H** La red está modelada con una combinación de GSM y UMTS, utilizando el espectro de la siguiente forma:

- En GSM, se utiliza la banda de 850MHz para la cobertura y ambas bandas de espectro para las necesidades de tráfico.
- UMTS sólo utiliza la banda de 1900MHz ya que se tiene una mayor cantidad de espectro (40MHz) y se considera que sólo se utilizará en las zonas urbanas y suburbanas.
- Las carreteras sólo están cubiertas por GSM.

<sup>16</sup> Basada en información proporcionada por los concesionarios.

El número de sitios de cobertura se determina por el área cubierta por cada celda:

- Esta depende del radio teórico que se determina mediante un proceso de calibración de un concesionario existente.
- De un factor de ajuste por el posicionamiento imperfecto de las celdas en las áreas de cobertura.

Geotipo	Factor de ajuste 850 MHz	Factor de ajuste 1900 MHz	Radio efectivo 850 MHz	Radio efectivo 1900 MHz
Urbano	0.73	0.73	1.8	1.1
Suburbano	0.78	0.78	3.5	2.1
Rural	0.85	1	8.5	6.0

Parámetros de las celdas (Krn) (Fuente: Analysys Mason)

Tabla 7:

Cálculo de la red radio: se ha aplicado el *scorched-earth coverage coefficients* (SEOC, por sus siglas en inglés) dependiendo de las frecuencias utilizadas para dar cobertura:

- La cobertura outdoor en 850MHz.
- La cobertura outdoor en 1900MHz (utilizada en UMTS).
- Adicionalmente, se ha tenido en cuenta el efecto de *cell breathing* para UMTS.

Se ha utilizado un método *scorched-earth* calibrado para el diseño de las redes de transmisión y backhaul del concesionario modelado.

La red troncal del concesionario representativo móvil está compuesta de un total de 9 nodos nacionales y 11 nodos core.

- Los nodos están conectados de forma redundante por 6 anillos de fibra con una longitud total de 13,743 km.

Las distancias entre nodos recorridas por la fibra se ha calculado en base a la red de carreteras de México.

En la red de backhaul se usan principalmente tecnologías inalámbricas como microondas, pero también se conectan los sitios por enlaces dedicados y en menor medida fibra (sobre todo en los geotipos urbanos y suburbanos).

	Microondas		Enlaces dedicados		Fibra	
	2G	3G	2G	3G	2G	3G
Urbano	70%	70%	24%	19%	6%	11%
Suburbano	70%	70%	24%	19%	6%	11%
Rural	100%	100%	0%	0%	0%	0%
Carreteras	100%	100%	0%	0%	0%	0%
Micro/interior	0%	0%	100%	100%	0%	0%

Tabla 8: Tecnologías utilizadas en la red de backhaul (Fuente: Analysys Mason)

Los elementos de transmisión y conmutación dependen de la capacidad requerida por el número de sitios desplegados por cada tecnología.

El número de TRXs (Transceptores) y *channel kits* se calcula en base a los requerimientos de tráfico, la transmisión está dividida en dos partes:

- Red troncal o *backbone*, que es una red de fibra propia que corresponde a los anillos definidos para la red fija; ésta se utiliza para llevar tráfico entre conmutadores y BSC-MSCs.
- Red de *backhaul*, que une los emplazamientos de radio con la red troncal principalmente mediante el uso de enlaces por microondas, pero también utilizando enlaces dedicados en sitios urbanos/suburbanos y en mucho menor medida fibra.

El número de BSCs a desplegar se calcula en base al número de TRXs o enlaces E1s, mientras que el número de PCUs depende del número de BSCs:

- Se asume que la mitad de las BSCs son remotas, por lo que se calcula por separado el número de puertos hacia los MSCs y el número de enlaces entre BSCs y MSCs.

De forma similar, el número de RNCs desplegado se calcula en base a la carga de tráfico UMTS (Mbit/s de bajada en la capa de radio) y de acuerdo con el número de puertos E1 hacia los Nodos B.

El número de MSCs se calcula considerando la demanda en Erlangs generada por el tráfico y el número de puertos requeridos para conectarse con los BSCs y RNCs.

Una vez determinado el número de MSCs se utiliza una tabla de referencia para determinar el resto del equipo necesario con elementos como rutas lógicas, puntos de interconexión y sitios de correo de voz.

El resto de los elementos de red se calcula en base a los requerimientos generales del sistema como pueden ser:

- SMSC/MMSC en base a SMS/s o MMS/s y VMS/HLR/EIR/VAS en base al número de usuarios

En este sentido, el modelo asume los siguientes valores de los activos tanto en hardware como software.

Nombre del elemento	Tipo de elemento	Retirar de la red y terminar gastos	Vida útil	Periodo planificación (0-12 meses)	Capex directo	Costos de instalación	Costos operativos (rentas, electricidad, etc.)	Mantenimiento y soporte
					(USD 2011)	(USD 2011)	(USD 2011)	(USD 2011)
Sitios macro urbanos propios (adquisición, construcción, torre)	Red compartida	2054	20	9	50.000	90.000	25.000	
Sitio macro urbano con un tercero (techos)	Red compartida	2054	15	9	50.000	60.000	21.000	
Sitio macro urbano interior con un tercero	Red compartida	2054	15	6	50.000	30.000	5.500	
BTS 1-sector	Red 2G	2054	8	3	35.000	1.050		3.605
BTS 2-sector	Red 2G	2054	8	3	45.000	1.350		4.635
BTS 3-sector	Red 2G	2054	8	3	65.000	1.650		5.665
TRX	Red 2G	2054	8	1	2.800	84		288
NodoB 3-sector (excluyendo carrier)	Red 3G	2054	8	3	45.000	1.350		4.635
NodoB R99+1.8/3.6 carriers (excluyendo kit de conojes)	Red 3G	2054	8	3	15.000	450		1.545
NodoB Release 99 channel kit (16 CE)	Red 3G	2054	8	1	2.700	81		278
Micro BTS	Red 2G	2054	8	3	35.000	1.050		3.605
BTS Interior especial + antena	Red 2G	2054	8	3	35.000	1.050		3.605
NodoB Interior especial + antena	Red 3G	2054	8	3	60.000	1.800		6.180
Actualización de sitio - instalaciones 2G a 3G	Red 3G	2054	15	9	50.000	60.000		
Fibra backhaul	Red compartida	2054	8	3	22.000	600		453
Enlace dedicado E1 Urbano	Red compartida	2054	8	1	6.500	195	2.227	
Enlace dedicado E1 Suburbano	Red compartida	2054	8	1	6.500	195	6.895	
Enlace dedicado E1 Rural y Carreteras	Red compartida	2054	8	1	6.500	195	9.505	
Enlace dedicado E1 Interiores	Red compartida	2054	8	1	6.500	195	2.227	
Licencias de espectro de microondas	Red compartida	2054	20	0	4.683.163			
Enlace microondas (hasta 32 Mb/s)	Red compartida	2054	8	3	20.000	600		412

Nombre del elemento	Tipo de elemento	Retirar de la red y terminar gastos	Vida útil	Período planificación (0-12 meses)	Capex	Costos de	Costos operativos	Mantenimiento y
					directo	instalación	(rentas, electricidad, etc.)	soporte
					(USD 2011)	(USD 2011)	(USD 2011)	(USD 2011)
Microondas E1 activado	Red compartida	2054	8	3	500			10
Sitio macro propio suburbano/rural/carretera (adquisición, construcción, torres)	Red compartida	2054	20	9	40,000	70,000	14,000	
Sitio macro de un tercero (techo, antena) suburbano/rural/carretera (construcción)	Red compartida	2054	15	9	16,000	50,000	5,500	
Puntos de acceso regionales SIM1 para red dorsal	Red compartida	2005	8	3	46,000			36,900
Puntos de acceso regionales SIM4 para red dorsal	Red compartida	2005	8	3	60,000			39,000
Puntos de acceso regionales SIM16 para red dorsal	Red compartida	2005	8	3	90,000			43,500
Puntos de acceso regionales SIM64 para red dorsal	Red compartida	2005	8	3	150,000			52,500
Cables de Fibra (km)	Red compartida	2054	20	12	2,000			20
Zonjos (km)	Red compartida	2054	40	12	20,000			200
Unidad base BSC (2040 TRX)	Red 2G	2054	7	9	2,200,000	66,000		226,600
Sitios BSC remotos	Red 2G	2054	20	12	1,500,000		70,000	
Puertos E1 BSC (hacia BTS)	Red 2G	2054	7	3	1,300	39		134
Puertos E1 BSC (hacia MSC)	Red 2G	2054	7	3	1,300	39		134
Unidad base RNC 800ub	Red 3G	2054	7	9	2,700,000	81,000		278,100
Puertos E1 RNC (hacia NodoB)	Red 3G	2054	7	3	1,300	39		134
Puertos SIM1 RNC (hacia red troncal)	Red 3G	2054	7	3	12,000	360		1,236
Puntos de acceso red dorsal regional 1Gbit/s	Red compartida	2054	8	3	270,000			40,500
Distancia red dorsal regional 1/10Gbit/s (km)	Red compartida	2054	15	12	2,000		2,700	
Puntos de acceso red dorsal regional 10Gbit/s	Red compartida	2054	8	3	290,000			43,500
Sitios de conmutación Core	Red compartida	2054	20	12	10,000,000		270,000	
MSC	Red compartida	2005	8	9	2,000,000	60,000		412,000
Software MSC	Red compartida	2005	3	3	1,800,000	54,000		
Puertos E1 MSC (hacia BSC)	Red compartida	2054	7	3	2,000	60		412
Puertos SIM1 MSC (hacia BSC y RNC)	Red compartida	2054	7	3	12,000	360		2,472
Puertos E1 MSC (hacia otras MSC)	Red compartida	2054	7	3	1,600	48		330
Puertos SIM1 MSC (hacia otras MSC)	Red compartida	2054	7	3	12,000	360		2,472
Puertos E1 MSC (hacia Pdi)	Red compartida	2054	7	3	2,700	81		556
Puertos E1 MSC (hacia VMS, etc.)	Red compartida	2054	7	3	1,400	42		288
MSS	Red compartida	2054	8	9	2,700,000	81,000		556,200
Software MSS	Red compartida	2054	3	3	2,000,000	60,000		
MGW	Red compartida	2054	8	9	2,000,000	60,000		412,000
MSC BSC reomotos hacia transcoders E1 16-64kbit/s	Red 2G	2054	7	3	28,000	840		5,768

Nombre del elemento	Tipo de elemento	Retirar de la red y terminar gastos	Vida útil	Periodo planificación (0-12 meses)	Capex directo	Costos de instalación	Costos operativos (rentas, electricidad, etc.)	Mantenimiento y soporte
					(USD 2011)	(USD 2011)	(USD 2011)	(USD 2011)
Gateway de Interconexión troncal	Red compartida	2054	8	9	55,000	1,650		11,330
Plataforma de portabilidad numérica (MNP)	Red compartida	2054	5	3	1,300,000	39,000		133,900
IN (SCP + SMP)	Red compartida	2054	5	6	10,000,000	300,000		1,030,000
VMS (VMS + IVR)	Red compartida	2054	6	6	10,000,000	300,000		1,030,000
HLR (5m usuarios)	Red compartida	2054	6	6	3,500,000	105,000		360,500
AUC	Red compartida	2054	6	6	350,000	10,500		36,050
ER	Red compartida	2054	6	6	350,000	10,500		36,050
SMSC HW	Red compartida	2054	5	3	1,300,000	39,000		133,900
SMSC SW - unidades	Red compartida	2054	5	3	1,300,000	39,000		
GPRS/EDGE-PCU	Red 2G	2054	6	6	25,000	750		2,675
GPRS/EDGE/UMTS-GGSN (1000k PDP)	Red compartida	2054	6	6	3,000,000	90,000		309,000
GPRS/EDGE/UMTS-GGSN (pequeña capacidad) (1 millón SAU)	Red compartida	2054	6	6	3,600,000	108,000		370,800
GPRS/EDGE/UMTS-GGSN (gran capacidad) (1 millón SAU)	Red compartida	2054	6	6	3,600,000	108,000		370,800
Billing system (wholesale, 12m CDR/day)	Red compartida	2054	5	9	1,700,000	51,000		175,100
Sistema de gestión de red (HW)	Red compartida	2054	5	6	15,000,000	450,000		1,545,000
Plataformas VAS/Contenido	Red compartida	2054	5	6	4,000,000	120,000		412,000
MMSC	Red compartida	2054	5	3	1,300,000	39,000		133,900
Tarjetas SIM	Red compartida	2054	5	3	2			
Equipo de interconexión (4 empleados de tiempo completo)	Red compartida	2054	1	0	0			
Gastos administrativos (Opex) excluyendo equipo de interconexión	Red compartida	2054	1	0	0			125,000,000
Licencias de 850MHz	Red compartida	2054		0	3,436,528			
Licencias de 1900MHz	Red compartida	2054		0	299,232,675			
HSDPA upgrade por NodoB (+32CE)	Red 3G	2054	8	3	5,400	162		556
HSDPA upgrade por NodoB 1.8 to 3.6 (+32CE)	Red 3G	2054	8	3	5,400	162		556
HSDPA upgrade por NodoB 3.6 to 7.2 (+128CE+carrier)	Red 3G	2054	8	3	36,600	1,098		3,770
HSUPA upgrade por NodoB (+48CE)	Red 3G	2054	8	3	8,100	243		834

Tabla 9: Especificaciones de los activos (Fuente: Analysys Mason)

En el Modelo de Costos Móvil se asumen los siguientes costos del espectro radioeléctrico para el concesionario hipotético existente.

Costos del espectro	
<b>Licencias de 850 MHz</b>	
Capex	3,436,528 (USD 2011)
Opex	34,785,895 (USD 2011)
<b>Licencias de 1900 MHz</b>	
Capex	299,232,675 (USD 2011)
Opex	96,627,487 (USD 2011)

Tabla 10: Costo del espectro (Fuente: Analysys Mason)

Con base en la demanda del servicio, se realizan los cálculos asociados al dimensionamiento del número de activos requeridos para la provisión de los servicios de interconexión.

En el modelo se calcula por separado la red de cobertura para cada banda de frecuencia (primaria 2G, secundaria 2G). Primero se calcula el número de sitios necesario para cobertura primaria:

- El área cubierta por una estación base (BTS) en cada geotipo se calcula utilizando el radio de cobertura de la estación base (que varía por geotipo).
- Se utiliza un coeficiente de cobertura *scorched node* (SNOCC) para tener en cuenta las limitaciones de desplegar sitios en zonas sub-óptimas.
- El área total cubierta en cada geotipo se divide por el área de cobertura de una estación base para obtener así el número de estaciones base que son necesarias para dar cobertura primaria.

Se utiliza la misma metodología para calcular el número de estaciones base que son necesarias para dar cobertura secundaria.

Posteriormente se calcula la capacidad de los sitios para la cobertura de la red 2G, y se calcula el número de sitios adicionales necesarios para satisfacer las necesidades de capacidad en la red 2G, como se indica en la tabla 11, así como los BTS que se indican en la tabla 12.

Total de sitios 2G		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Cobertura</b>	Urbano	969	969	969	969	969	969	969	969	969	969
	Suburbano	444	444	444	444	444	444	444	444	444	444
	Rural	1,607	1,607	1,607	1,607	1,607	1,607	1,607	1,607	1,607	1,607
	Carreteras	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065
	Micro/Interior	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<b>Capacidad</b>	Urbano	4,765	5,454	6,189	6,862	7,406	7,871	8,242	8,554	8,757	8,940
	Suburbano	1,317	1,524	1,745	1,948	2,111	2,251	2,363	2,457	2,518	2,573
	Rural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Carreteras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Micro/Interior	290	327	365	401	429	454	473	490	501	510
<b>Total</b>	Urbano	5,734	6,423	7,158	7,831	8,375	8,840	9,211	9,523	9,726	9,909
	Suburbano	1,761	1,968	2,189	2,392	2,555	2,695	2,807	2,901	2,962	3,017
	Rural	1,607	1,607	1,607	1,607	1,607	1,607	1,607	1,607	1,607	1,607
	Carreteras	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065
	Micro/Interior	390	427	465	501	529	554	573	590	601	610
<b>TOTAL</b>	<b>10,557</b>	<b>11,490</b>	<b>12,484</b>	<b>13,396</b>	<b>14,131</b>	<b>14,761</b>	<b>15,263</b>	<b>15,686</b>	<b>15,961</b>	<b>16,208</b>	

Tabla 11: Sitios para cobertura 2G (Fuente: Analysys Mason)

BTSs totales		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>850MHz BTS</b>	Urbano	2,399	2,606	2,826	3,028	3,191	3,331	3,442	3,536	3,597	3,651
	Suburbano	840	902	968	1,029	1,078	1,120	1,153	1,182	1,200	1,216
	Rural	1,607	1,607	1,607	1,607	1,607	1,607	1,607	1,607	1,607	1,607
	Carreteras	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065	1,065
	Micro/Interior	390	427	465	501	529	554	573	590	601	610
	<b>MACRO TOTAL</b>	<b>5,911</b>	<b>6,180</b>	<b>6,466</b>	<b>6,729</b>	<b>6,941</b>	<b>7,123</b>	<b>7,267</b>	<b>7,390</b>	<b>7,469</b>	<b>7,539</b>
<b>1900MHz BTS</b>	Urbano	4,765	5,454	6,189	6,862	7,406	7,871	8,242	8,554	8,757	8,940
	Suburbano	1,317	1,524	1,745	1,948	2,111	2,251	2,363	2,457	2,518	2,573
	Rural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Carreteras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Micro/Interior	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>MACRO TOTAL</b>	<b>6,082</b>	<b>6,978</b>	<b>7,934</b>	<b>8,810</b>	<b>9,517</b>	<b>10,122</b>	<b>10,605</b>	<b>11,011</b>	<b>11,275</b>	<b>11,513</b>
<b>TOTAL</b>	<b>12,383</b>	<b>13,585</b>	<b>14,865</b>	<b>16,040</b>	<b>16,987</b>	<b>17,799</b>	<b>18,445</b>	<b>18,991</b>	<b>19,345</b>	<b>19,662</b>	

Tabla 12: BTS para cobertura 2G (Fuente: Analysys Mason)

El modelo calcula el número de TRXs necesario en cada sector (promedio y por geotipo):

- En función del nivel máximo de utilización de los TRX.
- Determinando la cantidad de canales necesarios en base a la demanda por sector utilizando la tabla Erlang-B y la probabilidad de bloqueo de radio.
- Excluyendo los canales de señalización y los canales reservados a GPRS.
- Asumiendo un número mínimo de 1 o 2 TRXs por sector.

Por último, se obtiene el número total de TRXs necesario multiplicando el número de sectores por el número de TRXs por sector, como se muestra en la tabla 13 y se calcula el número de BSCs requeridas.

TRX	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
850MHz	44,729	47,709	50,871	53,785	56,287	58,310	60,391	61,758	62,638	63,413
1900MHz	63,862	73,269	83,308	92,505	99,929	106,282	111,353	115,616	118,388	120,887
TOTAL	108,591	120,978	134,179	146,290	156,216	164,592	171,744	177,374	181,026	184,300
BSCs requeridas	107	119	132	144	154	162	169	174	178	181

Tabla 13: TRX para red 2G (Fuente: Analysys Mason)

Para los sitios de la red 3G se utiliza la misma metodología para calcular el número inicial de Nodos B necesarios para la red UMTS. El modelo calcula el número de sitios compartidos por redes GSM y UMTS y el número de sitios 3G adicionales:

- La proporción de sitios 3G que no son compartidos está basada en estimaciones de Analysys Mason.
- Se necesita un número suficiente de sitios 2G para colocar los sitios 3G compartidos (sino, se desplegarán sitios 3G adicionales).

El número de sitios especiales que sería necesario desplegar en el interior de los edificios se estima en base a los datos facilitados por los concesionarios.

La red UMTS es una red que solapa con la red GSM y por lo tanto no tiene que proporcionar una cobertura completa del territorio. Por consecuencia, el factor SNOCC de UMTS podría ser más alto que el correspondiente factor en la red GSM.

Dada la alta capacidad de una red 3G, es necesario desplegar sitios adicionales solamente en aquellos casos en los que existe una demanda de tráfico muy alta.

Asimismo, se asume que un porcentaje de sitios 3G son compartidos, multiplicando este porcentaje por el número de sitios 2G disponible se obtiene el número de sitios existentes y el número de sitios 3G que debe ser desplegados, como se muestra en la tabla 14.

Nuevos sitios 3G	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Urbano	538	538	538	538	538	538	538	538	538	538
Suburbano	244	244	244	244	244	244	244	244	244	244
Rural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Micro/interior	67	85	104	122	140	159	177	195	214	232

Tabla 14: Sitios para cobertura 3G (Fuente: Analysys Mason)

El dimensionado de los canales UMTS R99 se realiza de manera similar al cálculo del número de TRXs para la red 2G, con la diferencia que se ha considerado un soft handover:

- Se calcula el número de portadoras UMTS R99 por sitio en base al número máximo de canales UMTS R99 por portadora.

El número de *channel elements* adicionales para la provisión de servicios de datos de alta velocidad se calcula en base a los siguientes parámetros:

- Perfiles de configuración para los distintos servicios de datos de alta velocidad (ej., número de *channel elements* por Nodo B para HSDPA 1.9).
- perfiles de activación por año y por geotipo.

Se obtiene el número total de *channel elements* multiplicando el número de sitios por el número de *channel elements* por sitio como se muestra en la tabla 15:

Canales 3G	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Urbano	473,440	488,047	510,078	535,257	564,631	606,595	638,068	669,541	701,014	732,487
Suburbano	116,928	116,928	116,928	219,082	228,583	238,558	248,533	258,984	269,434	284,160
Rural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Micro/interior	11,792	14,960	18,304	21,472	24,640	27,984	31,152	34,320	37,664	40,832

Tabla 15: Canales red 3G (Fuente: Analysys Mason)

El modelo calcula la capacidad para la red de transmisión, la cual se ha dividido en tres partes:

1. Red *backbone* nacional con fibra propia:
  - Conecta las principales ciudades!
  - Transporta el tráfico de voz *inter-switch*, el tráfico VMS y el tráfico de datos.
2. Red *backbone* regional de fibra oscura rentada:
  - Enlaza las principales ciudades que se encuentran en el anillo a nivel nacional con el resto del país.
  - Transporta el tráfico *backhaul*, es decir, el tráfico entre los BSC/RNC y el *transmission access point*.
  - Transporta el tráfico de los BSC-MSC y los PCU-SGSN hasta al BSC remoto.
3. Red *backhaul* utilizando tecnologías como enlaces dedicados, microondas o fibra:
  - Transporta el tráfico desde los BTS/Nodo B hasta el BSC/RNC más próximo o hasta el *transmission access point*.
  - Coubicación de algunos sitios a nivel del *switch* o el punto de acceso a la fibra.
4. Reglas adicionales:
  - Los sitios desplegados en el interior de los edificios siempre están conectados a enlaces dedicados E1.
  - La tecnología por microondas no se utilizada en las zonas urbanas
  - Los enlaces de fibra óptica no se utilizan en las zonas rurales.

Para el cálculo de RNCs, se asumen tres factores que se deben considerar:

- Máximo *caudal* en Mbit/s (en el *enlace de bajada*), asumiendo una utilización máxima.
- Número máximo de puertos E1 conectados, asumiendo una utilización máxima.
- Número mínimo de 9 RNCs desplegados en la red para redundancia.

Cada una de estas tres condiciones da un resultado diferente en términos de número de RNCs, por lo cual el número total de RNCs es el máximo de estos tres resultados como se muestra en la tabla 16.

Número de RNCs debido a:	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Mbit/s	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5
Conexiones E1 entrantes	5	5	5	6	6	6	6	6	6	7
Topología mínima	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Número de RNCs desplegado	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Tabla 16: RNC desplegados (Fuente: Analysys Mason)

Ahora, para el despliegue de MSCs, MSC servers y MGWs, se introduce una sensibilidad en el modelo en lo que respecta al año de migración de los MSCs a MGWs. En este sentido, uno de los parámetros utilizados es la fecha a partir de la cual los MSC se reemplazan con MSC-S y MGWs.

El número de MSC 2G depende de cuatro factores:

- Capacidad de procesamiento del tráfico de voz en términos de Erlangs durante la hora pico (BHE).
- Capacidad de procesamiento de los intentos de llamada durante la hora pico (BHCA).
- Número de puertos de entrada E1 (hacia BSC y RNC) necesario.
- Número mínimo de 20 MSCs desplegados en la red para redundancia.

En la red 3G el número de MSC servers escala con los requisitos en términos de BHCA, mientras el número de MGWs depende de las necesidades en términos de BHE y de puertos de entrada (hacia BSC/RNC). El cálculo de MSC total se observa en la tabla 17.

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MSC Servers (MSCSs)	48	53	59	64	69	73	77	81	84	87
Media Gateways (MGW)	30	30	33	37	40	43	45	48	49	51
Conmutadores, todas las tecnologías incluidas (excluyendo MSC Servers después del layering)	30	30	33	37	40	43	45	48	49	51

Tabla 17: Cálculo de MSC (Fuente: Analysys Mason)

En el modelo se asumen los siguientes factores de enrutamiento para el servicio de llamadas entrantes tanto para la red 2G como para la red 3G.

Elemento de red	Medida de uso	2G Llamadas entrantes de fijos	2G Llamadas entrantes de otros móviles	3G Llamadas entrantes de fijos	3G Llamadas entrantes de otros móviles
Sifios macro urbanos propios (adquisición, construcción, torre)	Minutos de radio equivalentes	1.4	1.4	1.9	1.9
Sifio macro urbano con un tercero (techos)	Minutos de radio equivalentes	1.4	1.4	1.9	1.9
Sifio macro urbano interior con un tercero	Minutos de radio equivalentes	1.4	1.4	1.9	1.9
BTS 1-sector	Minutos de radio equivalentes 2G	1.4	1.4		
BTS 2-sector	Minutos de radio equivalentes 2G	1.4	1.4		
BTS 3-sector	Minutos de radio equivalentes 2G	1.4	1.4		
TRX	Minutos de radio equivalentes 2G	1.4	1.4		
NodoB 3-sector (excluyendo carrier)	Minutos de radio equivalentes 3G			1.9	
NodoB R99+1.8/3.6 carriers (excluyendo kit de canales)	Minutos de radio equivalentes 3G			1.9	
NodoB Release 99 channel kit (16 CE)	Minutos de radio equivalentes 3G			1.9	
Micro BTS	Minutos de radio equivalentes 2G	1.4	1.4		
BTS interior especial + antena	Minutos de radio equivalentes 2G	1.4	1.4		
NodoB interior especial + antena	Minutos de radio equivalentes 3G			1.9	
Actualización de sifio - instalaciones 2G a 3G	Minutos de radio equivalentes 3G			1.9	
Fibra backhaul	Circuitos backhaul	1.4	1.4	1.7	1.7
Enlace dedicado E1 Urbano	Circuitos backhaul	1.4	1.4	1.7	1.7
Enlace dedicado E1 Suburbano	Circuitos backhaul	1.4	1.4	1.7	1.7
Enlace dedicado E1 Rural y Carreteras	Circuitos backhaul	1.4	1.4	1.7	1.7
Enlace dedicado E1 Interiores	Circuitos backhaul	1.4	1.4	1.7	1.7
Licencias de espectro de microondas	Circuitos backhaul	1.4	1.4	1.7	1.7
Enlace microondas (hasta 32 Mb/s)	Circuitos backhaul	1.4	1.4	1.7	1.7
Microondas E1 activado	Circuitos backhaul	1.4	1.4	1.7	1.7
Sifio macro propio suburbano/rural/carretera (adquisición, construcción, torres)	Minutos de radio equivalentes	1.4	1.4	1.9	1.9
Sifio macro de un tercero (techo, antena) suburbano/rural/carretera (construcción)	Minutos de radio equivalentes	1.4	1.4	1.9	1.9
Puntos de acceso regionales STM1 para red dorsal	Circuitos backhaul	1.4	1.4	1.7	1.7
Puntos de acceso regionales STM4 para red dorsal	Circuitos backhaul	1.4	1.4	1.7	1.7
Puntos de acceso regionales STM16 para red dorsal	Circuitos backhaul	1.4	1.4	1.7	1.7
Puntos de acceso regionales STM64 para red dorsal	Circuitos backhaul	1.4	1.4	1.7	1.7
Cables de Fibra (km)	Circuitos backhaul	1.4	1.4	1.7	1.7
Zanjas (km)	Circuitos backhaul	1.4	1.4	1.7	1.7
Unidad base BSC (2040 TRX)	Minutos de radio equivalentes 2G	1.4	1.4		
Sifios BSC remotos	Minutos de radio equivalentes 2G	1.4	1.4		
Puertos E1 BSC (hacia BTS)	Circuitos backhaul 2G	1.4	1.4		
Puertos E1 BSC (hacia MSC)	Circuitos backhaul 2G	1.4	1.4		
Unidad base RNC 800lub	3G backhaul kbit/s			1.7	1.7
Puertos E1 RNC (hacia NodoB)	3G backhaul kbit/s			1.7	1.7

Elemento de red	Medida de uso	2G Llamadas entrantes de fijos	2G Llamadas entrantes de otros móviles	3G Llamadas entrantes de fijos	3G Llamadas entrantes de otros móviles
Puertos STM1 RNC (hacia red troncal)	3G backhaul kbit/s			1.7	1.7
Puntos de acceso red dorsal regional 1Gbit/s	Minutos de red core	1.4	1.4	1.7	1.7
Distancia red dorsal regional 1/10Gbit/s (km)	Minutos de red core	1.4	1.4	1.7	1.7
Puntos de acceso red dorsal regional 10Gbit/s	Minutos de red core	0.6	0.6	0.6	0.6
Sitios de conmutación Core MSC	2G+3G MSC ms processing	5.0	5.0	5.0	5.0
Software MSC	2G MSC ms processing	5.0	5.0		
Puertos E1 MSC (hacia BSC)	2G MSC ms processing	5.0	5.0		
Puertos STM1 MSC (hacia BSC y RNC)	Circuitos backhaul	1.4	1.4	1.7	1.7
Puertos E1 MSC (hacia otras MSC)	Circuitos backhaul	1.4	1.4	1.7	1.7
Puertos STM1 MSC (hacia otras MSC)	Erlangs de voz Interswitch	0.6	0.6	0.6	0.6
Puertos E1 MSC (hacia Pd)	Erlangs de voz Interswitch	0.6	0.6	0.6	0.6
Puertos E1 MSC (hacia VMS, etc.)	Establecimiento de interconexión				
MSS	Depositos/retiros	1.0	1.0	1.0	1.0
Software MSS	2G+3G MSC ms processing	5.0	5.0	5.0	5.0
MGW	2G+3G MSC ms processing	5.0	5.0	0.0	0.0
MSC BSC reomotos hacia transcoders E1 16-64kbit/s	3G backhaul kbit/s			1.7	1.7
Gateway de interconexión troncal	Circuitos backhaul 2G	1.4	1.4		
Plataforma de portabilidad numérica (MNP)	Establecimiento de interconexión				
IN (SCP + SMP)	Originación y terminación de minutos/eventos	1.0	1.0	1.0	1.0
VMS (VMS + IVR)	Originación y terminación de minutos/eventos más datos de baja velocidad	1.0	1.0	1.0	1.0
HLR (5m usuarios)	Depositos/retiros	1.0	1.0	1.0	1.0
AUC	Registro de usuarios				
EIR	Originación y terminación de minutos/eventos	1.0	1.0	1.0	1.0
SMSC HW	Eventos de originación				
SMSC SW - unidades	Originación de SMS				
GPRS/EDGE-PCU	Originación de SMS				
GPRS/EDGE/UMTS-GGSN (1000k PDP)	2G datos Mbytes				
GPRS/EDGE/UMTS-SGSN (pequeña capacidad) (1 millón SAU)	Datos Mbytes				
GPRS/EDGE/UMTS-SGSN (gran capacidad) (1 millón SAU)	Datos Mbytes				
Billing system (wholesale, 12m CDR/day)	Unidades de tráfico de voz mayorista	1.0	1.0	1.0	1.0
Sistema de gestión de red (HW)	Unidades de tráfico	1.0	1.0	1.0	1.0
Plataformas VAS/Contenido	Tráfico de originación				
MMSC	Unidades de tráfico	1.0	1.0	1.0	1.0
Tarjetas SIM	Registro de usuarios				
Equipo de interconexión (4 empleados de tiempo completo)	Solo interconexión				
Gastos administrativos (Opex) excluyendo equipo de interconexión	Unidades de tráfico	1.0	1.0	1.0	1.0
Licencias de 850MHz	Minutos de radio equivalentes	1.4	1.4		
Licencias de 1900MHz	Minutos de radio equivalentes	1.4	1.4	1.9	1.9

Tabla 18: Factores de enrutamiento (Fuente: Analysys Mason)

En el modelo se consideran las siguientes tendencias en los costos de los equipos (Capex).

Elementos de red	2005
Sitios	1%
2G_BTS	-4%
NodoB	-4%
CK_y_portadoras	-5%
Equipo_transmisión	-5%
Switches	-5%
Switch_software	0%
Fibra_oscura	0%
Servidores_datos_RNC_BSC	-5%
Real_plano	0%
2G_TRX	-5%

Tabla 19: Tendencias de costos (Fuente: Analysys Mason)

El capex es el costo de comprar el equipo, se calcula en base a comparativas internacionales, en caso de ser necesario se le agrega un 3% de los costos de instalación en aquellos equipos que así lo requieren. Los costos de inversión total (Capex) se muestran en la tabla 20.

Elementos de red	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Sitios macro urbanos propios (adquisición, construcción, torre)	10,069,304	10,489,909	12,074,718	12,433,260	14,410,352	20,341,684	12,810,000	10,160,800	9,782,769	8,366,044
Sitio macro urbano con un tercero (techos)	70,766,221	74,665,424	65,575,760	67,840,835	101,470,444	143,544,664	90,447,500	72,381,650	69,570,820	58,734,884
Sitio macro urbano interior con un tercero	0	1,436,169	4,881,780	7,454,132	7,999,216	9,029,703	7,240,000	4,524,600	4,529,244	4,121,204
BTS 1-sector	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BTS 2-sector	8,674,810	27,783,077	10,760,569	8,290,482	2,124,878	1,657,070	0	0	6,257,917	20,042,422
BTS 3-sector	14,999,164	49,842,634	53,575,436	147,510,034	151,338,600	143,597,096	133,620,738	64,404,252	74,318,999	69,564,966
TRX	1,579,463	19,106,008	33,404,159	71,653,184	76,503,226	66,965,721	78,733,921	34,123,752	36,171,121	42,171,684
NodoB 3-sector (excluyendo carrier)	13,604,352	50,705,892	46,344,731	43,102,649	25,297,363	29,511,914	0	0	9,814,038	36,578,702
NodoB R99+1.8/3.6 carriers (excluyendo kit de canales)	4,828,835	17,860,384	16,298,724	15,066,255	8,820,623	10,245,789	278,100	267,864	3,464,991	12,087,380
NodoB Release 99 channel 1.8 (16 CE)	669,190	9,820,716	8,540,114	9,019,701	4,108,330	6,727,093	361,762	2,667,582	4,278,044	11,211,658
Micro BTS	0	258,437	1,443,109	2,363,304	2,532,810	2,412,721	2,577,575	1,289,148	1,245,888	1,299,710
BTS interior especial + antena	0	0	265,277	1,018,665	977,919	938,802	675,938	0	0	0
NodoB interior especial + antena	0	189,484	727,618	668,513	821,452	1,207,031	1,112,400	1,082,736	1,057,604	1,120,872
Actualización de sitio - instalaciones 2G a 3G	57,138,812	37,589,079	70,868,395	77,025,549	71,336,634	17,752,475	0	0	0	0
Fibra backhaul	778,358	2,869,908	2,594,265	2,391,871	1,393,496	1,729,316	640,145	1,162,458	1,666,728	2,894,790

Elementos de red	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Enlace dedicado E1 Urbano	280,821	3,306,628	4,400,281	5,641,769	3,241,171	3,088,509	6,688,305	1,534,940	1,721,534	3,510,955
Enlace dedicado E1 Suburbano	0	31,725	439,069	1,309,282	2,197,666	2,811,313	1,064,505	454,758	579,551	1,647,416
Enlace dedicado E1 Rural y Carreteras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enlace dedicado E1 Interiores	0	19,458	258,236	632,506	676,918	569,614	683,448	235,859	228,568	215,733
Licencias de espectro de microondas	4,683,163	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enlace microondas (hasta 32 kbps)	12,673,722	42,795,704	34,693,472	55,712,203	43,648,033	42,517,316	25,956,000	12,833,028	20,934,029	39,019,608
Microondas E1 activado	305,064	1,228,051	1,619,693	2,093,090	1,536,842	1,784,737	1,657,625	465,263	752,798	1,476,721
Sitio macro propio suburbanorural/carretera (adquisición, construcción, torres)	13,678,497	13,532,125	34,569,294	31,335,503	31,999,314	20,202,970	9,075,000	7,221,500	6,985,135	5,633,322
Sitio macro de un tercero (techo, antena) suburbanorural/carretera (construcción)	19,118,808	19,011,712	49,843,364	43,683,584	44,752,671	28,164,356	12,688,500	10,165,650	9,779,189	8,227,984
Puntos de acceso regionales SIM1 para red dorsal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Puntos de acceso regionales SIM4 para red dorsal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Puntos de acceso regionales SIM16 para red dorsal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Puntos de acceso regionales SIM64 para red dorsal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cables de Fibra (km)	27,496,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zanjas (m)	274,660,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unidad base BSC (2040 TRX)	46,239,117	14,642,387	29,211,562	56,823,444	54,609,972	62,613,158	36,256,000	59,737,425	35,277,371	40,799,047
Sitios BSC remotos	14,130,679	0	10,090,294	17,470,623	16,174,885	20,792,079	9,000,000	9,090,000	9,180,900	7,727,258
Puertos E1 BSC (hacia BTS)	644,370	2,073,961	2,030,678	4,984,305	4,205,795	3,934,646	3,565,422	2,176,796	3,131,994	2,846,241
Puertos E1 BSC (hacia MSC)	0	579,705	2,708,392	4,257,704	4,576,339	4,317,218	4,591,766	2,241,670	2,590,005	3,783,030
Unidad base RNC 800sub	25,536,603	8,086,591	0	0	0	0	0	17,833,163	5,647,169	0
Puertos E1 RNC (hacia NodeB)	584,259	3,244,187	5,635,429	3,688,443	2,169,735	3,915,518	4,063,196	509,184	2,691,513	5,532,333
Puertos STM1 RNC (hacia red troncal)	75,664	215,642	0	0	0	23,274	111,240	158,517	276,084	166,905
Puntos de acceso red dorsal regional 10Gb/s	16,528,546	55,829,755	30,652,748	16,533,022	0	0	0	0	10,955,375	37,038,600
Distancia red dorsal regional 1/10Gb/s (km)	27,496,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Puntos de acceso red dorsal regional 10Gb/s	0	0	0	7,250,000	23,925,000	9,425,000	8,700,000	0	0	0
Sitios de conmutación Core	18,843,905	171,263,824	0	0	0	0	0	0	0	0
MSC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Software MSC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Puertos E1 MSC (hacia BSC)	0	891,854	4,166,757	6,550,313	7,040,521	6,641,874	7,054,255	3,448,723	3,934,623	5,820,046
Puertos STM1 MSC (hacia BSC y RNC)	75,664	215,642	0	0	0	23,274	111,240	158,517	276,084	166,905
Puertos E1 MSC (hacia otras MSC)	0	1,369,696	5,280,843	5,852,935	7,148,942	5,659,579	7,168,800	3,231,368	5,521,676	7,988,016
Puertos STM1 MSC (hacia otras MSC)	0	0	0	1,531,710	4,365,374	0	0	264,195	1,126,645	1,369,065
Puertos E1 MSC (hacia Pd)	0	299,204	1,129,292	1,094,722	1,143,985	1,205,344	1,426,653	731,160	943,724	1,453,883
Puertos E1 MSC (hacia VMS, etc.)	0	55,907	239,004	302,738	263,634	227,684	302,820	156,169	174,368	315,285
MSS	5,674,801	7,189,081	19,632,445	30,003,499	30,814,434	44,642,368	22,249,000	15,191,213	16,941,504	16,690,519
Software MSS	1,030,000	4,120,000	6,695,000	16,995,000	24,720,000	30,800,000	45,835,000	35,535,000	42,745,000	56,135,000
MGW	63,053,341	19,566,691	0	0	0	0	0	4,403,250	49,602,688	18,969,569
MSC BSC remotos hacia transcoders E1 16-64kb/s	0	3,447,617	16,030,951	25,017,933	27,425,961	26,752,895	26,734,690	12,945,565	14,120,244	22,798,013
Gateway de Interconexión Local	115,593	420,969	121,715	0	0	0	0	0	76,690	279,279

Elementos de red	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Plataforma de portabilidad numérica (PNP)	0	432,616	1,232,956	0	0	0	334,750	954,038	0	0
IN (SCP + SMP)	0	73,211,935	151,748,375	174,194,489	193,722,992	206,000,000	169,950,000	151,667,500	167,323,500	165,450,213
VMS (VMS + IVR)	0	13,311,261	18,968,547	12,013,413	17,119,114	21,684,211	15,450,000	14,677,500	13,943,625	13,246,444
HLR (5m usuarios)	0	4,658,941	8,851,989	8,409,369	7,993,920	9,486,842	5,497,500	5,137,126	8,133,761	7,727,092
AUC	0	465,894	885,199	840,939	798,892	943,684	540,750	513,713	813,378	772,709
EIR	0	465,894	885,199	840,939	798,892	943,684	540,750	513,713	813,378	772,709
SMSC HW	0	865,232	2,465,911	0	370,914	1,761,842	2,678,000	1,908,075	0	574,013
SMSC SW - unidades	0	865,232	2,465,911	780,872	3,338,227	4,580,769	5,021,250	2,662,113	905,336	3,444,075
GPRS/EDGE-PCU	1,050,689	998,345	663,899	1,711,911	1,925,900	1,992,237	2,317,500	1,651,219	1,359,503	1,996,967
GPRS/EDGE/UMTS-GGSN (1900k PDP)	0	1,996,689	3,793,709	5,406,036	6,847,645	8,131,579	7,725,000	5,871,000	5,577,450	6,623,222
GPRS/EDGE/UMTS-GGSN (pequeña capacidad) (1m33n SAU)	0	2,396,027	6,828,677	8,649,657	10,271,468	5,854,737	0	0	3,346,470	6,368,293
GPRS/EDGE/UMTS-GGSN (gran capacidad) (1m33n SAU)	0	0	0	0	16,434,349	23,418,947	11,124,000	5,283,900	5,019,705	4,768,720
Billing system (wholesale, 12m COR/day)	0	1,697,166	2,149,769	3,573,990	2,425,208	3,225,526	4,815,250	3,742,763	4,345,763	3,377,843
Sistema de gestión de red (RIV)	0	9,983,446	9,484,273	0	0	0	7,725,000	7,338,750	0	0
Plataformas VAS/Contenido	0	29,284,774	60,699,350	69,677,736	79,889,197	82,400,000	67,980,000	60,667,000	66,929,400	74,180,065
MMSC	0	432,616	1,232,956	0	0	0	334,750	954,038	0	0
Tarjetas SIM	0	2,032,682	8,793,928	11,284,635	13,309,500	14,993,625	14,269,819	11,512,164	14,221,902	16,011,995
Equipo de interconexión (4 empleados de tiempo completo)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gastos administrativos (Opex) excluyendo equipo de interconexión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Licencias de 850MHz	3,436,528	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Licencias de 1900MHz	299,232,675	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HSDPA upgrade por NodoB (+32CE)	0	3,126,815	10,574,206	5,402,262	3,175,424	3,662,138	0	0	0	2,074,393
HSDPA upgrade por NodoB 1.8 lo 3.6 (+32CE)	0	0	0	0	0	4,035,377	11,525,855	96,431	1,622,620	4,442,062
HSDPA upgrade por NodoB 3.6 lo 7.2 (+128CE/carriles)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HSUPA upgrade por NodoB (+48CE)	0	0	0	0	0	6,053,066	17,283,782	144,647	2,433,929	6,663,094

Tabla 20: Capex total (USD 2011) (Fuente: Analysys Mason)

M El opex tiene dos elementos principales: (i) costo de operación: ej. rentas, electricidad y (ii) costo de mantenimiento y soporte, que oscila entre un 1% para elementos simples como zanjas y un 20% para elementos más especializados como un MGW. Los gastos operativos totales (opex), se muestran en la tabla 21.

Elemento de red	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Síto macro urbano propios (adquisición, construcción, torre)	0	2,572,049	4,362,396	6,763,143	9,052,603	11,826,331	15,835,751	17,575,667	19,416,447	21,105,930
Síto macro urbano con un tercero (techos)	0	19,292,181	32,979,717	51,280,601	68,416,497	69,220,352	119,549,627	132,681,425	146,703,610	159,539,646
Síto macro urbano interior con un tercero	0	0	205,260	704,540	1,270,390	1,836,241	2,535,233	2,840,349	3,156,559	3,456,127
BTS 1-sector	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BTS 2-sector	0	2,739,595	3,660,585	4,581,575	4,777,829	4,978,957	4,978,957	4,978,957	4,978,957	4,978,957

Elemento de red	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
BTS 3-sector	0	4,736,892	6,593,936	19,381,830	33,672,501	47,094,647	62,442,405	69,099,195	76,195,951	82,704,183
TRX	0	1,425,307	3,840,990	9,980,562	17,010,298	23,252,586	31,588,435	35,191,735	39,031,822	42,554,835
NodoB 3-sector (excluyendo carrier)	0	4,296,396	8,037,833	12,594,657	14,450,013	18,270,200	18,270,200	18,270,200	18,270,200	18,270,200
NodoB R99+1.8/3.6 carrier (excluyendo IIR de canales)	0	1,432,132	2,711,545	4,229,386	4,866,755	6,165,426	6,194,477	6,222,527	6,252,136	6,280,187
NodoB Release 99 channel IIR (18 CE)	0	773,351	1,454,234	2,283,869	2,628,043	3,329,870	3,345,018	3,616,265	4,018,509	4,557,519
Micro BTS	0	0	98,177	298,166	541,789	752,637	1,054,430	1,189,028	1,327,202	1,458,105
BTS Interior especial + antena	0	0	0	90,804	181,609	272,713	363,617	363,617	363,617	363,617
NodoB Interior especial + antena	0	0	62,334	124,669	187,003	305,438	417,640	529,842	643,277	760,479
Actualización de sitio - Instalaciones 2G a 3G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fibra backbone	0	46,169	86,853	135,307	155,420	196,561	205,703	223,931	255,986	280,671
Enlace dedicado E1 Urbano	0	831,070	1,690,075	3,670,183	4,662,974	5,518,752	7,917,623	8,456,695	9,031,705	9,555,055
Enlace dedicado E1 Suburbano	0	0	305,993	1,397,830	3,379,827	6,300,655	7,462,046	7,955,897	8,491,294	10,606,425
Enlace dedicado E1 Rural y Carreteras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enlace dedicado E1 Interiores	0	0	60,646	240,336	445,931	633,410	875,592	959,099	1,044,452	1,125,313
Licencias de espectro de microondas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enlace microondas (hasta 52 Mbps)	0	751,752	1,168,561	2,198,325	2,953,375	3,846,861	4,455,660	4,723,698	5,009,605	5,271,824
Microondas E1 activado	0	18,055	40,497	79,764	105,453	138,285	179,630	183,353	199,702	217,868
Sitio macro propio suburbano/rural/carretera (adquisición, construcción, torres)	0	2,435,305	4,109,226	9,800,010	13,429,121	17,806,647	19,840,078	20,715,583	21,647,573	22,508,567
Sitio macro de un tercero (techo, antena) suburbano/rural/carretera (construcción)	0	2,274,498	3,755,695	8,958,194	12,231,165	16,295,501	18,149,335	18,953,780	19,813,652	20,691,405
Puntos de acceso regionales STM1 para red dorsal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Puntos de acceso regionales STM4 para red dorsal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Puntos de acceso regionales STM16 para red dorsal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Puntos de acceso regionales STM64 para red dorsal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cables de Fibra (km)	0	277,237	277,237	277,237	277,237	277,237	277,237	277,237	277,237	277,237
Zanjas (km)	0	2,772,366	2,772,366	2,772,366	2,772,366	2,772,366	2,772,366	2,772,366	2,772,366	2,772,366
Unidad base BSC (2040 TRX)	0	4,571,186	4,571,186	7,771,017	13,256,440	18,056,185	24,455,847	27,193,558	30,169,829	32,912,541
Sitios BSC remotos	0	706,053	706,053	1,200,269	2,047,553	2,824,210	3,812,634	4,236,316	4,659,947	5,083,579
Puertos E1 BSC (hacia BTS)	0	191,107	285,253	710,134	1,099,640	1,452,541	1,831,895	2,062,332	2,254,384	2,430,905
Puertos E1 BSC (hacia MSC)	0	0	180,977	528,076	959,586	1,331,400	1,870,685	2,105,416	2,353,247	2,586,627
Unidad base RNC 8060ub	0	2,524,542	2,524,542	2,524,542	2,524,542	2,524,542	2,524,542	2,524,542	2,524,542	2,524,542
Puertos E1 RNC (hacia NodoB)	0	173,279	666,240	1,039,270	1,196,072	1,515,343	2,058,281	2,068,815	2,079,755	2,326,775
Puertos STM1 RNC (hacia red troncal)	0	22,440	22,440	22,440	22,440	22,440	33,861	44,891	56,101	78,541
Puntos de acceso red dorsal regional 10Gbit/s	0	7,353,034	11,438,052	14,297,565	14,297,565	6,536,030	4,085,019	817,004	817,004	817,004
Distancia red dorsal regional 10Gbit/s (km)	0	37,426,941	37,426,941	37,426,941	37,426,941	37,426,941	37,426,941	37,426,941	37,426,941	37,426,941
Puntos de acceso red dorsal regional 10Gbit/s	0	0	0	0	4,387,513	5,703,856	7,458,941	7,458,941	7,458,941	7,458,941
Sitios de construcción Core	0	544,692	5,446,692	5,446,692	5,446,692	5,446,692	5,446,692	5,446,692	5,446,692	5,446,692
MSC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Software MSC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Puertos E1 MSC (hacia BSC)	0	0	566,854	1,624,849	2,962,571	4,099,614	5,755,955	6,478,202	7,240,759	7,958,851

Elemento de red	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Puertos STM1 MSC (hacia BSC y RNC)	0	44,681	44,681	44,681	44,681	44,681	67,321	89,761	112,202	157,083
Puertos E1 MSC (hacia otras MSC)	0	0	867,894	1,735,389	3,181,546	4,049,240	5,784,628	6,363,091	7,372,409	8,413,642
Puertos STM1 MSC (hacia otras MSC)	0	0	0	0	1,059,684	1,059,684	1,059,684	1,059,684	1,284,068	1,618,200
Puertos E1 MSC (hacia PdI)	0	0	186,816	368,583	680,645	777,569	1,110,798	1,262,271	1,428,860	1,690,461
Puertos E1 MSC (hacia VAIS, etc.)	0	0	34,907	87,268	139,629	174,636	244,351	279,258	307,184	344,418
MSS	0	1,122,018	2,244,037	6,171,101	11,781,194	17,391,286	26,928,413	29,733,409	33,099,544	35,904,680
Software MSS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MGW	0	12,466,872	12,466,872	12,466,872	12,466,872	12,466,872	12,466,872	12,466,872	13,713,659	15,375,808
MSC BSC reemotes hacia transcoders E1 16-64kb/s	0	0	2,152,613	6,230,942	11,304,128	16,057,331	22,305,727	25,133,213	27,646,535	30,578,743
Gateway de interconexion troncal	0	22,856	102,852	102,852	102,852	102,852	102,852	102,852	102,852	102,852
Plataforma de portabilidad numerica (MNP)	0	0	841,110	841,110	841,110	841,110	841,110	841,110	841,110	841,110
IN (SCP + SMP)	0	0	11,427,966	24,933,743	41,566,239	61,295,452	81,034,666	84,151,384	88,307,003	91,423,726
VMS (VMS + IVR)	0	0	2,077,812	3,116,718	4,155,624	6,233,436	8,311,248	9,350,154	9,350,154	9,350,154
HLR (5m usuarios)	0	0	727,234	1,454,468	2,181,703	2,908,937	3,999,763	3,999,763	4,363,406	4,363,406
AUC	0	0	72,723	145,447	218,170	290,894	399,979	399,979	436,341	436,341
ER	0	0	72,723	145,447	218,170	290,894	399,979	399,979	436,341	436,341
SMSC HW	0	0	270,116	270,116	270,116	425,173	675,269	675,269	675,269	675,269
SMSC SW - unidades	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GPRS/EDGE-PCU	0	155,836	155,836	264,921	451,924	615,592	833,722	927,224	1,028,517	1,122,018
GPRS/EDGE/UMTS-GGSN (1000k PDP)	0	0	311,672	623,344	1,246,687	1,870,031	2,605,046	3,428,390	3,749,062	4,051,733
GPRS/EDGE/UMTS-GGSN (pequeña capacidad) (1m20n SAU)	0	0	374,066	1,122,018	1,870,031	2,992,049	2,992,049	2,992,049	0	0
GPRS/EDGE/UMTS-GGSN (gran capacidad) (1m10n SAU)	0	0	0	0	0	2,992,049	4,438,074	5,236,086	5,610,092	6,368,105
Billing system (wholesale, 12m COR/day)	0	0	176,614	353,228	706,456	883,070	1,236,293	1,589,526	1,766,140	1,942,754
Sistema de gestión de red (RIV)	0	0	1,558,359	1,558,359	1,558,359	1,558,359	1,558,359	1,558,359	1,558,359	1,558,359
Plataformas VAS/Contenido	0	0	4,571,166	9,973,437	16,622,496	24,518,181	32,413,866	33,650,554	35,322,803	36,669,499
MMS	0	0	135,058	135,058	135,058	135,058	135,058	135,058	135,058	135,058
Tarjetas SIM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Equipo de interconexion (4 empleados de tiempo completo)	201,729	201,729	201,729	201,729	201,729	201,729	201,729	201,729	201,729	201,729
Gastos administrativos (Opex) excluyendo equipo de interconexion	125,879,093	125,879,093	125,879,093	125,879,093	125,879,093	125,879,093	125,879,093	125,879,093	125,879,093	125,879,093
Licencias de 850MHz	35,066,674	35,066,674	35,066,674	35,066,674	35,066,674	35,066,674	35,066,674	35,066,674	35,066,674	35,066,674
Licencias de 1900MHz	97,462,984	97,462,984	97,462,984	97,462,984	97,462,984	97,462,984	97,462,984	97,462,984	97,462,984	97,462,984
HSDPA upgrade por NodoB (+32CE)	0	0	976,156	1,522,579	1,752,032	2,219,914	683,309	683,309	683,309	0
HSDPA upgrade por NodoB 1.8 lo 3.6 (+32CE)	0	0	0	0	0	0	1,546,702	1,556,601	1,567,460	2,260,667
HSDPA upgrade por NodoB 3.6 lo 7.2 (+128CE carrier)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HSUPA upgrade por NodoB (+48CE)	0	0	0	0	0	0	2,320,054	2,335,201	2,351,190	3,391,301

Tabla 21: Opex total (USD 2011) (Fuente: Analysys Mason)

La amortización de las inversiones y de los costos operativos se realiza mediante la depreciación económica, con lo cual se define el monto de los costos que van a ser recuperados cada año tomando en cuenta el valor del dinero en el tiempo y el perfil de tráfico de cada uno de los servicios, de esta forma se permite que durante el periodo modelado exista una recuperación completa de todos los costos incurridos. Para realizar el cálculo se realizó lo siguiente:

Para calcular la depreciación económica, se realizó lo siguiente:

$$\begin{aligned} \text{VA (costos anualizados)} &= \text{VA (capex+opex)} \\ \text{Costos anualizados} &= \text{Recuperación de costos (p.ej. Ingresos)} \\ \text{Ingresos} &= \text{Precios unitarios x Producción} \\ \text{Precio unitario} &= \text{Precio unitario año 0 x Tendencias costos de equipos} \end{aligned}$$

\*Se reorganiza la fórmula:

$$\text{Precio unitario año 0} = \text{Tendencias de costos de equipos x Producción} = \text{Costos anualizados}$$

\*Por lo tanto, si se toma el valor actual de las series temporales:

$$\text{Precio unitario año 0 x VA (Tendencias de costos de equipos x Producción)} = \text{VA (capex + opex)}$$

$$\text{Precio unitario año cero} = \frac{\text{VA (capex + opex)}}{\text{VA (Tendencias costos de equipos x Producción)}}$$

Los costos incrementales promedio de tráfico se definen de forma agregada, y se asignan a varios servicios de tráfico a través de los factores de enrutamiento.

Asimismo, en el cálculo de los costos comunes de red se asume un despliegue de una red de cobertura con un funcionamiento mínimo como común para tráfico y suscriptores: sitios de cobertura GSM 850MHz y UMTS 1900MHz, 3 TRXs por sector 1 CK por sitio, 1 enlace por sitio, 9 BSCs y 9 RNCs con puertos mínimos, 9 MSCs, sistemas de gestión de red, gastos generales (*business overheads*), costos de las licencias (iniciales y anuales).

4

Los costos comunes se reparten entre los distintos servicios mediante la metodología de Márgenes Equiproporcionales (EPMU), en la cual los costos comunes se recuperan en proporción al costo incremental asignando a los distintos servicios producidos.

La definición de los costos comunes mediante la metodología EPMU está en línea con las mejores prácticas internacionales, como puede ser el caso del

modelo CITLP de Holanda y de otros reguladores los de Dinamarca y Noruega. Los resultados de los Costos Incrementales Totales de Largo Plazo a ser recuperados por los servicios de llamadas entrantes se muestran en la tabla 22.

Costos totales anualizados de los servicios	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
2G Llamadas entrantes de fijos	33,290,713	36,186,302	39,457,229	42,226,831	44,182,410	45,666,983	46,650,274	47,334,870	47,509,702	47,624,846
2G Llamadas entrantes de otros móviles	27,359,701	30,355,635	33,661,132	36,597,828	38,807,582	40,579,319	41,880,790	42,903,034	43,400,366	43,845,627
2G Llamadas entrantes internacionales	3,501,995	4,392,029	4,814,429	5,203,908	5,538,652	5,809,889	6,008,110	6,126,437	6,165,094	6,099,006
2G Roaming in terminación	2,477,479	2,745,188	3,021,619	3,263,337	3,442,964	3,584,701	3,685,670	3,760,905	3,791,958	3,815,217
3G Llamadas entrantes de fijos	3,475,737	4,497,026	5,744,085	7,117,396	8,549,717	10,057,665	11,581,483	13,184,594	14,743,558	16,369,863
3G Llamadas entrantes de otros móviles	2,856,506	3,772,425	4,900,304	6,168,619	7,509,637	8,937,162	10,397,402	11,950,156	13,468,318	15,070,850
3G Llamadas entrantes internacionales	365,630	545,705	700,683	876,930	1,071,696	1,279,695	1,491,974	1,707,247	1,911,338	2,098,100
3G Roaming in terminación	258,670	340,788	439,261	549,410	665,978	789,887	916,177	1,049,910	1,180,378	1,316,396

Tabla 22: Costos Totales CITLP+ del servicio de terminación de llamadas (USD 2011) (Fuente: Analysys Mason)

De los cálculos realizados en el Modelo CITLP Móvil para determinar la tarifa de interconexión sometida a resolución y aplicando un tipo de cambio promedio del periodo de 13.17<sup>17</sup> pesos por dólar de los Estados Unidos de América, se obtuvo el siguiente resultado:

- Del 1° de enero de 2012 al 31 de diciembre de 2012, \$0.3214 pesos M.N. por minuto de interconexión.

La tarifa anterior ya incluye el costo correspondiente a los puertos necesarios para la interconexión.

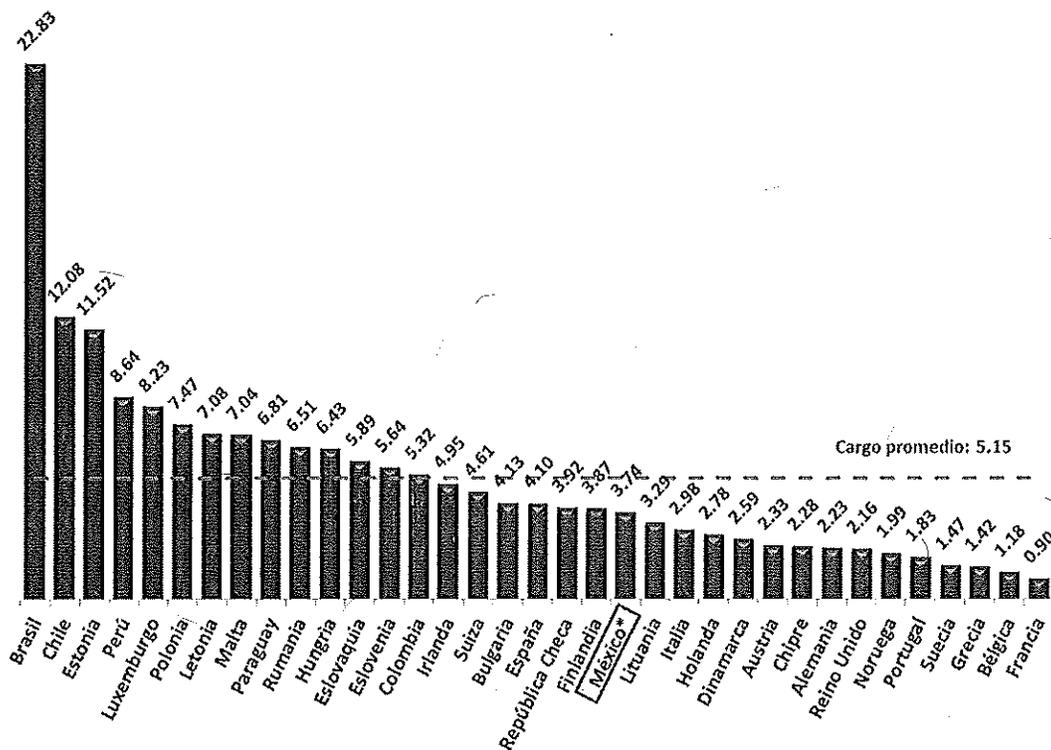
Es importante señalar que las funciones básicas que realiza la red pública de telecomunicaciones de un concesionario de servicio local móvil para la terminación de una llamada consisten en la conmutación y la transmisión para efectos de cursarla y la señalización para establecerla, mantenerla y liberarla, dichas funciones son independientes de la infraestructura y componentes de la red pública de telecomunicaciones del concesionario que entrega el tráfico.

En tal virtud, la función de terminación de tráfico local o de larga distancia nacional e internacional en las redes de servicio móvil no cambia, por lo que es factible que la tarifa de interconexión por servicios de terminación conmutada en usuarios móviles bajo la modalidad "el que llama paga" sea la misma para la modalidad "el que llama paga nacional".

<sup>17</sup> Fuente: Obtenido con base al promedio anual de 2012 del tipo de cambio diario para solventar obligaciones denominadas en dólares de los Estados Unidos de América para ser cumplidas en la República Mexicana.

Es importante señalar que en el comparativo Internacional de la tarifa de Interconexión determinada por esta autoridad para el año 2012 respecto a la terminación en redés móviles en otros países, se aprecia que esta se ubica a un nivel competitivo, por debajo del promedio en una muestra de países de América y Europa, cabe mencionar que en diversos países de Europa se ha comenzado la utilización de una metodología de costos incrementales puros, con lo cual se observan tarifas de interconexión mucho menores.

Gráfica 1. Comparativo Internacional de tarifas de Interconexión.  
(Tarifa promedio por terminación en las redes móviles cifras en centavos de dólar PPP)



\*Tarifa de Interconexión IFT 2012: 0.3214 MX.

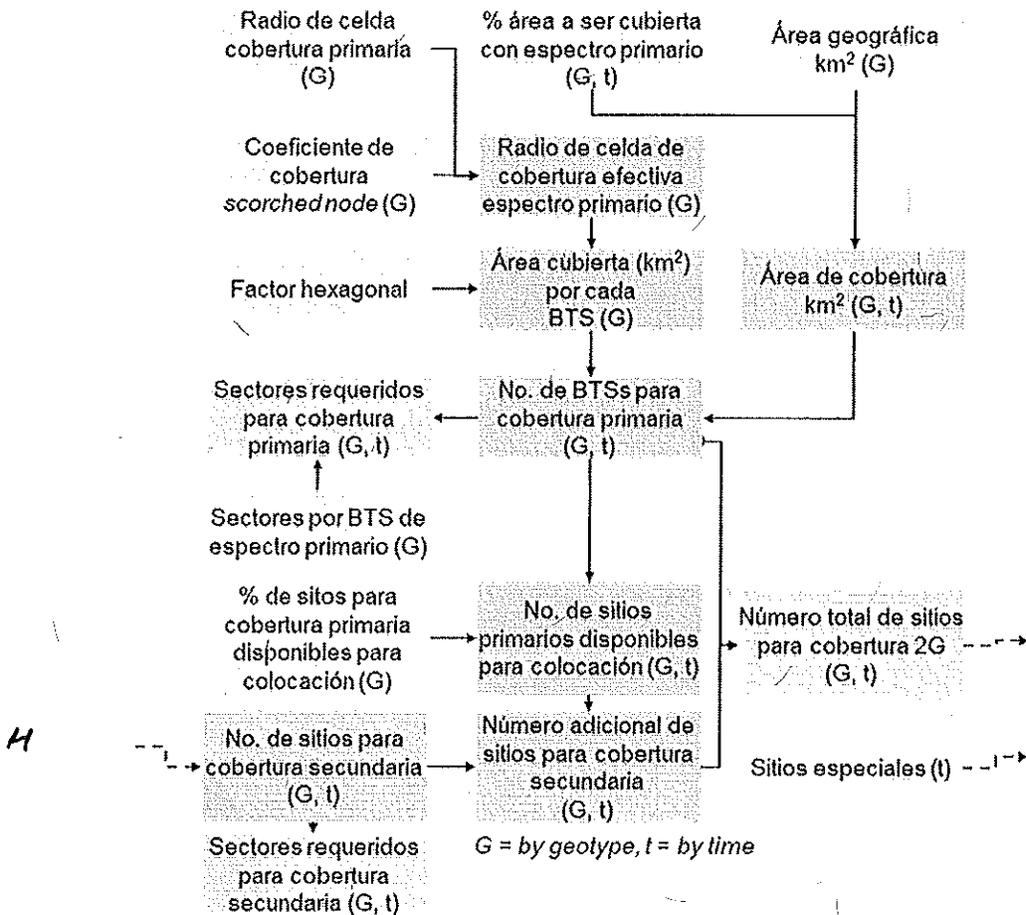
Fuente: OVUM, Europe & American Interconnect Benchmarks: Q4 2012.

## DIAGRAMAS DEL MODELO DE COSTOS INCREMENTALES TOTALES DE LARGO PLAZO MÓVIL

En los siguientes diagramas se ilustran los procedimientos utilizados para realizar las estimaciones y cálculos en el Modelo CITLP Móvil. Para tal efecto se presentan los diagramas genéricos para cada uno de los procedimientos llevados a cabo en el cálculo de la demanda estimada y los elementos necesarios para dimensionar la red del operador representativo. Los diagramas muestran las partes que conforman un cálculo y los resultados que de ello derivan.

### DIAGRAMA A

#### Cálculo del número de sitios para cobertura 2G



## DIAGRAMA B

### Cálculo de la capacidad BCH de la red cobertura

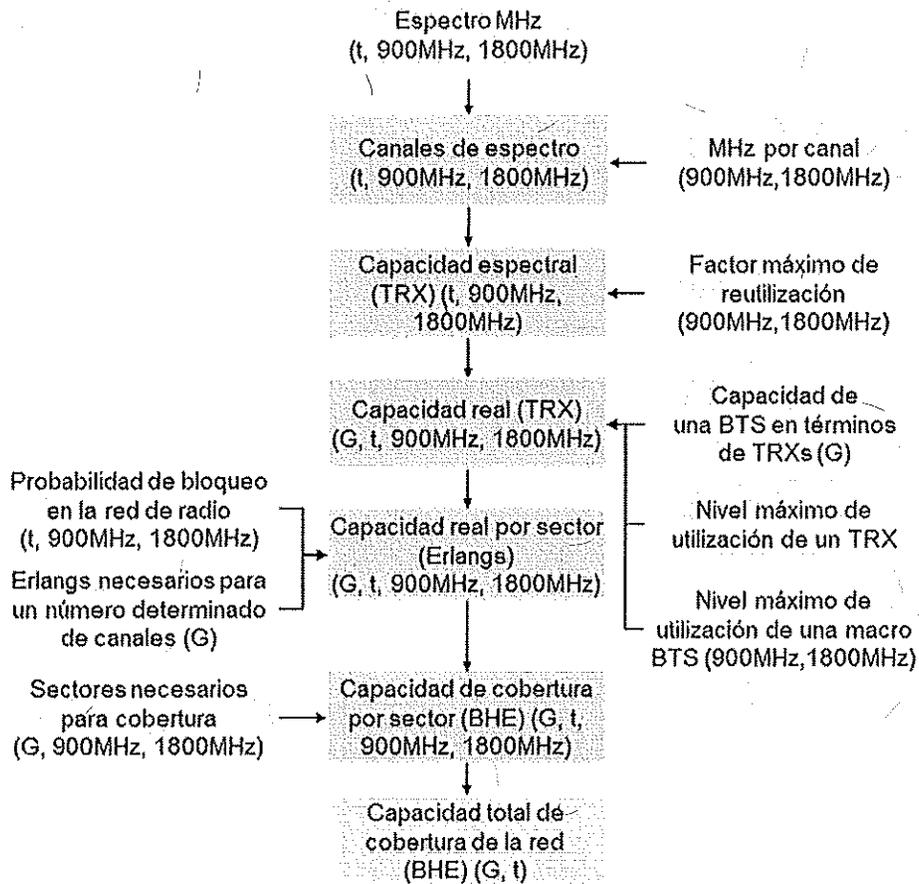
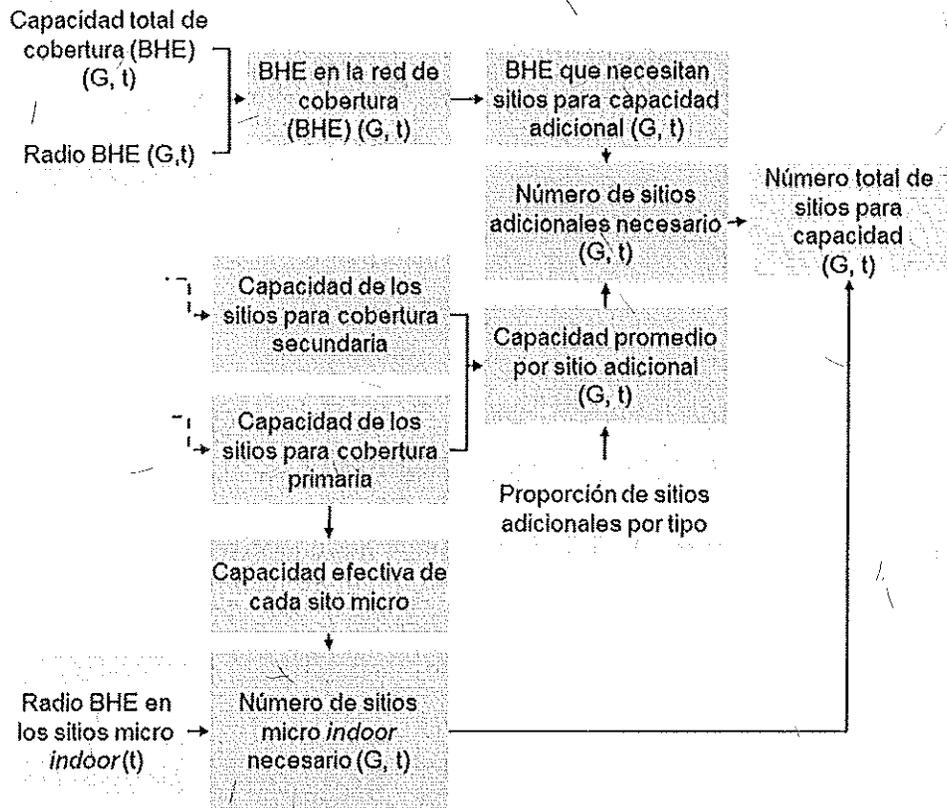


DIAGRAMA C

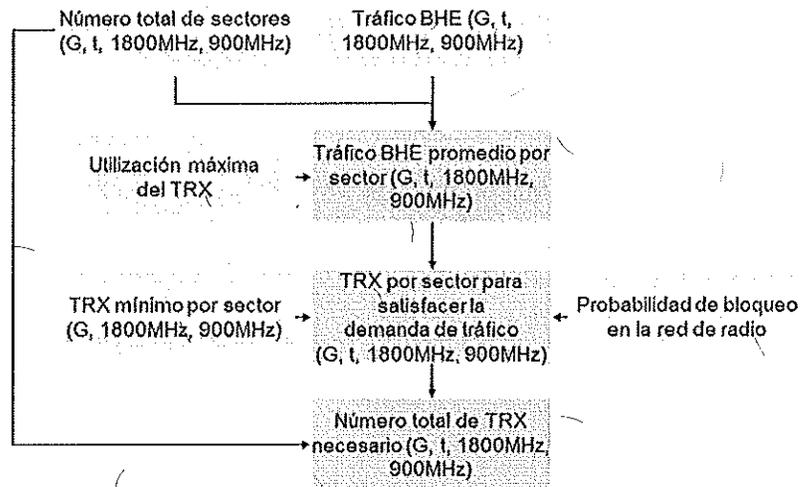
**Cálculo del número de sitios 2G necesario para capacidad adicional**



H

### DIAGRAMA D

#### Cálculo del número de TRXs necesario



### DIAGRAMA E

#### Cálculo del número de sitios necesario para cobertura 3G

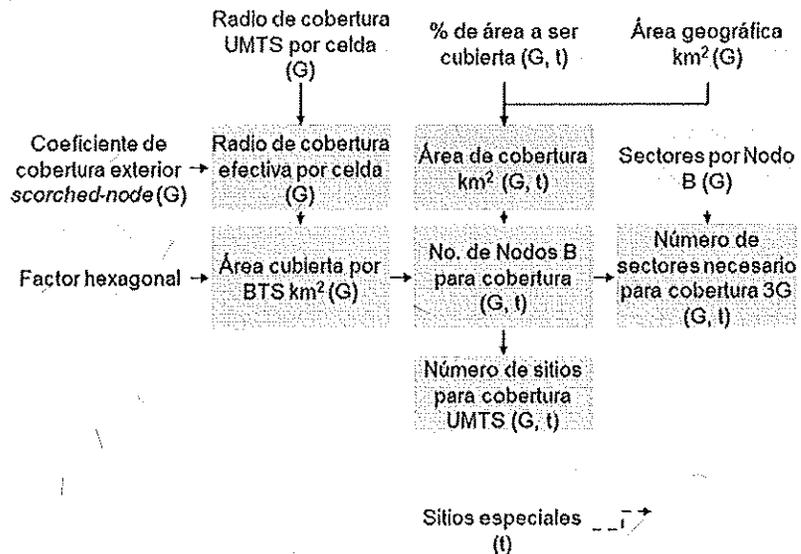


DIAGRAMA F

### Cálculo del tráfico en Erlangs durante la hora pico (BHE) en la red de cobertura UMTS

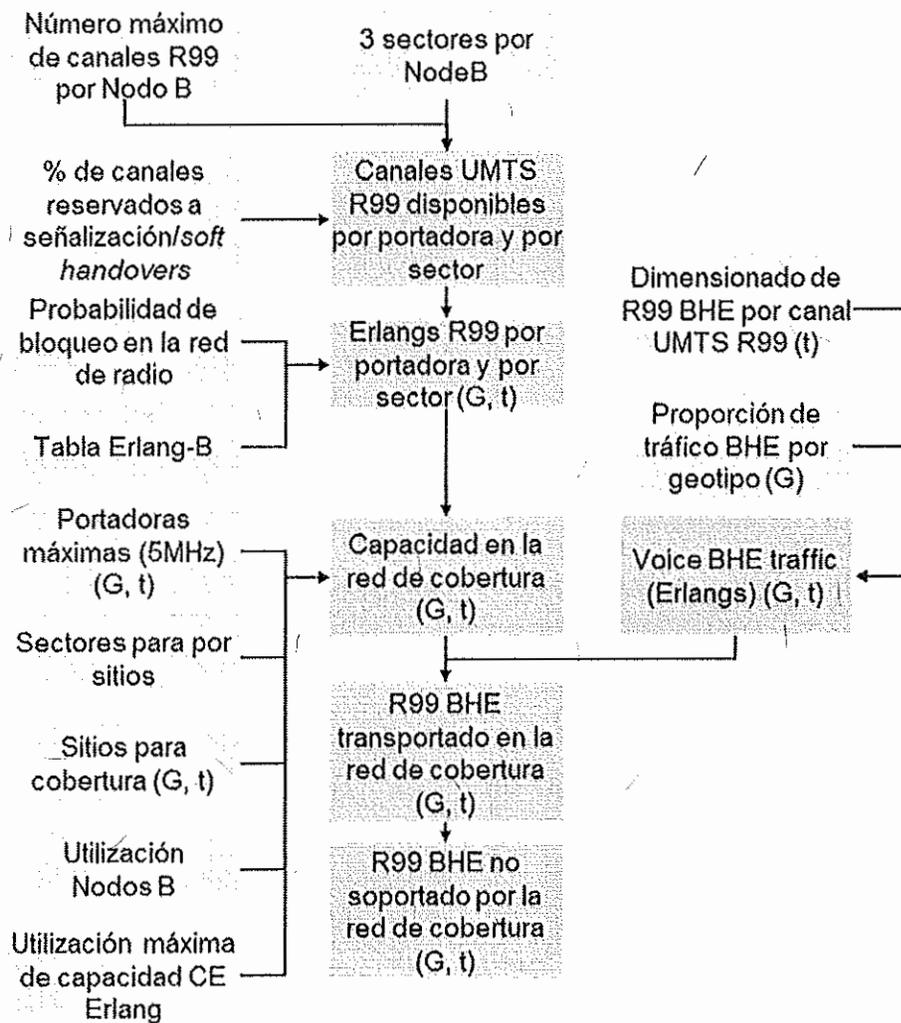


DIAGRAMA G

**Cálculo del número de sitios 3G adicionales para capacidad**

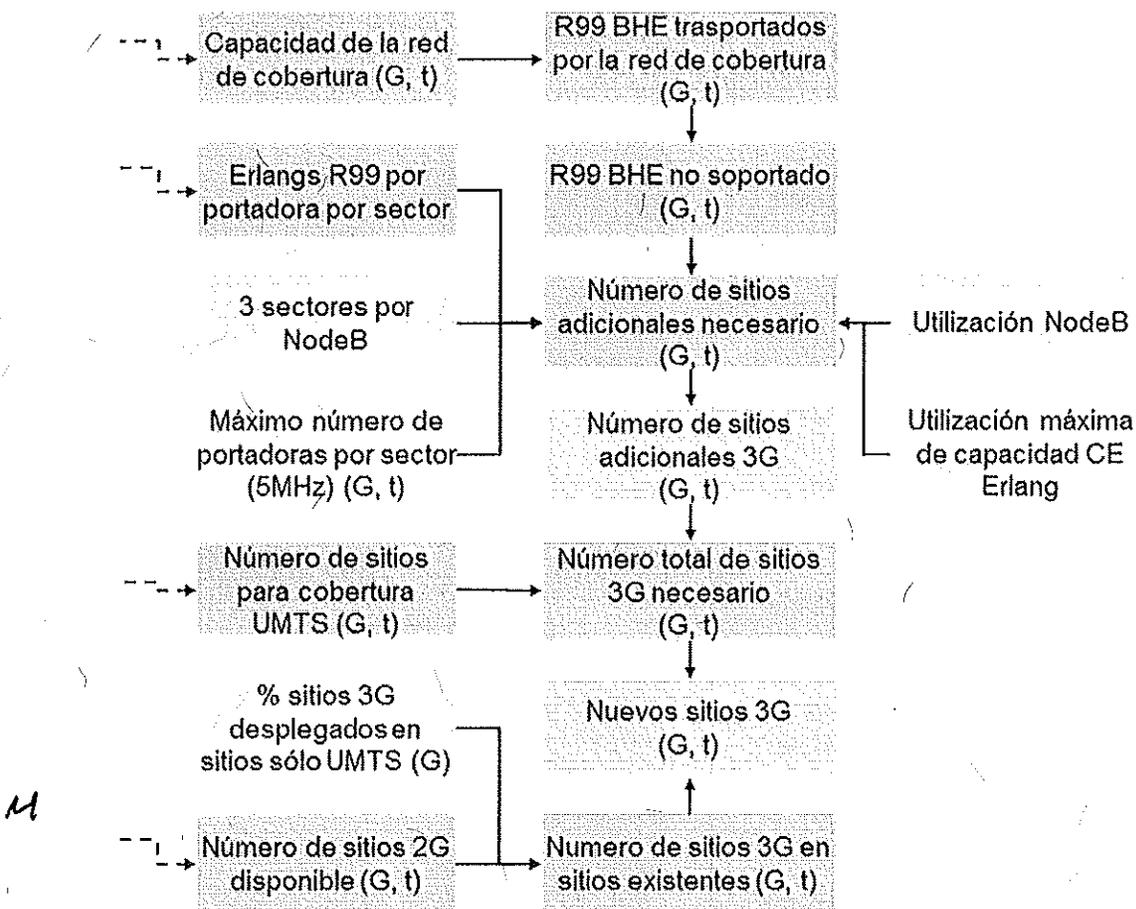
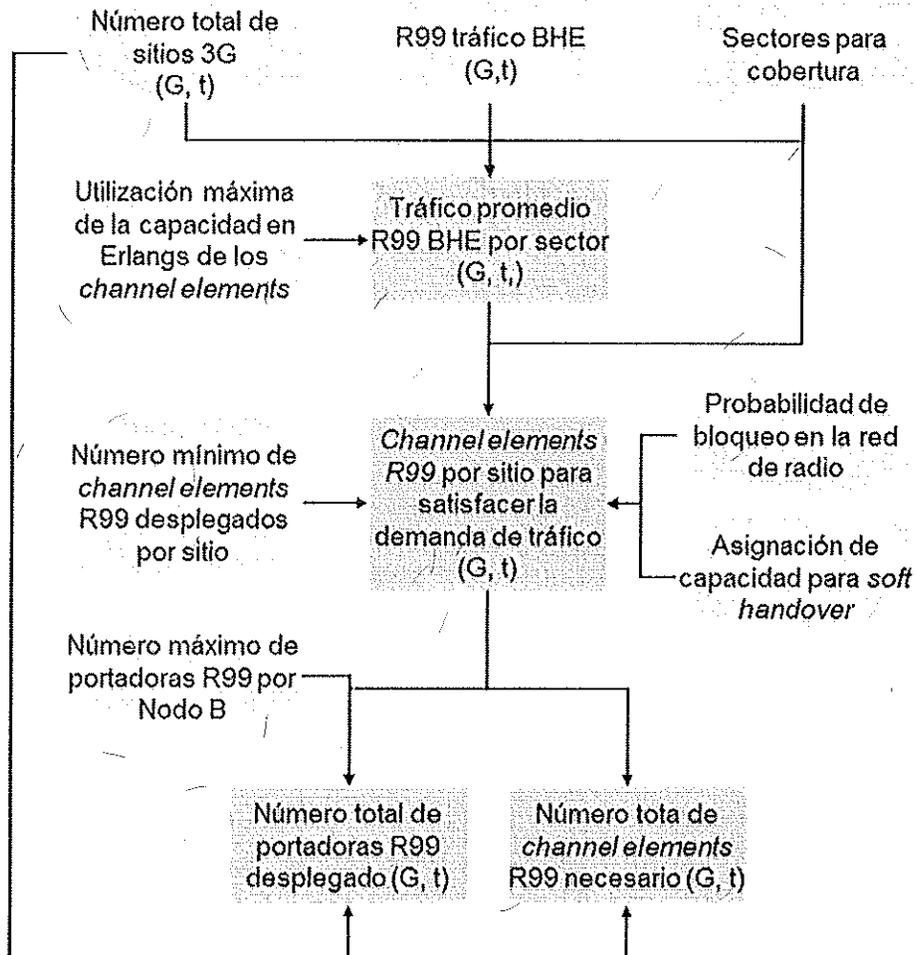


DIAGRAMA H

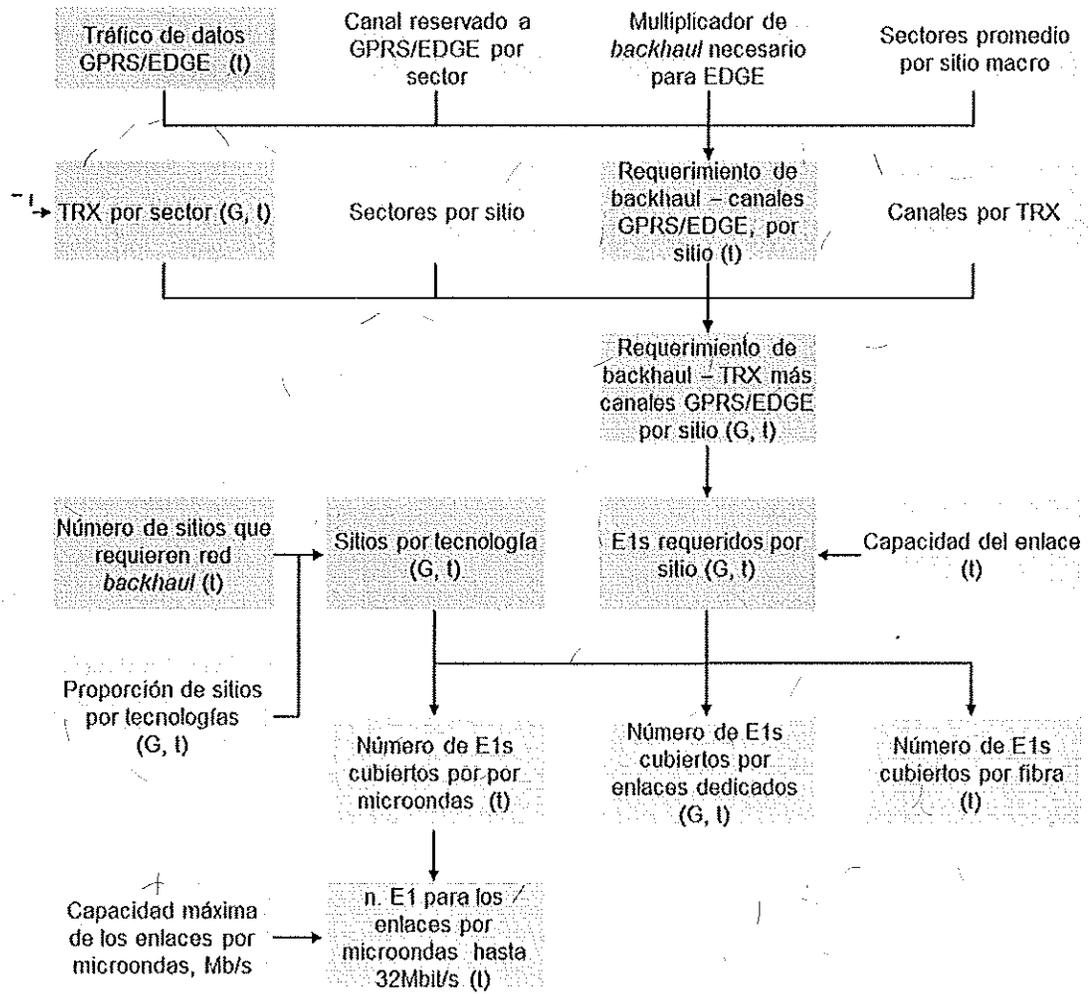
**Cálculo de los *channel elements* UMTS R99 y dimensionado de los portadoras**



H

DIAGRAMA I

Dimensionado de la red *backhaul* 2G



M

DIAGRAMA J

Cálculo de los BSCs desplegados

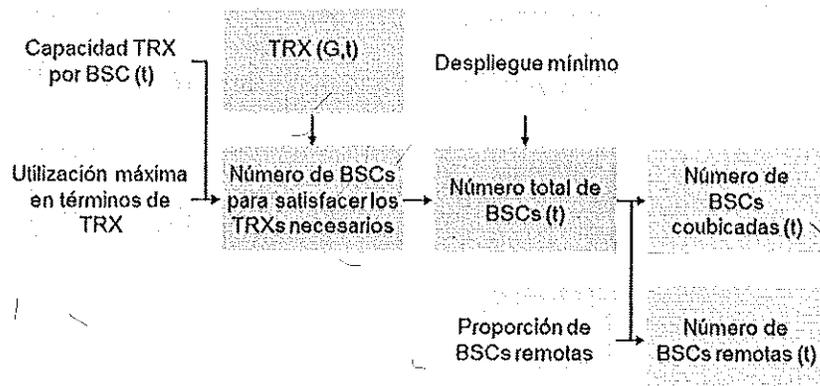
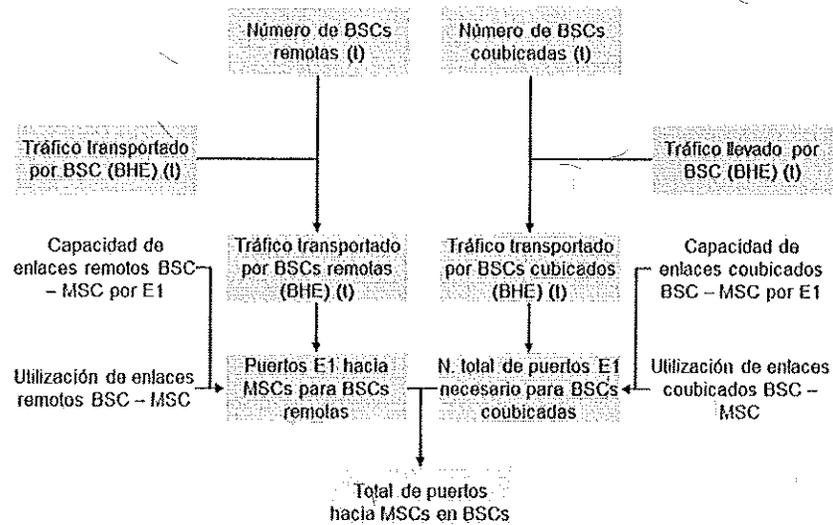


DIAGRAMA K

Cálculo de los puertos BSC de entrada y salida



H

DIAGRAMA L

Cálculo de los enlaces PCU-SGSN (interfaz Gb)

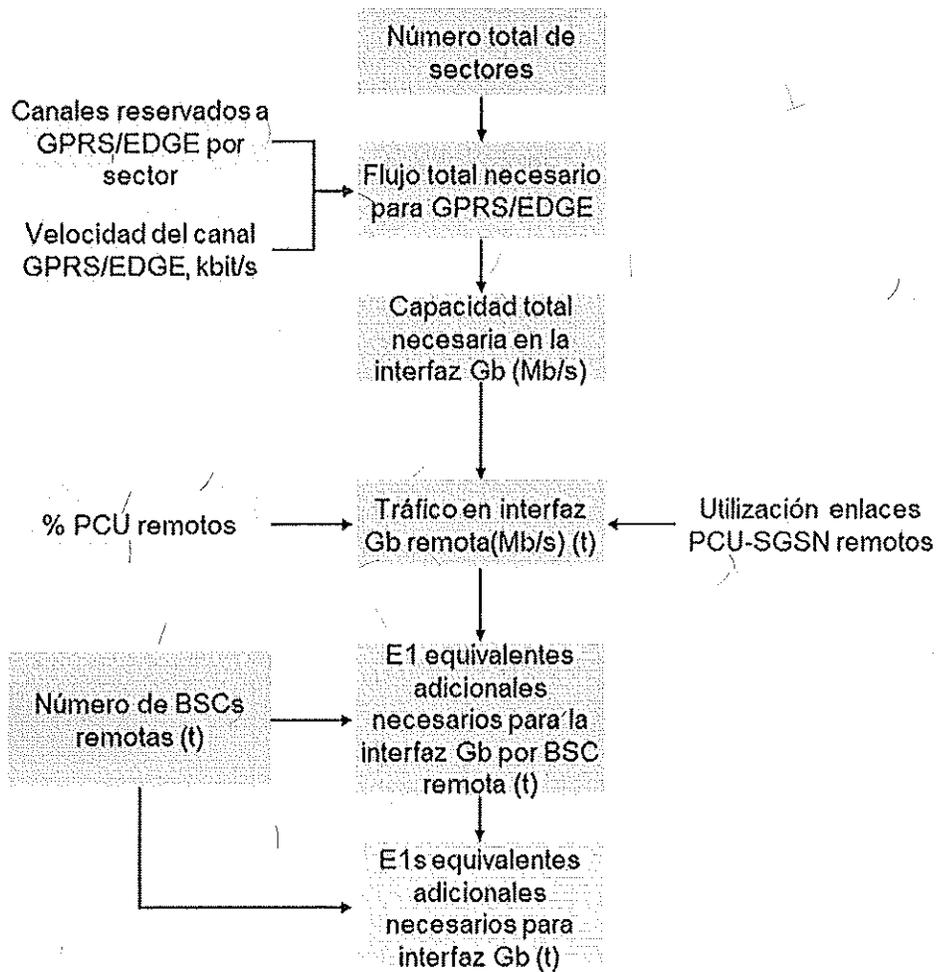
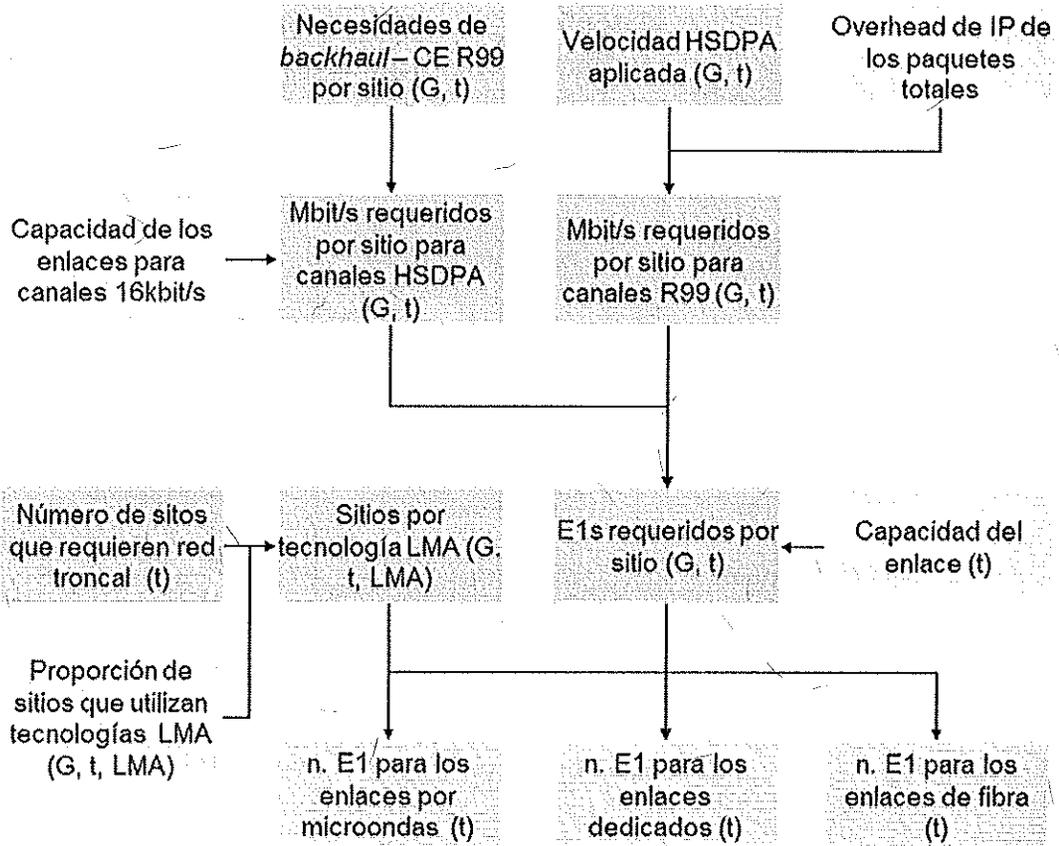


DIAGRAMA M

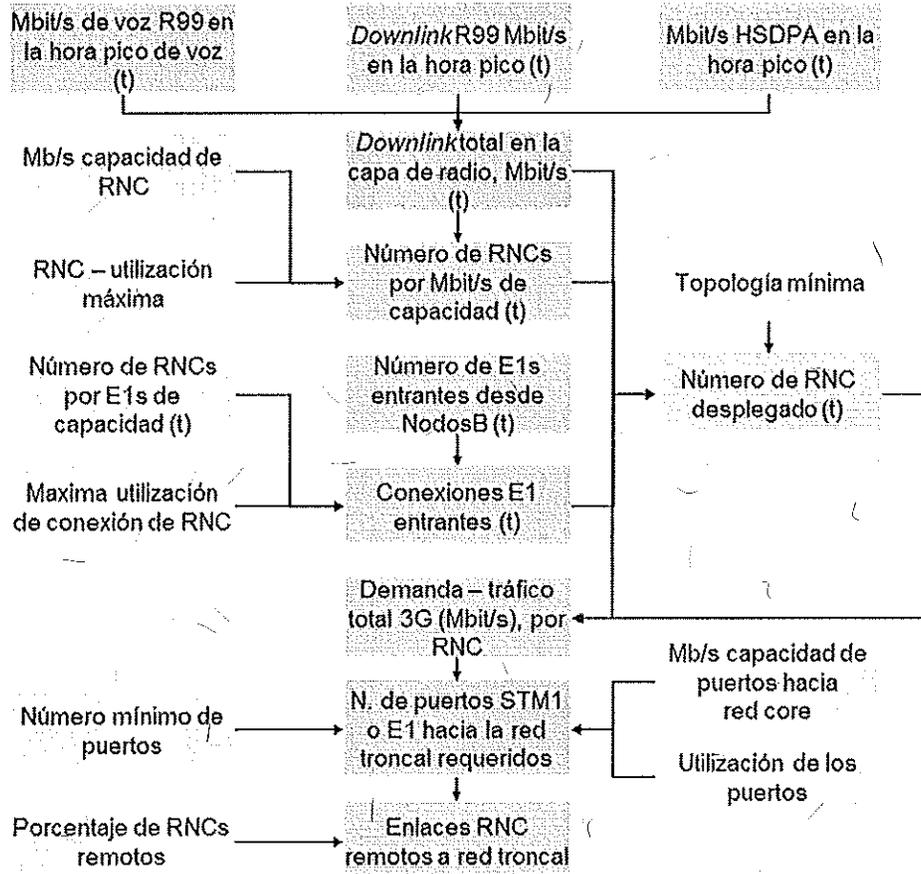
Dimensionado de la red *backhaul* 3G



4

DIAGRAMA N

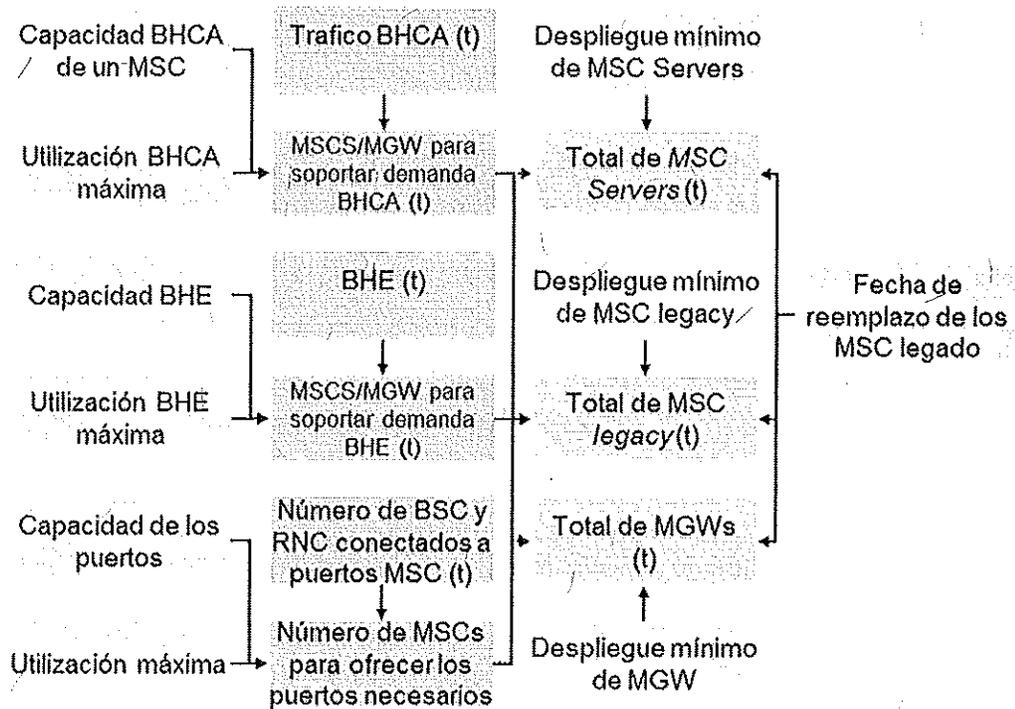
**Cálculo de los RNC desplegados y dimensionado de los puertos**



H

DIAGRAMA O

Calculo del número de MSCs, MSC servers (MSCS) y MGWs necesarios



M

## 2. Criterio para medir y tasar la interconexión por servicios móviles.

### Argumentos de las partes.

TVI manifiesta que las contraprestaciones que deberán pagar Grupo Iusacell y Unefon por el tráfico de terminación de llamadas en aparatos móviles bajo la modalidad "el que llama paga", se deberán seguir determinando con base en la duración real de las llamadas.

### Consideraciones del Instituto.

Respecto a la medición de tráfico, se considera que los costos determinados por el Modelo CITLP Móvil están calculados con base en un pronóstico del uso real de la infraestructura de interconexión, por lo que las tarifas determinadas permiten a Grupo Iusacell y Unefon recuperar los costos en los que incurre para la prestación del servicio de interconexión.

En este sentido, es importante señalar que desde un punto de vista económico, resulta eficiente que un concesionario pague por el uso de la infraestructura en función de su utilización real. A juicio del Instituto, no sólo resulta económicamente eficiente para el caso de la provisión de servicios de interconexión entre concesionarios, sino, de igual forma, para provisión de servicios de telecomunicaciones al usuario final. A mayor abundamiento, el Instituto considera de manera congruente con lo expresado sobre diversos aspectos relativos a la interconexión de redes a lo largo de la presente Resolución, que se deben adoptar medidas para eliminar los cargos para la provisión de servicios de telecomunicaciones en general que transparenten el cobro del servicio prestado y que, en el caso de la interconexión, dicha transparencia producto de una eventual modificación de los mecanismos de medición y tasación podría fomentar, inclusive, que aquellos costos o elementos que no son utilizados para la prestación del servicio no sean considerados dentro de la tarifa respectiva.

Por tanto, el esquema de facturación por redondeo es ineficiente y genera un sobrepago por infraestructura no utilizada cuando económicamente resulta eficiente que los concesionarios paguen únicamente por la infraestructura utilizada por el servicio de que se trate. Por otra parte, dicho sobrepago incide en las tarifas finales de los servicios, con el efecto de encarecer los precios pagados por los consumidores.

En términos de los artículos 7 de la LFT y 31 del Plan de Interconexión, la tarifa de interconexión deberá reflejar el uso real y el tiempo efectivo de utilización de la infraestructura, por lo que se deberán pagar las tarifas de interconexión en base al tiempo real de uso de la infraestructura requerida para la prestación de dicho

servicio, lo cual permitirá un desarrollo eficiente de las redes de telecomunicaciones.

De igual forma, el quinto párrafo del numeral Segundo de los Lineamientos, establece que la unidad de medida que se empleará en los modelos de costos para los servicios de terminación de voz en redes de servicios móviles cuando éstos se midan por tiempo, será el segundo.

Aunado a lo anterior, no existe razón técnica alguna que impida que la terminación de llamadas provenientes de otro operador, recibidas en la red del operador móvil mediante enlaces de interconexión, sea facturada de acuerdo con su duración real, máxime cuando las modificaciones en un sistema de facturación, para cobrar agregados de duraciones reales en lugar de agregados en duraciones completas al minuto superior no requiere de mayores inversiones.

En tal virtud, el Instituto considera que, con fundamento en todas y/cada una de las disposiciones mencionadas con anterioridad, en la aplicación de las tarifas de interconexión por servicios de terminación conmutada en usuarios móviles ya sea bajo las modalidades "el que llama paga nacional" o "el que llama paga", Grupo Iusacell y Unefon deberá calcular la contraprestación que TVI deberá pagarles, con base en la duración real de las llamadas, sin redondear al minuto, debiendo para tal efecto sumar la duración de todas las llamadas completadas en el período de facturación correspondiente, medidas en segundos, y multiplicar los minutos equivalentes a dicha suma, por la tarifa correspondiente.

### 3. Tarifa de interconexión por servicios de terminación fija.

#### Argumentos de las partes.

TVI propone una tarifa de interconexión de \$0.03556 pesos por terminación de llamadas en su red local fija, con base en la duración real de las llamadas.

#### Consideraciones del Instituto.

**H** Como ya se ha mencionado en la presente Resolución, la interconexión es de vital importancia para el desarrollo de una sana competencia porque asegura que cualquier comunicación que inicie un usuario pueda llegar a su destino, independientemente de la red pública concesionada que se utilice; propiciando así que la decisión de con qué empresa contratar los servicios, esté sustentada en factores de precio, calidad y diversidad.

En este sentido, se considera que en un escenario donde debe prevalecer la competencia en la prestación de todos los servicios de telecomunicaciones, es necesario establecer tarifas que estén basadas en costos, ya que esto constituye

una política que es neutral para el desarrollo de la competencia, en la medida que no se distorsiona el crecimiento eficiente del sector, ya que todos los participantes del mercado acceden a un elemento básico como lo es la interconexión, sin que ninguno obtenga ventajas extraordinarias en la prestación de dicho servicio.

En este tenor, para la determinación de las tarifas de interconexión en las redes públicas de telecomunicaciones de los concesionarios de servicio local fijo, se debe considerar que los objetivos plasmados en el artículo 7 de la LFT establecen las bases para la fijación de las tarifas de interconexión con base a costos.

A tal efecto, el artículo 7 de la LFT establece lo siguiente:

*"Artículo 7. La presente Ley tiene como objetivos promover un desarrollo eficiente de las telecomunicaciones; ejercer la rectoría del Estado en la materia, para garantizar la soberanía nacional; fomentar una sana competencia entre los diferentes prestadores de servicios de telecomunicaciones a fin de que éstos se presten con mejores precios, diversidad y calidad en beneficio de los usuarios, y promover una adecuada cobertura social.*

*Para el logro de estos objetivos, corresponde a la Secretaría, sin perjuicio de las que se confieran a otras dependencias del Ejecutivo Federal, el ejercicio de las atribuciones siguientes:*

*(...);*

*II. Promover y vigilar la eficiente interconexión de los diferentes equipos y redes de telecomunicación;*

*(...)*

*XII. Interpretar esta Ley para efectos administrativos, y*

*XIII. Las demás que esta Ley y otros ordenamientos legales le confieran en la materia."*

Asimismo, el artículo 41 de la LFT establece lo siguiente:

*"Artículo 41. Los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones deberán adoptar diseños de arquitectura abierta de red para permitir la interconexión e interoperabilidad de sus redes. A tal efecto, la Secretaría elaborará y administrará los planes técnicos fundamentales de numeración, conmutación, señalización, transmisión, tarificación y sincronización, entre otros, a*

*los que deberán sujetarse los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones. Dichos planes deberán considerar los intereses de los usuarios y de los concesionarios y tendrán los siguientes objetivos:*

- I. Permitir un amplio desarrollo de nuevos concesionarios y servicios de telecomunicaciones;*
- II. Dar un trato no discriminatorio a los concesionarios, y*
- III. Fomentar una sana competencia entre concesionarios."*

Cabe reiterar que no obstante que los objetivos contenidos en las fracciones del artículo 41 de la LFT se refieren a la emisión de planes fundamentales, dichos planes se encuentran íntimamente ligados con la interconexión pues facilitan la implementación de la misma. En tal virtud, dichos principios se hacen extensivos como principios interpretadores para la determinación de condiciones de interconexión no convenidas por los concesionarios.

Según se desprende de los preceptos arriba citados, el desarrollo eficiente de las telecomunicaciones y el fomento de una sana competencia entre los prestadores de servicios de telecomunicaciones, son dos principios esenciales, entre otros, que deben regir el actuar administrativo del Instituto.

Por tanto, con la finalidad de determinar la tarifa de interconexión en las redes públicas de telecomunicaciones que prestan el servicio local-fijo, el Instituto considera que a fin ejercer las facultades conferidas específicamente en los artículos 7 fracción II, 42 de la LFT y 9 fracción XLIII del Estatuto, en el sentido de promover y vigilar la eficiente interconexión entre las redes públicas de telecomunicaciones y resolver las condiciones que en materia de interconexión no hayan podido convenirse entre los concesionarios, se debe de estar a lo indicado por el artículo 3 fracción VII del Plan de Interconexión respecto a promover la adopción de Tarifas de Interconexión basadas en costos. Asimismo, se deberá estar a lo dispuesto en el párrafo segundo del artículo 31 del Plan de Interconexión que establece lo siguiente:

*H*

*"Cuando la Comisión resuelva desacuerdos sobre Tarifas de Interconexión lo hará utilizando como base un Modelo de Costos para el Servicio de Interconexión de que se trate. Cada Modelo de Costos utilizado para determinar las Tarifas de Interconexión será considerado de carácter público."*

Asimismo, es importante considerar lo establecido por la Regla Novena Transitoria de las RdSL, en cuanto a los principios que se deberán tomar en cuenta para determinar tarifas de interconexión, la cual es del tenor siguiente:

"(...)

**NOVENA.** *En caso de que las partes no logren acordar dentro del término establecido por la Ley las condiciones de interconexión entre sus redes, incluyendo aquellas relativas a las tarifas por las diferentes funciones de interconexión que han sido establecidas por las presentes Reglas, la Comisión resolverá las condiciones que no hayan podido convenirse.*

*En tal caso y tratándose de tarifas por llevar a cabo la función de terminación conmutada entre redes autorizadas para prestar el servicio local fijo, la Comisión resolverá, después de analizar las posiciones y elementos aportados por las partes, sobre el establecimiento de tarifas que permitan recuperar el costo incremental promedio de largo plazo y los costos comunes atribuibles a dicha función que se determinen utilizando bases internacionalmente reconocidas, de tal forma que se promueva una sana competencia entre los prestadores del servicio local, a efecto de que éste se preste con mejores precios, diversidad y calidad en beneficio de los usuarios."*

En virtud de lo anterior, es necesario que el Instituto considere utilizar en el cálculo de las tarifas de interconexión el resultado de obtener la evaluación de los costos de terminación de las redes del servicio fijo a través de un modelo de costeo.

Al contar con un modelo de costos o de un mecanismo idóneo para la determinación de las tarifas de interconexión, este Instituto estará en condiciones de ejercer las facultades correspondientes a la resolución de las condiciones de interconexión no convenidas entre los concesionarios, que permitan alcanzar los objetivos plasmados en la LFT, en particular lo establecido en su artículo 7 de fomentar una sana competencia entre los diferentes prestadores de servicios de telecomunicaciones a fin de que éstos se presten con mejores precios, diversidad y calidad en beneficio de los usuarios, y promover una adecuada cobertura social.

En este sentido, el 12 de abril de 2011, se publicaron en el DOF los Lineamientos, mismos que se citaron previamente en la presente Resolución para determinar las tarifas de interconexión en redes móviles.

4 De lo analizado anteriormente, se determina que del marco jurídico Mexicano, encontrando como primer fundamento lo establecido en el artículo 7 de la LFT, contempla que las tarifas de interconexión deben determinarse de manera indubitable conforme a costos, debiéndose desarrollar para tal efecto un modelo de costos de conformidad con los Lineamientos.

En este sentido, es importante considerar que con el desarrollo de las nuevas redes y servicios que operan con el Protocolo de Internet (IP, por sus siglas en inglés), se está

dando un cambio tecnológico en las redes de telecomunicaciones donde la tecnología de conmutación de paquetes está reemplazando a la técnica de conmutación de circuitos, implementada en la mayor parte de las redes hasta hace algunos años.

Asimismo, el actual entorno competitivo acelera el fenómeno de la evolución hacia IP. Esto es en gran parte, porque la tecnología se ha ido adaptando, en mayor medida, a las necesidades de los usuarios, además de que en el mediano plazo permite menores costos operativos y unas inversiones en capital razonables, derivado principalmente a que los proveedores de equipos al vender los mismos, a un mayor número de empresas que utilizan dicha tecnología, permite ofrecer los mismos a precios más accesibles.

La migración de las redes de telecomunicaciones a tecnologías IP ha estado impulsada por los beneficios que representa para los operadores su implementación. La tecnología IP ha implicado una reducción en los costos de prestación de servicios de telecomunicaciones. Por un lado el uso de la tecnología IP ha permitido reducir los costos unitarios de los operadores debido a que ha hecho posible la prestación de múltiples servicios a través de una sola red, repartiendo así los costos fijos entre un mayor número de servicios.

México no ha sido la excepción respecto a la tendencia de que las redes migren a nuevas tecnologías, por lo que los operadores han estado migrando a tecnologías IP. Incluso desde 2007 los operadores ofrecen servicios de telefonía IP a usuarios finales.

Adicionalmente, el cambio en el diseño de las redes públicas de telecomunicaciones para soportar la oferta de nuevos servicios, se puede observar considerando los desarrollos que se han dado en las redes instaladas en México; a manera de ejemplo Telmex en el "Reporte Anual presentado de acuerdo a las disposiciones de carácter general aplicables a las emisoras de valores para el año terminado el 31 de diciembre de 2011", presentado en su momento por Telmex ante la Bolsa Mexicana de Valores, se desprende lo siguiente: -

*"(...) Conectividad-Red de transporte de datos*

*En 2011 continuamos con el despliegue nacional de equipos de transporte con tecnología Carrier Ethernet, para nuestra red de datos. Este despliegue nos permite contar con una solución de transporte pura y altamente eficiente para servicios basados en protocolo de Internet (IP) y Ethernet, consolidando una plataforma convergente "All IP" para soportar el crecimiento de servicios multimedia. Esta red es la extensión natural de la red IP/MPLS desde el centro de nuestra infraestructura hacia las instalaciones de nuestros clientes.*

Con el objeto de aumentar la capacidad de transmisión de nuestra red óptica también utilizamos tecnología DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) que envía señales de luz de diferentes longitudes de onda para alcanzar altas capacidades en un solo par de fibras ópticas. Con esta tecnología se ha preparado a la red de transporte para soportar toda la demanda derivada del crecimiento de la banda ancha y en la actualidad está manejando sistemas con capacidad de 520 Gbps y rutas que alcanzan los 1.29 Tbps.

En nuestra red de transporte de datos continuamos usando el respaldo con anillos ópticos, totalmente redundantes, a través de equipos SDH (Synchronous Digital Hierarchy) y SDH de nueva generación que permite recuperar automáticamente la red en menos de 50 milisegundos en caso de falla e incrementar el ancho de banda progresivamente.

Operamos tecnologías de conexión óptica automática, que nos permiten enlazar las señales transmitidas por fibra óptica con mayor eficacia en la red.

#### **Conectividad-Red de datos convergente**

Ofrecemos servicios de datos basados en el protocolo IP a través de una plataforma convergente IP/MPLS de alta capacidad y alto rendimiento. Esta plataforma complementa nuestra red de transporte óptica y nos permite expandir nuestra red central con enlaces de hasta 10 Gbps, con redundancia y cobertura nacional e internacional. La tecnología utilizada en nuestra red proporciona la flexibilidad necesaria para ofrecer velocidades de acceso que van de los 64 kbps a los 155 Mbps para redes privadas multiservicios.

La capacidad de nuestra red IP permite la diferenciación de servicios integrados de datos y video. Esta característica nos permite proveer de manera eficiente una amplia variedad de servicios, como acceso a Internet, redes privadas virtuales, acceso inalámbrico a Internet y aplicaciones multimedia.

(...)"

4 De lo antes expuesto, el Instituto considera que en México se han desarrollado redes fijas de telecomunicaciones que operan con la mejor tecnología disponible a nivel mundial, en el sentido de que se encuentran diseñadas con base en una plataforma centralizada de conmutación de paquetes bajo el protocolo IP, que le permite explotar de manera eficiente la infraestructura instalada, mediante prestación de múltiples servicios bajo la misma red alcanzando con ello economías de escala y de alcance.

La tecnología más eficiente actualmente para que una empresa preste múltiples servicios de telecomunicaciones y satisfacer la creciente demanda de datos es la basada en el Protocolo de Internet, por lo que la red considerada en el Modelo de Costos de la Autoridad está basada en esta tecnología. El uso de tecnología IP en

el Modelo de Costos es consistente con el enfoque económico que busca evaluar los costos corrientes de un operador eficiente.

Por el contrario, el uso de un modelo de costos que considere una red tradicional basada en la técnica de conmutación de circuitos TDM (Time Division Multiplexing) llevaría a la Autoridad a incorporar ineficiencias en las tarifas de interconexión que finalmente serían trasladadas por los concesionarios a los usuarios finales en la forma de mayores tarifas y retrasaría la adopción de nuevas tecnologías por parte de los concesionarios.

En virtud de lo anterior, el diseño de la red está basado en una empresa hipotética existente que presta servicios de voz y datos, y que por lo tanto se debe de elegir aquella tecnología que permita satisfacer la demanda de servicios de telecomunicaciones en el horizonte de tiempo considerado por el modelo. Como se ha señalado anteriormente, la demanda por servicios de datos y el número de usuarios de internet de banda ancha se han incrementado de manera significativa, por lo que la forma eficiente de proporcionar los servicios mencionados es por medio de una red que utiliza tecnologías modernas de conmutación y de transmisión basadas en el protocolo Ethernet; el cual además de tener costos menores de los de una red tradicional, se beneficia del uso compartido de activos para la prestación de servicios de voz y datos.

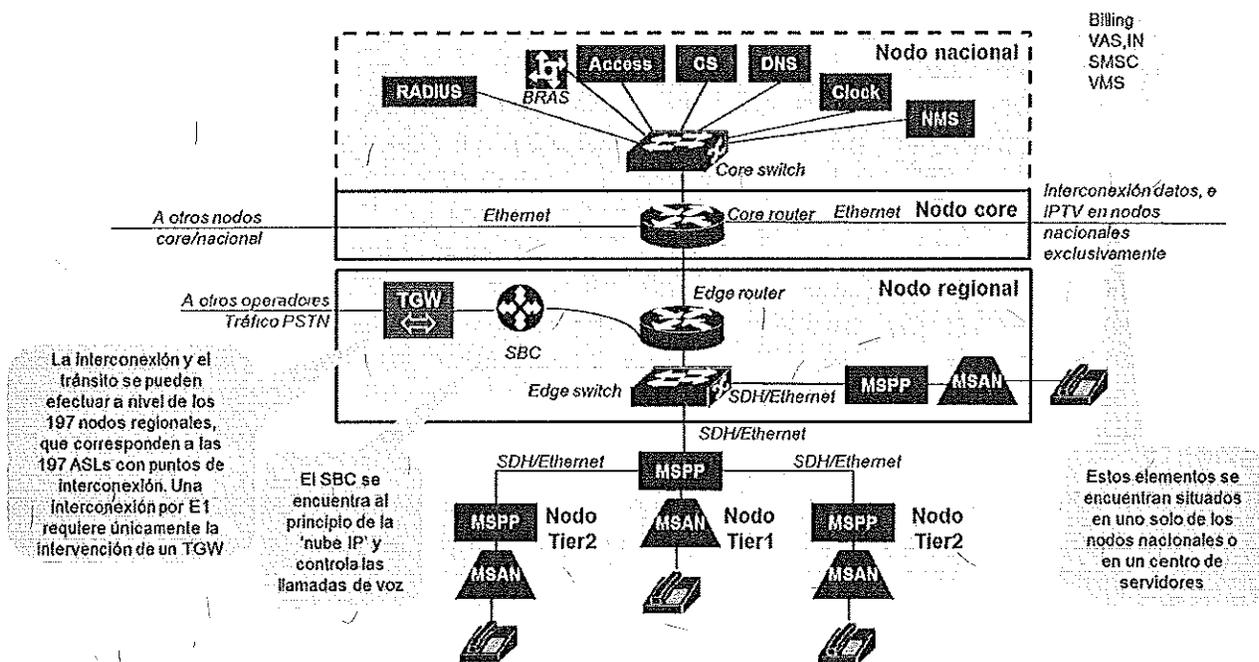
La arquitectura de la red perteneciente a la empresa hipotética existente, debe ser acorde a las características propias de la tecnología elegida, en el caso que nos ocupa la red a modelar debe estar basada en una plataforma centralizada en vez de en una estructura jerárquica, respecto a la conmutación de tráfico. La red del operador hipotético eficiente consta de un conjunto de **nodos centrales (core node)**, los cuales realizan las funciones de inteligencia de la red, como es la identificación del destino del tráfico, la facturación, el acceso a la red de datos, entre otras; cada nodo central se encuentra conectado a un conjunto de **nodos regionales**.

4 En los nodos regionales se encuentra la infraestructura necesaria para intercambiar el tráfico terminado u originado en otras redes públicas de telecomunicaciones; los cuales tienen la capacidad de convertir las señales TDM en IP a través de los *trunk gateway (TGW, por sus siglas en inglés)*. Asimismo, los nodos regionales manejan el tráfico originado por los nodos de acceso, los cuales están jerarquizados en varios niveles que integran la red de acceso.

Las líneas de los usuarios se conectan con la red de conmutación y transporte mediante un Nodo de Acceso Multiservicio (MSAN), en el cual se maneja el tráfico de voz y datos bajo el protocolo IP para transmitirlo hacia otros puntos de la red, ya sea para comunicarse con usuarios de la misma red o de otra red, o acceder a servicios prestados por las redes. Los MSAN se encuentran distribuidos en cada uno

de los nodos de niveles inferiores, así como en los nodos regionales. Para conectar los distintos nodos de la red, se utiliza una combinación de topologías de anillo, así como de enlaces redundantes (resilient link).

El Dibujo 1 presenta de manera simplificada la estructura y diseño de la red de transmisión y conmutación bajo el protocolo IP que permite ofrecer servicios de voz y datos a los usuarios.



Dibujo 1. Arquitectura de la red. Esquema de la red del operador hipotético – escenario de interconexión regional.

Ahora bien, como se ha considerado en la presente Resolución, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 43 fracciones V y IX de la LFT, se obliga a los concesionarios a llevar a cabo la interconexión en cualquier punto de conmutación u otros en que sea técnicamente factible, y entregar la comunicación a su destino final o a un concesionario o combinación de concesionarios que puedan hacerlo.

H

En este tenor, se considera a través de un punto de interconexión se pueden cubrir los usuarios de una o varias ASL (Área de Servicio Local), en virtud de que en la estructura de una red pública de telecomunicaciones existen centrales con distintos niveles jerárquicos que llevan a cabo funciones de conmutación y señalización, a fin de que puedan entregar las comunicaciones a los usuarios de destino.

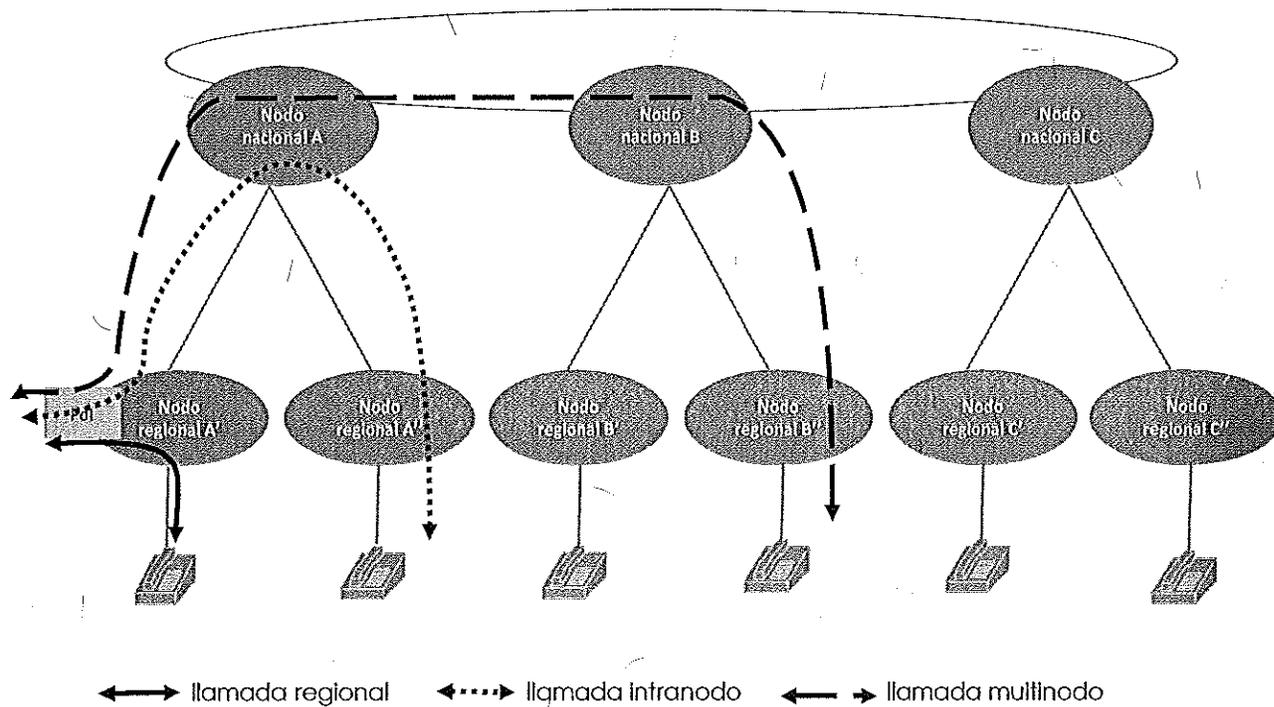
De acuerdo con la arquitectura de red mostrada en el dibujo 1, los nodos nacionales o core, realizan las funciones de inteligencia de la red, como es la identificación del destino del tráfico. En este sentido, un nodo nacional A puede recibir tráfico de los nodos regionales A', A'', etc., que tienen conectados directamente y distribuirlo hacia dichos nodos a través de los cuales se entregan las comunicaciones al usuario de destino, o bien, puede entregar el tráfico en un nodo nacional B el cual esté conectado directamente al nodo nacional A, de tal manera que el tráfico se puede enrutar a cualquiera de los nodos regionales B', B'', etc., dependientes de ese nodo nacional B.

Cuando se calcula el costo de interconexión por la terminación de tráfico de voz en un usuario, un punto clave es el número de elementos de red que son necesarios para prestar el servicio, el cual está relacionado con el punto donde es entregada la llamada por otro operador, es decir, el punto de interconexión y el punto de la red en el que se encuentre el usuario de destino.

Por lo tanto, el Modelo de Costos considera tres tipos de llamadas para la originación o terminación de tráfico proveniente de otras redes:

- a) La llamada regional, que corresponde a la entrega de tráfico en el nodo regional en el que se encuentra el punto de interconexión más cercano al usuario final, lo cual implica una originación o terminación local en la ASL en que se ubica el nodo regional, o bien, una originación o terminación en las ASL que dependen del nodo regional con punto de interconexión.
- b) La llamada intranodo, que corresponde al enrutamiento de tráfico dentro del mismo nodo nacional, lo cual implica que la llamada se entrega en el nodo regional A' que tiene punto de interconexión, se transporta hasta el nodo nacional A y se entrega la llamada en la ASL en que se ubica el nodo regional A'', o bien, en las ASL que dependan del nodo regional A''.
- c) La llamada multinodo, que corresponde al enrutamiento de tráfico hacia otro nodo nacional, lo cual implica que la llamada se entrega en el nodo regional A' que tiene punto de interconexión, se transporta hasta el nodo nacional A y de ahí cursa hacia el nodo nacional B, a efecto de que se entregue la llamada en la ASL en que se ubica cualquiera de los nodos regionales B', B'', etc., o bien, en las ASL que dependan de los nodos regionales B', B'', etc.

Los esquemas de llamadas antes referidos se ilustran en el dibujo 2.



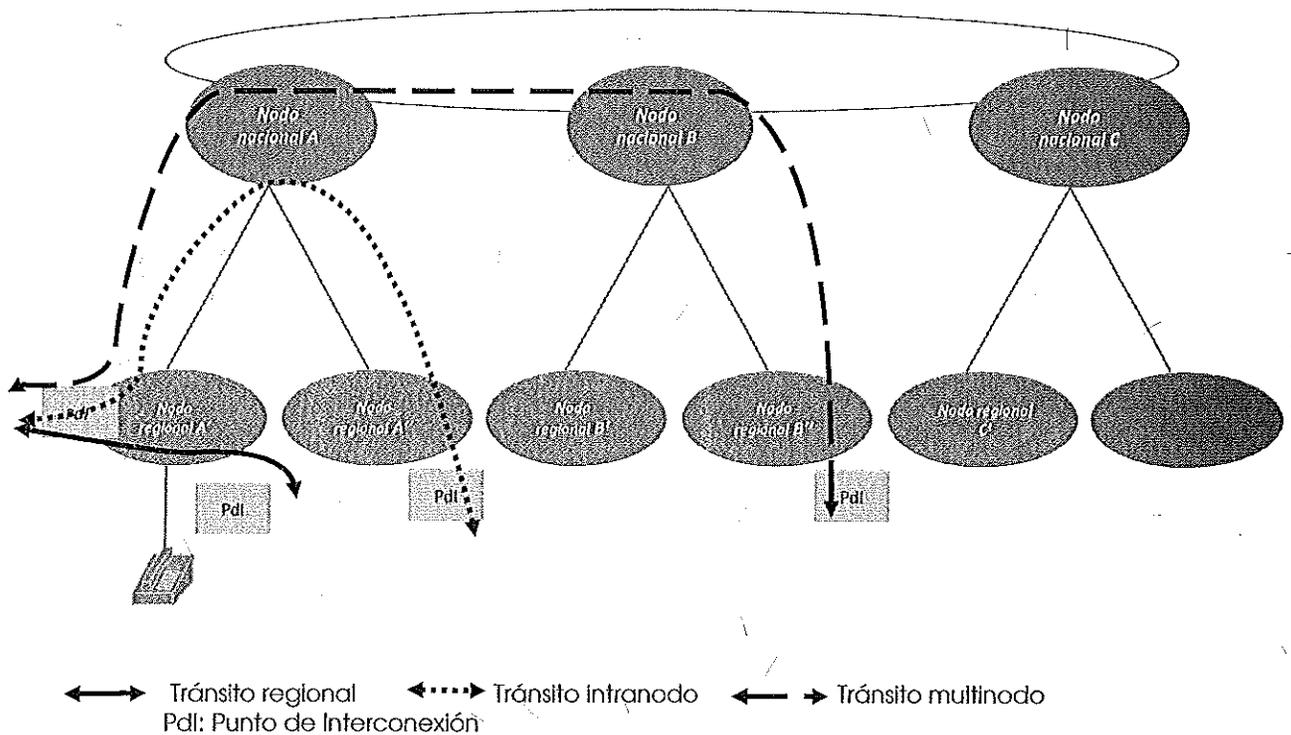
Pdi: Punto de Interconexión.

Dibujo 2. Servicios de origenación o terminación.

Para el caso del servicio de tránsito, el Modelo de Costos considera tres escenarios:

- Tránsito local, que corresponde al enrutamiento de tráfico en el nodo regional en el que se encuentran los puntos de interconexión.
- Tránsito intranodo, que corresponde al enrutamiento de tráfico del nodo regional A' que tiene punto de interconexión hacia el nodo regional A'' con punto de interconexión, los cuales dependen del nodo nacional A.
- Tránsito multinodo, que corresponde al enrutamiento de tráfico del nodo regional A' que tiene punto de interconexión hacia algún nodo regional B', B'', etc., que dependen del nodo nacional B conectado directamente al nodo nacional A.

Los escenarios de tránsito antes referidos se ilustran en el dibujo 3.



Dibujo 3. Servicios de tránsito.

Ahora bien, de conformidad con el artículo 43 fracciones II, V, VIII y IX de la LFT, los concesionarios deberán permitir la interconexión de sus redes en cualquier punto de interconexión y entregar la llamada a su destino final mediante su enrutamiento a través de los distintos niveles de la jerarquía de la red y cobrar las tarifas correspondientes.

En virtud de lo antes expuesto, se considera que de acuerdo a la funcionalidad que ofrece la estructura de una red pública de telecomunicaciones basada en la técnica de conmutación de circuitos y conforme a los puntos de interconexión donde actualmente se encuentran interconectados los concesionarios de redes públicas autorizados para prestar servicio local y/o de larga distancia es factible la prestación de servicios de interconexión, considerando lo siguiente:

- H*
- Interconexión dentro del mismo nodo regional: Los puntos de Interconexión corresponden a un CCE (Central con Capacidad de Enrutamiento) donde se interconectan los concesionarios, mediante los cuales: i) se puede entregar o recibir tráfico en las mismas ASL's donde se ubica el punto de interconexión, ii) se puede entregar o recibir tráfico en ASL's que no tienen

punto de interconexión y que dependen directamente de las ASL's con punto de interconexión.

- b) **Interconexión entre nodos regionales que dependen de un nodo nacional:** Los puntos de interconexión corresponden a un CTI (Central de tránsito Interurbano) donde se interconectan los concesionarios, mediante los cuales: se puede entregar o recibir tráfico en ASL's con o sin punto de interconexión en la cual se encuentra el usuario de origen o destino y que forman parte del mismo nodo nacional o dependencia del CTI.
- c) **Interconexión entre nodos regionales que dependen de diferentes nodos nacionales:** Los puntos de interconexión corresponden a un CTI donde se interconectan los concesionarios, mediante los cuales: se puede entregar o recibir tráfico en ASL's con o sin punto de interconexión en la cual se encuentra el usuario de origen o destino y que requieren de la transmisión y conmutación adicionales para cursar la llamada de un nodo nacional o CTI a otro nodo nacional o CTI.

En este sentido, las tarifas de los servicios de interconexión anteriormente señalados son congruentes con los servicios determinado por el Modelo de Costos en el sentido de que la tarifas de interconexión depende de que si la llamada es entregada en el punto más cercano al destino final, los costos son menores que en el caso que se requiera un mayor número de componentes de red como son los elementos de conmutación y transmisión para que sea entregada al destino final.

Además, los costos de interconexión pueden variar dependiendo del punto de la red en el que el concesionario que originó la llamada se la entregue al concesionario que la termina. Por lo cual, para determinar las tarifas de interconexión, es preciso calcular los costos de los elementos de red que utilice el concesionario para la terminación de la llamada.

Por lo que, con respecto a la interconexión a nivel de los CTI, se debe considerar que se utilizan los siguientes elementos de infraestructura que son el medio de transmisión entre los CTI y CCE, en este sentido, el concesionario prestador de los servicios de interconexión deberá recuperar el costo asociado a la conmutación y al transporte de un CTI a un CCE conectados directamente. Cabe mencionar, que estos costos están directamente relacionados con el volumen de tráfico que se cursan a través de los elementos de la red.

Es importante precisar que se muestran los escenarios anteriores ya que así se consideran en el modelo de costos, pero en la presente Resolución sólo se determinarán las tarifas de interconexión local.

Por lo anterior, el Instituto procede a determinar las tarifas de interconexión y de tránsito por originar o terminar tráfico conforme a los esquemas de interconexión antes indicados; por lo que en cumplimiento a lo establecido en los Lineamientos, se utilizará un Modelo de Costos Incrementales Totales de Largo Plazo (en lo sucesivo, indistintamente, el "Modelo CITLP Fijo" o el "Modelo de Costos Fijo") desarrollado conforme a bases internacionalmente reconocidas y siguiendo los principios dispuestos en los Lineamientos.

## II. Modelo CITLP Fijo.

Las mejores prácticas internacionales en el establecimiento de las tarifas de interconexión, señalan que el cálculo de las mismas se debe realizar simulando los precios que se establecerían en un mercado competitivo, en virtud de que ello permite enviar las señales correctas al mercado, en el sentido de que los concesionarios realicen esfuerzos por minimizar costos, y permite el establecimiento de condiciones equitativas de competencia.

Es así que uno de los resultados que se observan en los mercados en competencia es que los precios de los bienes y/o servicios convergen a los costos; con lo cual existe consenso en el ámbito internacional en el sentido de que las tarifas de interconexión se deben de orientar a los costos de producción.<sup>18</sup> Asimismo, en un entorno de competencia efectiva se asegura que los concesionarios obtengan una rentabilidad razonable sobre el capital invertido en el largo plazo, es decir, durante un periodo discreto de tiempo.

En este sentido el lineamiento Segundo de los Lineamientos señala que en la elaboración de los Modelos de Costos se empleará la metodología de Costo Incremental Total de Largo Plazo (en lo sucesivo "CITLP"), permitiendo la recuperación de los costos comunes, los cuales son aquellos en que se incurren por actividades o recursos que no pueden ser asignados a los Servicios de Interconexión de una manera directa. Estos costos son generados por todos los servicios que presta la empresa

4 El Modelo de Costos Fijo utilizado para resolver el presente desacuerdo utiliza un enfoque CITLP en el que todos los servicios que contribuyen a las economías de escala en la red de telecomunicaciones 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 de manera conjunta y con igualdad.

<sup>18</sup> Banco Mundial (2000), Manual de Reglamentación de las telecomunicaciones.

Cabe mencionar que bajo el enfoque CITLP, es necesario identificar el incremento en los costos que se debe a cambios en el número de usuarios toda vez que el cálculo de los costos incrementales únicamente incluirá aquellos que se deben a cambios en el volumen de tráfico. 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 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.

En el Modelo de Costos Fijo utilizado en la presente Resolución este "servicio incremental de usuario" se define 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, entre otros) de los costos de interconexión, debido a que son recuperados a través de otros cargos, por ejemplo, la renta mensual en el caso de líneas fijas.

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

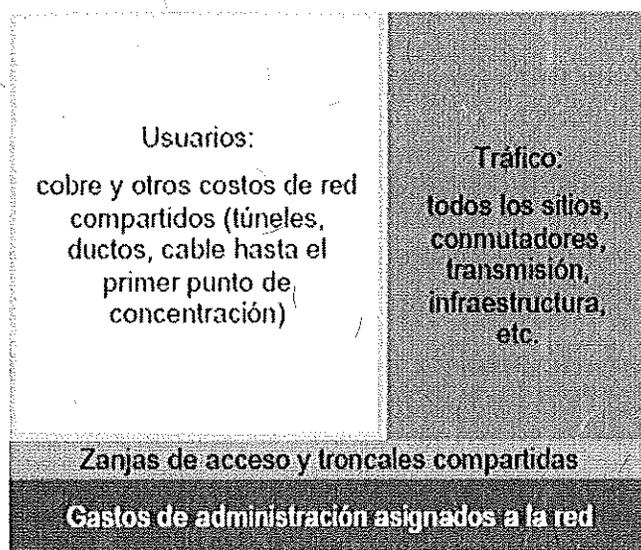


Figura 5: Distribución de costos usando CITLP Plus (Fuente: Analysys Mason)

## 1. Aspectos del concesionario.

### 1.1 Tipo de concesionario.

Para el diseño de la red a modelarse es necesario definir el tipo de concesionario que se trata de representar, siendo éste uno de los principales aspectos conceptuales que determinará la estructura y los parámetros del modelo.

En el ámbito internacional los órganos reguladores, en los modelos de costos desarrollados, han utilizado los siguientes tipos de concesionario:

- **Concesionarios reales** - se calculan los costos de todos los concesionarios que prestan servicios en el mercado.
- **Concesionario promedio** - se promedian los costos de todos los concesionarios que prestan servicios para el mercado móvil para definir un operador 'típico'.
- **Concesionario hipotético**- se define un concesionario con características similares a, o derivadas de, los concesionarios existentes en el mercado pero se ajustan ciertos aspectos hipotéticos como puede ser la fecha de entrada al mercado, la cuota de mercado, la tecnología utilizada el diseño de red, entre otros, y que alcanza la cuota de mercado antes del periodo regulatorio para el cual se calculan los costos.
- **Nuevo entrante hipotético** - se define un nuevo concesionario 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.

H En este sentido, no se considera la opción de utilizar concesionarios reales debido a que en mercados con elevadas barreras de entrada, como sucede en el sector telecomunicaciones, las empresas establecidas en el mercado tienen la posibilidad de incurrir en ineficiencias por un periodo de tiempo considerable, ya que no enfrentan el riesgo latente de entrada de nuevos competidores al mercado. En estos casos el considerar los costos en que incurre un operador real propiciaría que los operadores trasladaran sus ineficiencias a los demás operadores a través de la tarifa de interconexión y no induciría a los primeros a eliminar sus ineficiencias, lo cual se traduciría en mayores tarifas a los usuarios finales.<sup>19</sup>

---

<sup>19</sup> Por ejemplo, la Comisión Europea recomienda "que la evaluación de la eficiencia de los costes se base en costes corrientes y en la utilización de un modelo ascendente que emplee los costes incrementales prospectivos a largo plazo (LRIC) como metodología de costes pertinente."

Asimismo, para determinar los costos de operadores reales es necesario contar con un gran desglose de información en el cual es previsible que exista una reticencia de los concesionarios de proporcionar información del precio de los activos, de que se utilice y se divulgue su información, lo cual conllevaría a que el modelo carezca de transparencia, y por ende credibilidad, lo que particularmente haría difícil o inclusive imposible la verificación del modelo por terceros y a una serie de cuestionamientos sobre la calidad de los resultados del modelo.

Por otra parte, los operadores tienen incentivos para establecer elevadas tarifas de terminación de llamadas ya que ello ocasiona que se incrementen los costos de sus competidores; y con ello se establezcan altos cargos para los clientes de los operadores de la competencia. En este sentido, cuando un operador reduce los costos de terminación de llamadas en su red debido a una operación más eficiente, quien se beneficia es el operador que adquiere un insumo a un precio menor y no así la empresa que ha reducido los costos de terminación. Por lo tanto el operador menos eficiente obtiene las ganancias de una ventaja competitiva. Este problema se solucionaría si se establecieran las tarifas por terminación con base en un operador representativo eficiente.

Cabe mencionar que construir modelos de costos tomando en consideración a un operador real no es acorde con las mejores prácticas internacionales, a manera de ejemplo, la Comisión Europea en su Recomendación de 2009 señala que cuando impongan obligaciones en materia de control de los precios y la contabilidad de costes de conformidad con el artículo 13 de la Directiva 2002/19/CE a los operadores designados por las autoridades nacionales de reglamentación como poseedores de un peso significativo en los mercados de terminación al por mayor de las llamadas de voz en redes telefónicas públicas individuales los órganos reguladores de cada país deben establecer unas tarifas de terminación basadas en los costes contraídos por un operador eficiente.

4 Por consiguiente, el considerar los costos incurridos por un operador real, no es acorde con el fomento de una sana competencia consagrado en el artículo 7 de la LFT, así como con los Lineamientos y las mejores prácticas internacionales.

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

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 clave en el despliegue de las redes reales.	Por definición, utilizar 2012 sería consistente para operadores fijos y móviles.
Tecnología	Grandes diferencias en tecnología para el incumbente, alternativos y los operadores de cable por lo que un promedio no es significativo.	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.	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 ( <i>bottom up</i> )	Puede ser difícil en el caso de las redes fijas ya que el operador promedio sería muy abstracto en comparación con los operadores existentes.	La transparencia aumenta cuando el diseño del operador fijo es único y explícito y no el promedio de operaciones diversas.	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 práctica con contabilidad descendente ( <i>top-down</i> )	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 gastos y asignaciones sobre costos).	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 gastos y asignaciones sobre costos).	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 de resultados futuros.

Tabla 23: Opciones del operador a modelar (Fuente: Analysys Mason, 2012)

De esta forma, el Instituto considera que entre las distintas opciones para la determinación de un concesionario representativo, la elección de un operador hipotético existente permite determinar costos de interconexión compatibles y representativos en el mercado mexicano.

En estos casos, la experiencia internacional facilita criterios muy útiles en cuanto a la utilización de operadores hipotéticos en los modelos considerados como mejores prácticas. Reguladores como ICP-ANACOM (Portugal), CMT (España) y OPTA (Países Bajos), entre otros, han utilizado operadores hipotéticos en sus modelos de costos regulatorios.

Por ello, el Instituto considera óptimo modelar la red de un operador hipotético existente. Esta opción permite determinar un costo que tiene en cuenta las características técnicas y económicas reales de las redes de los principales operadores fijos y móviles del mercado mexicano. Esto se consigue mediante un proceso de calibración con los datos proporcionados por los propios operadores.

El Instituto considera que la elección de un operador hipotético existente permite la determinación de un concesionario representativo que utilice tecnología eficiente disponible, la determinación de costos de acuerdo a las condiciones de mercados competitivos y la calibración de los resultados con información de los operadores actuales.

De lo antes expuesto, se considera que el Modelo CITLP Fijo se basará en un concesionario hipotético existente que también se denominará concesionario representativo.

Por tanto, el concesionario hipotético existente que se modela considera que la cuota de mercado se habrá alcanzado previamente al periodo regulatorio considerado, por lo tanto el despliegue de la red y la entrada en operación de la misma requieren que esto se realice con anterioridad al periodo de determinación de las tarifas de interconexión; en este sentido, el concesionario fijo a modelar comienza a desplegar una red troncal NGN IP a nivel nacional en el año 2005, y 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. El núcleo de la red NGN IP estará operativa en el largo plazo.

### 1.1. Configuración de la red de un concesionario eficiente.

La cobertura que ofrece un concesionario es un aspecto central del despliegue de una red y es un dato de entrada fundamental para el Modelo CITLP Fijo. Un enfoque consistente con la utilización de un operador hipotético existente

Implicará que los concesionarios hipotéticos fijos existentes tendrán características comparables de cobertura con los operadores reales.

Las definiciones de parámetros de cobertura tienen dos implicaciones importantes para el cálculo de costos. En este sentido, los operadores de servicios de telecomunicaciones al momento de desplegar su red toman en cuenta la extensión geográfica en la cual prestarán sus servicios, la calidad de la cobertura, y el periodo de tiempo en el cual alcanzarán nivel de cobertura deseada. Estas tres variables inciden en la determinación de las inversiones de red realizadas a través del tiempo y de los costos operativos necesarios para operar la red.

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, se incluye el nivel de cobertura nacional actual.

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 concesionarios regionales de cable no están limitados por factores exógenos para ampliar su cobertura ya que pueden expandir sus redes o fusionarse con otros concesionarios. En efecto, concesionarios alternativos han iniciado operaciones comerciales en las zonas que han elegido a pesar de tener la concesión que les autoriza la cobertura nacional, mientras que concesionarios de televisión y/o audio restringidos han ido expandiendo su cobertura al obtener concesiones 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 concesionario eficiente nacional.

En consecuencia, se modelarán niveles de cobertura geográfica comparables con los ofrecidos por el concesionario fijo nacional en México. En el modelo fijo, se modelará una cobertura nacional.

## 1.2. Tamaño de un concesionario eficiente.

H Uno de los principales parámetros que definen los costos unitarios del Modelo CITLP Fijo es su cuota de mercado. Por lo tanto, es importante determinar la evolución de la cuota de mercado del concesionario y el periodo en que se da esta evolución.

Los parámetros seleccionados para definir la cuota de mercado de un concesionario 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 son explotados

en su totalidad. Cuanto más rápido crece un concesionario<sup>20</sup>, menor será el costo unitario.

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 concesionarios que les prestaran los servicios de telecomunicaciones; el concesionario con el mayor número de líneas fijas, un concesionario alternativo y/o algún concesionario de televisión y/o audio restringidos. Aun cuando la cuota de mercado del concesionario con el mayor número de líneas fijas del país sigue ostentando una cuota de mercado por encima del 75%,<sup>21</sup> para efectos del modelo se puede considerar un mercado de dos concesionarios.

Para mantener consistencia con la idea de un mercado competitivo, eficiente y con precios basados en los costos para la interconexión, los modelos serán de un concesionario en un mercado completamente competitivo, en el cual cuando existen  $n$  concesionarios, cada uno tendrá una cuota de mercado de  $1/n$  en el largo plazo, es decir,  $1/n$  de todo el mercado mayorista y minorista en México.

Un último aspecto en lo que respecta al tamaño eficiente es el tiempo que tomará al concesionario modelado llegar a este estado estable. La velocidad con la que esto se logrará estará determinada (por separado) por la velocidad del despliegue de red y el aumento de tráfico sobre la tecnología moderna dentro del mercado fijo relevante.

De lo antes expuesto se considera que en el largo plazo, la cuota de mercado del concesionario fijo será de 50% (cincuenta por ciento).

Asimismo, el crecimiento de la cuota de mercado está relacionado con el despliegue de la red y el aumento del tráfico utilizando la tecnología moderna.

La cuota de mercado del concesionario modelado incluye los usuarios de proveedores de servicios alternativos (p.ej. ISPs) u operadores virtuales, ya que los volúmenes asociados a estos servicios contribuyen a las economías de escala logradas por el concesionario modelado.

---

<sup>20</sup> 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 ésta.

<sup>21</sup> A finales de 2008 esta cuota de mercado era del 79.6% en las diez principales ciudades del país donde se esperaba que la competencia fuera mayor.

## 2. Aspectos relacionados con la tecnología.

### 2.1. Arquitectura moderna de red.

El Modelo CITLP fijo exigirá un diseño de arquitectura de red basado en una elección específica de tecnología moderna eficiente. Desde la perspectiva de regulación de la terminación, en este modelo deben reflejarse tecnologías modernas equivalentes; esto es, tecnologías disponibles y probadas con el costo más bajo previsto a lo largo de su vida útil, se consideran las opciones de arquitectura de red por separado para el modelo de costos.

### 2.2. Red de telecomunicaciones fija.

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.

### 2.3. Red de acceso.

La capa de acceso conecta a los usuarios 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 6 y son las siguientes:

- Una arquitectura tradicional de cobre, con cables de cobre desplegados hasta los nodos (*street cabinets*), y con retorno 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 nodos (*street cabinets*) y un número menor de centrales (sitios troncales

metropolitanos), con la electrónica de control de VDSL instalada en el nodo.

- o Fibra hasta el hogar (FTTH) GPON, que despliega la fibra desde la central en una estructura de árbol utilizando una jerarquía de divisores (splitters).
- o FTTH punto a punto (PTP), que despliega la fibra desde la central al hogar del usuario.

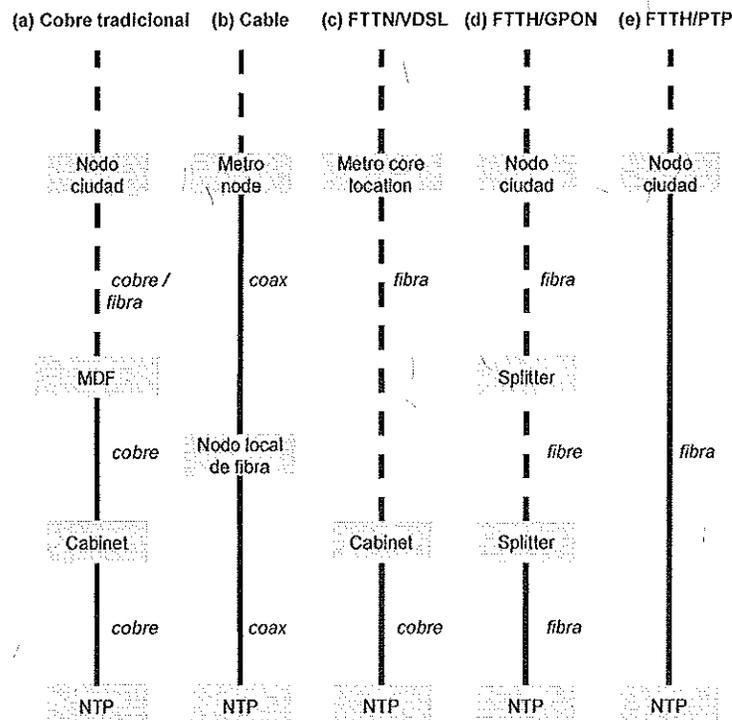


Figura 6: Arquitecturas de la red de acceso (Fuente: Analysys Mason, 2012)

Como se ha señalado anteriormente, al incluirse únicamente los costos que varían con el tráfico, y no incluirse cualquier costo que sea recuperado a través de un cargo al usuario final, el Modelo CILP Fijo no considera la red de acceso al no formar parte del servicio de terminación y originación, pero su definición influenciará el diseño de la red troncal y de transmisión.

## 2.4. Red troncal (core).

Al igual que en la red de acceso, existen arquitecturas tradicionales y de nueva generación. Una red de próxima generación (en lo sucesivo, "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 (Public Switched Telephone Network), 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:

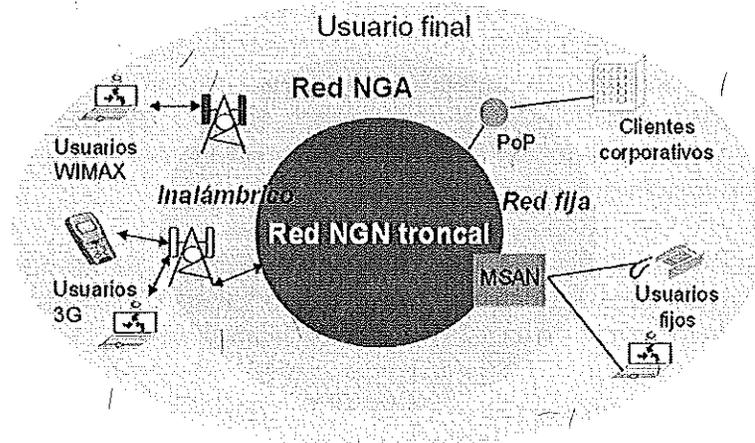
- Una red troncal de multiplexación por división de tiempo (TDM), donde las plataformas de voz y datos son transportadas y conmutadas por separado, pero se transmiten en la misma red de transmisión.
- Pasarelas (gateways) de acceso NGN (AGWs), que pueden ser colocados en los concentradores PSTN o conmutadores 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 (Asynchronous Transfer Mode) y 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.

H

La figura 7 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 7: 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 concesionarios 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 Unión Internacional de Telecomunicaciones ha sugerido el esquema que se muestra en la figura 8.

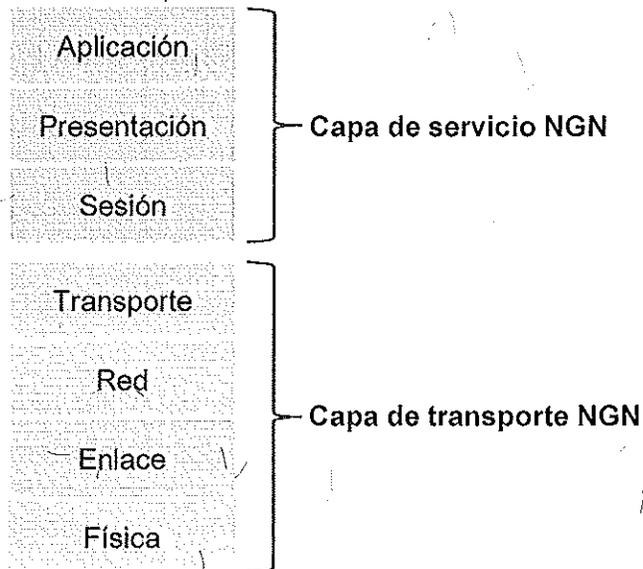


Figura 8: Mapeado entre las capas de servicio y transporte de una red NGN y el modelo de referencia OSI (Fuente: ITU, NGNuk)

## 2.5. Red troncal NGN.

En las redes telefónicas con tecnología TDM (denominadas PSTN), se asigna un circuito físico dedicado a cada llamada de voz y reserva una cantidad asociada de ancho de banda dedicado (un canal de voz 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.

En el caso de las redes NGN, éstas se basan en tecnologías de conmutación de paquetes, en términos generales 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 con lo que se asegura 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.<sup>22</sup>

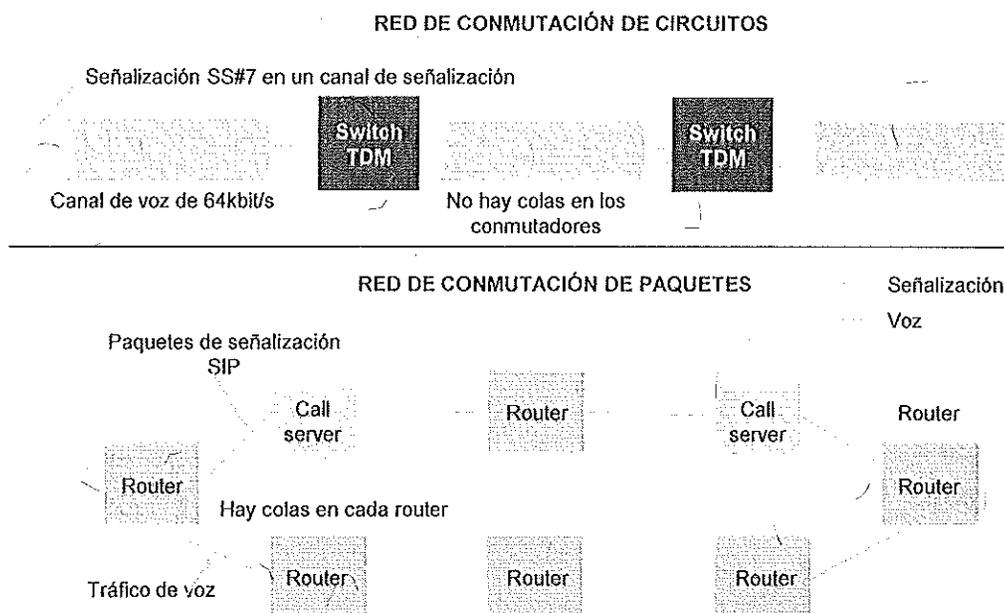


Figura 9: Comparación entre redes de conmutación de circuitos y de conmutación de paquetes  
(Fuente: Analysys Mason, 2012)

Las figuras 9 y 10 comparan la arquitectura de una red TDM y una red NGN y se pueden observar los dos conceptos que rigen una red NGN:

<sup>22</sup> 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 calidad de servicio (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 separación entre los planos de control y de usuario. En efecto, tal y como se puede ver en la figura 9, en una red TDM las centrales realizan la función de 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 10, es factible que las centrales locales y de tránsito en una red TDM se reemplazan por call servers en una estructura de una sola capa. Típicamente, en una red PSTN de 100 centrales locales y 10 centrales de tránsito, éstas podrían ser remplazadas 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 TDM como NGN) sobre fibra (utilizando tecnologías WDM) dependiendo de la relación costo/beneficio y de la escala de la red.

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

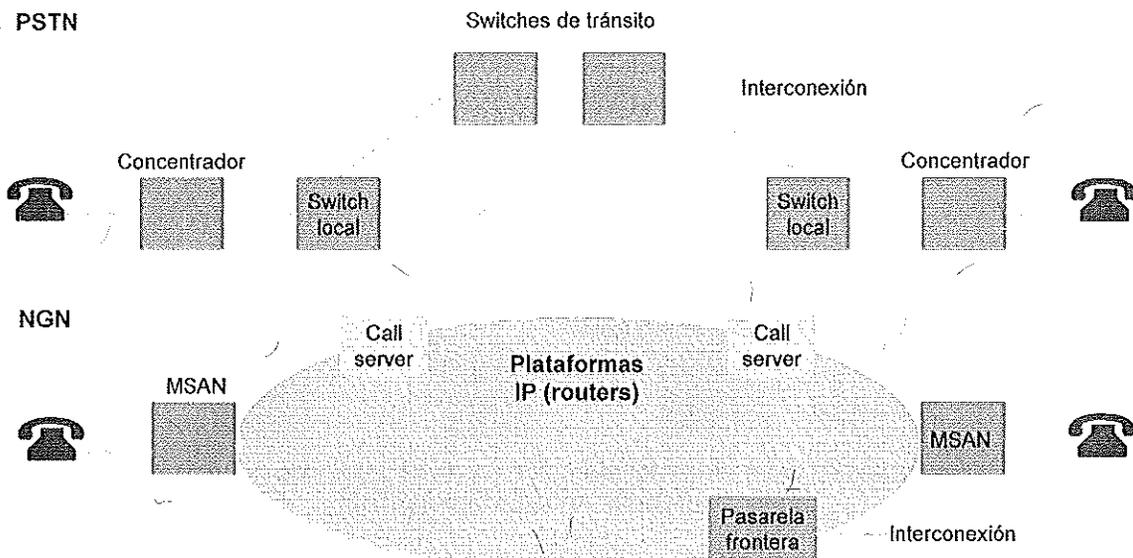


Figura 10: Comparación de la red PSTN tradicional y los servicios de voz sobre una NGN (Fuente: Analysys Mason, 2012)

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.

## 2.6. Situación en México.

Telmex en 2003<sup>23</sup> 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. 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 All-IP. Es cierto que la mayor parte de estos operadores todavía mantienen en paralelo una red de transmisión histórica (legada) 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 multisevicio 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 costos 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 (Bandwidth Allocation Protocol) como opción más apropiada.

De todo lo antes expuesto, se considera que en el modelo la red troncal del concesionario representativo se basará en una arquitectura NGN-IP BAP. Los servicios de voz están habilitados por aplicaciones que utilizarán subsistemas multimedia IP (IMS). Los trunk media gateways (TGWs) pueden desplegarse en conmutadores locales legados y en puntos de interconexión TDM, de ser necesario.

## 2.7. Red de transmisión

<sup>23</sup> Reportes anuales de Telmex presentados a la Bolsa Mexicana de Valores.

La transmisión en una red fija puede realizarse 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 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.

Adicionalmente, se ha considerado el despliegue de enlaces de microondas para conectar las radiobases de la red de acceso en las zonas rurales del país.

Por tanto, se modelará un concesionario representativo con una red de transmisión SDH de próxima generación sobre DWDM debido a los volúmenes de tráfico considerados en el periodo regulatorio, además de considerar las características de los operadores en México. El operador dispondrá además de una red de microondas en las zonas rurales de México, dependiendo de los costos en función del volumen de tráfico transportado en la red del concesionario representativo.

## 2.8. Demarcación de las capas de red.

En los modelos de costos fijos, se recuperan históricamente los costos relacionados con la red de acceso a través de las cuotas de suscripción<sup>24</sup>. En el presente caso, 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 utilizan una estructura en árbol de forma lógica, ya que no sería factible tener rutas dedicadas para todas las combinaciones posibles entre

---

<sup>24</sup> 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."

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 pública 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.

Por lo anterior, se considera que el punto de demarcación entre la red de acceso y las otras capas de la red del concesionario representativo 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 en la red.

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 11.

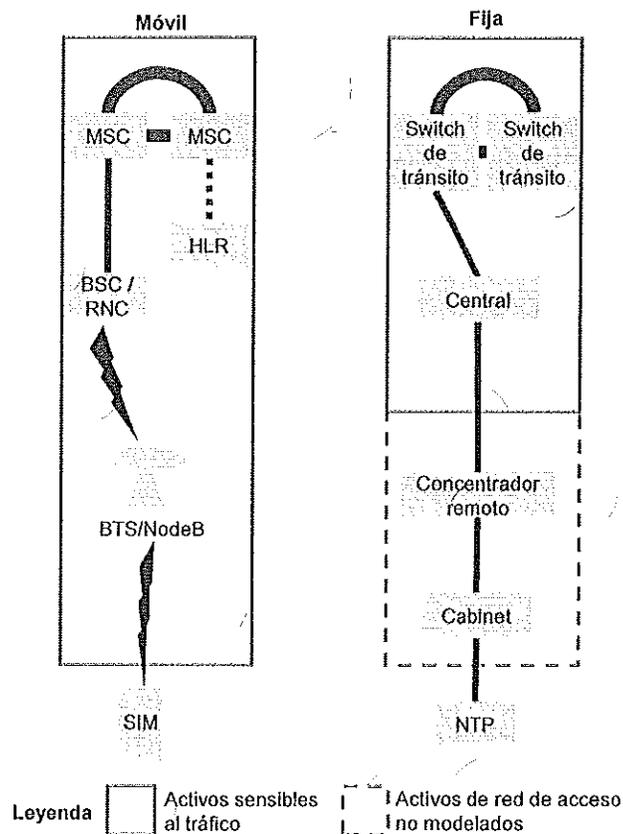


Figura 11: Visión general de las jerarquías de red fijas y móviles (Fuente: Analys Mason, 2012)

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

- Para un usuario de telefonía fija, este punto se encuentra en la tarjeta (line card) del repartidor (distribution frame) o del MSPP si proviene de una línea inalámbrica.

## 2.9. Nodos de la red.

De conformidad con los Lineamientos, en la elaboración de los modelos de costos se deberá emplear el enfoque de modelos ascendentes o ingenieriles (Bottom-Up).

Asimismo, en cuanto al diseño y configuración de la red, señala la utilización de un enfoque Scorched-Earth que utiliza información sobre las características geográficas y demográficas del país para considerar los factores que son externos a los operadores y que representan limitaciones o restricciones para el diseño de las redes; y que los resultados se calibrarán con información del número de elementos de red que conforman las redes actuales.

En este sentido, las redes fijas 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 tomara 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:

<i>Red real</i>	Este enfoque implementa el despliegue exacto de un concesionario real sin necesidad de ningún ajuste en el número, ubicación o funcionamiento de los nodos en la red del concesionario.
<i>Enfoque scorched-node</i>	Este enfoque supone que la localización de los nodos de la red ya está determinada, y que el concesionario 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

reemplazo 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).

*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.

De acuerdo con los Lineamientos se considera el enfoque *scorched-earth* calibrado con los datos de la red de los concesionarios actuales.

En este sentido, a partir de un despliegue *scorched-earth* en conjunción con información asociada a un operador existente considerada a través del calibrado de la red resultará en una red más eficiente que la de los concesionarios 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 concesionario fijo es el siguiente:

- La red troncal del concesionario 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.

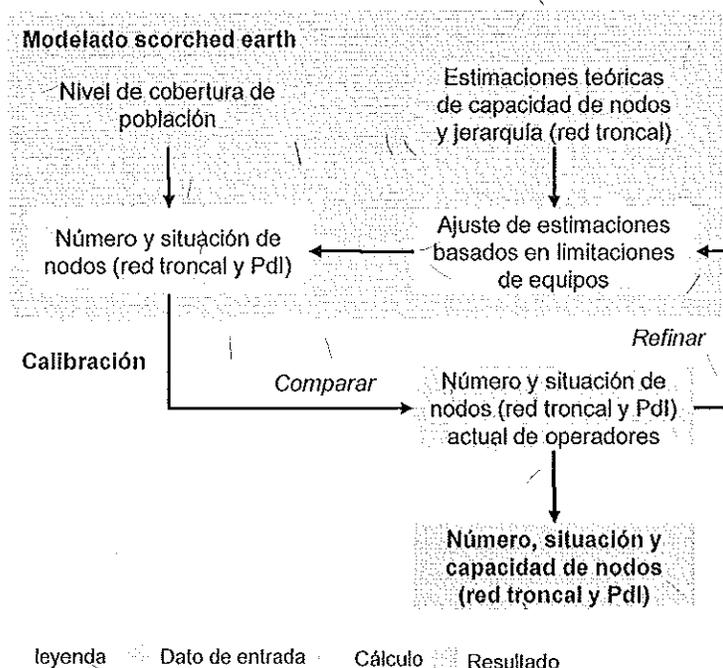


Figura 12: Esquema de modelado scorched-earth calibrado para el operador fijo (Fuente: Analysys Mason, 2012)

H En este enfoque el número total de nodos no variaría, pero permite revisar su función o capacidad, lo que implica que el número de nodos por subtipo puede cambiar.

En virtud de lo anterior y como se establece en los Lineamientos, la red fija se modelará siguiendo un enfoque *scorched earth*, el cual se calibrará con los datos de red proporcionados por los concesionarios.

### 3. Aspectos relacionados con los servicios.

Un aspecto fundamental de los modelos es calcular el costo de los servicios en el mercado de terminación de llamadas en redes telefónicas públicas individuales facilitada en una ubicación fija. Sin embargo, las redes fijas suelen transportar una amplia gama de servicios. La medida en la que el concesionario representativo 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. En este sentido, se procederán a analizar los aspectos conceptuales relacionados con los servicios que se examinarán en los modelos conforme a lo siguiente: Servicios a modelar, Volúmenes de tráfico, Costos mayoristas y minoristas.

### 3.1. 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 que no son de voz (y el desarrollo de un modelo de costos de voz independiente) puede ser también un proceso complejo.<sup>25</sup>

Algunos de los servicios que no son de voz son servicios de probada eficacia (principalmente servicios como los SMS en redes fijas, o el acceso a Internet de banda ancha fija). Sin embargo, otros servicios que no son 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 servicios que no son 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.

Por lo anterior, se considera que el concesionario representativo modelado debe proporcionar todos los servicios comunes que no son de voz (existentes y en el futuro) disponibles en México (acceso de banda ancha, SMS fijos, enlaces dedicados), así como los servicios de voz (originación y terminación de voz, VoIP,

<sup>25</sup> Por ejemplo, los costos actuales top-down que representan operaciones de voz y datos necesitan ser divididos en costos independientes de voz relevantes y costos adicionales de datos. Las redes únicamente de voz no existen en la realidad, lo que implica que la red modelada no puede ser comparada con ningún operador del mundo real.

tránsito e interconexión). El concesionario representativo tendrá un perfil de tráfico por servicio igual al promedio del mercado basado en las estadísticas de tráfico con que cuenta el Instituto.

### 3.2. Servicios que se ofrecen a través de redes filias.

En la tabla 24 se observan los servicios considerados en el desarrollo del Modelo CITLP Fijo. Estos servicios contribuyen al despliegue de la red troncal.

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.
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 suscriptores del operador fijo modelado.
SMS salientes	SMS de un suscriptor del operador fijo modelado a otro operador.

Servicio	Descripción del servicio
SMS entrantes	SMS recibido de otro operador y terminado en la red de un suscriptor del operador fijo modelado.

Tabla 24: 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

Cabe acotar, que estos servicios se han incluido con la finalidad de poder estimar precisamente los costos totales y su distribución entre los servicios que utilizan la red, y no necesariamente con fines de regulación de todos los precios de los servicios

En el Modelo CITLP Fijo se considera que el tráfico generado por las líneas ISDN (Integrated Service for Digital Network) se incluirá en los servicios fijos de voz, es decir, no hay servicios específicos de voz ISDN.

Los servicios relacionados con el acceso a Internet que se incluirán en el modelo se presentan en la tabla 25. Se han incluido estos servicios para capturar los requerimientos de backhaul de retorno de la central local a la red troncal.

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 (contenido)	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.

Tabla 25: Servicios de acceso a Internet (Fuente: Analysys Mason)

Existen además otros servicios de telefonía fija que se incluirán también en el modelo, como son el servicio de enlaces dedicados que son demandados por usuarios finales o por otros operadores.

### 3.3. Volúmenes de tráfico.

Es necesario definir el volumen y el perfil<sup>26</sup> del tráfico cursado en la red del concesionario representativo modelado. Dado que la definición del concesionario representativo incorpora la definición de una cuota de mercado, se propone definir el volumen de tráfico y su perfil para un usuario promedio. Este perfil de

<sup>26</sup> Por 'perfil' se refieren a las proporciones de llamadas desde/a varios destinos fijos y móviles, por hora del día y usos de otros servicios.

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 usuarios del concesionario representativo modelado es el principal inductor de los costos asociados con la red troncal, y la medida que permitirá explotar las economías de escala.

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

Es importante señalar que se ha considerado un pronóstico para el mercado fijo en México basado en datos históricos (población, penetración fija, y tráfico) conforme a la información que entregan los concesionarios, junto con otras fuentes. A partir de esta información se ha calculado el tráfico promedio por usuario, a lo que se ha aplicado una tasa de crecimiento deducida de la evolución histórica y las previsiones publicadas por diferentes analistas, como Analysys Mason Research, la Unión Internacional de Telecomunicaciones, EIU (Economist Intelligence Unit) o Euromonitor. Se asumió que el mercado de las telecomunicaciones se estabiliza a partir del año 2021 para todas las variables, incluyendo la cuota de mercado, el consumo de servicios de voz y datos, etc. En consecuencia, la previsión del perfil de tráfico del concesionario representativo modelado se basará en el perfil de la media del mercado.

#### 4. Aspectos relacionados con la implementación de los modelos.

##### 4.1. 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.

De conformidad con los Lineamientos se utilizará la depreciación económica en los modelos. La tabla 26 muestra que solamente este método considera todos los factores relevantes potenciales de depreciación.

	HCA	CCA	Anualidad	Económica
Costo del activo equivalente moderno (MEA) hoy		✓	✓	✓
Pronóstico de costo del MEA			✓	✓
Producción de la red a través del tiempo			<sup>27</sup>	✓
Vida financiera de los activos	✓	✓	✓	✓ <sup>28</sup>
Vida económica de los activos			✓	✓

Tabla 26: Factores considerados por los métodos de depreciación (Fuente: Analysys Mason)

La producción de la red a través del tiempo es un factor clave en la elección del método de depreciación.

En las redes fijas, 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 debido a: (i) los volúmenes de tráfico de voz han decrecido e Internet conmutado prácticamente ya no existe y (ii) los volúmenes de banda ancha y otros servicios de datos han aumentado considerablemente.

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 operador eficiente que podría ofrecer servicios en base a los costos actuales de producción utilizando la mejor tecnología disponible.

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

<sup>27</sup> 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.

<sup>28</sup> 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)

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 (VP) 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.

Por tanto, de conformidad con los Lineamientos y las mejores prácticas internacionales, se utilizará la depreciación económica en el modelo fijo.

#### 4.2. Serie de tiempo.

En los Modelos de Costos es necesario que el concesionario pueda recuperar sus costos de proveer los servicios en el tiempo de operación de la empresa, 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.

En este sentido, se puede elaborar un modelo con un horizonte de tiempo corto en el cual se calcularan la operación de la red conforme a la demanda de los servicios, pero al final de ese horizonte se debe determinar el valor presente del flujo de efectivo que se obtiene por parte del concesionario derivado de que sigue operando en el mercado, es decir, un modelo que determine los costos en un periodo de 5 años debe de considerar un mecanismo para incorporar los flujos que tendría la empresa en el futuro derivado de que la empresa continuará operando. Por otra parte, 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 depreciación con un esfuerzo mínimo.

Tomando en consideración un horizonte de tiempo largo dentro del Modelo de Costos Fijo, la serie de tiempo debería ser igual a la vida del concesionario,

permitiendo la recuperación total de los costos en la vida del negocio, debido a esto, se propone utilizar una serie de tiempo que sea por lo menos tan larga como la vida del activo más longevo.

Con el fin de minimizar el impacto del valor final de la empresa en los resultados del modelo, se utiliza un horizonte de tiempo largo en las operación del concesionario modelado en la prestación de servicios de telecomunicaciones, por ello se asume una serie de tiempo de 50 años. Ello es consistente con las vidas útiles de algunos activos o infraestructura de las redes fijas como los túneles y ductos.

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, con el fin de dar certeza sobre las tecnologías modeladas.

#### 4.3. Costo de capital promedio ponderado (CCPP).

El concesionario representativo que ofrece el servicio de interconexión incurre en un costo de financiamiento para proveer el servicio. Generalmente, las fuentes de financiamiento provienen de la emisión de acciones y de deuda. Una de las metodologías ampliamente reconocidas para calcular el costo de financiamiento y establecida en los Lineamientos es el Costo de Capital Promedio Ponderado (CCPP), conocido como WACC por sus siglas en inglés, el cual se refiere al promedio del costo de la deuda y del costo del capital accionario, ponderados por su respectiva participación en la estructura de capital

El modelo debe incluir un retorno razonable sobre los activos, determinado a través del costo 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 accionario (*equity*) del operador

En virtud de 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<sup>29</sup> antes de impuestos de la siguiente manera:

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

Donde:

$\pi$  es la tasa de inflación medida por el índice Nacional de Precios al consumidor.

A continuación se tratan los supuestos que soportan cada uno de los parámetros en el cálculo del CCPP.

#### 4.4. Costo del capital accionario (equity).

El costo del capital accionario (*equity*) se puede calcular utilizando varias metodologías, no obstante, la más común, y la establecida en los Lineamientos, es el método conocido como valuación de activos financieros (CAPM) debido a su relativa sencillez.

Por tanto, en términos de los Lineamientos se utilizará el CAPM para calcular el costo del capital accionario (*equity*) para un concesionario 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 del instrumento financiero libre de riesgo

$R_e$  es la prima del riesgo del capital

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

El cálculo de cada uno de estos parámetros se trata a continuación.

#### 4.5. 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 Gobierno a largo plazo. Sin embargo, tal como lo señala el International

<sup>29</sup> La experiencia ha demostrado que es más transparente para construir modelos ascendentes de costos. Cualquier método utilizado necesitará un factor de inflación ya sea en la tendencia de los precios o en el CCPP.

Regulators Group (IRG),<sup>30</sup> al elegir dicha tasa se deben definir 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).

En este sentido, se reconoce que los concesionarios mexicanos (tanto móviles como fijos) se financian mayoritariamente en el mercado de deuda y en la moneda de los Estados Unidos de América. Por tanto, se considera la tasa de los bonos gubernamentales de los Estados Unidos a 30 años, a la cual se le agrega una prima por riesgo-país correspondiente a realizar inversiones en México como base para el cálculo de la tasa libre de riesgo. Para ambas variables, tasa de los bonos y prima de riesgo, se considera como horizonte temporal los últimos cinco años a la fecha de utilización del modelo. Asimismo se utilizará la información y los cálculos recopilados y realizados por el Profesor Aswath Damodaran de la Universidad de Nueva York<sup>31</sup> en relación al rendimiento de los bonos de Estado de los Estados Unidos de América a 30 años, así como de la prima de riesgo en México.

En consecuencia, se utilizará la tasa de retorno libre de riesgo ( $R_f$ ) de los bonos gubernamentales de los Estados Unidos de América de 30 años más una prima de riesgo país asociada a México.

#### 4.6. Prima del riesgo del capital, $R_e$

La prima de riesgo del capital se refiere al premio sobre la tasa de retorno libre de riesgo que los inversores demandan por invertir en un portafolio de acciones (*equity*). Esto es, debido a que invertir en acciones conlleva un mayor riesgo que invertir en bonos del estado, los inversionistas requieren una prima mayor al invertir en acciones. Normalmente, las empresas que cotizan en el mercado nacional de valores son utilizadas como muestra sobre la que se calcula la diferencia entre el rendimiento de la cartera de mercado y la tasa libre de riesgo.

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, se utilizarán 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.

En este sentido, se ha aplicado la prima de riesgo de un mercado maduro que, según Aswath Damodaran, corresponde a un 5.2%.

<sup>30</sup> International Regulators Group. Regulatory accounting: Principles of Implementation and Best Practice for WACC calculation, febrero de 2007.

<sup>31</sup> <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>

#### 4.7. Beta para los operadores de telecomunicaciones, $\beta$

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 refiere a la posibilidad de que ocurran eventos que afectan a toda la economía, por lo que no puede evitarse o disminuirse a través de la diversificación de portafolios. La sensibilidad o correlación de un activo y el riesgo sistemático se representa como Beta ( $\beta$ ), la cual también se interpreta como la correlación entre el retorno de una acción específica y el retorno de un portafolio 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 por invertir en una acción particular. La magnitud de esta prima variará en forma inversa a la covarianza entre la acción específica y las fluctuaciones totales del mercado.

Es posible estimar la  $\beta$  mediante una comparación de las fluctuaciones en el precio de las acciones de una empresa con un grupo amplio de empresas durante un período 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  $\beta$  requiere grandes cantidades de datos históricos. Se trata, por lo tanto, de un área en el cual las estimaciones de dicho parámetro dependerán de la cantidad de información disponible, del horizonte de tiempo considerado para su análisis, del mercado de valores contra el cual se estime el valor de la beta, entre otros factores que considere quien realiza la estimación. 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  $\beta$ .

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

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

El IRG recomienda estimar la  $\beta$  de una empresa ya sea mediante: información histórica de la relación entre los retornos de la empresa y los del mercado; benchmarking de las  $\beta$  de empresas comparables o mediante la definición de una  $\beta$  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.

Los principales operadores del mercado mexicano y latinoamericano, América Móvil y Telefónica de España presentan resultados consolidados lo cual dificulta la utilización de sus parámetros, como  $\beta$ , en forma específica para el mercado mexicano. Debido a esto, aunque se utilizan los datos de estas empresas, el benchmark utilizado tendrá que ser más amplio.

Por tanto, se utiliza una comparativa de compañías de telecomunicaciones, prestando especial atención a mercados similares al mexicano, para identificar las  $\beta$  específicas del mercado fijo.

#### 4.8. Método propuesto para derivar las $\beta_{asset}$ del concesionario fijo.

Debido a que cada día hay menos operadores que ofrecen exclusivamente el servicio fijo o el servicio móvil (*pure-play*), se recomienda derivar los valores de  $\beta_{asset}$  para los concesionarios fijos y móviles mediante una aproximación. Primeramente se agrupan 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, con base en ello se clasifican en:

- 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  $\beta_{asset}$  para el operador móvil con el promedio del primer grupo y para el operador fijo con el promedio del tercero.

En consecuencia, se calcula la  $\beta_{asset}$  para los grupos predominantemente fijos y predominantemente móviles en base a una comparativa de operadores que estén presentes en Latinoamérica.

#### 4.9. Razón 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:

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

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.

La teoría financiera parte del supuesto de que existe una estructura financiera óptima que minimiza el costo del capital al cual se le conoce como apalancamiento objetivo. En la práctica, este apalancamiento óptimo es difícil de determinar y variará en función del tipo de compañía.

El IRG especifica tres enfoques posibles:

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

#### 4.10. Enfoque propuesto para definir el apalancamiento del operador fijo.

Para el Modelo de Costos se utilizará 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  $\beta_{asset}$  para derivar el nivel de apalancamiento de cada operador.

Se ha utilizado el valor en libros de la deuda tomado de Aswath Damodaran en vez de la deuda reportada en los informes anuales de los operadores. Los cálculos efectuados por Aswath Damodaran son considerados como un estándar por la mayoría de los actores del mercado y se observa que el valor en libros de la deuda suele ser más estable que el valor de mercado.

De forma similar al método seguido para determinar la  $\beta_{asset}$ , se evalúa el nivel apropiado de apalancamiento utilizando la misma comparativa de operadores en Latinoamérica, tomando el valor en libros de la deuda de Aswath Damodaran.

#### 4.11. 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.

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 procedimiento señalado es consistente con los tres posibles métodos para determinar el costo de la deuda mencionados por el IRG:

- 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.

En el caso que nos ocupa, se utiliza el Impuesto sobre la Renta (ISR) vigente en México como la tasa adecuada de impuestos corporativos (T), para estimar el CCPP en un año determinado. Para el año 2012, se utiliza un nivel de ISR del 30%. El análisis de los parámetros que intervienen para la estimación del CCPP se basa en la información publicada por Aswath Damodaran en abril de 2012.

Se utiliza un costo de la deuda para el concesionario fijo que corresponde con la tasa de retorno libre de riesgo de México, más una prima de deuda por el mayor riesgo que tiene un operador en comparación con el país. Para definir la prima se ha utilizado una comparativa internacional.

Se aplicará la misma metodología para determinar el costo de la deuda del concesionario fijo en línea con el observado en los concesionarios móviles.

#### 4.12. Cálculo del CCPP.

	Fjo
Tasa libre de riesgo	6.63%
Beta desapalancada	0.38
Prima de mercado	5.20%
Ce	14.68%
Cd	7.88%

Apalancamiento	45.94%
Tasa de Inflación	3.39%
Tasa de Impuestos	30.00%
CCPP nominal antes impuestos	11.56%
CCPP real antes impuestos	7.90%

#### 4.13. 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  $\beta_{equity}$ , que especifica 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  $\beta_{equity}$  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.

#### 5. Aplicación del margen para la recuperación de costos comunes.

Los costos comunes son aquellos en que se incurren por actividades o recursos que no pueden ser asignados a los Servicios de Interconexión de una manera directa. Estos costos son generados por todos los servicios que presta la empresa.

Los mencionados costos pueden identificarse como:

- 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).
- 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. La red de acceso – puede ser considerada como un prerequisite 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).

En el contexto de una empresa multi-servicios, el Costo Autónomo (Stand-alone Cost, en lo sucesivo "SAC" por sus siglas en inglés) se refiere al costo total de proporcionar un determinado producto o servicio en un proceso de producción independiente, en lugar de uno a través del cual se produce en conjunto con otros servicios. La aplicación de esta metodología de costos es equivalente a suponer que la empresa presta un único servicio, que es el servicio de interconexión, lo que implicaría asignar todos los costos de la empresa a este servicio. La metodología de Costo Autónomo del servicio por tanto no reconoce la contribución que pudieran tener otros servicios a la recuperación de los costos de la compañía. Si todos los costos comunes están en un mismo servicio, al CILP del servicio se le agrega un margen adicional hasta llegar al SAC de proveer este servicio.

Por tanto, el SAC representa el máximo costo con margen adicional para cualquier servicio – y en esa situación el margen adicional para los otros servicios sería cero. En una situación donde los costos comunes son compartidos entre varios servicios, se requiere un mecanismo de márgenes adicionales para producir los CILP+ relevantes (CILP+). Esto se muestra en la figura 13.

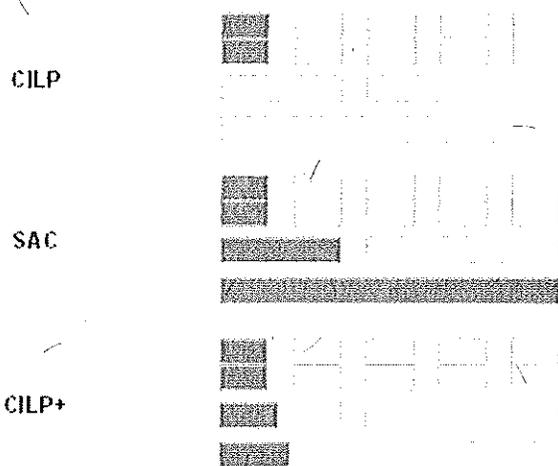


Figura 13: CILP, SAC y CILP+ (Fuente: Analysys Mason)

En términos de los Lineamientos, se empleará el método de Márgenes Equiproporcionales (en lo sucesivo "EPMU", por sus siglas en inglés) cuando se requiera distribuir los costos comunes.

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 será utilizado en el Modelo de Costos Fijo.

## 6. Estructura del modelo fijo.

En la figura 14 se muestra la estructura del Modelo CITLP Fijo para la red del concesionario representativo fijo.

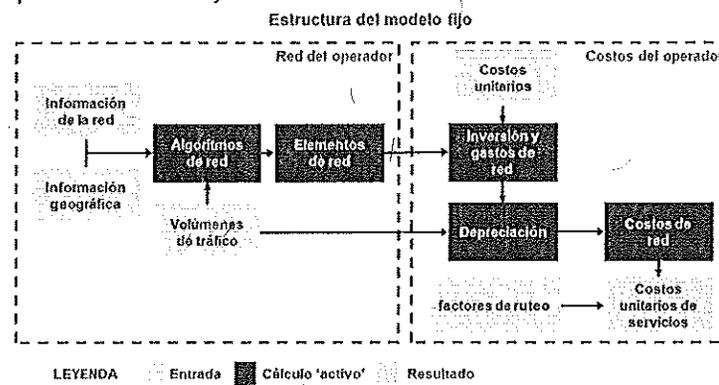


Figura 14: Estructura del modelo fijo (Fuente: Analysys Mason)

Conceptualmente, el modelo está compuesto por tres capas principales:

- La **capa de agregación** concentra el tráfico originado por los suscriptores a través de *switches* de agregación y lo dirige al *router* regional donde se decide cómo tratar el tráfico.
- La **capa de distribución** es el primer nivel de inteligencia de la red y redirige el tráfico - a través de la red *core* si es necesario - hasta hacerlo llegar a su destino.
- La **capa core** corresponde a la malla de *routers* que enlazan los distintos ASs de México y gestionan y distribuyen el tráfico nacional.

Asimismo, el Modelo de Costos Fijo toma en consideración a un concesionario hipotético representativo con cobertura nacional, por lo cual se consideró que el operador en cuestión da servicio de telecomunicaciones en 23 205 localidades, congruente con el área cubierta con el concesionario fijo con mayor despliegue de red.

En este tenor, para que se pueda dar los servicios de telecomunicaciones el modelo considera una red de tres niveles formada de nodos urbanos (Tier 1 y 2) y rurales (Tier 3).

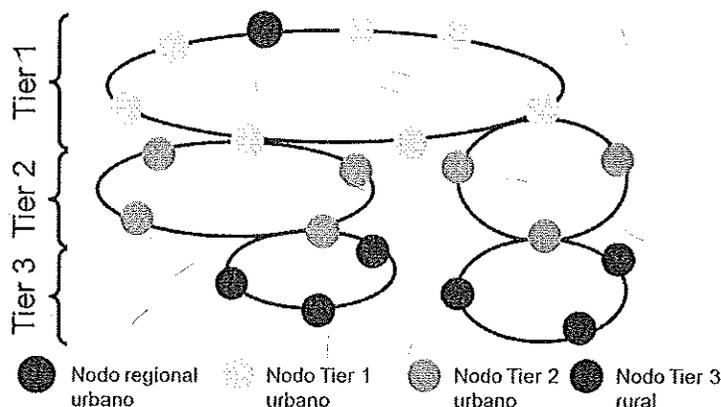


Figura 15. Diseño implementado en el modelo fijo.

Este diseño presupone al menos un nodo por localidad cubierta. Todos los nodos Tier 1 y Tier 2 son urbanos y los nodos Tier 3 son rurales, lo que permite una fácil identificación de los activos urbanos y rurales.

Este diseño es robusto, es decir, resistente a fallos críticos en nodos de la red al permitir que se pueda seguir prestando los servicios a la mayor cantidad de usuarios si en algún momento ocurriera una falla en algún nodo. El número de nodos depende de un nodo de nivel superior relativamente pequeño en los diferentes niveles de red, disminuyendo el número de nodos situado bajo un único punto de fallo. Para tales efectos, se definen como nodos urbanos aquellos con poblaciones superiores a 2500 personas y rurales los demás nodos.

	Ratios <sup>(1)</sup>	Redundancia <sup>(2)</sup>
Regional a Core	9.8	Conexión a 2 nodos
Tier 1 a Regional	5.1	Conexión a 2 nodos
Tier 2 a Tier 1	4.0	Conexión a 1 nodo
Tier 3 a Tier 2	4.9	Conexión a 1 nodo

Robustez de la red.

(1) Número de nodos de un nivel inferior conectados a un nodo de nivel superior.

(2) Número de nodos de nivel superior al que está conectado un nodo de nivel inferior.

Se ha asignado el nivel de red a cada nodo según el tamaño de la localidad y distribución de los nodos en las ASL, como se indica a continuación.

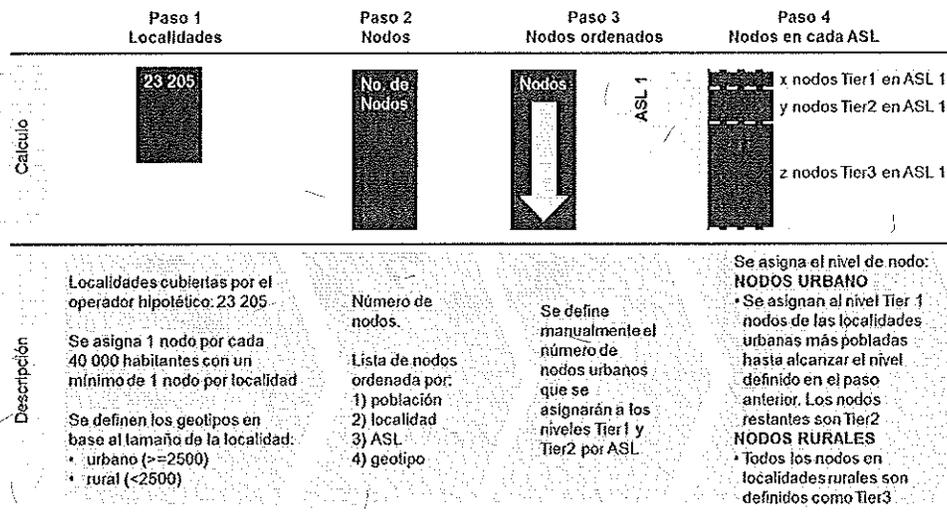


Figura 16. Calculo de nodos.

Se cubren las localidades rurales con una última milla basada en tecnología alámbrica, para ello se asocian las localidades rurales a su nodo Tier 2 más cercano dentro de la misma ASL y se estima los kilómetros necesarios de fibra óptica. El modelo en casos eventuales considera enlaces de microondas para localidades con baja demanda de capacidad de transmisión. Asimismo, se despliega al menos un punto de presencia con MSAN en las localidades Tier 3.

El diseño de red se estructura alrededor de los cuatro tipos de nodos principales:

- **Nodos Tier 3 (19,600 nodos):** nodos de acceso rurales con conectividad de fibra y/o microondas.
  - **Nodos Tier 1 y Tier 2 (5,020 nodos):** nodos de acceso urbanos conectados por fibra a los que se conectan los MSANs.
  - **Nodos regionales (197 nodos):** cubren un ASL y concentran el tráfico de los nodos Tier 1, Tier 2 y Tier 3 asociados.
  - **Nodos core (11 nodos):** conforman los puntos de la capa core de la red con inteligencia para redirigir el tráfico.
  - **Nodos nacionales (9 nodos):** nodos core con responsabilidades adicionales, como hospedar plataformas de red adicionales.
- El punto de demarcación entre la red de acceso y la red troncal se encuentra en el primer punto donde ocurre una concentración de tráfico de manera que los recursos se asignan en función de la carga de tráfico.
  - Los costos situados a partir del punto de demarcación hacia la red core se incluyen en el Modelo de Costos Fijo.

- La definición del punto de demarcación es importante para evitar recuperar costos ya incluidos en otros conceptos. En este sentido, parte del costo de acceso puede ser recuperado a través de la renta mensual de la línea.
- El punto de demarcación en los nodos con última milla alámbrica se encuentra a nivel del MSAN.

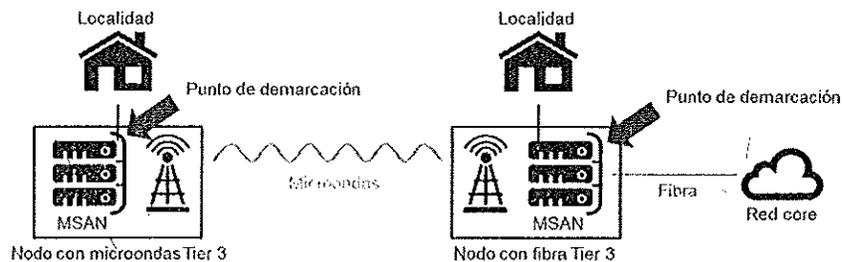


Figura 17. Punto de demarcación.

La red troncal está compuesta de un total de 9 nodos nacionales y 11 nodos core, éstos nodos están conectados de forma redundante por seis anillos de fibra con una longitud total de 13,743 kilómetros sin traslape de rutas. Asimismo, se modelan 197 nodos regionales, los cuales están conectados entre sí con anillos de fibra, con dos nodos core conectado a cada anillo, sumando un total de 22,000 kilómetros.

Cabe señalar que las distancias entre nodos, recorrida por la fibra se ha calculado en base a la red de carreteras de México. En el modelaje de la red de acceso se ha considerado lo siguiente:

- Los nodos Tier 1 y Tier 2 están conectados con anillos de fibra y a su vez a dos nodos regionales.
- Los nodos Tier 3 están conectados por anillos de fibra o por microondas a nodos Tier 1 y Tier 2.
- Se asignaron a cada nodo Tier 1, Tier 2, Tier 3 el nodo de nivel superior más cercano dentro de la mismo ASL en base a la distancia lineal entre puntos.
- Una vez efectuadas las asignaciones, se calcularon las distancias en base a algoritmos de TSP<sup>32</sup>.
- Los algoritmos definen las distancias lineales y no reales, por lo que hubo que aplicar un factor de corrección a dichas distancias.
- Se estimaron los factores de corrección por ASL en base a una muestra de distancias para las que se calcularon las distancias lineales y las distancias por carretera.

<sup>32</sup> Travelling Salesman Problem, o problema del viajante, donde se considera un viajante que busca el camino óptimo para cubrir un número definido de ciudades

Conceptualmente en el modelo de red fija se dividió el país en nueve regiones, similares a las utilizadas en la definición de las concesiones móviles, en virtud de que:

- Los concesionarios móviles serán uno de los clientes principales del concesionario fijo modelado para interconexión.
- Cada una de las regiones tiene un nodo nacional que permite la interconexión y el tránsito.
- Se ha implementado la redundancia de los sistemas y nodos a través de los factores de utilización.

Los anillos se dimensionan en función de un número máximo de nodos por anillo calculado en función de la capacidad de la fibra.

Las regiones fijas se han establecido con una definición muy similar a la efectuada para las regiones celulares, ya que se consideran los estados incluidos en una región celular, ignorando las excepciones a nivel de municipio.

Se calcula la proporción de tráfico por región en base al número de líneas fijas que fueron reportadas por la extinta Comisión: el cálculo se efectúa a nivel de estado.

Los datos cubren las líneas residenciales y corporativas. Se utiliza un tráfico promedio por cada usuario. En la tabla 27 se muestra la proporción y el número de líneas por región.

Región	Líneas	Proporción	Región	Líneas	Proporción
Región 1	698 437	3.5%	Región 6	1 895 869	9.5%
Región 2	905 056	4.5%	Región 7	2 536 509	12.8%
Región 3	886 390	4.5%	Región 8	984 860	5%
Región 4	2 487 360	12.5%	Región 9	6 931 647	34.8%
Región 5	2 565 334	12.9%	-	-	-

Tabla 27: Proporción y número de líneas por región.

La red se dimensiona a partir del tráfico anual del concesionario representativo, teniendo en cuenta los siguientes parámetros, los cuales se basan en estimaciones de Analysys Mason, a menos que se indique otra cosa:

- Proporción de tráfico en hora punta de voz: 9.5% para voz, 9% para datos, 6% para SMS.<sup>33</sup>
- Proporción de tráfico en días laborables: 83% para voz, 80% para SMS.<sup>34</sup>
- Ancho de banda ocupado por voz: 92kbit/s (codec G.711).
- Duración media de las llamadas: 2.5-3.5 minutos según el tipo de llamada<sup>35</sup>.
- Intentos de llamadas por llamada exitosa: 1.43 (basado en comparativas internacionales).
- Se estima el tamaño de un SMS fijo a 79 bytes.<sup>36</sup>
- Se ha calculado un tráfico medio por línea urbana y rural, y se ha estimado el tráfico medio por central en base al número de líneas por nodo.
- Los nodos rurales de la red Tier 3 soportan en promedio un tráfico menor que los nodos urbanos de la red Tier 1 y 2.

El modelo define numerosas hipótesis técnicas adicionales:

- MSAN y mini-MSAN: 512 y 128 suscriptores, respectivamente, con hasta un 70% de utilización de la capacidad máxima.
- *edge router*: 12 ranuras con tarjetas de 20 puertos GE o 2 puertos 10GE con hasta un 40% de utilización de la capacidad máxima.
- *core router*: 18 ranuras con tarjetas de 20 puertos GE o 2 puertos 10GE con hasta un 40% de utilización de la capacidad máxima.
- *edge y core switches*: 6 ranuras con tarjetas de 48 puertos 1GE o 12 puertos 10GE con 40% de utilización de la capacidad máxima.
- Enlaces WDM con hasta 40 longitudes de onda por anillo.
- H - SBC: 8 puertos 1GE por tarjeta y 40% de utilización de la capacidad máxima
- Elementos adicionales: call servers, DNS, BRAS, radius, DNS, TGW, equipo de reloj y sincronización, *network management*, VMS, IN, *wholesale billing*.

El tráfico por servicios a nivel de mercado se distribuye entre los servicios de red, como se observa en la figura 18.

<sup>33</sup> Estimaciones Analysys Mason en base a datos proporcionados por los concesionarios.

<sup>34</sup> Estimaciones Analysys Mason.

<sup>35</sup> Estimaciones Analysys Mason.

<sup>36</sup> Basada en información proporcionada por los concesionarios.

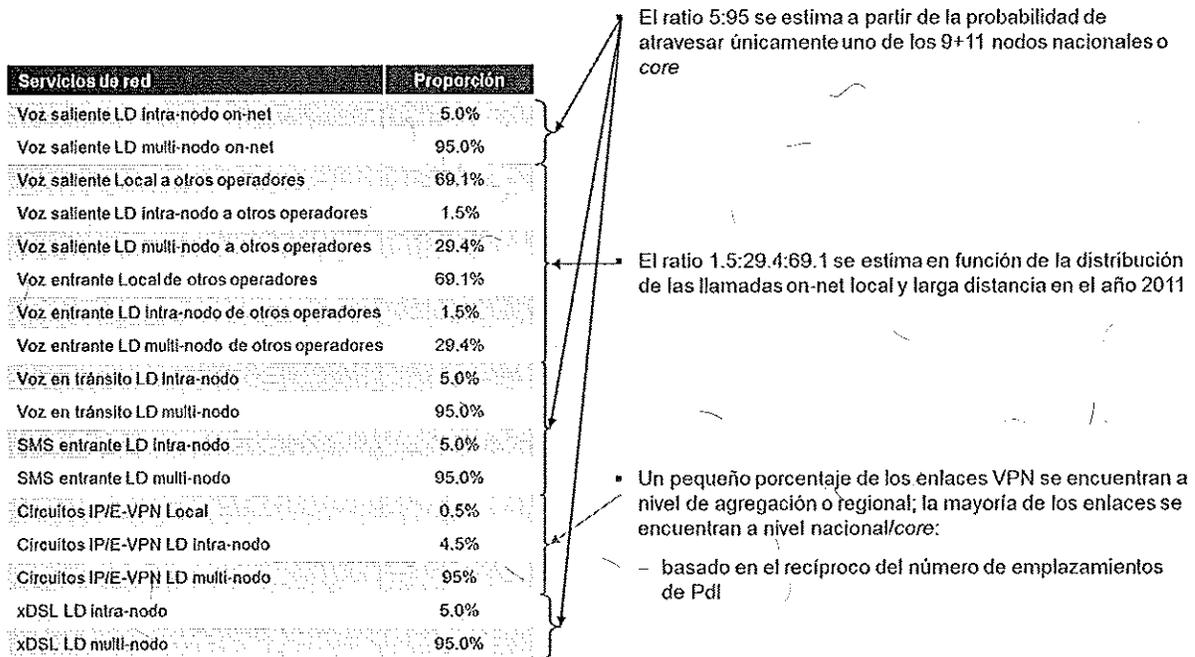


Figura 18: Tráfico por servicios.

Una matriz de enrutamiento convierte el tráfico de red en carga de red teniendo en cuenta la utilización de cada activo por cada tipo de servicio de red. Para el servicio de llamadas, se utilizan los siguientes factores de enrutamiento:

Número del activo / Elemento de red	Medida de uso	Llamadas entrantes Locales de otros operadores	Llamadas entrantes Intranodo de otros operadores	Llamadas entrantes multinodo de otros operadores	Llamadas en tránsito regional	Llamadas en tránsito Intranodo	Llamadas en tránsito multinodo
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 3-MW	Distribución	1	1	1	-	-	-
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 3-F	Distribución	1	1	1	-	-	-
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 2	Distribución	1	1	1	-	-	-
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 1	Distribución	1	1	1	-	-	-
Adquisición, preparación y mantenimiento de	Distribución	1	1	1	-	-	-

Nombre del activo / Elemento de red	Medida de uso	Llamadas entrantes Locales de otros operadores	Llamadas entrantes Intranodo de otros operadores	Llamadas entrantes multinodo de otros operadores	Llamadas en tránsito regional	Llamadas en tránsito intranodo	Llamadas en tránsito multinodo
emplazamientos - Nodos Regionales							
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Core	Distribución	1	1	1	-	-	-
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Nacionales	Distribución	1	1	1	-	-	-
MSAN	Distribución	1	1	1	-	-	-
mini-MSAN	Distribución	1	1	1	-	-	-
MSPP	Distribución	1	1	1	-	-	-
mini-MSPP	Distribución	1	1	1	-	-	-
STM-1	Distribución	1	1	1	-	-	-
STM-4	Distribución	1	1	1	-	-	-
STM-16	Distribución	1	1	1	-	-	-
STM-64	Distribución	1	1	1	-	-	-
Tier 1&2 DWDM	Distribución	1	1	1	-	-	-
Tier 1&2 amplificadores DWDM	Distribución	1	1	1	-	-	-
Acceso - cables de fibra (km)	Distribución	1	1	1	-	-	-
Acceso - zanjas (km)	Distribución	1	1	1	-	-	-
Acceso - postes (km)	Distribución	1	1	1	-	-	-
Acceso - mástil	Distribución	1	1	1	-	-	-
Acceso - Enlace microondas E1	Distribución	1	1	1	-	-	-
Acceso - Enlace microondas E2	Distribución	1	1	1	-	-	-
Acceso Repetidor de microondas (mast+generator, e lc.)	Distribución	1	1	1	-	-	-
Acceso - BIS	Distribución	1	1	1	-	-	-
Radio Network Controller	Distribución	1	1	1	-	-	-
Foncos	Voice traffic	1	1	1	1	1	1
Edge switch - chasis	Edge switching	1	1	1	-	-	-
Edge switch - tarjeta 48 puertos GE	Edge switching	1	1	1	-	-	-
Edge switch - tarjeta 12 puertos 10GE	Edge switching	1	1	1	-	-	-
Edge router - chasis	Edge routing	1	2	2	1	2	2
Edge router - tarjeta 20 puertos 1GE	Edge routing	1	2	2	1	2	2
Edge router - tarjeta 2 puertos	Edge routing	1	2	2	1	2	2

Nombre del activo / Elemento de red	Medida de uso	Llamadas entrantes Locales de otros operadores	Llamadas entrantes Intranodo de otros operadores	Llamadas entrantes multinodo de otros operadores	Llamadas en tránsito regional	Llamadas en tránsito Intranodo	Llamadas en tránsito multinodo
10GE							
SBC regional - chasis	Interconexión (incl. SBC)	1	1	1	2	2	2
SBC regional tarjeta 1 puerto 1GE	Interconexión (incl. SBC)	1	1	1	2	2	2
SBC nacional - chasis	Interconexión (incl. SBC)	1	1	1	2	2	2
SBC nacional - tarjeta 1 puerto 1GE	Interconexión (incl. SBC)	1	1	1	2	2	2
SBC nacional - tarjeta 1 puerto 10GE	Interconexión (incl. SBC)	1	1	1	2	2	2
Regional DWDM	Regional-Core	-	2	2	-	2	2
Regional amplificadores DWDM	Regional-Core	-	2	2	-	2	2
Regional - cables de fibra (km)	Regional-Core	-	2	2	-	2	2
Regional - zanjas (km)	Regional-Core	-	2	2	-	2	2
Regional - postes (km)	Regional-Core	-	2	2	-	2	2
Core switch - chasis	Core switching	-	-	-	-	-	-
Core switch - tarjeta 48 puertos GE	Core switching	-	-	-	-	-	-
Core switch - tarjeta 12 puertos 10GE	Core switching	-	-	-	-	-	-
Core router - chasis	Core routing	-	1	2	-	1	2
Core router - tarjeta 20 puertos 10GE	Core routing	-	1	2	-	1	2
Core DWDM	Core-Core	-	-	1	-	-	1
Core Amplificadores DWDM	Core-Core	-	-	1	-	-	1
Core - cables de fibra (km)	Core-Core	-	-	1	-	-	1
Core - zanjas (km)	Core-Core	-	-	1	-	-	1
Core - postes (km)	Core-Core	-	-	1	-	-	1
Trunk gateways (capacidad 1GE) - unidades	Establecimiento de interconexión	-	-	-	-	-	-
Trunk gateways (capacidad 1GE) - puertos	Establecimiento de interconexión	-	-	-	-	-	-
BRAS	Core switching	-	-	-	-	-	-
Call servers	Call routing	1	1	1	1	1	1
Equipo de reloj y sincronización	Traffic units	1	1	1	1	1	1
DNS	Core switching	-	-	-	-	-	-
Network management systems	Traffic units	1	1	1	1	1	1
Servidores Radius	Core switching	-	-	-	-	-	-

Nombre del activo / Elemento de red	Medida de uso	Llamadas entrantes Locales de otros operadores	Llamadas entrantes Intranodo de otros operadores	Llamadas entrantes multinodo de otros operadores	Llamadas en tránsito regional	Llamadas en tránsito Intranodo	Llamadas en tránsito multinodo
Billing systems	Wholesale voice events	1	1	1	1	1	1
VAS, IN	Voice origination and termination	1	1	1	1	1	1
SMSC- Hardware	SMS routing	-	-	-	-	-	-
SMSC- Software	SMS routing	-	-	-	-	-	-
VMS	Deposits/retrievals	1	1	1	-	-	-
Plataforma de televisión lineal	Television	-	-	-	-	-	-
Plataforma de televisión VoD	Television	-	-	-	-	-	-
Equipo de interconexión (38 empleados a tiempo completo)	Establecimiento de interconexión	-	-	-	-	-	-
Gastos generales (Opex) excluyendo el equipo de interconexión	Traffic units	1	1	1	1	1	1

Tabla 28: Factores de enrutamiento.

Los elementos de red se dimensionan en función de parámetros técnicos y geográficos, así como del tráfico que tiene que soportar la red.

- Los MSANs y mini-MSANs se dimensionan en base al número de líneas asociadas a cada Nodo Tier 3 con fibra, Tier 2 y Tier 1:
  - Se considera únicamente el chasis, y no las tarjetas de líneas.
- Los enlaces del MSAN/mini-MSAN al edge switch se dimensionan en base al tráfico agregado de voz y datos:
  - Los nodos Tier 1 agregan su propio tráfico con el tráfico de los nodos Tier 2 conectados por un anillo de red.
  - Los nodos Tier 2 agregan su propio tráfico con el tráfico de los nodos Tier 3.
- Los edge switches se dimensionan en base al tráfico agregado de los servicios provenientes de los MSAN, y del tráfico destinado al edge router.
- Los SBCs se encuentran presentes a nivel de todos los nodos regionales:
  - El SBC deberá tener en cuenta un tráfico adicional de interconexión en el caso de una interconexión a nivel de nodo regional.

- El *edge router* se dimensiona en función del tráfico agregado de los servicios provenientes de los MSAN y de la proporción del tráfico de larga distancia intra-nodo saliente y entrante.
- El core router se dimensiona en base al tráfico saliente y entrante que se transporta por la red core, así como del tráfico de larga distancia saliente y entrante que requiere transportarse entre nodos core.
- El core switch se limita a transportar el tráfico (limitado) que necesitan enviar y recibir los sistemas de red y soporte, como pueden ser el DNS, NMS, web, etc.
- El transporte a nivel regional y core se dimensiona en base al tráfico efectivo transportado por cada enlace, en base al despliegue de tecnología DWDM.
- Los sistemas de red y soporte (DNS, NMS, web, etc.) se dimensionan en base a criterios específicos, como pueden ser el número de llamadas para el call server, el número de usuarios para el billing system o VMS, o el número de SMS/s para el SMSC.
- Los elementos de interconexión se dimensionan en base al tráfico de interconexión así como a la tecnología (PSTN o Ethernet) utilizada para la interconexión.

Se ha establecido una calibración técnica de los elementos de red principalmente basada en estimaciones de Analysys Mason y en datos facilitados por los operadores donde ha sido posible:

- utilizaciones de elementos de red.
- distancia entre repetidores de fibra

H

Se ha comparado la red troncal del operador fijo con las redes existentes de otros operadores - ej. Telmex o Avantel:

- La comparación indica que la red modelada del operador fijo es similar a la de los operadores existentes.
- Las principales rutas de fibra y los principales puntos de interconexión de las redes de los operadores corresponden con los nodos desplegados por el modelo.
- Se ha tenido en cuenta la cobertura regional o zonal de algunos de los operadores considerados.

En la tabla 29 se muestran las especificaciones de los activos,

Nombre del activo	Tiempo de retrada del activo (años)	Vida útil del activo (años)	Periodo de planificación (0-12 meses)	Costos de capex directos (USD)	Mark-up de capex I&C (USD)	2011 Capex por unidad (USD)	Opex directo (alquileres, electricidad)	Mantenimiento, soporte, opex etc	Mantenimiento, soporte, opex etc (USD)	2011 Opex por unidad (USD)
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 3-MW	1	50	12	2,500	50	2,550	125		1,000	1,125
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 3-F	1	50	12	3,750	75	3,825	188		2,000	2,188
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 2	1	50	12	30,000	600	30,600	1,500		4,000	5,500
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 1	1	50	12	100,000	2,000	102,000	5,000		4,000	9,000
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Regionales	1	50	12	300,000	6,000	306,000	15,000		5,000	20,000
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Core	1	50	12	1,040,000	20,800	1,060,800	52,000		6,000	58,000
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Nacionales	1	50	12	2,000,000	40,000	2,040,000	100,000		6,000	106,000
MSAN	1	8	6	30,000	600	30,600		2%	600	600
mini-MSAN	1	8	6	5,000	100	5,100		2%	100	100
MSPP	1	8	9	30,000	600	30,600		2%	600	600
mini-MSPP	1	8	9	5,000	100	5,100		2%	100	100
STM-1	1	8	9	3,000	60	3,060		15%	450	450
STM-4	1	8	9	5,000	100	5,100		15%	750	750
STM-16	1	8	9	10,000	200	10,200		15%	1,500	1,500
STM-64	1	8	9	20,000	400	20,400		15%	3,000	3,000
Tier 1&2 DWDM	1	8	9	5,000	100	5,100		15%	750	750
Tier 1&2 amplificadores DWDM	1	8	9	80,000	1,600	81,600		15%	12,000	12,000
Acceso - cables de fibra (km)	1	20	12	2,000		2,000		1%	20	20
Acceso - zanjas (km)	1	40	12	25,000		25,000		1%	250	250
Acceso - postes (km)	1	20	12	5,000		5,000		1%	50	50
Acceso - mástil	1	35	12	100,000	2,000	102,000		1%	1,000	1,000
Acceso - Enlace microondas E1	1	8	9	1,700	34	1,734		15%	255	255
Acceso - Enlace microondas E2	1	8	9	2,100	42	2,142		15%	315	315
Acceso - Repetidor de microondas (mast+generator, etc.)	1	35	12	60,000	1,200	61,200		2%	1,200	1,200
Acceso - BTS	1	8	9	45,000	900	45,900		10%	4,500	4,500
Radio Network Controller	1	8	12	2,700,000	54,000	2,754,000		10%	270,000	270,000
Foncos	1	20	0	20,000,000		20,000,000				0
Edge switch - chasis	1	8	9	45,000	900	45,900		20%	9,000	9,000
Edge switch - tarjeta 48 puertos GE	1	5	3	3,100	62	3,162		20%	620	620
Edge switch - tarjeta 12 puertos 10GE	1	5	3	9,800	196	9,996		20%	1,960	1,960
Edge router - chasis	1	8	9	100,000	2,000	102,000		20%	20,000	20,000
Edge router - tarjeta 20 puertos 1GE	1	5	3	250,000	5,000	255,000		20%	50,000	50,000
Edge router - tarjeta 2 puertos 10GE	1	5	3	35,000	700	35,700		20%	7,000	7,000
SBC regional - chasis	1	8	9	70,000	1,400	71,400		20%	14,000	14,000
SBC regional - tarjeta 1 puerto 1GE	1	5	3	15,000	300	15,300		20%	3,000	3,000
SBC nacional - chasis	1	8	9	100,000	2,000	102,000		20%	20,000	20,000
SBC nacional - tarjeta 1 puerto 1GE	1	5	3	15,000	300	15,300		20%	3,000	3,000

Nombre del activo	Tiempo de retirada del activo (años)	Vida útil del activo (años)	Periodo de planificación (0-12 meses)	Costos de capex directos (USD)	Mark-up de capex I&C (USD)	2011 Capex por unidad (USD)	Opex directo (alquileres, electricidad)	Mantenimiento, soporte, opex etc	Mantenimiento, soporte, opex etc (USD)	2011 Opex por unidad (USD)
SBC nacional - tarjeta 1 puerto IOGE	1	8	9	30,000	600	30,600		20%	6,000	6,000
Regional DWDM	1	8	9	5,000	100	5,100			750	750
Regional amplificadores DWDM	1	8	9	80,000	1,600	81,600			12,000	12,000
Regional - cables de fibra (km)	1	20	12	2,000	0	2,000			20	20
Regional - zanjas (km)	1	40	12	25,000	0	25,000			250	250
Regional - postes (km)	1	20	12	5,000	0	5,000			50	50
Core switch - chasis	1	8	9	45,000	900	45,900			9,000	9,000
Core switch - tarjeta 48 puertos GE	1	5	3	3,100	62	3,162			620	620
Core switch - tarjeta 12 puertos IOGE	1	5	3	9,800	196	9,996			1,960	1,960
Core router - chasis	1	8	9	250,000	5,000	255,000		20%	50,000	50,000
Core router - tarjeta 20 puertos IOGE	1	5	3	400,000	8,000	408,000		20%	80,000	80,000
Core DWDM	1	8	9	5,000	100	5,100			750	750
Core Amplificadores DWDM	1	8	9	80,000	1,600	81,600			12,000	12,000
Core - cables de fibra (km)	1	20	12	2,000	0	2,000			20	20
Core - zanjas (km)	1	40	12	25,000	0	25,000			250	250
Core - postes (km)	1	20	12	5,000	0	5,000			50	50
Trunk gateways (capacidad IOGE) - unidades	1	8	9	80,000	1,600	81,600		20%	16,000	16,000
Trunk gateways (capacidad IOGE) - puertos	1	5	3	2,000	40	2,040		20%	400	400
BRAS	1	6	6	120,000	2,400	122,400		20%	24,000	24,000
Call servers	1	6	9	1,000,000	20,000	1,020,000		20%	200,000	200,000
Equipo de reloj y sincronización	1	5	9	200,000	4,000	204,000		10%	20,000	20,000
DNS	1	6	6	40,000	800	40,800		20%	8,000	8,000
Network management systems	1	5	9	10,000,000	200,000	10,200,000		10%	1,000,000	1,000,000
Servidores Radius	1	6	6	40,000	800	40,800		20%	8,000	8,000
Billing systems	1	5	9	1,500,000	30,000	1,530,000		10%	150,000	150,000
VAS, IN	1	5	6	1,000,000	20,000	1,020,000		10%	100,000	100,000
SMSC- Hardware	1	5	3	500,000	10,000	510,000		10%	50,000	50,000
SMSC- Software	1	5	3	500,000	10,000	510,000			0	0
VMS	1	6	6	4,500,000	90,000	4,590,000		10%	450,000	450,000
Plataforma de televisión lineal	1	5	9	2,000,000	40,000	2,040,000		10%	200,000	200,000
Plataforma de televisión VoD	1	5	9	2,000,000	40,000	2,040,000		10%	200,000	200,000
Equipo de interconexión (38 empleados a tiempo completo)	1	1	0	0	0	0			1,900,000	1,900,000
Gastos generales (Opex) excluyendo el equipo de interconexión	1	1	0	0	0	0	100,000,000		-1,900,000	98,100,000

Tabla 29: Especificaciones de los activos.

Posteriormente, el modelo calcula el tráfico en Mbit/s asociados a los servicios de llamadas y de tránsito a lo largo del periodo considerado por el modelo, en la tabla 30 se muestra la demanda calculada para el periodo 2011 - 2020 para efectos ilustrativos.

Servicio (Mbil/s)	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Llamadas entrantes Local de otros operadores	6,327	6,196	6,200	6,238	6,297	6,379	6,453	6,524	6,581	6,638
Llamadas entrantes Larga Distancia intranodo de otros operadores	352	411	446	482	516	549	578	602	621	633
Llamadas entrantes Larga Distancia multi-nodo de otros operadores	6,686	7,814	8,476	9,149	9,807	10,430	10,982	11,443	11,792	12,018
Llamadas en tránsito Local	11,457	11,717	12,197	12,698	13,166	13,632	14,045	14,430	14,743	15,052
Llamadas en tránsito Larga Distancia intranodo	64	65	69	71	73	76	78	80	82	84
Llamadas en tránsito Larga Distancia multi-nodo	1,209	1,237	1,287	1,340	1,390	1,439	1,483	1,523	1,556	1,589

Tabla 30: Demanda calculada.

Después se calcula el número total de elementos desplegados y los despliegues incrementales en cada año (incluyendo los reemplazos), para lo cual se ha estimado la vida útil de los diferentes activos que determinará la frecuencia con que deberán remplazarse (estas vidas útiles fijan el reemplazo periódico de todos los activos en el modelo a través del tiempo).

El cálculo del diseño de red determina las necesidades en términos de activos en respuesta a los requerimientos de cobertura y capacidad a mitad del año considerado - activación 'just-in-time'.

Sin embargo, el algoritmo de costos de capital permite considerar un tiempo de despliegue entre la compra del activo y su activación efectiva en la red, ya que sería irrealista considerar una compra, instalación y activación instantánea de los activos.

En el modelo se consideran las tendencias de costos de capital en los equipos en base a estimaciones de otros modelos CITLP públicos.

El capex se calcula como el capex directo de la compra del activo con un costo adicional estimado del 2% asociado a la instalación y verificación de su buen funcionamiento. En la tabla 31 se muestra el capex total anual.

Nombre del activo	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 3-MW	13,173,855	13,437,332	-	-	-	-	-	-	-	-
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 3-F	13,524,825	13,795,322	-	-	-	-	-	-	-	-

Nombre del activo	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 2	54,615,568	55,707,879	-	-	-	-	-	-	-	-
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 1	45,286,540	46,192,271	-	-	-	-	-	-	-	-
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Regionales	26,900,205	27,161,056	-	-	-	-	-	-	-	-
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Core	5,651,760	4,803,996	-	-	-	-	-	-	-	-
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Nacionales	9,057,308	7,390,763	-	-	-	-	-	-	-	-
MSAN	38,403,000	80,217,900	122,247,000	157,819,500	151,959,600	154,973,700	81,411,300	6,150,600	48,638,700	90,346,500
mini-MSAN	24,990,000	49,980,000	24,990,000	-	-	-	-	-	24,990,000	49,980,000
MSPP	97,970,201	124,065,928	29,463,310	-	-	-	-	-	64,995,433	82,307,871
mini-MSPP	63,747,234	80,736,610	19,174,162	-	-	-	-	-	42,291,218	53,562,317
STM-1	30,718,341	37,674,201	8,664,532	-	-	-	-	-	15,765,233	19,335,111
STM-4	-	-	6,674,061	2,046,712	22,708,678	6,963,995	-	-	-	-
STM-16	-	-	-	-	-	10,394,022	3,187,500	-	-	-
STM-64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tier 1&2 DWDM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tier 1&2 amplificadores DWDM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acceso - cables de fibra (km)	270,592,195	270,592,195	-	-	-	-	-	-	-	-
Acceso - zanjas (km)	2,366,053,658	2,413,374,731	-	-	-	-	-	-	-	-
Acceso - postes (km)	90,135,377	91,938,085	-	-	-	-	-	-	-	-
Acceso - mástil	999,600,000	999,600,000	-	-	-	-	-	-	-	-
Acceso - Enlace microondas E1	15,599,008	4,783,696	-	-	-	-	-	-	-	-
Acceso - Enlace microondas E2	-	35,453,190	10,872,312	-	-	-	-	-	-	18,195,246
Acceso - Repetidor de microondas (mast+generator,etc.)	71,236,800	71,236,800	-	-	-	-	-	-	-	-
Acceso - BTS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Radio Network Controller	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Foncos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Edge switch - chasis	4,636,257	5,828,103	1,380,652	-	-	-	-	-	3,075,788	3,866,483
Edge switch - tarjeta 48 puertos GE	129,065	473,762	324,413	-	-	85,065	312,248	213,814	131,809	363,792
Edge switch - tarjeta 12 puertos 10GE	408,013	1,497,698	1,025,563	-	-	268,914	987,105	675,930	-	-
Edge router - chasis	10,302,794	12,951,340	3,068,116	-	-	-	-	-	6,835,08	8,592,184

Nombre del activo	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
									4	
Edge router - tarjeta 20 puertos 1GE	10,408,507	38,206,579	26,162,317	16,128,090	44,513,528	20,510,870	62,857,500	17,243,100	10,629,726	29,338,044
Edge router - tarjeta 2 puertos 10GE	2,914,382	10,697,842	7,325,449	-	-	1,920,815	7,050,750	4,828,068	-	-
SBC regional - chasis	7,211,955	9,065,938	2,147,681	-	-	-	-	-	4,784,559	6,014,528
SBC regional - tarjeta 1 puerto 1GE	1,249,021	4,584,789	3,139,478	967,685	2,670,812	1,642,255	5,282,325	2,069,172	637,784	1,760,283
SBC nacional - chasis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SBC nacional - tarjeta 1 puerto 1GE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SBC nacional - tarjeta 1 puerto 10GE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Regional DWDM	1,030,279	1,295,134	306,812	-	-	-	-	-	683,508	859,218
Regional amplificadores DWDM	16,484,470	20,722,144	4,908,986	-	-	-	-	-	10,936,134	13,747,494
Regional - cables de fibra (km)	22,000,000	22,000,000	-	-	-	-	-	-	-	-
Regional - zanjas (km)	166,380,408	169,708,016	-	-	-	-	-	-	-	-
Regional - postes (km)	6,338,301	6,465,067	-	-	-	-	-	-	-	-
Core switch - chasis	421,478	133,468	-	-	38,144	12,079	-	-	279,617	88,545
Core switch - tarjeta 48 puertos GE	11,733	32,384	-	1,015	2,802	7,733	21,344	727	2,676	1,847
Core switch - tarjeta 12 puertos 10GE	37,092	102,374	3,488	12,837	26,573	84,205	99,960	9,196	12,691	33,081
Core router - chasis	3,902,573	2,471,630	626,146	743,549	635,734	939,474	446,250	60,563	2,589,047	1,639,730
Core router - tarjeta 20 puertos 10GE	9,252,006	53,934,147	80,943,006	12,640,493	21,270,085	27,939,130	54,060,000	63,154,320	13,597,416	22,318,755
Core DWDM	104,069	32,955	-	-	-	-	-	-	69,041	21,863
Core Amplificadores DWDM	8,325,490	2,636,405	-	-	-	-	-	-	5,523,300	1,749,045
Core - cables de fibra (km)	16,943,000	16,943,000	-	-	-	-	-	-	-	-
Core - zanjas (km)	128,135,602	130,698,314	-	-	-	-	-	-	-	-
Core - postes (km)	4,881,356	4,978,983	-	-	-	-	-	-	-	-
Trunk gateways (capacidad 1GE) - unidades	8,242,235	10,361,072	2,454,493	-	-	-	-	-	5,468,067	6,873,747
Trunk gateways (capacidad 1GE) - puertos	83,268	3,330,453	13,666,340	19,329,475	16,776,855	10,158,424	12,697,470	10,784,562	14,618,733	12,877,763
BRAS	749,294	1,581,843	3,080,639	4,711,124	5,424,931	5,797,895	4,222,800	2,616,300	3,700,611	4,774,893
Call servers	18,732,352	6,920,563	5,009,170	8,625,164	3,108,033	5,905,263	15,555,000	5,087,250	4,372,613	6,558,919
Equipo de reloj y sincronización	3,746,470	1,186,382	-	-	-	2,898,947	918,000	-	-	-
DNS	499,529	474,553	-	-	-	-	367,200	348,840	-	-
Network management systems	187,323,519	59,319,114	-	-	-	144,947,368	45,900,000	-	-	-
Servidores Radius	249,765	527,281	1,026,880	1,570,375	1,808,310	1,932,632	1,407,600	872,100	1,233,537	1,591,631
Billing systems	-	2,965,956	3,756,877	3,569,033	2,119,114	1,610,526	2,677,500	2,907,000	3,797,269	1,967,676

Nombre del activo	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
VAS, IN	-	3,295,506	6,887,608	5,948,389	5,085,873	5,368,421	5,100,000	5,814,000	5,063,025	3,935,351
SMSC- Hardware	-	329,551	939,219	-	-	-	255,000	726,750	-	-
SMSC- Software	-	329,551	939,219	-	-	-	255,000	726,750	-	-
VMS	-	5,931,911	5,635,316	-	-	2,415,789	2,295,000	4,360,500	4,142,475	-
Plataforma de televisión linear	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plataforma de televisión VoD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Equipo de interconexión (38 empleados a tiempo completo)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos generales (Opex) excluyendo el equipo de interconexión	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 31: Capex total (USD 2011)

El opex se calcula de la siguiente manera:

- Opex directo, correspondiente a gastos de alquiler, electricidad, etc. estimado en un 5% del capex.
- Costos de mantenimiento y soporte, que varían en función del tipo de activo, pudiendo oscilar entre un 1% para material de transmisión (fibra, zanjas, etc.) y un 20% para elementos de red como el SBC, routers o switches.

Con base en lo anterior, en la tabla 32 se observa el opex total anual.

Nombre del activo	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 3-MW	-	6,587,749	13,175,499	13,175,499	13,175,499	13,175,499	13,175,499	13,175,499	13,175,499	13,175,499
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 3-F	-	8,767,184	17,534,369	17,534,369	17,534,369	17,534,369	17,534,369	17,534,369	17,534,369	17,534,369
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 2	-	11,126,782	22,253,564	22,253,564	22,253,564	22,253,564	22,253,564	22,253,564	22,253,564	22,253,564
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 1	-	4,529,219	9,058,438	9,058,438	9,058,438	9,058,438	9,058,438	9,058,438	9,058,438	9,058,438
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Regionales	-	1,992,856	3,965,583	3,965,583	3,965,583	3,965,583	3,965,583	3,965,583	3,965,583	3,965,583
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Core	-	350,260	642,143	642,143	642,143	642,143	642,143	642,143	642,143	642,143

Nombre del activo	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Nacionales	-	533,441	960,194	960,194	960,194	960,194	960,194	960,194	960,194	960,194
MSAN	-	1,515,829	3,166,332	6,341,118	9,395,725	12,339,212	15,512,791	15,552,649	15,755,565	15,956,669
mini-MSAN	-	986,561	1,973,121	1,973,121	1,973,121	1,973,121	1,973,121	1,973,121	1,973,121	1,973,121
MSP	-	1,895,088	3,789,573	3,789,573	3,789,573	3,789,573	3,789,573	3,789,573	3,789,573	3,789,573
mini-MSP	-	1,233,301	2,466,401	2,466,401	2,466,401	2,466,401	2,466,401	2,466,401	2,466,401	2,466,401
STM-1	-	3,677,140	7,353,373	7,353,373	6,787,032	6,787,032	4,510,341	4,510,341	4,510,341	4,510,341
STM-4	-	-	-	943,776	943,776	4,737,756	4,737,756	3,793,980	3,793,980	3,793,980
STM-16	-	-	-	-	-	-	1,887,363	1,887,363	1,887,363	1,887,363
STM-64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tier 1&2 DWDM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tier 1&2 amplificadores DWDM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acceso - cables de fibra (km)	-	2,724,854	5,449,707	5,449,707	5,449,707	5,449,707	5,449,707	5,449,707	5,449,707	5,449,707
Acceso - zanjas (km)	-	26,819,694	53,639,388	53,639,388	53,639,388	53,639,388	53,639,388	53,639,388	53,639,388	53,639,388
Acceso - postes (km)	-	1,021,866	2,043,732	2,043,732	2,043,732	2,043,732	2,043,732	2,043,732	2,043,732	2,043,732
Acceso - mástil	-	9,863,732	19,727,463	19,727,463	19,727,463	19,727,463	19,727,463	19,727,463	19,727,463	19,727,463
Acceso - Enlace microondas E1	-	1,867,755	1,867,755	-	-	-	-	-	-	-
Acceso - Enlace microondas E2	-	-	4,613,620	4,613,620	4,613,620	4,613,620	4,613,620	4,613,620	4,613,620	4,613,620
Acceso - Repetidor de microondas (mast+generator,etc.)	-	1,405,893	2,811,786	2,811,786	2,811,786	2,811,786	2,811,786	2,811,786	2,811,786	2,811,786
Acceso - BFS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Radio Network Controller	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Foncos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Edge switch - chasis	-	896,805	1,784,552	1,784,552	1,784,552	1,784,552	1,784,552	1,784,552	1,784,552	1,784,552
Edge switch - tarjeta 48 puertos GE	-	61,798	122,973	122,973	122,973	122,973	122,973	122,973	122,973	245,945
Edge switch - tarjeta 12 puertos 10GE	-	195,320	388,667	388,667	388,667	388,667	388,667	388,667	388,667	388,667
Edge router - chasis	-	1,992,876	3,965,623	3,965,623	3,965,623	3,965,623	3,965,623	3,965,623	3,965,623	3,965,623
Edge router - tarjeta 20 puertos 1GE	-	4,982,161	9,913,997	9,913,997	19,827,994	19,827,994	29,741,992	29,741,992	29,741,992	29,741,992
Edge router - tarjeta 2 puertos 10GE	-	1,395,039	2,775,987	2,775,987	2,775,987	2,775,987	2,775,987	2,775,987	2,775,987	2,775,987
SBC regional - chasis	-	1,395,019	2,775,948	2,775,948	2,775,948	2,775,948	2,775,948	2,775,948	2,775,948	2,775,948
SBC regional - tarjeta 1 puerto 1GE	-	597,897	1,189,754	1,189,754	1,784,631	1,784,631	2,379,508	2,379,508	2,379,508	2,379,508

Nombre del activo	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
SBC nacional - chasis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SBC nacional - tarjeta 1 puerto IGE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SBC nacional - tarjeta 1 puerto IOGE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Regional DWDM	-	149,464	297,419	297,419	297,419	297,419	297,419	297,419	297,419	297,419
Regional amplificadores DWDM	-	2,391,428	4,758,700	4,758,700	4,758,700	4,758,700	4,758,700	4,758,700	4,758,700	4,758,700
Regional - cables de fibra (km)	-	221,428	442,857	442,857	442,857	442,857	442,857	442,857	442,857	442,857
Regional - zanjas (km)	-	1,885,880	3,771,760	3,771,760	3,771,760	3,771,760	3,771,760	3,771,760	3,771,760	3,771,760
Regional - postes (km)	-	71,843	143,686	143,686	143,686	143,686	143,686	143,686	143,686	143,686
Core switch - chasis	-	81,526	81,526	81,526	81,526	90,584	90,584	90,584	90,584	90,584
Core switch - tarjeta 48 puertos GE	-	5,616	5,616	5,616	6,240	6,240	6,240	6,240	6,864	6,864
Core switch - tarjeta 12 puertos IOGE	-	17,755	17,755	19,727	21,700	33,536	41,427	43,400	43,400	47,345
Core router - chasis	-	754,873	1,006,497	1,056,822	1,207,797	1,308,446	1,509,746	1,560,071	1,560,071	1,560,071
Core router - tarjeta 20 puertos IOGE	-	4,428,581	19,203,937	20,653,291	24,075,376	28,020,839	32,046,822	34,583,191	35,388,388	37,884,497
Core DWDM	-	15,097	15,097	15,097	15,097	15,097	15,097	15,097	15,097	15,097
Core Amplificadores DWDM	-	1,207,792	1,207,792	1,207,792	1,207,792	1,207,792	1,207,792	1,207,792	1,207,792	1,207,792
Core - cables de fibra (km)	-	170,530	341,060	341,060	341,060	341,060	341,060	341,060	341,060	341,060
Core - zanjas (km)	-	1,452,385	2,904,769	2,904,769	2,904,769	2,904,769	2,904,769	2,904,769	2,904,769	2,904,769
Core - postes (km)	-	55,329	110,658	110,658	110,658	110,658	110,658	110,658	110,658	110,658
Trunk gateways (capacidad IGE) - unidades	-	1,594,305	3,172,506	3,172,506	3,172,506	3,172,506	3,172,506	3,172,506	3,172,506	3,172,506
Trunk gateways (capacidad IGE) - puertos	-	39,877	1,653,891	4,544,373	7,760,720	9,326,801	11,969,965	12,335,303	12,765,089	13,229,113
BRAS	-	217,404	483,121	1,207,802	2,077,419	3,140,285	4,251,462	4,589,647	4,855,363	5,217,704
Call servers	-	3,623,379	3,824,678	4,831,172	6,441,563	6,642,861	8,051,953	8,051,953	8,051,953	8,253,252
Equipo de reloj y sincronización	-	362,339	362,339	362,339	362,339	362,339	362,339	362,339	362,339	362,339
DNS	-	144,939	144,939	144,939	144,939	144,939	144,939	144,939	144,939	144,939
Network management systems	-	18,116,879	18,116,879	18,116,879	18,116,879	18,116,879	18,116,879	18,116,879	18,116,879	18,116,879
Servidores Radius	-	72,469	161,043	402,607	692,485	1,046,779	1,417,178	1,529,908	1,618,481	1,739,264
Billing systems	-	-	301,948	603,896	905,844	1,056,819	1,207,793	1,207,793	1,207,793	1,358,767
VAS, IN	-	-	503,247	1,107,144	1,509,741	2,012,988	2,516,235	2,516,235	2,616,885	2,616,885
SMSC- Hardware	-	-	100,650	100,650	100,650	100,650	100,650	100,650	100,650	100,650
SMSC- Software	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VMS	-	-	905,844	905,844	905,844	905,844	1,358,766	1,358,766	1,358,766	1,358,766
Plataforma de televisión linear	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plataforma de televisión VoD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Equipo de interconexión (38	-	1,912,337	1,912,337	1,912,337	1,912,337	1,912,337	1,912,337	1,912,337	1,912,337	1,912,337

Nombre del activo	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
empleados a tiempo completo)									7	
Gastos generales (Opex) excluyendo el equipo de interconexión	-	98,736,978	98,736,978	98,736,978	98,736,978	98,736,978	98,736,978	98,736,978	98,736,978	98,736,978

Tabla 32: Opex total (USD 2011)

Para calcular la depreciación económica, se realizó lo siguiente:

$$\begin{aligned}
 \text{VA (costos anualizados)} &= \text{VA (capex+opex)} \\
 \text{Costos anualizados} &= \text{Recuperación de costos (p.ex. ingresos)} \\
 \text{Ingresos} &= \text{Precios unitarios x Producción} \\
 \text{Precio unitario} &= \text{Precio unitario año 0 x Tendencias costos de equipos}
 \end{aligned}$$

\*Se reorganiza la fórmula:

$$\text{Precio unitario año 0} = \text{Tendencias de costos de equipos x Producción} = \text{Costos anualizados}$$

\*Por lo tanto, si se toma el valor actual de las series temporales:

$$\text{Precio unitario año 0 x VA (Tendencias de costos de equipos x Producción)} = \text{VA (capex + opex)}$$

$$\text{Precio unitario año cero} = \frac{\text{VA (capex + opex)}}{\text{VA (Tendencias costos de equipos x Producción)}}$$

Nota: VA es "valor actual" o "present value" por su significado en inglés, los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Nombre del activo	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 3-MW	0	0	1,047,394	2,933,356	5,409,153	8,386,641	11,459,583	12,571,411	13,679,846	14,788,701
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 3-F	0	0	1,360,889	3,809,683	7,022,015	10,882,430	14,863,080	16,297,578	17,726,218	19,153,913
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 2	0	0	2,035,708	5,714,612	10,562,855	16,416,625	22,486,511	24,729,113	26,976,824	29,237,391
Adquisición, preparación y	0	0	1,018,593	2,867,649	5,316,001	8,286,326	11,383,727	12,556,392	13,738,8	14,935,212

Nombre del activo	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
mantenimiento de emplazamientos - Nodos Tier 1									58	
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Regionales	0	0	503,173	1,418,611	2,633,571	4,110,993	5,655,827	6,247,487	6,845,763	7,452,723
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Core	0	0	88,712	250,328	465,127	726,697	1,000,653	1,106,303	1,213,310	1,322,045
Adquisición, preparación y mantenimiento de emplazamientos - Nodos Nacionales	0	0	136,087	384,105	713,873	1,115,610	1,536,566	1,699,224	1,864,049	2,031,612
MSAN	0	0	9,665,063	27,012,212	49,706,071	76,901,829	104,850,208	114,767,666	124,604,776	134,395,306
mini-MSAN	0	0	1,336,489	3,735,261	6,873,379	10,634,021	14,498,736	15,870,126	17,230,406	18,584,246
MSPP	0	0	4,784,154	12,740,091	22,340,731	32,943,277	42,816,512	44,683,403	46,261,765	47,589,589
mini-MSPP	0	0	3,113,209	8,290,406	14,537,873	21,437,321	27,862,189	29,077,056	30,104,169	30,968,250
STM-1	0	0	2,100,337	5,484,748	9,440,317	13,676,882	17,482,756	17,963,514	18,331,685	18,609,550
STM-4	0	0	836,557	2,189,041	3,775,890	5,482,774	7,025,030	7,236,000	7,403,233	7,535,432
STM-16	0	0	500,314	1,332,574	2,340,855	3,463,249	4,523,255	4,751,060	4,958,483	5,149,819
STM-64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tier 1&2 DWDM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tier 1&2 amplificadores DWDM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acceso - cables de fibra (km)	0	0	4,345,205	12,144,111	22,346,784	34,573,413	47,138,406	51,597,082	56,019,636	60,421,248
Acceso - zanjas (km)	0	0	25,371,824	72,114,496	134,961,147	212,370,452	294,513,845	327,910,684	362,151,770	397,356,159
Acceso - postes (km)	0	0	1,207,746	3,434,813	6,431,945	10,126,912	14,051,877	15,654,035	17,298,159	18,989,967
Acceso - mástil	0	0	13,755,102	38,443,180	70,740,575	109,444,973	149,220,485	163,334,791	177,334,747	191,268,411
Acceso - Enlace microondas E1	0	0	360,564	931,567	1,585,294	2,269,170	2,863,692	2,902,784	2,920,079	2,919,793
Acceso - Enlace microondas E2	0	0	1,310,918	3,441,330	5,955,894	8,678,497	11,160,113	11,538,590	11,851,251	12,111,303
Acceso - Repetidor de microondas (mast+generator,etc.)	0	0	1,080,443	3,019,655	5,556,568	8,596,742	11,721,050	12,829,708	13,929,384	15,023,853
Acceso - BTS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Radio Network Controller	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Foncos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Edge switch - chasis	0	0	339,833	920,060	1,641,086	2,462,627	3,258,727	3,464,126	3,654,983	3,833,486
Edge switch - tarjeta 48 puertos GE	0	0	47,707	125,712	218,424	319,564	412,664	428,497	442,052	453,791
Edge switch - tarjeta 12 puertos 10GE	0	0	110,517	290,359	502,952	733,514	944,128	977,071	1,004,524	1,027,591

Nombre del activo	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Edge router - chasis	0	0	717,010	2,028,738	3,667,867	5,476,167	7,266,381	7,735,872	8,159,360	8,555,852
Edge router - tarjeta 20 puertos 1GE	0	0	6,044,658	16,644,636	29,310,891	42,662,085	55,237,286	57,436,268	59,227,502	60,779,952
Edge router - tarjeta 2 puertos 10GE	0	0	781,029	2,147,190	3,774,864	5,484,881	7,089,057	7,357,891	7,573,275	7,757,078
SBC regional - chasis	0	0	973,795	2,594,855	4,300,527	5,018,474	6,258,221	6,270,283	6,313,061	6,369,562
SBC regional - tarjeta 1 puerto 1GE	0	0	972,908	2,524,058	4,076,346	4,639,611	5,648,515	5,530,580	5,447,064	5,381,706
SBC nacional - chasis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SBC nacional - tarjeta 1 puerto 1GE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SBC nacional - tarjeta 1 puerto 10GE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Regional DWDM	0	0	54,897	165,602	308,417	475,711	636,385	681,546	720,159	755,667
Regional amplificadores DWDM	0	0	878,356	2,649,629	4,934,679	7,611,377	10,182,156	10,904,740	11,522,544	12,090,667
Regional - cables de fibra (km)	0	0	281,923	880,914	1,698,433	2,710,447	3,749,286	4,149,484	4,528,269	4,904,229
Regional - zanjas (km)	0	0	1,420,971	4,515,461	8,854,239	14,371,411	20,220,113	22,762,832	25,268,646	27,839,285
Regional - postes (km)	0	0	67,635	215,052	421,937	685,244	964,663	1,086,578	1,206,857	1,330,355
Core switch - chasis	0	0	12,469	41,360	80,332	128,051	172,433	185,820	198,130	209,482
Core switch - tarjeta 48 puertos GE	0	0	1,351	4,349	8,207	12,721	16,670	17,498	18,190	18,768
Core switch - tarjeta 12 puertos 10GE	0	0	7,986	25,800	48,854	75,990	99,946	105,302	109,884	113,819
Core router - chasis	0	0	227,780	730,303	1,400,304	2,211,598	2,979,223	3,212,218	3,423,440	3,619,883
Core router - tarjeta 20 puertos 10GE	0	0	6,802,721	21,225,895	39,642,525	61,040,548	80,241,785	84,511,178	88,068,772	91,149,190
Core DWDM	0	0	2,713	8,515	16,132	25,212	33,760	36,182	38,311	40,255
Core Amplificadores DWDM	0	0	217,034	681,225	1,290,560	2,016,966	2,700,769	2,894,591	3,064,874	3,220,364
Core - cables de fibra (km)	0	0	199,513	648,871	1,272,991	2,059,085	2,851,916	3,159,741	3,456,439	3,749,788
Core - zanjas (km)	0	0	1,004,057	3,320,901	6,626,057	10,900,782	15,356,593	17,306,327	19,257,415	21,252,575
Core - postes (km)	0	0	47,788	158,152	315,739	519,734	732,596	826,071	919,708	1,015,546
Trunk gateways (capacidad 1GE) - unidades	0	0	7,652,014	7,434,504	7,227,870	7,031,567	6,845,080	6,667,917	6,499,612	6,339,722
Trunk gateways (capacidad 1GE) - puertos	0	0	31,898,935	30,339,377	28,904,583	27,584,572	26,370,163	25,252,906	24,225,029	23,279,383
BRAS	0	0	595,178	1,975,146	3,838,215	6,121,371	8,247,259	8,892,184	9,486,254	10,035,096
Call servers	0	0	4,630,070	9,687,282	14,363,771	16,424,473	19,898,649	19,615,272	19,435,227	19,328,806
Equipo de reloj y sincronización	0	0	135,985	390,702	707,648	1,055,378	1,385,833	1,459,682	1,525,150	1,583,071
DNS	0	0	21,420	70,873	137,305	218,309	293,212	315,150	335,143	353,406
Network management systems	0	0	6,799,251	19,535,087	35,382,372	52,768,857	69,291,577	72,984,031	76,257,406	79,153,448

Nombre del activo	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Servidores Radius	0	0	198,394	658,386	1,279,414	2,040,472	2,749,106	2,964,084	3,162,109	3,345,059
Billing systems	0	0	761,300	1,981,636	3,227,937	3,752,380	4,634,336	4,609,820	4,585,669	4,572,704
VAS, IN	0	0	2,666,095	5,042,353	7,031,702	7,861,343	9,288,764	8,979,193	8,748,404	8,559,533
SMSC- Hardware	0	0	25,114	78,562	152,170	242,946	389,834	399,680	408,445	415,422
SMSC- Software	0	0	20,089	62,187	119,147	188,075	298,243	302,041	304,746	305,865
VMS	0	0	1,468,676	2,639,186	3,560,868	3,865,215	4,589,275	4,523,117	4,433,242	4,363,690
Plataforma de televisión linear	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plataforma de televisión VoD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Equipo de interconexión (38 empleados a tiempo completo)	0	0	2,067,444	2,067,444	2,067,444	2,067,444	2,067,444	2,067,444	2,067,444	2,067,444
Gastos generales (Opex) excluyendo el equipo de interconexión	0	0	6,553,874	19,638,339	37,081,461	57,630,264	78,826,694	86,447,400	94,003,272	101,500,377

Tabla 33: Depreciación económica (USD 2011)

Para determinar los costos incrementales promedio es necesario que a través de los factores de enrutamiento se realice su asignación. Para los servicios de llamadas y de tránsito los valores se muestran en la tabla 34.

Servicio	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Llamadas entrantes Local de otros operadores	23,089,339	22,270,309	21,970,429	21,816,963	21,755,314	21,790,960	21,817,414	21,846,209	21,848,084	21,865,423
Llamadas entrantes Larga Distancia intra-nodo de otros operadores	1,444,430	1,660,273	1,773,190	1,886,588	1,995,441	2,096,091	2,182,139	2,250,412	2,297,206	2,321,299
Llamadas entrantes Larga Distancia multi-nodo de otros operadores	28,451,209	32,694,435	34,910,200	37,135,505	39,271,547	41,246,511	42,934,683	44,273,785	45,191,095	45,662,649
Llamadas en tránsito Local	17,698,621	17,434,312	17,497,143	17,579,221	17,605,990	17,624,170	17,572,887	17,487,322	17,322,171	17,162,318
Llamadas en tránsito Larga Distancia intra-nodo	127,300	125,664	126,412	127,329	127,877	128,391	128,426	128,235	127,481	126,783
Llamadas en tránsito Larga Distancia multi-nodo	2,600,841	2,569,513	2,587,068	2,608,295	2,622,125	2,635,449	2,639,105	2,638,249	2,625,921	2,614,849

Tabla 34: CITLP servicios de llamadas y de tránsito (USD 2011)

Para los costos comunes, se estima que para el concesionario fijo los costos que son comunes al tráfico y a los suscriptores (la red de acceso fija) son los costos generales como se muestra en la figura 19 y la tabla 35. Todos los otros costos medios incrementales se asignan en base a los factores de enrutamiento para los diferentes servicios de tráfico.

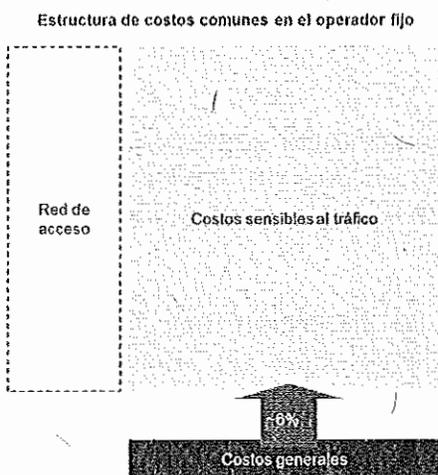


Figura 19: Costos comunes (Fuente: Analysys Mason)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
EPMU	6.6%	6.7%	6.8%	6.9%	6.9%	7.0%	7.1%	7.1%	7.2%	7.2%

Tabla 35: EPMU red fija.

Finalmente, se calculan los costos totales recuperados por costos unitarios LRAIC+, como se muestra en la tabla 36.

Servicio	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Llamadas entrantes Local de otros operadores	24,604,139	23,756,502	23,458,883	23,314,195	23,265,054	23,318,022	23,359,336	23,401,414	23,412,916	23,439,467
Llamadas entrantes Larga Distancia intra-nodo de otros operadores	1,539,193	1,771,070	1,893,320	2,016,059	2,133,918	2,242,980	2,336,359	2,410,616	2,461,740	2,488,404
Llamadas entrantes Larga Distancia multi-nodo de otros operadores	30,317,780	34,876,274	37,275,298	39,684,002	41,996,851	44,136,976	45,969,045	47,425,581	48,427,831	48,949,804
Llamadas en tránsito Local	18,859,757	18,597,778	18,682,541	18,785,630	18,827,782	18,859,233	18,814,832	18,732,223	18,562,842	18,397,796
Llamadas en tránsito Larga Distancia intra-nodo	135,651	134,050	134,976	136,068	136,751	137,389	137,503	137,364	136,612	135,910
Llamadas en tránsito Larga Distancia multi-nodo	2,771,471	2,740,987	2,762,337	2,787,295	2,804,091	2,820,136	2,825,621	2,826,062	2,813,998	2,803,086

Tabla 36: Costos totales LRAIC+ (USD 2011)

De los cálculos realizados en el Modelo de Costos Fijo para determinar las tarifas de interconexión local sometidas a resolución del Instituto y aplicando un tipo de cambio promedio del periodo de 13.17<sup>37</sup> pesos por dólar de los Estados Unidos de América, se obtuvo el siguiente resultado para el 2012:

<sup>37</sup> Fuente: Obtenido con base al promedio anual de 2012 del tipo de cambio diario para solventar obligaciones denominadas en dólares de los Estados Unidos de América para ser cumplidas en la República Mexicana.

- Tarifa de Interconexión dentro del mismo nodo regional es de \$0.02432 pesos M.N. por minuto.

La tarifa de Interconexión anterior corresponde a aquella que se deberá pagar por terminar tráfico local en el Área de Servicio Local con punto de Interconexión. La tarifa anterior ya incluye el costo correspondiente a los puertos necesarios para la interconexión.

Por lo que hace a la medición del tráfico el Instituto considera que es económicamente eficiente que un concesionario pague por el uso de la infraestructura en función de su utilización real. Es decir, se deben eliminar de los cargos de interconexión aquellos costos o elementos que no son utilizados para la prestación del servicio. En este caso si un concesionario utiliza la infraestructura de otro concesionario solamente en una fracción de minuto, es económicamente ineficiente que se le cobre como si hubiera utilizado dicha infraestructura por un minuto completo, porque este sobre pago se trasladaría directamente a las tarifas que el concesionario ofrece al usuario final.

En términos de los artículos 7 de la LFT y 31 del Plan de Interconexión, la tarifa de Interconexión deberá reflejar el uso real y el tiempo efectivo de utilización de la infraestructura, por lo que se deberán pagar las tarifas de interconexión en base al tiempo real de uso de la infraestructura requerida para la prestación de dicho servicio, lo cual permitirá un desarrollo eficiente de las redes de telecomunicaciones.

De igual forma, el quinto párrafo del numeral Segundo de los Lineamientos, establece que la unidad de medida que se empleará en los modelos de costos para los servicios de terminación de voz en redes de servicios fijos cuando éstos se midan por tiempo, será el segundo.

Los costos determinados por el Modelo y que serán las tarifas para 2012 están calculados con base en un pronóstico del uso real de la infraestructura de interconexión, por lo que las tarifas determinadas permiten a los concesionarios de redes fijas recuperar los costos en los que incurren para la prestación del servicio de interconexión.

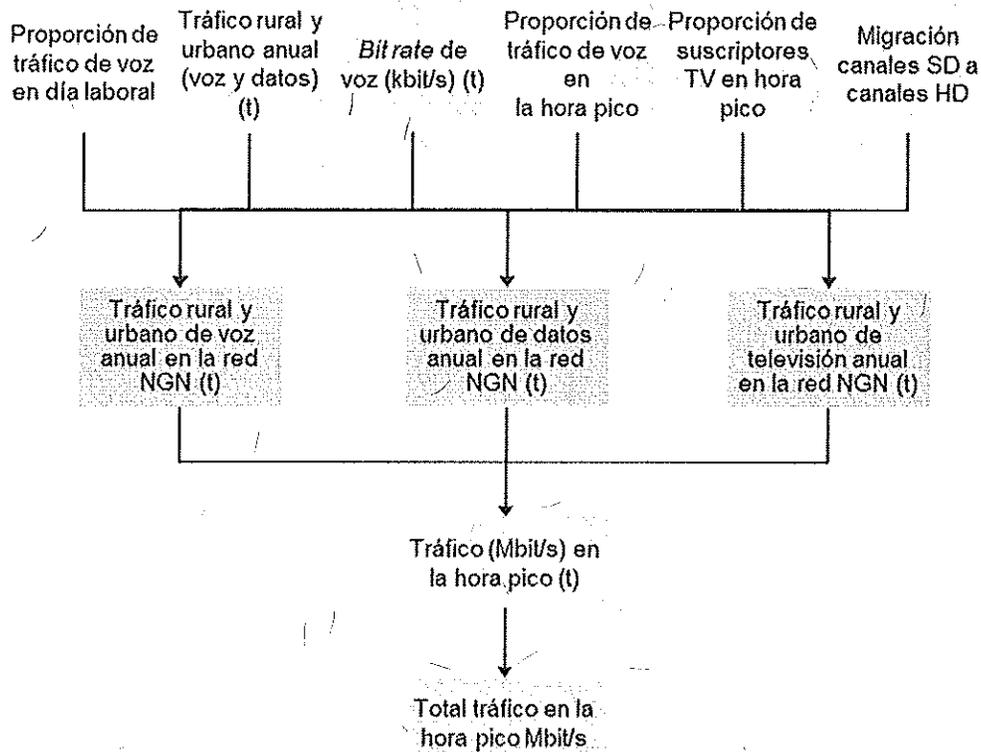
En tal virtud, el Instituto determina que el cálculo de las contraprestaciones que se deberán pagar por las llamadas cursadas hacia las redes fijas, se lleve a cabo sumando la duración de todas las llamadas completadas en el período de facturación correspondiente, medidas en segundos, y multiplicar los minutos equivalentes a dicha suma, por la tarifa correspondiente.

## DIAGRAMAS DEL MODELO DE COSTOS INCREMENTALES TOTALES DE LARGO PLAZO FIJO

Los siguientes diagramas ilustran los procedimientos utilizados para realizar las estimaciones y cálculos en el Modelo CITLP Fijo. Para tal efecto se presentan los diagramas genéricos para cada uno de los procedimientos llevados a cabo en el cálculo de la demanda estimada y los elementos necesarios para dimensionar la red del operador representativo. Los diagramas muestran las partes que conforman un cálculo y los resultados que de ello derivan.

### DIAGRAMA-A

#### Cálculo del tráfico NGN en la hora pico (BH)



## DIAGRAMA B

### Cálculo del número de MSANs (ej. acceso)

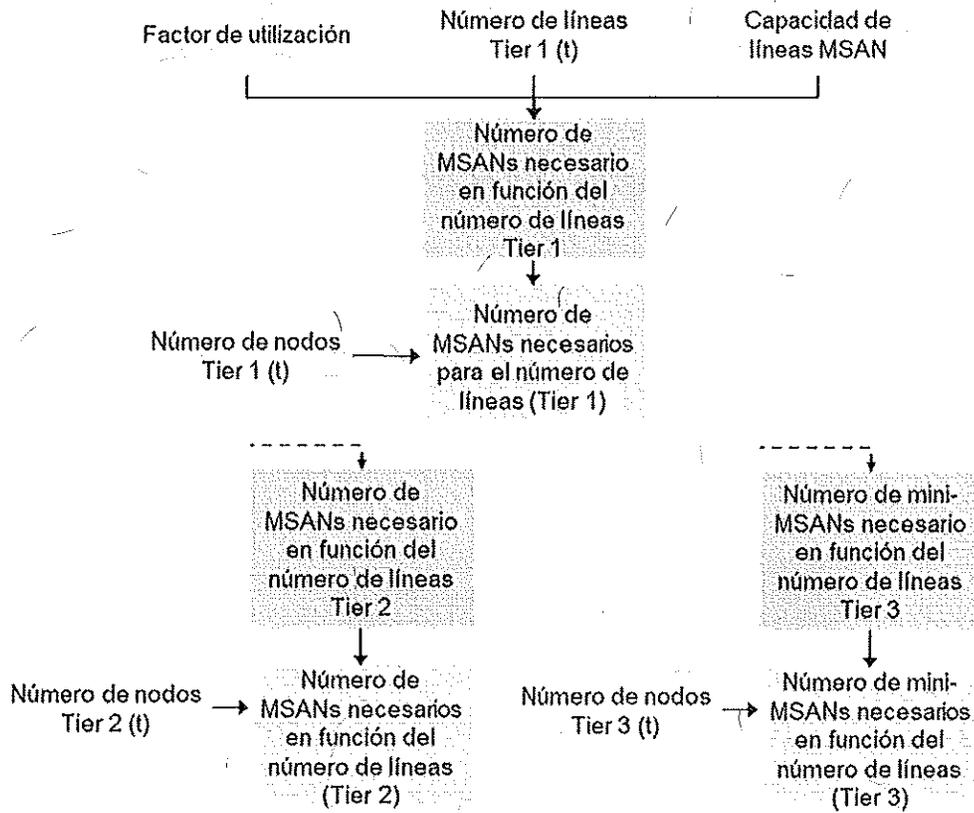


DIAGRAMA C

Cálculo de los elementos de la red de transmisión (nivel 3)

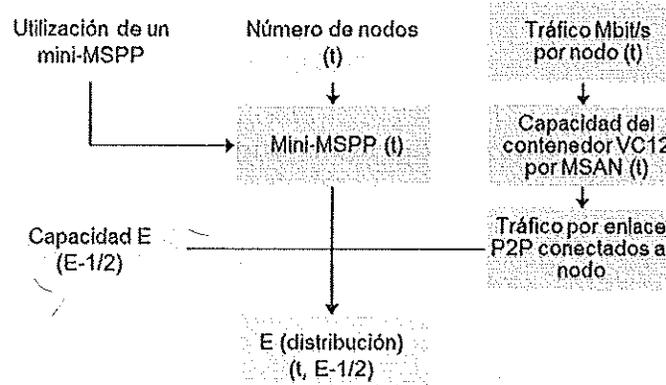
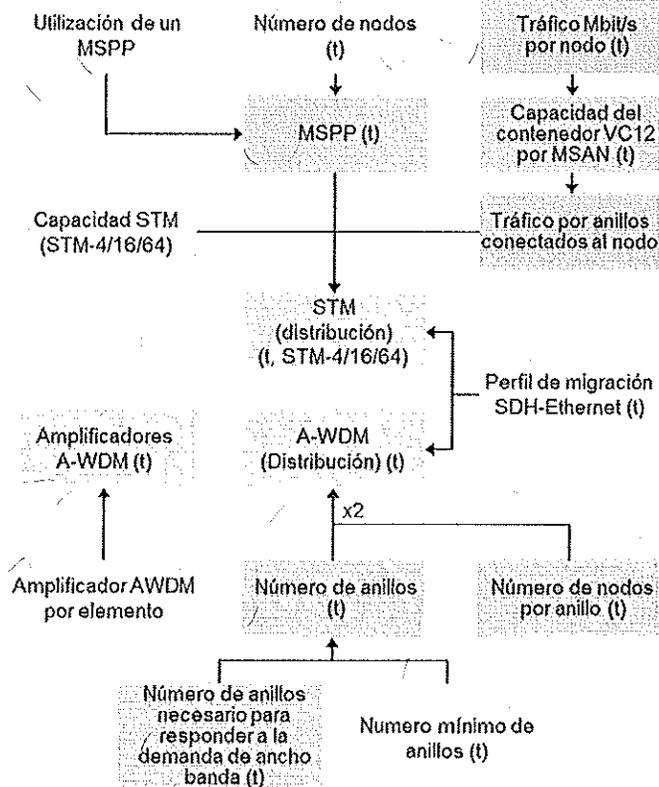


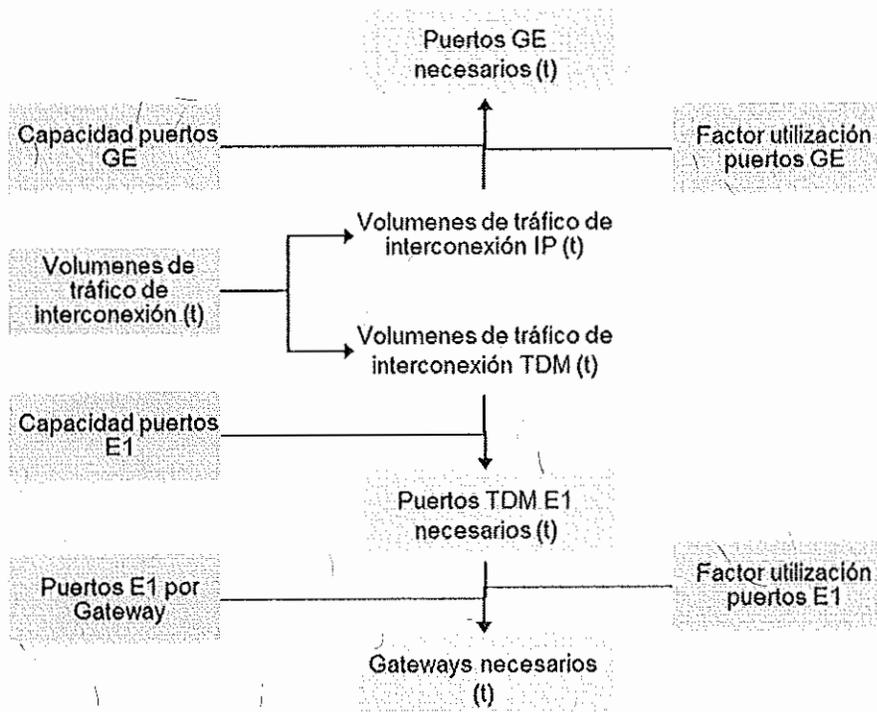
DIAGRAMA D

Cálculo de los elementos de la red de transmisión (nivel 3)



## DIAGRAMA E

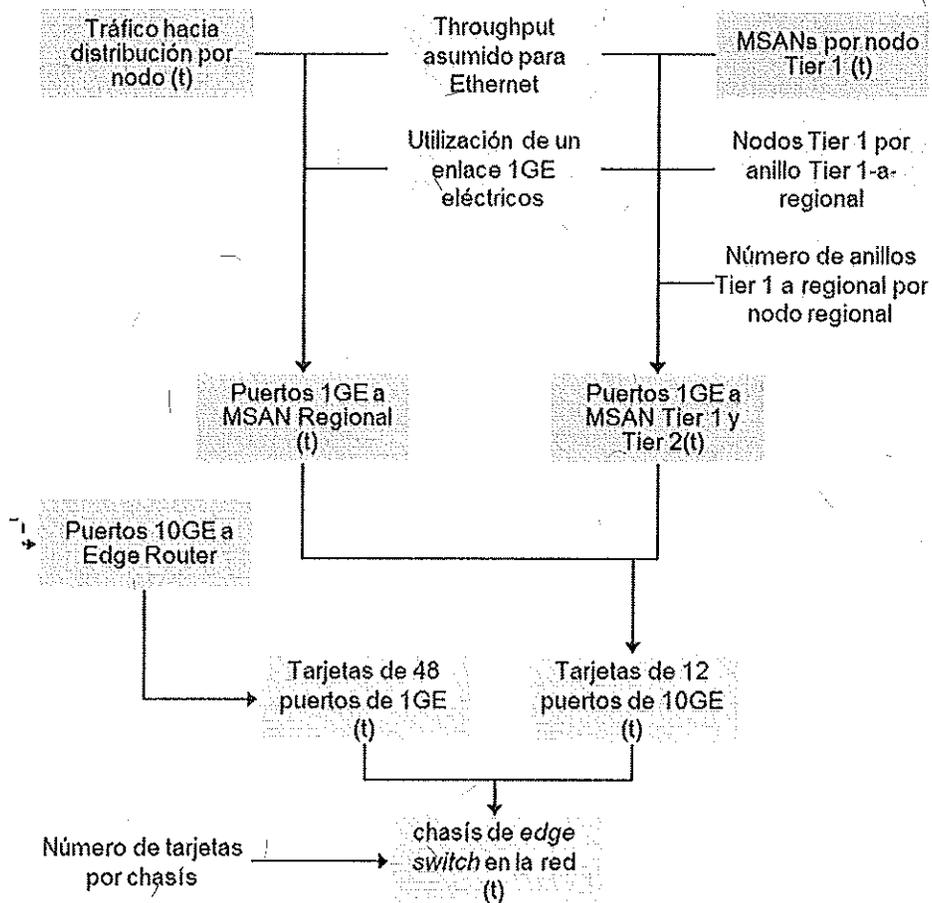
### Calculo del número de *edge switches*



H

DIAGRAMA F

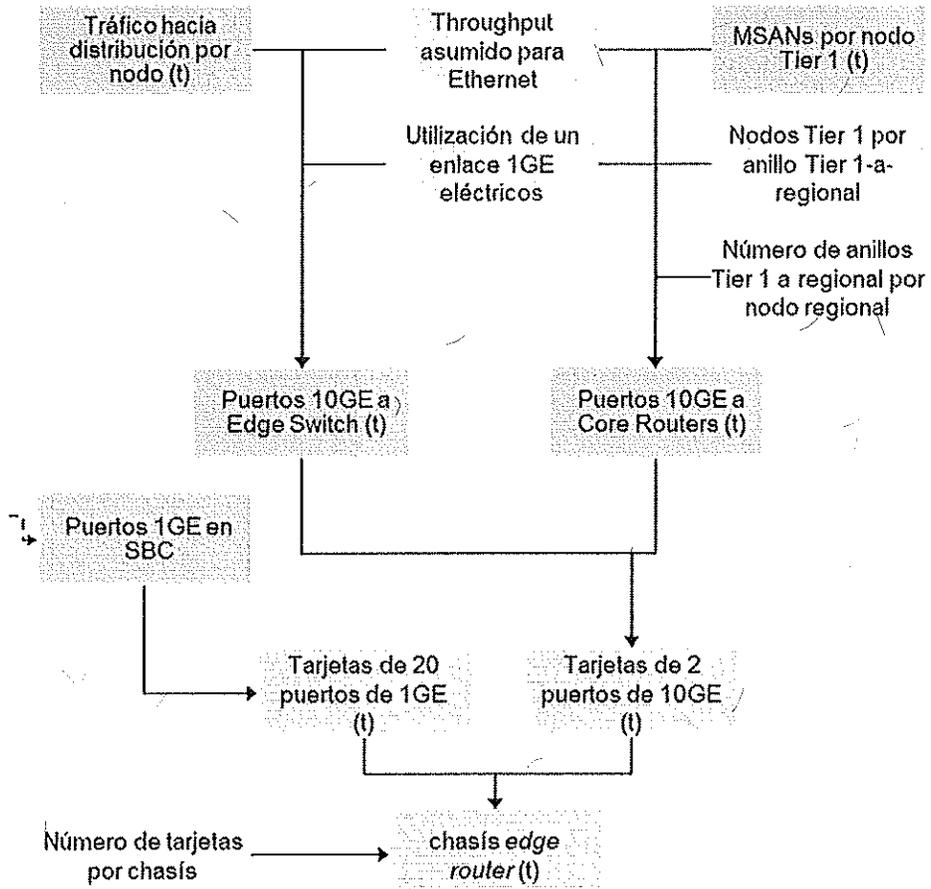
Calculo del número de *edge switches*



A

DIAGRAMA G

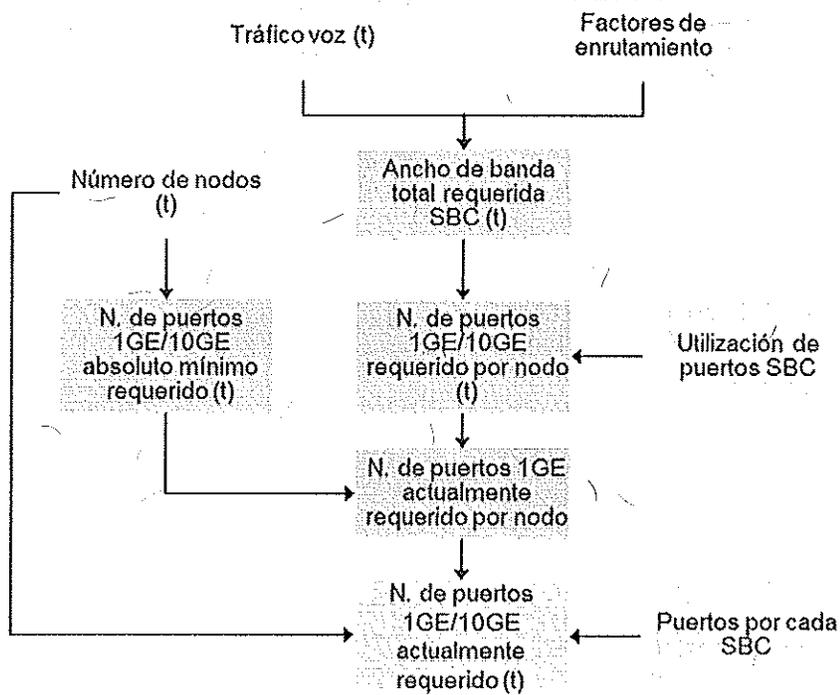
Calculo del número de edge routers



H

DIAGRAMA H

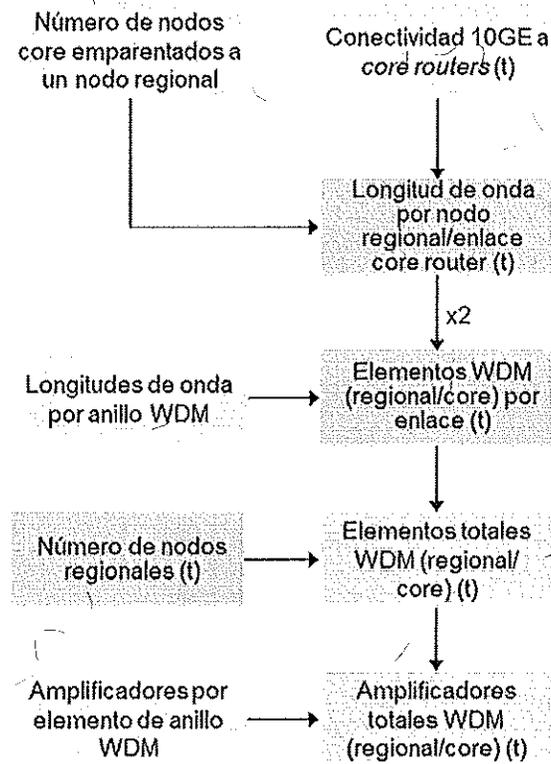
Cálculo de SBCs (ejemplo a nivel de nodos regionales)



M

## DIAGRAMA II

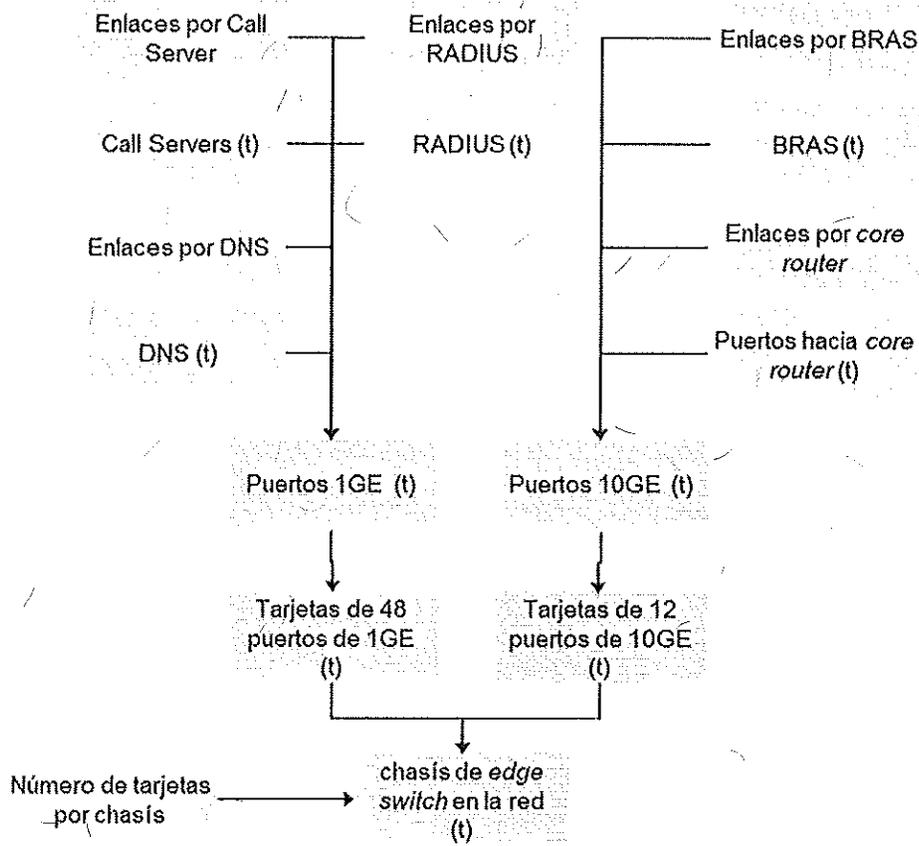
### Cálculo de los elementos de la red de transmisión (nivel 2)



H

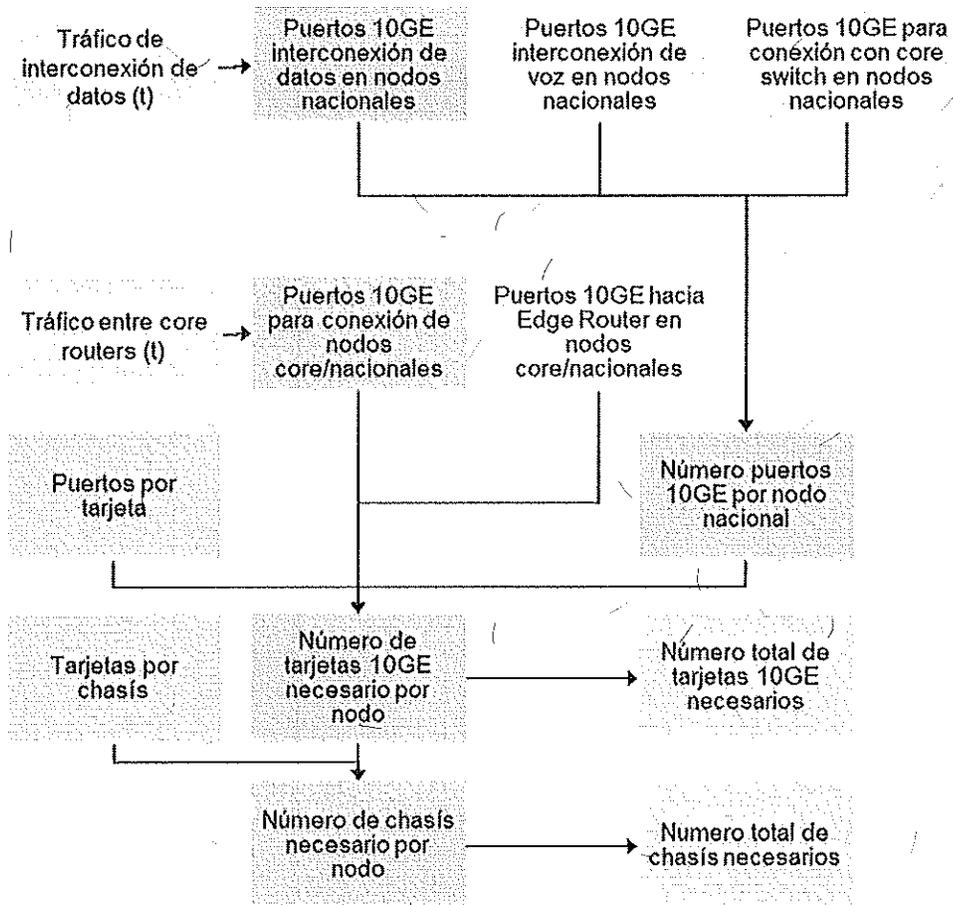
DIAGRAMA J

Calculo del número de core switches



# DIAGRAMA K

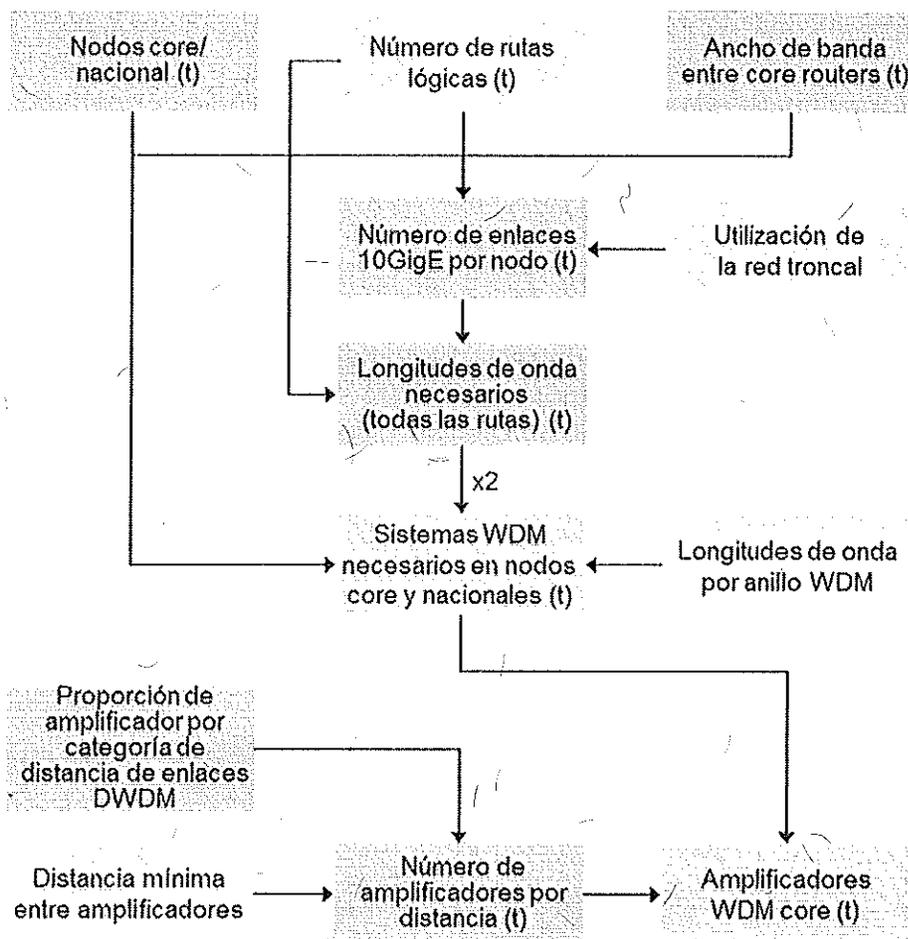
## Cálculo del número de *core routers* necesario



H

DIAGRAMA L

Cálculo de los elementos de la red de transmisión (nivel 1)



H

#### 4. Interconexión IP.

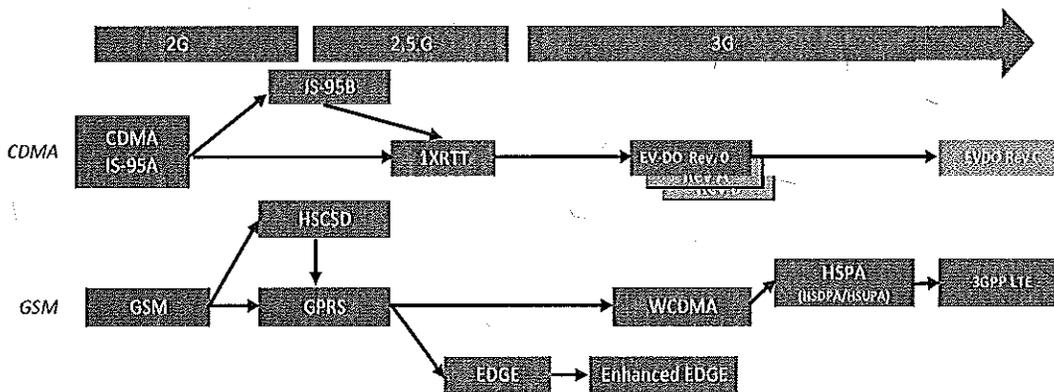
##### Argumentos de las Partes

TVI señala que además de los protocolos de interconexión actuales, conforme a las prácticas internacionales, se deberá de poder realizar la interconexión a través del protocolo IP (Internet Protocol), en su versión SIP (Session Initiation Protocol).

Por su parte, Grupo Iusacell y Unefon manifiestan que la autoridad debe considerar que en nuestro país el protocolo PAUSI-MX es el protocolo usado para la interconexión de redes públicas de telecomunicaciones, por lo que debe quedar a acuerdo de ambas partes el empleo del protocolo SIP y no como una obligación específica que se deba resolver.

##### Consideraciones del Instituto.

Las redes públicas de telecomunicaciones de servicio local móvil en México han evolucionado tecnológicamente conforme a las tecnologías definidas en la iniciativa y estandarización IMT-2000 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, las que se dividen a su vez en dos grandes corrientes: las del grupo 3GPP (creado en 1998 para coordinar las tecnologías GSM, EDGE, UMTS, etc.) y las del grupo 3GPP2 (CDMA2000, EV-DO, etc.), como se muestra en el siguiente esquema<sup>38</sup>.



Esquema 1. Evolución CDMA y GSM.

<sup>38</sup> Hellberg, Boyes and Green, Broadband Network Architectures: Designing and Deploying Triple Play Services, Estados Unidos, Prentice Hall, 2007.

CDMA, Acceso Múltiple por División de Código (Code División Multiple Access)	1XRTT, Tecnología de Transmisión de Radio una Vez (1 Times Radio Transmission Technology)
GSM, Sistema Global para Comunicaciones Móviles (Global System for Mobile Communications)	EDGE, Velocidades de Datos Mejoradas para GSM (Enhanced Data rates for GSM)
HSCSD, Sistema de Transmisión de Datos de Alta Velocidad por Conmutación de Circuitos (High-Speed Circuit-Switched Data)	EV-DO, Evolución Optimizada de Datos (Evolution Data Optimized)
GPRS, Servicio General de Paquetes (General Packet Radio Service)	WCDMA, Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha (Wideband Code División Multiple Access)
IS-95B, Estandar provisional (Interim Standard 95, or CDMAone, or TIA-EIA-95)	HSPA, Acceso de paquetes de Alta velocidad (High-Speed Packet Access)
HSDPA, Acceso de Paquetes de Bajada de Alta Velocidad (High-Speed Downlink Packet Access)	HSUPA, Acceso de Paquetes de subida de Alta Velocidad (High-Speed Uplink Packet Access)
LTE, Evolución de Largo Plazo (Long Term Evolution)	UMTS, Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (Universal Mobile Telecommunications System)

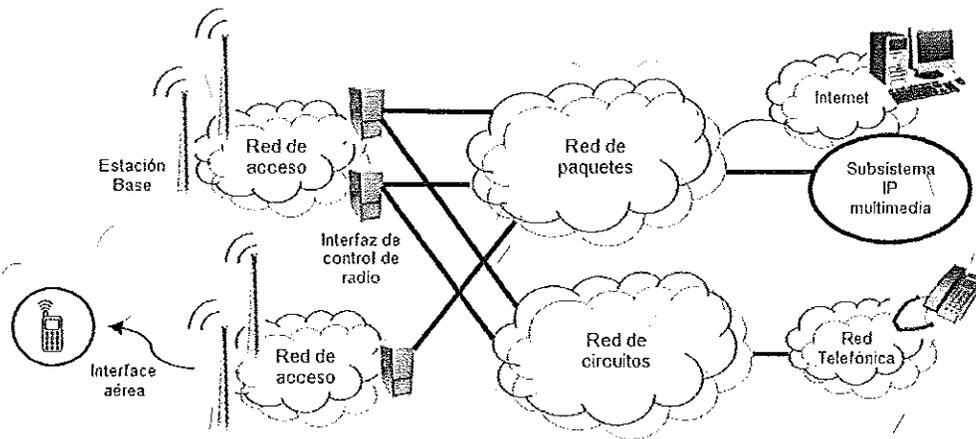
La transmisión de datos de banda ancha se inicia con GPRS en la cual se usan las ranuras de tiempo de la voz para transmitir datos, el siguiente avance fue usar varias ranuras optimizando su uso con la tecnología EDGE y posteriormente con Enhanced EDGE, con la cual se llega a tasas de transferencia mucho mayores.

Asimismo, en las redes móviles se comenzó a desplegar la tecnología W-CDMA (UMTS versión 99), utilizando canales de 5 MHz, (con GSM la canalización es de 200 KHz), para el acceso de voz y datos. Esta tecnología se empleó en redes superpuestas a las de GSM y su uso dio lugar al crecimiento de un mercado que justifica en este momento el despliegue de HSPA para los servicios de datos en las redes de servicio local móvil en México.

Lo anterior, se puede observar del reporte "Global 3G and 4G Deployment Status HSPA / HSPA+ / LTE / June 15, 2011"<sup>39</sup>, del cual se desprende que la tecnología HSPA está disponible desde 2008 en la red de Radiomóvil Dipsa, S.A. de C.V. (en lo sucesivo, "Telcel"); desde 2009 en las redes de Pegaso PCS, S.A. de C.V. (en lo sucesivo, "Telefónica"); desde 2010 en las redes de Unefon y Grupo Iusacell, y en 2011 en las redes de Grupo Nextel.

De conformidad con lo anterior, las redes móviles de los concesionarios antes mencionados siguen utilizando la técnica de conmutación de circuitos para las comunicaciones de voz entre usuarios de la misma red o con otras redes, y la técnica de conmutación de paquetes para los servicios de datos como Internet, como se muestra en el esquema 2.

<sup>39</sup> <http://www.4gamericas.org/UserFiles/file/Global%20Status%20Updates/Global%20Status%20Update%20June%2015.pdf>



Esquema 2. Componentes funcionales de una red móvil.

No obstante lo anterior, conforme a la evolución tecnológica se ha comenzado con el despliegue de redes HSPA+ definidas en la versión 7 del 3GPP. En este mismo sentido, el 3GPP prevé que las redes móviles usarán la tecnología LTE de concepción distinta de las anteriores y con una posible migración directa de HSPA a LTE, las cuales utilizarán el protocolo IP, es decir, todos los servicios incluidos los de voz se basarán en la técnica de conmutación de paquetes con protocolo IP.

Existen varios documentos relativos a estas tecnologías y de acuerdo a la recomendación UIT-R M.1645 del 7 de marzo de 2008<sup>40</sup>, se establecieron las principales características:

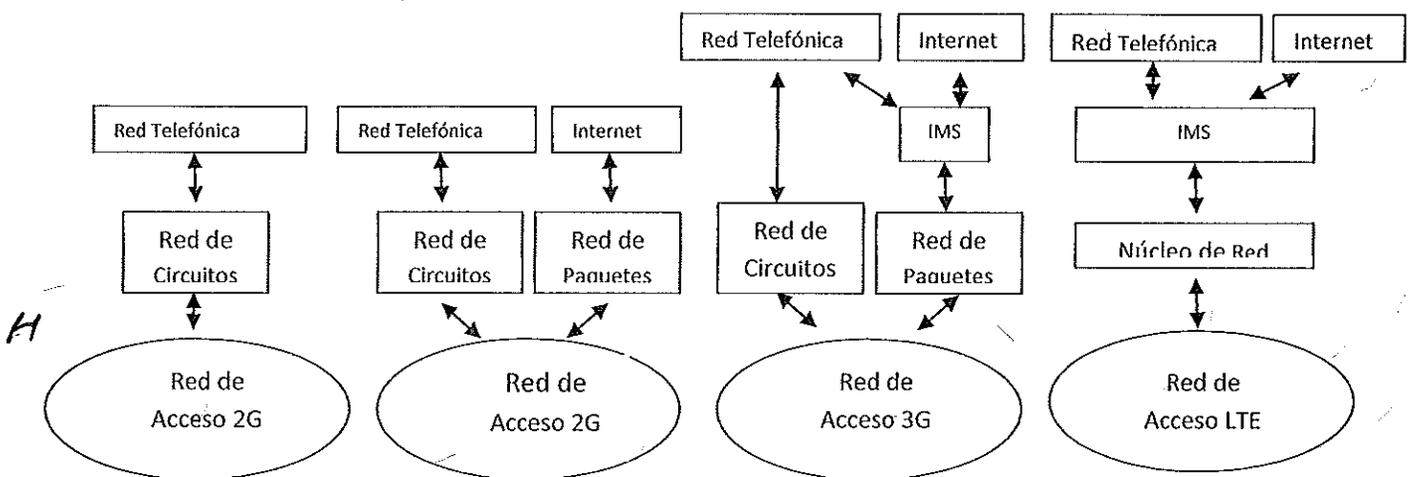
1. Alto grado de uniformidad de diseño a nivel mundial.
2. Compatibilidad de los servicios de las IMT-2000 entre sí y con las redes fijas,
3. Alta calidad,
4. Pequeños terminales para uso mundial,
5. Capacidad de itinerancia mundial,
6. Soporte de aplicaciones multimedia y una amplia gama de servicios y terminales.

40 [http://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.1645-0-200306-IIPDF-S.pdf](http://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.1645-0-200306-IIPDF-S.pdf)

Adicionalmente, deberán ser sistemas que operen bajo el protocolo IP y convergentes con las redes fijas. En esta tesitura, existen tres posibles tecnologías que se ajustan con las características antes referidas, que son el estándar 802.16m, LTE y UMB (Ultra Mobile Broadband).

En este tenor, conforme al reporte "Global 3G and 4G Deployment Status HSPA / HSPA+ / LTE / May, 2014"<sup>41</sup>, se desprende que Telcel tiene una red LTE en servicio desde el cuarto trimestre de 2012 y según datos de Cullen International desde diciembre de 2013 cuenta con cobertura LTE en más de 26 ciudades, cubriendo el 65% (sesenta y cinco) por ciento de la población en México. Asimismo, de acuerdo a información de Telcel publicados en su página de Internet actualmente cuenta con cobertura LTE en 34 ciudades del país<sup>42</sup>, cubriendo las principales zonas de alta demanda en servicios de telefonía móvil del país. Por su parte, Telefónica cuenta con una red LTE desde el cuarto trimestre de 2012<sup>43</sup> y Grupo Iusacell tiene en planes el desarrollo de la misma.

Con base a lo anterior se puede constatar que el avance tecnológico tiene como propósito implementar dentro de la red una nueva tecnología la cual permita satisfacer las necesidades de los usuarios y la creciente demanda en aplicaciones basadas en la transmisión de datos.



Esquema 3. Evolución de las redes móviles.

Como se puede observar en el esquema anterior, LTE utiliza una red troncal distinta a las tecnologías anteriores, este núcleo de Red está creado para

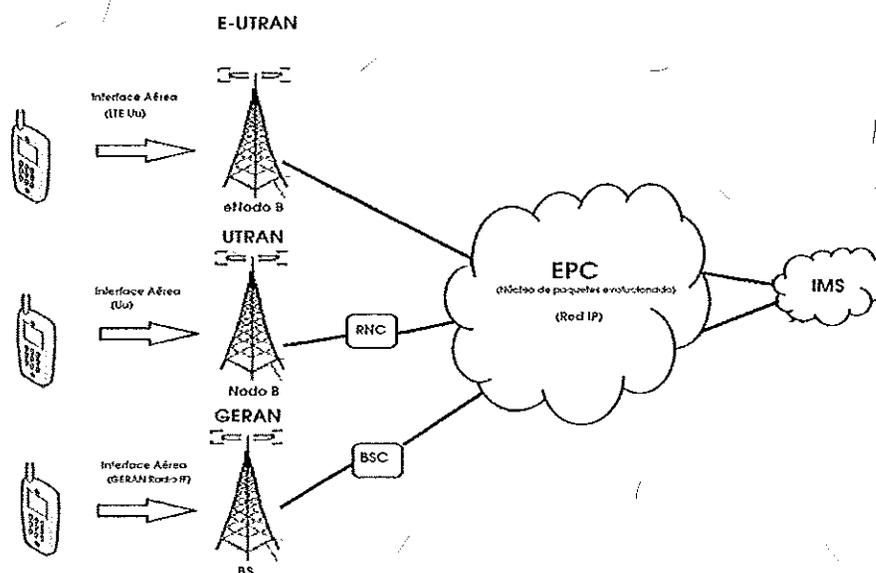
<sup>41</sup> [http://www.4gamericas.org/UserFiles/file/Global%20Status%20Updates/May%2015/02\\_Americas%205\\_15\\_14.pdf](http://www.4gamericas.org/UserFiles/file/Global%20Status%20Updates/May%2015/02_Americas%205_15_14.pdf)

<sup>42</sup> <http://www.telcel.com/4GLTE/cobertura.html>

<sup>43</sup> [http://www.4gamericas.org/UserFiles/file/Global%20Status%20Updates/May%2015/02\\_Americas%205\\_15\\_14.pdf](http://www.4gamericas.org/UserFiles/file/Global%20Status%20Updates/May%2015/02_Americas%205_15_14.pdf)

proporcionar un servicio de conectividad IP y es denominado núcleo de paquetes evolucionado ("en lo sucesivo EPC").

En este sentido, se considera que los componentes principales de la tecnología LTE son la red de acceso de radió (RAN) que a su vez dependiendo de su evolución se tienen las siguientes: GSM/EDGE Radio Access Network (GERAN) para segunda generación (2G), UMTS Terrestrial Radio Access Network para tercera generación (3G) y Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network para cuarta generación (4G) o LTE; por otra parte, la red troncal EPC y por último el subsistema multimedia IP ("en lo sucesivo IMS"), como se muestra en el siguiente esquema<sup>44</sup>.



Esquema 4. Componentes funcionales de una red móvil basada en LTE

El siguiente paso a esta evolución y que está abriendo camino a las redes 4G es lograr la convergencia de los servicios de voz y de datos en una sola red, es decir, todos los servicios, incluidos los de voz, se basarán en la técnica de conmutación de paquetes con protocolo IP. Una de las propuestas para ofrecer servicios de voz y SMS sobre redes LTE es mediante el subsistema multimedia IP (IMS).

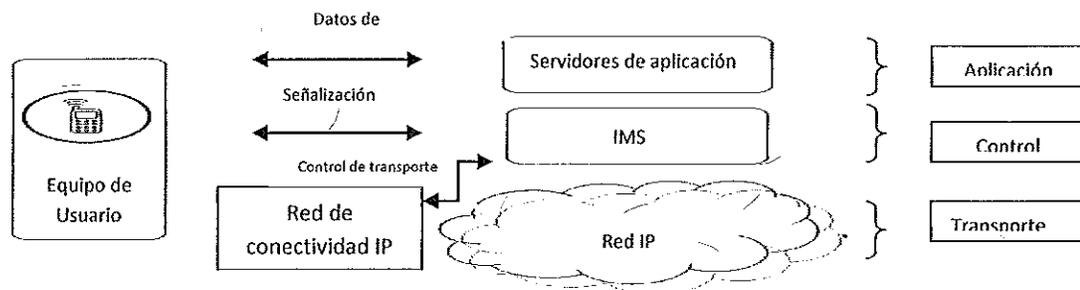
IMS es un sistema que tiene la capacidad de brindar servicios multimedia en telefonía fija y móvil, su arquitectura está comprendida por una red independiente de la red de acceso, lo que permite que sea utilizada por diferentes redes de acceso de radio o redes inalámbricas. IMS es utilizado para prestar servicios haciendo uso del protocolo IP para el transporte de la información y el uso del protocolo SIP para la señalización. El 3GPP ha definido a SIP como el medio de interacción entre los componentes del IMS. Cabe

<sup>44</sup> Ramón Agustí Comes, Francisco Bernardo Álvarez, "LTE: Nuevas tendencias en comunicaciones móviles", Editorial: Fundación Vodafone España, 2010.

mencionar que SIP funciona en colaboración con otros protocolos. Por ejemplo, el protocolo SDP (Session Description Protocol) describe el contenido multimedia de la sesión, incluyendo direcciones IP, puertos y codec utilizados. SIP también se complementa con el protocolo RTP (Real Time Protocol), quien encapsula el contenido multimedia transmitido en la sesión establecida mediante SIP<sup>45</sup>. La adopción de un sistema IMS ha tomado fuerza debido a que facilita en gran medida la interconexión de diferentes redes de telecomunicaciones ya sean móviles o fijas, públicas o privadas, que también se basan en dichos protocolos.

La arquitectura de una red IMS se define en tres capas funcionales:

- Capa de transporte: Proporciona conectividad IP, infraestructura común de transporte, integración de tecnologías de acceso.
- Capa de control: Se llevan a cabo las funciones de operación gestión, mantenimiento, aprovisionamiento y facturación. La capa de Control se basa en el protocolo SIP para el establecimiento, control y finalización de sesiones multimedia y contiene elementos especializados en la gestión de sesiones como servidores de señalización SIP y elementos específicos para la interacción con redes telefónicas convencionales (Gateways VoIP, controladores).
- Capa de servicios: Independencia de tecnología de acceso, dispositivo y red de transporte. Las capas de Transporte y control proveen una infraestructura estandarizada y uniforme a los proveedores de servicio para realizar su labor a través de servidores de aplicaciones. Estos servidores se comunican con la capa de control utilizando SIP.<sup>46</sup>



Esquema 5. Arquitectura IMS.<sup>47</sup>

45 Cardona Narcís, Olmos Juan José, García Mario, 3GPP LTE: Hacia la 4G Móvil, Ed. Marcombo, 2011.

[http://books.google.com.mx/books?id=XuQVmiNNzXckC&pg=PT214&lpg=PT214&dq=protocolos+LTE+3+GPP&source=bl&ots=NesvMpZkx&sig=JHpUu33F1Mkq\\_32YeXqXRsrV0w&hl=es-419&sa=X&ei=uB0NU5PANKj8yAHHgoDIDw&ved=0CEQQ6AEwBQ#v=onepage&q=SIP&f=false](http://books.google.com.mx/books?id=XuQVmiNNzXckC&pg=PT214&lpg=PT214&dq=protocolos+LTE+3+GPP&source=bl&ots=NesvMpZkx&sig=JHpUu33F1Mkq_32YeXqXRsrV0w&hl=es-419&sa=X&ei=uB0NU5PANKj8yAHHgoDIDw&ved=0CEQQ6AEwBQ#v=onepage&q=SIP&f=false)

46 Holman, H., & Toskala, A. LTE for UMTS OFDMA and SC-FDMA Based Radio Access. John Wiley & sons LTD., 2009.

47 Ramón Agustí Comes, Francisco Bernardo Álvarez, "LTE: Nuevas tendencias en comunicaciones móviles". Fundación Vodafone España, 2010.

Tal como se muestra en el esquema anterior el equipo de un usuario conectado a través de LTE utiliza SIP para su interacción con IMS.

Actualmente la base para el control de llamadas de VoIP y llamadas multimedia es el protocolo SIP, el cual soportará la creación, modificación y terminación de sesiones multimedia. El Protocolo SIP habilita la transferencia de información de control de servicio.

Las redes IP resultan ser menos costosas pues los componentes utilizados se encuentran dentro de un campo de mayor competitividad lo que los hace más accesibles. A futuro se pretende contar con una sola red basada en la conmutación de paquetes, con la que se pretende invertir un costo menor de mantenimiento, lo cual resulta más rentable teniendo el beneficio de brindar una cantidad de servicios simultáneamente.

Hoy en día es prioridad de muchos operadores es empezar a migrar sus redes hacia una NGN llevando la convergencia de redes a la posibilidad de utilizar una única infraestructura de red para soportar todos los servicios de comunicaciones. La tendencia es establecer un núcleo de red basado en IP con la posibilidad de acceder con cualquier tecnología de acceso.

SIP es un protocolo que tiene plenas capacidades para establecer el control de una llamada por lo que puede ser utilizado en una interconexión entre distintos operadores.

En virtud de lo antes expuesto, el Instituto considera que el desarrollo de una red basada en la conmutación de paquetes utilizando el protocolo IP, permitirá una mayor eficiencia en el uso de la infraestructura y recursos que se requieren para la interconexión entre redes públicas de telecomunicaciones. Asimismo, las redes tendrán la capacidad de intercambiar servicios de voz, datos y video a través de la misma infraestructura, con lo que se promoverá la convergencia y el despliegue de redes de nueva generación.

Aunado a lo anterior, las características técnicas del protocolo de señalización SIP lo hacen adecuado para soportar las aplicaciones y requerimientos del servicio de telefonía IP en una red convergente IP. Además, es un protocolo flexible al que se le pueden incorporar funcionalidades para nuevos servicios, por lo que es técnicamente factible utilizar dicho protocolo en la interconexión de las redes públicas de telecomunicaciones.

En este orden de ideas, es importante considerar que si bien las redes móviles por el momento todavía prestan servicios de voz utilizando la técnica de conmutación de circuitos, se prevé que las mismas evolucionarán en el futuro mediato a redes basadas en IP y en consecuencia los servicios que operan con la técnica de conmutación de circuitos migrarán a la conmutación de paquetes

bajo el protocolo IP, en este sentido y con base en lo expuesto anteriormente se considera que la utilización de SIP representa un inicio a la evolución de las comunicaciones en el área de la telefonía IP, que permitirá en un plazo mediano la comunicación multimedia de alta calidad y una reducción en los costos de las mismas, brindando las posibilidades de un progreso encaminado hacia NGN.

En este tenor, el Instituto considera que TVI, Grupo Iusacell y Unefon podrán acordar la utilización de protocolos de Interconexión IP y protocolos de señalización SIP para la interconexión de sus respectivas redes.

Asimismo, al otorgar dicha interconexión utilizando los mencionados protocolos, TVI, Grupo Iusacell y Unefon deberán respetar en todo momento el principio de otorgar un trato no discriminatorio hacia algún tercer concesionario que le solicite la respectiva interconexión bajo la utilización de protocolos de interconexión IP y protocolos de señalización SIP. Lo anterior sin perjuicio de que los protocolos de interconexión obligatorios para las partes serán aquellos que se establezcan a través de las disposiciones legales y administrativas aplicables.

Lo anterior, de conformidad con la modificación al Plan Técnico Fundamental de Señalización publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de octubre de 2011 y que en su resolutive único establece lo siguiente:

*"Unico.- Se modifica el numeral 7.1 del Plan de Señalización para quedar en los siguientes términos:*

*7.1 El protocolo PAUSI-MX será el protocolo que deberán usar las redes públicas de telecomunicaciones para su interconexión, salvo que de común acuerdo entre los operadores de servicios de telecomunicaciones, se establezcan protocolos diferentes que permitan cumplir con el envío de la información a que se refiere el numeral 8 del presente Plan y el artículo 43 fracción X de la Ley.*

*Los protocolos que un concesionario haya establecido para interconectarse con otro operador, inclusive tratándose de interconexión con redes extranjeras, deberán hacerse disponibles a otros concesionarios que se lo soliciten."*

En términos de lo dispuesto por los artículos 41, 42 y 43 de la LFT, las partes en el presente procedimiento deberán garantizar la interconexión de sus respectivas redes públicas de telecomunicaciones y en su caso formalizar el convenio de interconexión atento a lo establecido en la presente Resolución, con la finalidad de satisfacer el interés público tutelado en la LFT.

En este sentido, de conformidad con el artículo 43 de la LFT, TVI deberá suscribir con Grupo Iusacell y Unefon el correspondiente convenio de interconexión que incluya los

demás términos y condiciones aplicables a la interconexión de sus respectivas redes públicas de telecomunicaciones en términos no discriminatorios.

Con el fin de que los términos, condiciones y tarifas de interconexión determinadas por el Instituto en la presente Resolución sean ofrecidos de manera no discriminatoria a los demás concesionarios que lo soliciten y que requieran servicios de interconexión, capacidades o funciones similares, el Pleno del Instituto estima conveniente poner la presente Resolución a disposición de los concesionarios. Para efectos de lo anterior y en términos de lo dispuesto por los artículos 64, fracción XVII y 65 de la LFT, la presente Resolución será inscrita en el Registro Público de Concesiones a cargo del propio Instituto.

Lo anterior, sin perjuicio de que TVI, Grupo Iusacell y Unefon formalicen los términos, condiciones y tarifas de interconexión que se ordenan a través de la presente Resolución y a tal efecto suscriban el correspondiente convenio. En tal sentido, dichos concesionarios, conjunta o separadamente, deberán presentar el convenio de interconexión para inscripción en el Registro Público de Concesiones, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 64 fracción VII de la LFT.

Por lo antes expuesto y con fundamento en los artículos 28 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; Séptimo Transitorio del "Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de los artículos 6º, 7º, 27, 28, 73, 78, 94 y 105 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de telecomunicaciones", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 11 de junio de 2013; 1, 2, 3, 7 fracción II, 8 fracción II, 41, 42, 43, 64 fracciones VII y XVII y 65 de la Ley Federal de Telecomunicaciones; 1, 2, 3, 9, 13, 16 fracción X, 32, 35, 36, 38 y 39 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 8 y 9 fracción XLIII del Estatuto Orgánico del Instituto Federal de Telecomunicaciones, emite los siguientes:

## RESOLUTIVOS

**PRIMERO.-** Se determinan las condiciones que en materia de interconexión no pudieron convenir los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones denominados: Televisión Internacional, S.A. de C.V. con las empresas Comunicaciones Celulares de Occidente, S.A. de C.V., Iusacell PCS, S.A. de C.V., Iusacell PCS de México, S.A. de C.V., Sistemas Telefónicos Portátiles Celulares, S.A. de C.V., SOS Telecomunicaciones, S.A. de C.V., Telecomunicaciones del Golfo, S.A. de C.V., Portatel del Sureste, S.A. de C.V. y Operadora Unefon, S.A. de C.V., en términos de los resolutivos Segundo, Tercero, Cuarto, Quinto, Sexto y Séptimo de la presente Resolución. Asimismo, como se establece en el artículo 9 de la Ley Federal del Procedimiento Administrativo, las obligaciones en materia de interconexión establecidas en la presente Resolución serán eficaces y exigibles para Televisión Internacional, S.A. de C.V. y las empresas Comunicaciones Celulares de Occidente, S.A. de C.V., Iusacell PCS, S.A. de C.V., Iusacell PCS de México, S.A. de C.V., Sistemas Telefónicos Portátiles Celulares, S.A. de

C.V., SOS Telecomunicaciones, S.A. de C.V., Telecomunicaciones del Golfo, S.A. de C.V., Portatel del Sureste, S.A. de C.V. y Operadora Unefon, S.A. de C.V., a partir del día siguiente al que surta efectos legales la notificación de la presente Resolución, por lo que las condiciones de interconexión establecidas, serán aplicables a partir de la fecha antes señalada a los servicios de interconexión que las partes se prestan.

**SEGUNDO.-** Dentro de los 10 (diez) días hábiles siguientes al día en que surta efectos legales la notificación de la presente Resolución y con independencia de su obligación de cumplir con la prestación del servicio de interconexión; Televisión Internacional, S.A. de C.V. y las empresas Comunicaciones Celulares de Occidente, S.A. de C.V., Iusacell PCS, S.A. de C.V., Iusacell PCS de México, S.A. de C.V., Sistemas Telefónicos Portátiles Celulares, S.A. de C.V., SOS Telecomunicaciones, S.A. de C.V., Telecomunicaciones del Golfo, S.A. de C.V., Portatel del Sureste, S.A. de C.V. y Operadora Unefon, S.A. de C.V., deberán celebrar los convenios de interconexión de sus redes, públicas de telecomunicaciones conforme a los términos y condiciones determinados en los Resolutivos Tercero, Cuarto, Quinto, Sexto y Séptimo. Hecho lo anterior, deberán remitir conjunta o separadamente un ejemplar original o copia certificada de los mismos al Instituto Federal de Telecomunicaciones, dentro de los quince (15) días naturales siguientes a la fecha de su firma, para efectos de su inscripción en el Registro Público de Concesiones conforme a los artículos 64 fracción VII y 65 de la Ley Federal de Telecomunicaciones.

**TERCERO.-** La tarifa de interconexión que Televisión Internacional, S.A. de C.V. deberá pagarle a las empresas Comunicaciones Celulares de Occidente, S.A. de C.V., Iusacell PCS, S.A. de C.V., Iusacell PCS de México, S.A. de C.V., Sistemas Telefónicos Portátiles Celulares, S.A. de C.V., SOS Telecomunicaciones, S.A. de C.V., Telecomunicaciones del Golfo, S.A. de C.V., Portatel del Sureste, S.A. de C.V. y Operadora Unefon, S.A. de C.V., por servicios de terminación conmutada en usuarios móviles bajo la modalidad "El que llama paga", será la siguiente:

- Del 1° de enero de 2012 al 31 de diciembre de 2012, \$0.3214 pesos M.N. por minuto de interconexión.

La tarifa anterior ya incluye el costo correspondiente a los puertos necesarios para la interconexión.

**CUARTO.-** En la aplicación de la tarifa a que se refiere el resolutivo anterior, las empresas Comunicaciones Celulares de Occidente, S.A. de C.V., Iusacell PCS, S.A. de C.V., Iusacell PCS de México, S.A. de C.V., Sistemas Telefónicos Portátiles Celulares, S.A. de C.V., SOS Telecomunicaciones, S.A. de C.V., Telecomunicaciones del Golfo, S.A. de C.V., Portatel del Sureste, S.A. de C.V. y Operadora Unefon, S.A. de C.V., calcularán las contraprestaciones que Televisión Internacional, S.A. de C.V. deberá pagarles por servicios de terminación conmutada en usuarios móviles bajo la modalidad "El que

llama paga", con base en la duración real de las llamadas, sin redondear al minuto, debiendo para tal efecto sumar la duración de todas las llamadas completadas en el período de facturación correspondiente, medidas en segundos, y multiplicar los minutos equivalentes a dicha suma, por la tarifa correspondiente.

**QUINTO.-** La tarifa de interconexión que las empresas Comunicaciones Celulares de Occidente, S.A. de C.V., Iusacell PCS, S.A. de C.V., Iusacell PCS de México, S.A. de C.V., Sistemas Telefónicos Portátiles Celulares, S.A. de C.V., SOS Telecomunicaciones, S.A. de C.V., Telecomunicaciones del Golfo, S.A. de C.V., Portatel del Sureste, S.A. de C.V. y Operadora Unefon, S.A. de C.V., deberán pagarle a Televisión Internacional, S.A. de C.V., por servicios de terminación conmutada en usuarios fijos será la siguiente:

- Del 1° de enero de 2012 al 31 de diciembre de 2012, \$0.02432 pesos M.N. por minuto de interconexión.

La tarifa de interconexión anterior corresponde a aquella que se deberá pagar por terminar tráfico local en el Área de Servicio Local con punto de interconexión. La tarifa anterior ya incluye el costo correspondiente a los puertos necesarios para la interconexión.

**SEXTO.-** En la aplicación de la tarifa a que se refiere el resolutivo anterior, Televisión Internacional, S.A. de C.V., calculará las contraprestaciones que las empresas Comunicaciones Celulares de Occidente, S.A. de C.V., Iusacell PCS, S.A. de C.V., Iusacell PCS de México, S.A. de C.V., Sistemas Telefónicos Portátiles Celulares, S.A. de C.V., SOS Telecomunicaciones, S.A. de C.V., Telecomunicaciones del Golfo, S.A. de C.V., Portatel del Sureste, S.A. de C.V. y Operadora Unefon, S.A. de C.V., deberán pagarle por servicios de terminación conmutada en usuarios fijos con base en la duración real de las llamadas, sin redondear al minuto, debiendo para tal efecto sumar la duración de todas las llamadas completadas en el período de facturación correspondiente, medidas en segundos, y multiplicar los minutos equivalentes a dicha suma, por la tarifa correspondiente.

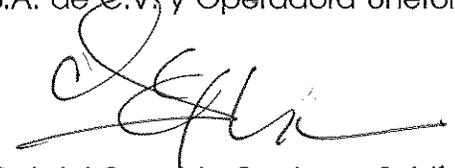
**SÉPTIMO.-** Televisión Internacional, S.A. de C.V. y las empresas Comunicaciones Celulares de Occidente, S.A. de C.V., Iusacell PCS, S.A. de C.V., Iusacell PCS de México, S.A. de C.V., Sistemas Telefónicos Portátiles Celulares, S.A. de C.V., SOS Telecomunicaciones, S.A. de C.V., Telecomunicaciones del Golfo, S.A. de C.V., Portatel del Sureste, S.A. de C.V. y Operadora Unefon, S.A. de C.V., podrán acordar la utilización del protocolo de interconexión IP (*Internet Protocol*) y del protocolo de señalización SIP (*Session Initiation Protocol*) para la interconexión de sus respectivas redes.

Asimismo, Televisión Internacional, S.A. de C.V. y las empresas Comunicaciones Celulares de Occidente, S.A. de C.V., Iusacell PCS, S.A. de C.V., Iusacell PCS de México, S.A. de C.V., Sistemas Telefónicos Portátiles Celulares, S.A. de C.V., SOS

Telecomunicaciones, S.A. de C.V., Telecomunicaciones del Golfo, S.A. de C.V., Portatel del Sureste, S.A. de C.V. y Operadora Unefon, S.A. de C.V., deberán respetar en todo momento el principio de otorgar un trato no discriminatorio hacia algún tercer concesionario que le solicite la respectiva interconexión bajo la utilización del protocolo de interconexión IP (*Internet Protocol*) y del protocolo de señalización SIP (*Session Initiation Protocol*). Lo anterior sin perjuicio de que los protocolos de interconexión obligatorios para las partes serán aquellos que se establezcan a través de las disposiciones legales y administrativas aplicables.

**OCTAVO.-** La presente Resolución puede ser impugnada mediante el juicio de amparo conforme a lo dispuesto por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

**NOVENO.-** Notifíquese personalmente a Televisión Internacional, S.A. de C.V., Comunicaciones Celulares de Occidente, S.A. de C.V., Iusacell PCS, S.A. de C.V., Iusacell PCS de México, S.A. de C.V., Sistemas Telefónicos Portátiles Celulares, S.A. de C.V., SOS Telecomunicaciones, S.A. de C.V., Telecomunicaciones del Golfo, S.A. de C.V., Portatel del Sureste, S.A. de C.V. y Operadora Unefon, S.A. de C.V., el contenido de la presente Resolución.



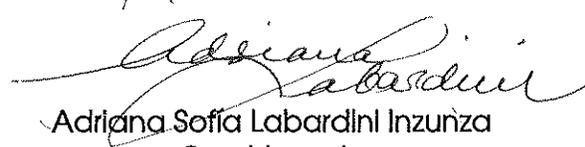
Gabriel Oswaldo Contreras Saldívar  
Presidente



Luis Fernando Borjón Figueroa  
Comisionado



Ernesto Estrada González  
Comisionado



Adriana Sofia Labardini Inzunza  
Comisionada



María Elena Estavillo Flores  
Comisionada



Marlo Germán Fromow Rangel  
Comisionado



Adolfo Cuevas Teja  
Comisionado

La presente Resolución fue aprobada por el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones en su VIII Sesión Ordinaria celebrada el 9 de julio de 2014, por unanimidad de votos de los Comisionados presentes Gabriel Oswaldo Contreras Saldívar, Luis Fernando Borjón Figueroa, Ernesto Estrada González, Adriana Sofia Labardini Inzunza, María Elena Estavillo Flores, Mario Germán Fromow Rangel y Adolfo Cuevas Teja, con fundamento en los párrafos vigésimo, fracciones I y III; y vigésimo primero, del artículo 28 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; así como en los artículos 1, 2, 11 y 12 del Estatuto Orgánico del Instituto Federal de Telecomunicaciones, mediante Acuerdo P/IFT/090714/204.