

**Anteproyecto de Condiciones Técnicas Mínimas para la Interconexión entre concesionarios que operen redes públicas de telecomunicaciones y las tarifas que resulten de las metodologías de costos que estarán vigentes del 1 de enero al 31 de diciembre de 2024.**

**Capítulo I  
Disposiciones Generales**

**Primera.-** El presente Acuerdo tiene por objeto establecer las condiciones técnicas mínimas necesarias para la interconexión entre concesionarios que operen redes públicas de telecomunicaciones, y determinar las tarifas de los Servicios de Interconexión que han resultado de la metodología para el cálculo de costos de interconexión de conformidad con la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión (en lo sucesivo, la “LFTR”) mismas que estarán vigentes del 1 de enero al 31 de diciembre de 2024.

**Capítulo II  
Definiciones**

**Segunda.-** Para efectos del presente Acuerdo, los siguientes términos tendrán el significado que a continuación se indica:

Agente Económico Preponderante:	Aquel que fue declarado mediante Acuerdo P/IFT/EXT/060314/76.
Conducción de tráfico:	Servicio por medio del cual un Concesionario conduce señales de telecomunicaciones a través de su Red Pública de Telecomunicaciones, ya sea que éstas hayan sido originadas o se vayan a terminar en la misma, o bien que su origen y terminación corresponda a otras Redes Públicas de Telecomunicaciones a las cuales ofrezca el servicio de Tránsito.
Compartición de Infraestructura para interconexión:	El uso por dos o más Redes Públicas de Telecomunicaciones de la infraestructura que resulta necesaria para la provisión de Servicios de Interconexión, tales como, equipo, sitios, ductos, canalizaciones, postes, torres, y otros elementos, dentro de las instalaciones del Concesionario, aún cuando dicha infraestructura pueda también ser utilizada para otros servicios.
Concesionario Solicitado:	Concesionario al cual se le solicitan los Servicios de Interconexión.
Concesionario Solicitante:	Concesionario que solicita los Servicios de Interconexión.
Coubicación:	Servicio de Interconexión para la colocación de equipos y dispositivos de la Red Pública de Telecomunicaciones del Concesionario Solicitante, necesarios para la Interoperabilidad y la provisión de otros Servicios de Interconexión de una Red Pública de Telecomunicaciones con otra, mediante su ubicación

	en los espacios físicos en la Instalación del Concesionario Solicitado con el que se lleve a cabo la Interconexión, mismo que incluye el suministro de energía, medidas de seguridad, aire acondicionado, y demás facilidades necesarias para su adecuada operación, así como el acceso a los espacios físicos mencionados.
Enlaces de Transmisión:	Servicio de Interconexión o capacidad que consiste en el establecimiento de enlaces de transmisión físicos o virtuales de cualquier tecnología, a través de los cuales se conduce Tráfico.
Facturación y Cobranza:	Servicio de Interconexión que presta el Concesionario Solicitado, el cual incluye el procesamiento de los registros para la emisión de la factura y su impresión, el envío, la cobranza y gastos de contabilidad a efecto de cobrar al Suscriptor del Concesionario Solicitante por los servicios prestados.
Interconexión:	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 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.
Interconexión Cruzada:	Interconexión directa realizada entre concesionarios que tienen presencia y/o espacios de ubicación en el mismo punto de interconexión. Para lo cual el propietario de las instalaciones proveerá las estructuras de soporte y el medio de transmisión para dicha interconexión. Dicho medio de transmisión podrá ser gestionado o no gestionado.
Puertos de Acceso:	Punto de acceso en los equipos de conmutación de una Red Pública de Telecomunicaciones.
Servicios de Señalización:	Servicios de Interconexión que permiten el intercambio de información entre sistemas y equipos de diferentes redes de telecomunicaciones necesarios para establecer el enlace y la comunicación entre dos o más Usuarios, utilizando formatos, procesamientos y protocolos sujetos a normas nacionales y/o internacionales. Este servicio incluye la funcionalidad misma, los Puertos de Señalización, los Enlaces de Señalización y los Puntos de Transferencia de Señalización.
Servicio de Tránsito:	Servicio de Interconexión para el enrutamiento de Tráfico que el concesionario de una Red Pública de Telecomunicaciones provee para la Interconexión de dos o más Redes Públicas de Telecomunicaciones distintas, ya sea para la Originación o Terminación de Tráfico dentro del territorio nacional.

<p>Servicios Auxiliares y Conexos:</p>	<p>Servicios que forman parte de los Servicios de Interconexión necesarios para la Interoperabilidad de las Redes Públicas de Telecomunicaciones, que incluyen, entre otros, los servicios de información, de directorio, de emergencia, de cobro revertido o de origen, vía operadora, y los demás que se requieran para permitir a los Usuarios de un Concesionario comunicarse con los Usuarios de otro Concesionario y tener acceso a los servicios suministrados por éste último o por algún otro proveedor autorizado al efecto.</p>
<p>Servicios de Interconexión:</p>	<p>Servicios que se prestan entre concesionarios de servicios de telecomunicaciones, para realizar la interconexión entre sus redes e incluyen, entre otros, la conducción de tráfico, su originación y terminación, enlaces de transmisión, señalización, tránsito, puertos de acceso, coubicación, la compartición de infraestructura para interconexión, facturación y cobranza, así como otros servicios auxiliares de la misma y acceso a servicios.</p> <p>Los servicios de interconexión que deben ser proporcionados por los Concesionarios son los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>I. Conducción de tráfico, que incluye su originación y terminación, así como llamadas y servicios de mensajes cortos.</li> <li>II. Enlaces de transmisión;</li> <li>III. Puertos de acceso;</li> <li>IV. Señalización;</li> <li>V. Tránsito;</li> <li>VI. Coubicación;</li> <li>VII. Compartición de infraestructura;</li> <li>VIII. Auxiliares conexos, y</li> <li>IX. Facturación y Cobranza;</li> </ol> <p>La prestación de todos los servicios será obligatoria para el agente económico preponderante; la prestación de los servicios de interconexión establecidos en las fracciones I a IV será obligatoria para todos los concesionarios; mientras que los servicios establecidos en las fracciones V a IX únicamente los deberán prestar cuando se actualice la hipótesis de no discriminación establecida en el artículo 125 de la LFTR.</p>

Aquellos términos no definidos en el presente Acuerdo tendrán el significado que les corresponda conforme a la LFTR, al Plan Técnico Fundamental de Interconexión e Interoperabilidad, al Plan Técnico Fundamental de Señalización, al Plan Técnico Fundamental de Numeración, así como los demás ordenamientos legales, reglamentarios o administrativos aplicables en la materia, o aquellos que los sustituyan.

### **Capítulo III**

#### **Condiciones Técnicas Mínimas**

**Tercera.-** La interconexión entre las redes públicas de telecomunicaciones deberá llevarse a cabo en los puntos de interconexión que cada concesionario haya designado, los cuales deberán establecerse mediante el protocolo de internet (IP).

El Concesionario Solicitado deberá proporcionar un listado de los puntos de interconexión que tenga disponibles al Concesionario Solicitante para realizar el intercambio de tráfico, dicho listado deberá contener la siguiente información:

- Nombre e identificación de los puntos de interconexión.
- Dirección y coordenadas geográficas de los puntos de interconexión.
- Direcciones IP de los Controladores de Frontera de Sesión (SBC del inglés Session Border Controller) y/o de los gateways que permitan la interconexión.

Los concesionarios deberán contar con redundancia entre sitios o entre puntos de interconexión para garantizar la continuidad en la prestación del servicio.

Los concesionarios cuando así convenga a sus necesidades de tráfico podrán establecer redundancia física con conexión a dos puntos de interconexión en la misma ciudad con diversidad de trayectoria.

**Cuarta.-** Los concesionarios deberán conducir el tráfico dentro de su red pública de telecomunicaciones hasta los puntos de interconexión donde se realizará el intercambio de tráfico. Para tal efecto, a elección del Concesionario Solicitante el intercambio de tráfico en dichos puntos de interconexión se realizará a través de puertos de acceso y enlaces de transmisión en los cuales se permitirá el intercambio de tráfico de cualquier origen o destino dentro del territorio nacional, así como de cualquier tipo (local, entre localidades, tránsito, móvil y/o fijo).

Los concesionarios interconectados podrán realizar acuerdos para intercambiar tráfico que sean acordes a la arquitectura de sus redes y a sus necesidades de interconexión siempre que ello les permita llevar a cabo una efectiva y eficaz interconexión e interoperabilidad de sus redes públicas de telecomunicaciones.

**Quinta.-** Los enlaces de transmisión para realizar la interconexión deberán tener las siguientes características:

- Tecnología Ethernet de 1 Gbps.

- Fibra óptica monomodo con conector LC de acuerdo con el estándar 1000 BASE-LX especificado en IEEE 802.3-2022<sup>1</sup>.
- Tamaño de trama de 1 536 bytes, la utilización de Jumbo Frames será de común acuerdo entre las partes.

La interconexión física para el intercambio de tráfico de interconexión IP se establecerá empleando una topología SBC-SBC, mediante el establecimiento de enlaces dedicados punto a punto entre los concesionarios que intercambian tráfico.



Figura 1. Topología de interconexión SBC-SBC

Los SBC deberán contar con la capacidad de procesamiento de tráfico necesaria para soportar la totalidad de tráfico de interconexión que reciban.

Tratándose del servicio de mensajes cortos, la interconexión se llevará a cabo de manera directa, mediante el establecimiento de enlaces dedicados entre los concesionarios que intercambian tráfico.

Los concesionarios podrán establecer otros esquemas de interconexión siempre que ello les permita llevar a cabo una efectiva y eficaz interconexión e interoperabilidad de sus redes públicas de telecomunicaciones.

En el caso de que el Concesionario Solicitado sea el Agente Económico Preponderante, los enlaces y puertos de acceso para la interconexión podrán establecerse atendiendo las características, parámetros y condiciones establecidos en las Ofertas de Referencia que resulten aplicables.

A elección del Concesionario Solicitante el tipo de tráfico del servicio de voz que se podrá intercambiar a través de los enlaces de transmisión será de cualquier origen o destino dentro del territorio nacional, así como de cualquier tipo (local, entre localidades, tránsito, móvil y/o fijo).

<sup>1</sup> IEEE Standard for Ethernet, 802.3-2022.

Los concesionarios interconectados deberán tener redundancia en los enlaces de transmisión que garantice la continuidad en la prestación del servicio.

**Sexta.-** Los puertos de acceso que proporcione el Concesionario Solicitado serán de capacidades acordes a la capacidad del enlace de transmisión de interconexión.

A elección del Concesionario Solicitante el tipo de tráfico del servicio de voz que se podrá intercambiar a través de los puertos de acceso será de cualquier origen o destino dentro del territorio nacional, así como de cualquier tipo (local, entre localidades, tránsito, móvil, fijo).

Los concesionarios interconectados deberán tener redundancia en los puertos de acceso que garantice la continuidad en la prestación del servicio.

Los puertos de acceso de acuerdo con la tecnología utilizada deberán cumplir las siguientes características:

### **Interconexión IP**

Los enlaces de transmisión y puertos de acceso deberán proporcionarse con una capacidad inicial de al menos 10 Mbps o 100 Mbps y deberán ser modulares en saltos de 10 Mbps o 100 Mbps, todo ello a elección del Concesionario Solicitante, con independencia de que el canal físico soporte las velocidades señaladas en la Condición Quinta.

**Séptima.-** La interconexión de redes públicas de telecomunicaciones se sujetará a la utilización de los siguientes protocolos de señalización.

### **Interconexión IP**

El protocolo de señalización SIP-IP será obligatorio para la interconexión directa entre concesionarios y de acuerdo con la Recomendación IETF RFC 3261<sup>2</sup> y recomendaciones complementarias.

## **1. Interconexión plano de control**

### **1.1 Métodos y Encabezados de Campo SIP**

#### **1.1.1 Métodos SIP aplicables para sesiones de VoIP**

Para el modelo de interconexión VoIP se considerarán los siguientes métodos.

---

<sup>2</sup> IETF RFC 3261, SIP: Session Initiation Protocol.

#	Mensaje SIP	Estado	Referencia
1	ACK	M	De acuerdo a RFC 3261
2	BYE	M	De acuerdo a RFC 3261
3	CANCEL	M	De acuerdo a RFC 3261
4	INVITE	M	De acuerdo a RFC 3261
5	UPDATE	M	De acuerdo a RFC 3311 <sup>3</sup>
6	PRACK	M	De acuerdo a RFC 3262 <sup>4</sup>
7	OPTIONS*	M	De acuerdo a RFC 3261

\*con Max-Forwards = 0, para verificar que el objetivo es alcanzable

Tabla 1. Métodos aplicables para una sesión VoIP

El método OPTIONS será utilizado como método de “keep alive” de la siguiente forma:

El nodo A envía de manera periódica el método Options al nodo B, y el nodo B responde con un “200 OK”. Si el nodo B deja de responder o envía una respuesta SIP 503 (Servicio no disponible) entonces el nodo A bloquea la ruta, pero continúa enviando el mensaje. En el momento en el que el nodo B vuelve a responder se reactiva la ruta.

Se cumplirá con los campos de encabezado aplicables para los métodos definidos en la Tabla 1, de acuerdo con la recomendación correspondiente.

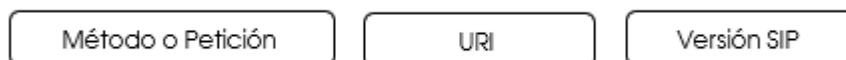
### 1.1.2 Relaciones confiables

A los elementos que conforman una red que tiene un acuerdo de interconexión se les llama dominio confiable.

Los dominios confiables en este caso determinan el cumplimiento de las configuraciones y especificaciones en este documento.

### 1.1.3 Peticiones

Las solicitudes SIP se deben componer de un formato básico, la primera línea debe contener información del nombre del método o petición, la URI a la que se está realizando la solicitud y la versión del protocolo separados por un espacio simple:



Ejemplo:

<sup>3</sup> IETF RFC 3311, The Session Initiation Protocol (SIP) UPDATE Method.

<sup>4</sup> IETF RFC 3262, Reliability of Provisional Responses in the Session Initiation Protocol (SIP).

INVITE <sip:<5512345678@operador.mx> o dirección ip>;user=phone SIP/2.0

#### 1.1.4 Campos de encabezado método INVITE

Los campos de encabezado que conformarán la petición INVITE inicial son los siguientes:

#	Campo de encabezado	Referencia
1	Via	RFC 3261
2	Supported	RFC 3261
3	Session-Expires	RFC 4028 <sup>5</sup>
4	Min-SE	RFC 4028
5	Max-Forwards	RFC 3261
6	To	RFC 3261
7	From	RFC 3261
8	Call-ID	RFC 3261
9	Cseq	RFC 3261
10	Contact	RFC 3261
11	Content-Type	RFC 3261
12	Content-Length	RFC 3261
13	Allow	RFC 3261

Tabla 2. Campos de encabezado método INVITE.

La contestación a la petición INVITE será la respuesta SIP 100 “Intentando”, siempre que dicha petición progrese con éxito.

#### 1.1.5 Encabezados adicionales SIP aplicables para sesiones de VoIP

Adicionalmente, se considerarán los siguientes encabezados:

#	Encabezado	Estado	Referencia
1	Privacy	M	De acuerdo a RFC 3323 <sup>6</sup>
2	Reason (en una respuesta)	M	De acuerdo a RFC 3326 <sup>7</sup>
3	P-Asserted-Identity	M	De acuerdo al RFC 3325 <sup>8</sup>
4	P-Early-Media	O	De acuerdo al RFC 5009 <sup>9</sup>

Tabla 3. Encabezados adicionales SIP para VoIP.

## 1.2 Protocolo de Descripción de Sesión

<sup>5</sup> IETF RFC 4028, Session Timers in the Session Initiation Protocol (SIP).

<sup>6</sup> IETF RFC 3323, A Privacy Mechanism for the Session Initiation Protocol (SIP).

<sup>7</sup> IETF RFC 3326, The Reason Header Field for the Session Initiation Protocol (SIP).

<sup>8</sup> IETF RFC 3325, Private Extensions to the Session Initiation Protocol (SIP) for Asserted Identity within Trusted Networks.

<sup>9</sup> IETF RFC 5009, Private Header (P-Header) Extension to the Session Initiation Protocol (SIP) for Authorization of Early Media.



La solicitud INVITE incluirá en el cuerpo, una descripción de la sesión en formato Protocolo de Descripción de Sesión (“SDP”, por sus siglas en inglés) de acuerdo con la Recomendación IETF RFC 4566<sup>10</sup>, en la cual se señalan las características del medio.

El mensaje SDP se compondrá de los siguientes campos y se respetará el orden especificado.

Tipo	Descripción	Estado
<b>v</b>	Versión del protocolo	M
<b>o</b>	Identificador de la sesión	M
<b>s</b>	Nombre de la sesión	O
<b>i</b>	Información de la sesión	O
<b>c</b>	Información de conexión – no se requiere si está incluida en todos los medios	M
<b>a</b>	Cero o más líneas de atributos de sesión	M
<b>t</b>	Tiempo que la sesión se encuentra activa	M
<b>m</b>	Información del protocolo de transporte (media)	M
<b>a</b>	Cero o más líneas de atributos de los medios	M

Tabla 4. Campos SDP.

Nota: Cada sesión debe contener un campo “c” en la descripción de sesión o en la descripción del medio si está presente en ambos la descripción del medio sobrescribe la descripción de sesión.

### 1.2.1 Notación

En las tablas 1 y 3 el código de estado “M” y “O” significan lo siguiente:

Código		Tratamiento en el envío	Tratamiento en la recepción
<b>M</b>	Obligatorio	Significa que el encabezado de campo debe estar presente en la petición cuando se requiera.	Significa que el mensaje debe estar presente en la respuesta, y que el campo de encabezado debe ser comprendido por la red que responde.
<b>O</b>	Opcional	Significa que el uso del encabezado de campo en la petición se realizará de común acuerdo entre los concesionarios.	Significa que el tratamiento de la recepción se realizará de común acuerdo entre los concesionarios.

Tabla 5. Códigos de Estado.

<sup>10</sup> IETF RFC 4566, SDP: Session Description Protocol.

### 1.3 Descripción del medio de transporte

Una descripción de sesión puede contener un número de descripciones de medios.

Cada campo de medios está conformado por los siguientes subcampos:

m=<medio> <puerto> <transporte> <lista fmt>

En el subcampo <medio> el cual corresponde al tipo de medio, se deberá enviar “audio”

En el subcampo <puerto> el cual corresponde al puerto de transporte al cual se enviará el flujo de medios, en el caso de transporte basado en UDP el valor deberá estar en el rango de 1024 a 65535, respetando los números de puertos definidos por la IANA destinados para un uso específico, en el caso de RTP debe ser un número par.

En el subcampo <transporte> el cual corresponde al protocolo de transporte se deberá especificar RTP/AVP.

En el subcampo <lista fmt> el cual corresponde al tipo de carga útil del medio correspondiente a los códecs que se podrán utilizar. El primero de éstos es el formato de mayor preferencia en la sesión.

Se definirán los atributos rtpmap para cada formato de medio especificado de acuerdo con la Recomendación RFC 3551<sup>11</sup> por ejemplo:

a=rtpmap:18 G729/8000

Para el caso de métodos, encabezados o atributos que no aparecen en este documento, el Concesionario receptor de la señalización es libre de procesarlos o ignorarlos.

### 1.4 Número de saltos entre las redes

El número de saltos máximo que un mensaje SIP puede realizar entre las redes será de 70, y se decrementará en 1 en cada salto, por lo que el valor del encabezado de campo Max-forwards será 70 como valor máximo y al llegar a 0 sin que la petición alcance su destino será rechazada con una respuesta de error 483 (Demasiados saltos).

### 1.5 Actualización de sesión

---

<sup>11</sup> IETF RFC 3551, RTP Profile for Audio and Video Conferences with Minimal Control.

Los temporizadores de actualización de sesión deberán ser manejados conforme a la recomendación RFC 4028.

La petición INVITE inicial debe contener los siguientes campos de encabezado: Supported:timer, Session Expires, Refresher:uac, Min-SE.

Los valores correspondientes a los campos de encabezado Session Expires y Min-SE estarán sujetos al proceso de negociación entre el UAS y el UAC. El valor del campo de encabezado Session Expires deberá estar dentro del intervalo de 90s-1800s. El valor del campo de encabezado Min-SE no podrá ser menor a 90s.

Por omisión se considerarán los siguientes valores: Supported:timer, Session Expires:1800, Refresher:uac, Min-SE:600

La actualización de la sesión SIP se realizará a través de un UPDATE, el tiempo de envío del método UPDATE será a la mitad del tiempo definido en el campo de encabezado Session-Expires.

## **1.6 Modelo de Oferta/Contestación**

Para el establecimiento de una llamada se enviará en la petición INVITE inicial la oferta SDP con las características del medio y conexión, de acuerdo con la Recomendación RFC 3264<sup>12</sup>. La contestación de la oferta debe ser dada en la respuesta provisional SIP 18x ó 200 OK.

El tipo de mensaje “application/sdp” debe ser soportado por los métodos INVITE, PRACK y UPDATE y las respuestas a estos métodos.

## **1.7 Notificación del proceso de la llamada**

Se entenderá como “early media” o medio temprano al tono de timbrado, anuncios y en general, a cualquier medio que es intercambiado antes de que una sesión sea aceptada por el usuario que se llama.

## **1.8 Manejo de respuesta 180**

La respuesta 180 debe cumplir con las reglas para la reproducción de tono de llamada de acuerdo con la Recomendación RFC 3960<sup>13</sup>. Si se recibe la respuesta 180 sin medio temprano entonces se deberá proveer un “Ring back tone” sin exceder de 90 s.

---

<sup>12</sup> IETF RFC 3264, An Offer/Answer Model with the Session Description Protocol (SDP).

<sup>13</sup> IETF RFC 3960, Early Media and Ringing Tone Generation in the Session Initiation Protocol (SIP).

## 1.9 Envío de anuncios sobre el RTP

Debe estar permitido el envío de información dentro de banda sobre el RTP unidireccional que se establece con la respuesta 183 con SDP, de tal forma que se abra el canal de audio sin exceder de 90 s.

## 1.10 Transmisión de Fax y DTMF

Con respecto a la marcación por tonos o sistema multifrecuencial (Dual Tone Multi Frequency, DTMF) se utilizarán las Recomendaciones RFC 4734<sup>14</sup> y RFC 4733<sup>15</sup> en lo relacionado a los eventos 0-9, \*, #, A, B, C, D.

La transmisión de Fax debe ser en la modalidad de módem/fax en donde una vez establecida una llamada de voz es prioritario establecer primero la sesión de Módem sobre IP (MoIP) y posteriormente conmutar al protocolo T.38, conforme al anexo F de la Recomendación T.38 de la UIT-T.

Para las sesiones de MoIP se debe negociar el medio en el modo de datos en banda vocal (VBD) de acuerdo con lo siguiente:

```
m=audio1024-65535 RTP/AVP 8 0
```

Una vez establecida la sesión MoIP se podrá negociar el medio para FoIP (T.38) conforme al anexo F de la recomendación T.38 de la UIT-T con las siguientes características:

```
m=image1024-65535 udptl t38
```

## 1.11 Temporizadores de SIP

El concesionario al recibir el mensaje INVITE debe cumplir con la Recomendación IETF RFC 3261 sobre temporizadores.

---

<sup>14</sup> IETF RFC 4734, Definition of Events for Modem, Fax, and Text Telephony Signals.

<sup>15</sup> IETF RFC 4733, RTP Payload for DTMF Digits, Telephony Tones, and Telephony Signals.

Temporizador	Significado	Valores recomendados
T1	Estimación del RTT	500ms (valor por omisión)
T2	Intervalo de retransmisión máximo para peticiones no INVITE y respuestas INVITE	4s
T4	Duración máxima que un mensaje permanecerá en la red	5s
Timer A	Intervalo de retransmisión de la petición solamente para UDP	inicialmente T1
Timer B	Vencimiento del temporizador de la transacción INVITE	64*T1
Timer C	Vencimiento de la transacción INVITE en el proxy	> 3min
Timer D	Tiempo de espera para retransmisiones de respuestas	> 32s para UDP
		0s para TCP/SCTP
Timer E	Intervalo de retransmisión de peticiones distintas al INVITE, solamente para UDP	inicialmente T1
Timer F	Vencimiento del temporizador de transacción diferente del INVITE	64*T1
Timer G	Intervalo de retransmisión de la respuesta al INVITE	inicialmente T1
Timer H	Tiempo de espera para recibir un ACK	64*T1
Timer I	Tiempo de espera para retransmitir el ACK	T4 para UDP
		0s para TCP/SCTP
Timer J	Tiempo de espera para peticiones distintas al INVITE	64*T1 para UDP
		0s para TCP/SCTP
Timer K	Tiempo de espera para retransmisiones de respuestas	T4 para UDP
		0s para TCP/SCTP

Tabla 6. Temporizadores SIP.

## 2. Interconexión Plano Usuario

### 2.1 Transporte de voz

Para el transporte de los paquetes de voz, los concesionarios harán uso de los protocolos UDP y RTP, por su mejor aprovechamiento del ancho de banda y su mejor adaptación a la naturaleza de tiempo real de las comunicaciones de voz.

El protocolo UDP (User Datagram Protocol) se utilizará de acuerdo con la Recomendación IETF RFC 768<sup>16</sup>. Para la transmisión de información en tiempo real (audio) se usará el protocolo de sesión RTP (Protocolo de Transporte de Tiempo real) de acuerdo con las recomendaciones IETF RFC 3550<sup>17</sup> y 3551.

<sup>16</sup> IETF RFC 768, User Datagram Protocol.

<sup>17</sup> IETF RFC 3550, RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications.

## 2.2 Control de la Transmisión

Los concesionarios podrán utilizar el protocolo RTCP (Protocolo de control de transporte en tiempo real) conforme a la recomendación IETF RFC 3550 para fines de verificar las condiciones de la transmisión.

## 2.3 Códec de voz

Dentro de la negociación inicial SDP, la red origen deberá enviar los perfiles de codificación y compresión de voz siguientes:

- 1) G.729            Payload Type: 18
- 2) G.729b        Payload Type: 18
- 3) G.711 Ley A   Payload Type: 8
- 4) AMR-NB       Payload Type: 96-127
- 5) AMR-WB       Payload Type: 98

En el modelo de oferta/contestación la red origen propondrá la preferencia en el orden de uso de los códecs y la red destino determinará el códec a utilizar.

La red de tránsito no realizará ningún proceso de transcodificación permitiendo fluir los paquetes de voz, tal como las redes extremas lo hayan negociado, por lo que no se modificarán los descriptores de sesión del protocolo SDP.

## 2.4 Numeración e identificación

### 2.4.1 Formato de Numeración E.164

Se utilizará el formato de numeración conforme al estándar E.164<sup>18</sup> en la SIP URI en donde el número contendrá la información necesaria para enrutar la llamada siguiendo el formato de Número Nacional (NN) establecido en el Plan Técnico Fundamental de Numeración, así como aquellas disposiciones que lo modifiquen o sustituyan.

En donde:

    NN (Número Nacional) = es el número de directorio a 10 dígitos

El formato de numeración que se utilizará para el caso de códigos especiales será el establecido en el Plan Técnico Fundamental de Numeración, así como aquellas disposiciones que lo modifiquen o lo sustituyan.

---

<sup>18</sup> ITU E.164, The international public telecommunication numbering plan.

## 2.4.2 URI

Para la interconexión de voz IP, el formato de URI habrá de adaptarse al formato TEL URI de acuerdo con lo establecido dentro de la Recomendación IETF RFC 3966<sup>19</sup> y se conformará de la siguiente forma:

**<sip:Número @ hostportion>; user=phone**

En donde:

Número representa la tel URI compuesta por el número de directorio E.164, en formato nacional

hostportion es el identificador asociado al dominio o dirección IP en el que se encuentra el recurso identificado por la tel URI

user= phone es el parámetro de la URI que indica el tipo de recurso que se está identificando (en este caso un teléfono)

Ejemplo: <sip: [5550154000@operador.mx o dirección IP](#)>;user=phone

## 2.4.3 Identificación del número llamante

El número llamante (número A) consistente en la SIP URI del originador de la petición, se enviará en los campos de encabezado From y P-Asserted-Identity del método INVITE con formato de NN.

Ejemplo: From:<sip: [5550154000@operador.mx o dirección IP](#)>;user=phone

Si se recibe una petición INVITE con From igual a [unknown@unknown.invalid](#) o [unavailable@unavailable.invalid](#), se asumirá que se trata de tráfico internacional/mundial y se aceptará la llamada. Los concesionarios deberán limitarse a emplear este valor exclusivamente a casos de llamadas provenientes de interconexión internacional en los que no se reciba el identificador del número llamante válido.

En todos los casos deberá enviarse en el encabezado From y P-Asserted-Identity la categoría de usuario y el encabezado de campo privacidad, cuando se requiera. En ningún caso el encabezado de campo privacidad o cualquier otro, podrán ser utilizados para ocultar el envío del número de A en el intercambio de tráfico entre Concesionarios.

---

<sup>19</sup> IETF RFC 3966, The tel URI for Telephone Numbers.

Para todos los escenarios de tráfico nacional el envío de número de A se apegará a lo establecido en el Plan Técnico Fundamental de Señalización, así como aquellas disposiciones que lo modifiquen o substituyan.

#### **2.4.4 Códigos de Identificación de Operadores**

Al número de B, el cual se encuentra en la SIP URI hacia la cual se dirigió la petición, se le antepondrán los parámetros asociados a la portabilidad numérica. Dichos parámetros, así como el procesamiento correspondiente, se apegarán a lo establecido en la Recomendación IETF RFC 4694<sup>20</sup> así como al Plan Técnico Fundamental de Numeración, al Plan Técnico Fundamental de Señalización, así como aquellas disposiciones que los modifiquen o substituyan.

El número de B así como los códigos de identificación de operadores se enviarán en los campos de encabezado Request URI del método INVITE.

Ejemplo: <sip: IDD + IDO [+NN@operador.mx](#) o dirección IP>;user=phone

#### **2.5 Versión IP**

Se deberá utilizar el esquema de direccionamiento IPv6, se podrá utilizar direccionamiento IPv4 de común acuerdo entre las partes.

---

<sup>20</sup> IETF RFC 4694, Number Portability Parameters for the tel URI.



## 2.6 Flujos de Señalización

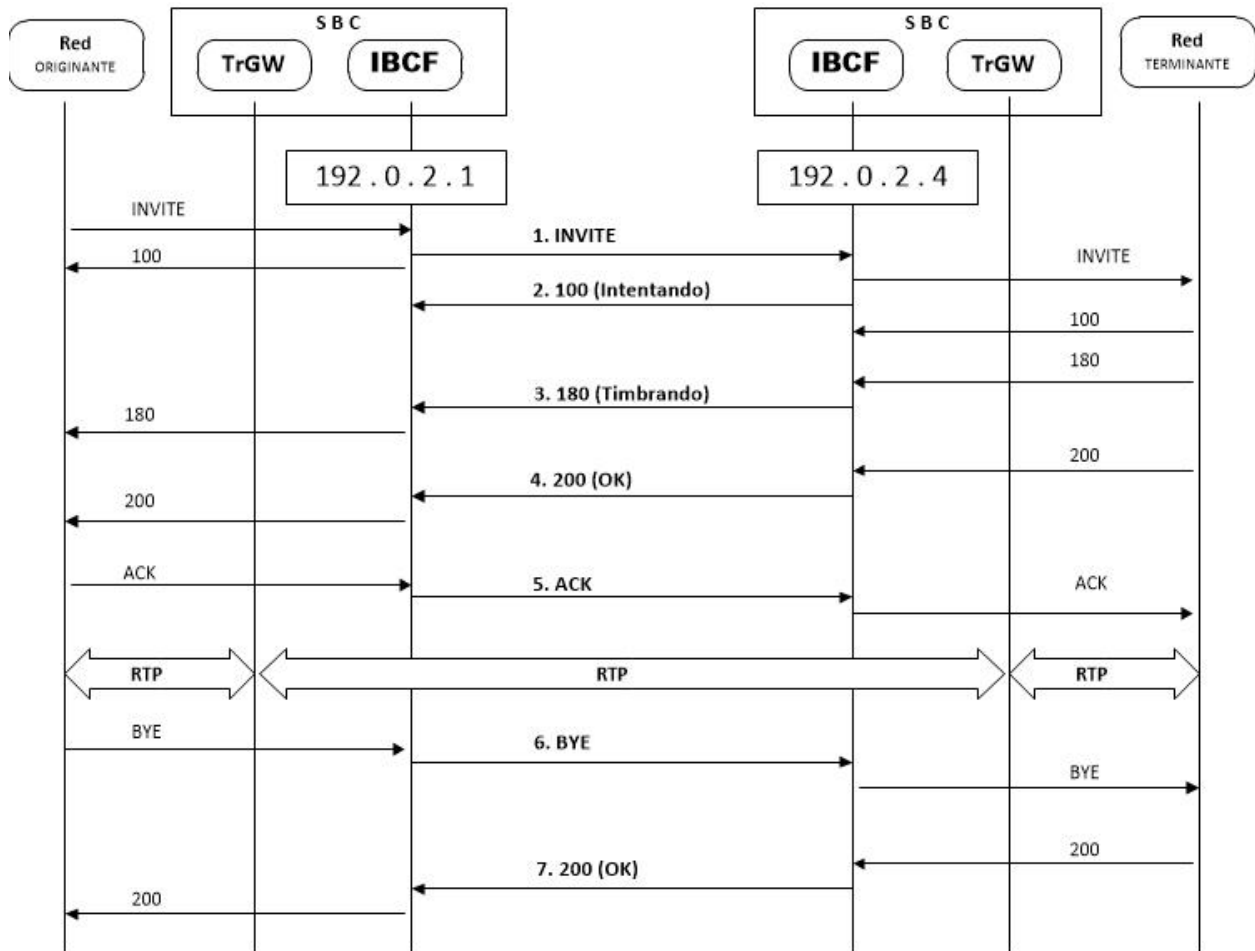


Diagrama 1. Establecimiento de una llamada básica.

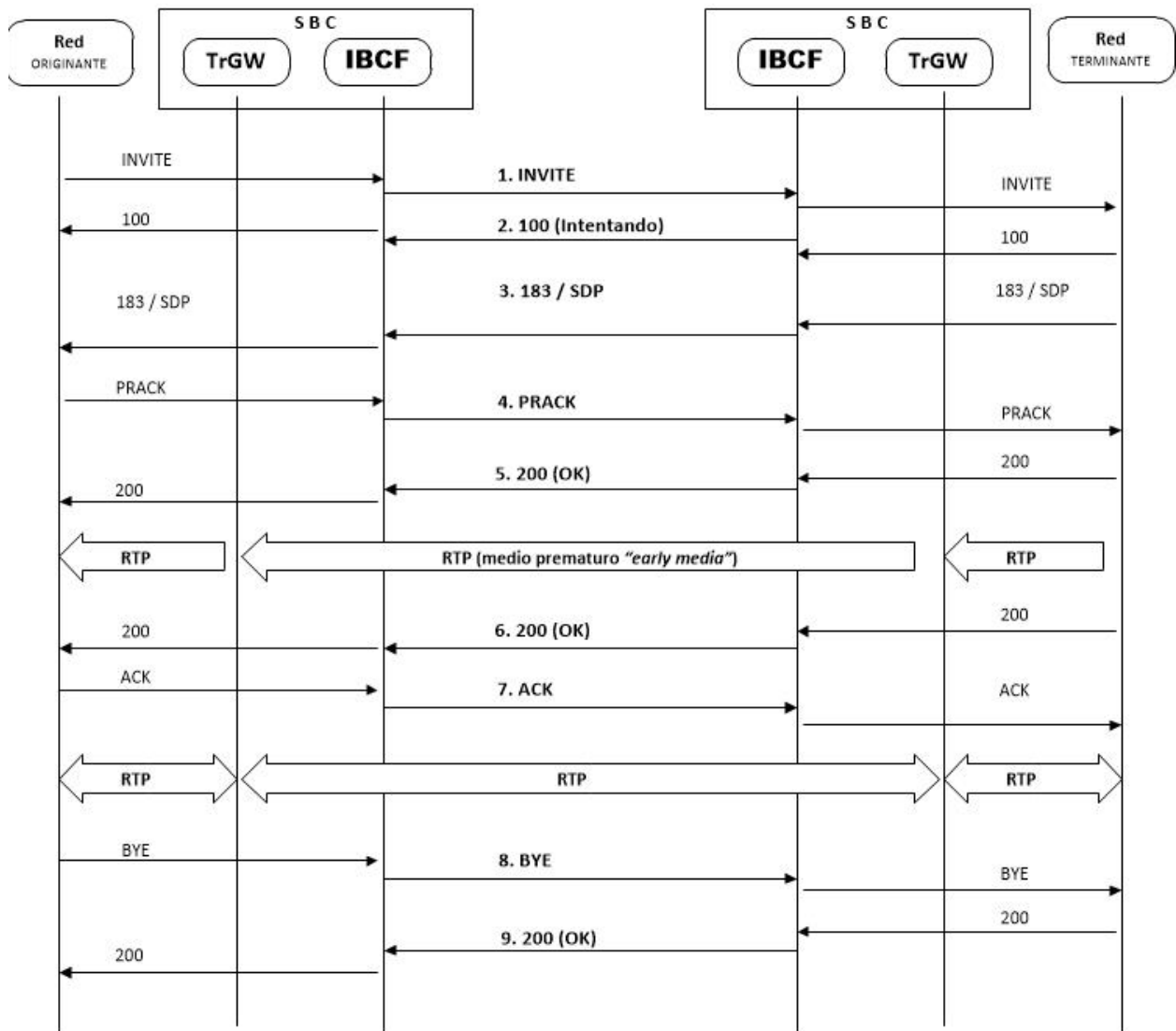


Diagrama 2. Establecimiento de una llamada básica con medio temprano.

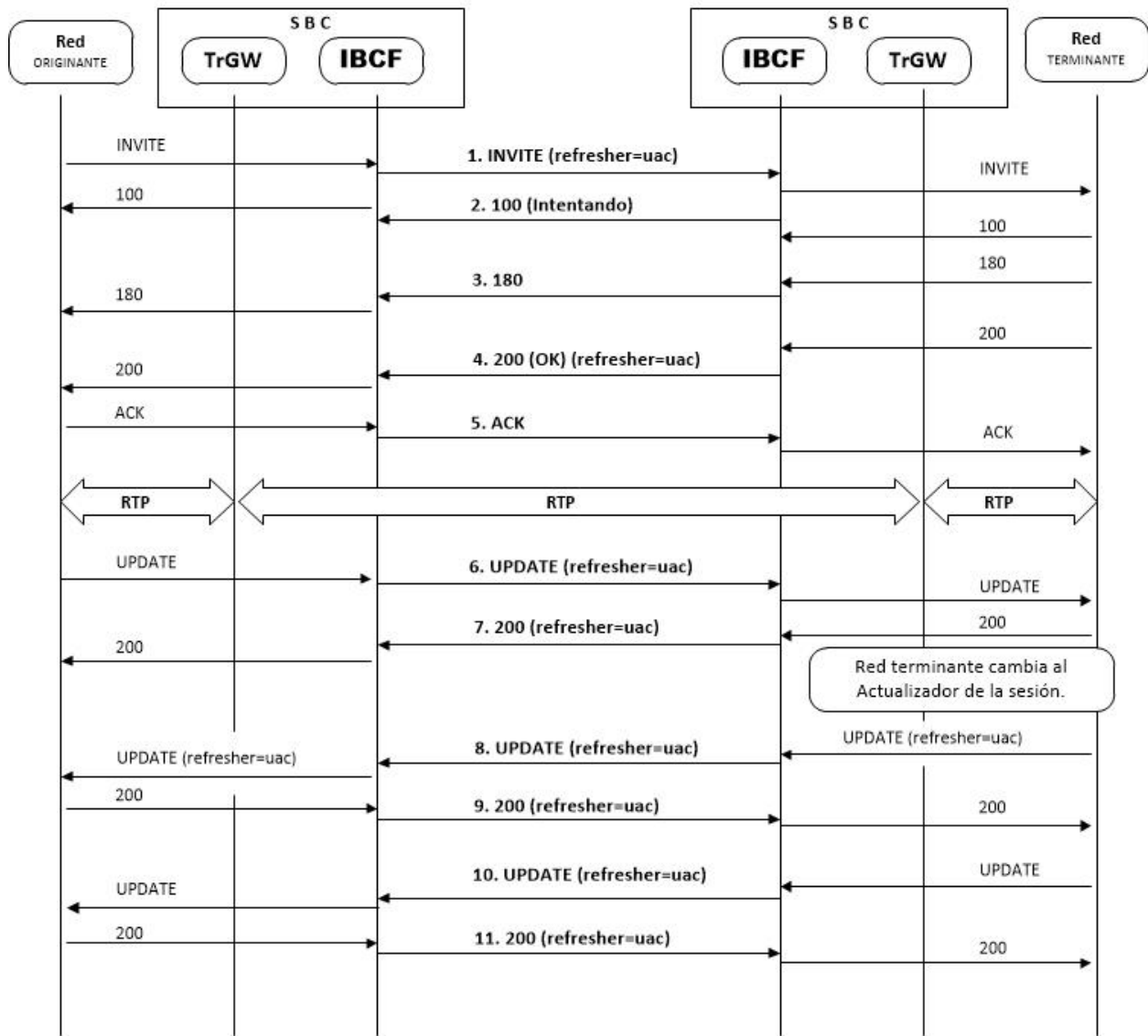


Diagrama 3. Actualización de sesión.

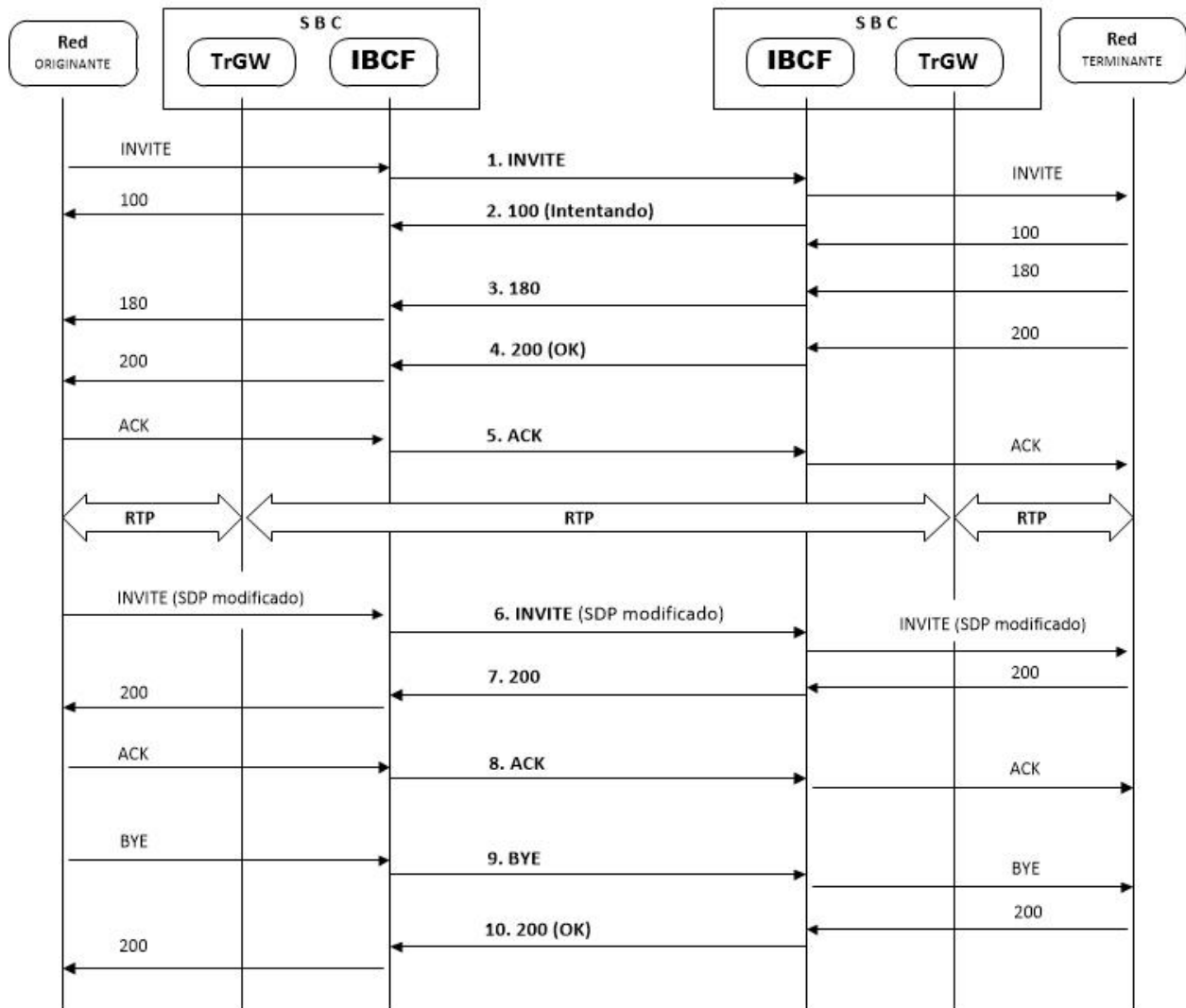


Diagrama 4. Actualización del medio.

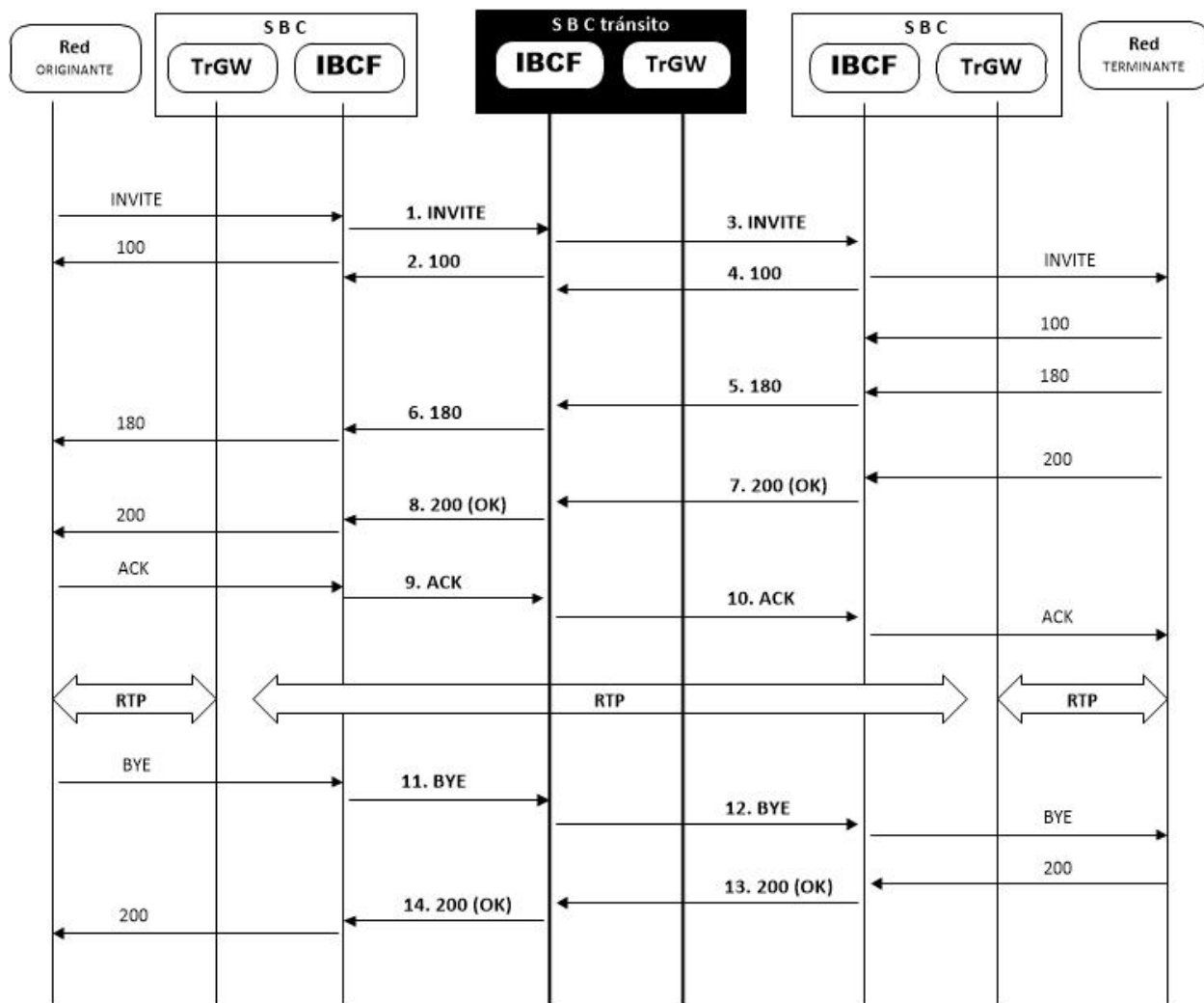


Diagrama 5. Establecimiento de una llamada de tránsito.

## 2.7 Liberación de las peticiones

Se realizará la liberación de la sesión en los siguientes casos:

- Cancelación de la petición con el método CANCEL. Valor de causa 31 (Normal. Sin especificar)
- Terminación de la petición con el método BYE. Valor de causa 16 (liberación normal de la llamada)
- Recepción de algún código de estado 4xx, 5xx, o 6xx.

Código	Descripción
1xx	Temporales; petición recibida, se procesa la petición <sup>21</sup>
2xx	Exitoso; la acción fue recibida, entendida, y aceptada con éxito
3xx	Redirección; se requieren acciones adicionales para terminar la petición
4xx	Error de cliente; la petición contiene sintaxis errónea o no se puede llevar a cabo en ese servidor
5xx	Error de servidor; el servidor no pudo llevar a cabo una petición al parecer válida
6xx	Falla global; la petición no se puede satisfacer en ningún servidor

Tabla 7. Códigos generales de respuesta SIP.

Los servicios de transferencia de llamadas y redireccionamiento de llamadas se prestarán de acuerdo con la Recomendación RFC 5359<sup>22</sup>.

El encabezado REASON debe estar presente en cualquier CANCEL o BYE, de acuerdo con lo siguiente:

Componente del campo de encabezado	Valor	Descripción de la causa de liberación
Protocolo	SIP	Parámetros indicadores de la causa
Causa del protocolo	Cause=XX	Valor de causa definido de forma numérica
Descripción de la causa de liberación	Text=xxxxxxxxxxxx	Valor alfanumérico

Tabla 8. Códigos generales de respuesta SIP.

No.	Motivo de rechazo	Mensaje SIP
1	Formato de número inválido o sintaxis incorrecta de la petición.	400 Petición incorrecta
2	Número cambió	410 Se fue
3	Número destino incompleto	484 Dirección incompleta
4	Destino descolgado	502 Compuerta incorrecta
5	Marcar a un número que no existe en la red destino	604 No existe en ninguna parte

Tabla 9. Códigos de respuesta SIP<sup>23</sup>.

## 2.8 Calidad de servicio

<sup>21</sup> Las respuestas temporales, indican que el servidor contactado está realizando una cierta acción y todavía no tiene una respuesta definitiva.

<sup>22</sup> IETF RFC 5359, Session Initiation Protocol Service Examples.

<sup>23</sup> Conforme a la recomendación 3261.

Los Concesionarios habrán de respetar las Recomendaciones ITU Y 1540<sup>24</sup> e ITU Y 1541<sup>25</sup>, debiéndose alcanzar niveles de calidad correspondientes a la clase de servicio 0 para el tráfico de voz y a la clase de servicio 2 para el tráfico de señalización.

Los concesionarios podrán identificar el tráfico de acuerdo con la arquitectura de Diferenciación de Servicio (DiffServ) y de acuerdo con la Recomendación RFC 4594<sup>26</sup> con el fin de facilitar la gestión de la calidad de servicio de los tráficos de voz y señalización IP.

Lo anterior con independencia de las disposiciones administrativas que para regular la calidad en la prestación del servicio de interconexión emita el Instituto.

## 2.9 Seguridad

La conexión física entre concesionarios corresponderá a un modelo punto a punto.

Los concesionarios podrán acordar otros esquemas de conectividad, en cuyo caso determinarán los mecanismos que garanticen la seguridad de la comunicación.

## 2.10 Tasación y Facturación

El inicio de tasación de la llamada comenzará cuando se reciba el código de respuesta 200 OK del método INVITE, el final de la misma será con el código de respuesta BYE.

**Octava.-** El servicio de tránsito se proporcionará entre las redes que se encuentren interconectadas de manera directa y bidireccional con la red que presta el servicio de tránsito, esto es, que envíen y reciban tráfico de manera directa con el concesionario que preste el servicio de tránsito.

**Novena.-** Las condiciones técnicas para la ubicación serán las siguientes:

a) Espacio:	<b>Con delimitación física</b>
-------------	--------------------------------

<sup>24</sup> ITU Y.1540, Internet protocol data communication service – IP packet transfer and availability performance parameters.

<sup>25</sup> ITU Y.1541, Network performance objectives for IP-based services.

<sup>26</sup> RFC 4594, Configuration Guidelines for DiffServ Service Classes.

b) Tipos de coubicación:	<p>Tipo 1 (Local): Área de 9 m<sup>2</sup> (3x3) con delimitación de tabla roca pudiendo utilizar las paredes existentes.</p> <p>Tipo 2 (Local): Área de 4 m<sup>2</sup> (2x2) con delimitación de tabla roca pudiendo utilizar las paredes existentes.</p> <p>Tipo 3 (gabinete): Las dimensiones del gabinete serán las que el Concesionario Solicitado proporcione.</p> <p>El tipo de coubicación será a elección del Concesionario Solicitado siempre y cuando las dimensiones permitan la colocación del equipo del Concesionario Solicitante.</p>
c) Acceso:	7X24 horas todos los días del año atendiendo los procedimientos que para ello establezcan los concesionarios.
d) Contactos eléctricos:	2 contactos dobles polarizados de 127 V ± 10%, los cuales soportan un máximo de 180 VA con energía no regulada y sin respaldo.
e) Corriente Directa:	- 48 VCD, +20%, -15%, 4 horas mínimo de respaldo.
f) Planta de Emergencia:	Como respaldo de la instalación.
g) Acabado del piso:	Firme de concreto 400 Kg/m <sup>2</sup> , sin ondulaciones, máximo 3 mm de desnivel, cubierto con loseta vinílica.
h) Altura libre:	3.0 m para instalación de equipo. Los ductos y escalerillas estarán dentro de esta altura (2.40 m)
i) Sistema de tierras:	Conductor principal de puesta a tierra calibre 1/0 AWG con derivación a cada local con cable calibre 6 AWG con un valor máximo de 5 ohms.
j) Temperatura:	Entre 10 y 25 °C y una humedad relativa entre 40% a 60%.
k) Iluminación:	Iluminación general de sala de 300 luxes medidos en forma vertical bajo la lámpara en la parte anterior y posterior del equipo instalado.
l) Herraje y/o ductería:	Provisto por el propietario del edificio, para conectar el punto de llegada al edificio con las áreas asignadas y con otras coubicaciones en caso de requerirse.
m) Acceso por mantenimiento:	Avisar previamente al centro de control de la Red.
n) Fijación del Equipo:	Anclaje a piso y/o techo de común acuerdo.
o) Identificación de Alimentación:	Identificación de los interruptores termomagnéticos asignados a los Concesionarios en el tablero general de CA.

En caso de que dos concesionarios tengan presencia en un mismo punto de interconexión y ambos manifiesten su intención en llevar a cabo la interconexión cruzada, es decir la interconexión directa entre sí, ésta se realizará por medio de las estructuras de soporte y enlaces



de transmisión que deberán ser proporcionados por el concesionario propietario de las instalaciones en que se encuentren ubicados los concesionarios interesados.

Los servicios auxiliares conexos que se requieran para permitir a los Usuarios de un Concesionario comunicarse con los de otro Concesionario como los servicios de emergencia, servicios de cobro revertido, así como el Servicio de Facturación y Cobranza indispensable para el cobro correcto de los servicios proporcionados, se sujetarán a las condiciones que permitan la eficiente prestación del servicio de común acuerdo entre el Concesionario Solicitado y el Concesionario Solicitante, y en su caso, de lo que determine el Instituto al resolver un desacuerdo de interconexión sobre dichos servicios.

#### **Capítulo IV** **Tarifas de los Servicios de Interconexión Conmutados**

**Décima. – Modelo de costos multianual.** El modelo de costos utilizado para la determinación de las tarifas de los servicios de interconexión modela una red de telecomunicaciones que a partir de un año específico comienza a prestar diversos servicios, entre ellos los de interconexión a través de tecnologías eficientes disponibles de tal forma que, las características y cantidad de equipo considerado en el diseño permite soportar el volumen de tráfico cursado y, dado que dicha red presta servicios por un amplio periodo de tiempo también se consideran para su despliegue los pronósticos de demanda de los servicios. Asimismo, se consideran las características de un concesionario hipotético como la fecha de entrada al mercado y su participación de mercado, entre otros factores.

Para la determinación de los costos por la prestación de los servicios de interconexión además del despliegue de red se consideran parámetros económicos como los costos de los insumos, la inflación, el tipo de cambio del año relevante, el Costo de Capital Promedio Ponderado (en lo sucesivo, "CCPP"), entre otros. Es así como, dado el despliegue de red y los costos derivados del mismo, se determinan los costos por la prestación de los servicios de interconexión en el periodo regulatorio correspondiente, en este caso 2024 a 2026.

En este sentido, los modelos de costos permiten determinar las tarifas de los servicios de interconexión para diversos años y su difusión permite a los concesionarios elaborar planes financieros a futuro considerando las tarifas resultado del modelo de costos.

Por otra parte, el Capítulo III de la Metodología de Costos, referente a la información de los modelos, establece lo siguiente:

#### *CAPÍTULO III* *De la Información del Modelo de Costos*

*DÉCIMO TERCERO-* Los resultados del Modelo de Costos del Servicio de Interconexión relevante tendrán vigencia del 1o. de enero al 31 de diciembre de cada año. El Instituto Federal de Telecomunicaciones podrá actualizar anualmente la información de la demanda de los servicios, los precios de los insumos empleados, el Costo de Capital Promedio Ponderado y el tipo de cambio utilizados en el Modelo de Costos del Servicio de Interconexión relevante para garantizar que refleje las condiciones del mercado.

Sin perjuicio de lo anterior, **el Instituto Federal de Telecomunicaciones**, a petición de las partes que sometan a consideración de ésta el desacuerdo de interconexión de que se trate, **podrá resolver tarifas para los Servicios de Interconexión para periodos multianuales.**

Los Modelos de Costos de los Servicios de Interconexión se inscribirán en el Registro Público de Concesiones.

(Énfasis añadido)

Conforme lo anterior, a petición de los concesionarios mediante la solicitud de los diversos desacuerdos de interconexión, este Instituto se encuentra facultado para resolver las tarifas de los servicios de interconexión para periodos multianuales.

Lo anterior dado que, el modelo de costos desarrollado permite calcular las tarifas del período 2024-2026, independientemente que, en términos del Lineamiento antes citado, el resultado para 2024 es considerado para la determinación de tarifas realizada por virtud del presente Acuerdo.

Por otro lado, la actualización anual de la información de demanda de los servicios, los precios de los insumos empleados y el CCPP se ha llevado a cabo con la mejor información disponible al momento de desarrollar los modelos, y en su caso y al ser un modelo prospectivo, también se han usado pronósticos basado en el comportamiento observado en años anteriores para establecer los valores futuros. De esta forma, por lo que hace a la demanda de los servicios considerada en el modelo de costos, la misma ha sido determinada con base en el comportamiento de tráfico observado en años previos, esto es, de la misma forma que los prestadores de servicios realizan sus pronósticos de demanda y con base en ellos planifican el incremento de la capacidad de su red.

Por lo que hace a los precios de los insumos empleados en el modelo, estos están determinados a precios reales de 2022 y el modelo incluye una proyección sobre la tendencia que se esperaría tuvieran los costos reales de los elementos de red desplegados, la cual refleja razonablemente la evolución tecnológica.

Asimismo, en el modelo de costos 2024-2026 se utilizan pronósticos de tasas de inflación anual para calcular la inflación acumulada que se transfiere a las tarifas al convertir los precios de reales a nominales.

Respecto al tipo de cambio, en el modelo de costos se determina el precio de los activos en dólares reales de 2022, por lo que al realizar la conversión a pesos mexicanos de 2022 se usa el tipo de cambio del mismo año, por lo que no es necesario hacer proyecciones sobre la variable, ya que los efectos cambiarios son considerados en las proyecciones de inflación.

Finalmente, respecto del CCPP se ha buscado estabilizar los valores de sus parámetros con la implementación metodológica, lo que lleva a que las condiciones de volatilidad en el cálculo de este pierdan relevancia. Por otro lado, el cálculo del CCPP representa un costo de oportunidad de largo plazo, por lo que toma en cuenta decisiones de inversión de largo plazo, así al tener poca volatilidad en el cálculo del CCPP es razonable que el calculado en el presente represente el pago al riesgo de inversión de largo plazo para los periodos proyectados.

Por lo antes expuesto, considerando el despliegue de red y los valores de los parámetros económicos pronosticados es posible estimar las tarifas de los servicios de interconexión para el periodo 2024 a partir del modelo de costos.

Lo anterior, sin perjuicio que, en cumplimiento a lo previsto por el artículo 137 de la LFTR, este Instituto, en el último trimestre del año, determine a través del instrumento regulatorio aplicable, las condiciones técnicas mínimas y las tarifas que hayan resultado de las metodologías de costos que estarán vigentes en el año calendario correspondiente

**Décima primera.** De conformidad con lo señalado en los Lineamientos Tercero y Cuarto de la Metodología de Costos para los servicios de conducción de tráfico, así como de tránsito se empleará el enfoque de Costos Incrementales de Largo Plazo Puros (CILP) para la determinación de tarifas, es así que el modelo de costos fijo (en lo sucesivo, el “Modelo Fijo”) y el modelo de costos móvil (en lo sucesivo, el “Modelo Móvil”), se construyeron para que las tarifas de estos servicios cumplan con este principio, sin dejar de lado la posibilidad de que los modelos sean utilizados como herramientas para otro tipo de implementación metodológica.

## **1.1 Aspectos del concesionario**

### **Tipo de concesionario**

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

Existen en el ámbito internacional las siguientes opciones para definir el tipo de concesionario:

- **Concesionarios existentes** – 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 cada uno de los mercados (fijo y 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 participación de mercado, la tecnología utilizada, el diseño de red, entre otros, y que alcanza la participación 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 un año específico cercano al periodo regulatorio, con una arquitectura de red moderna y que alcanza la participación de mercado eficiente del operador representativo.

Cabe mencionar que construir modelos de costos tomando en consideración a un operador existente no es acorde a las mejores prácticas internacionales debido a lo siguiente:

- Reduce la transparencia en costos y precios, debido a que la información necesaria para construir el modelo provendría de la red del operador modelado situación en la cual existen asimetrías de información entre la empresa regulada y el regulador.
- Incrementa la complejidad de asegurar que se apliquen principios consistentes si el método se aplicara a modelos individuales para cada operador fijo y móvil.
- Aumenta la dificultad para asegurar cumplir con el principio de eficiencia, debido a que reflejaría las ineficiencias históricas asociadas a la red modelada.

Por consiguiente, el considerar los costos incurridos por un operador existente no es acorde con el mandato a cargo del Instituto, de garantizar la eficiente prestación de los servicios públicos de interés general de telecomunicaciones y para tales efectos, establecer condiciones de competencia efectiva en la prestación de dichos servicios consagrado en el artículo 2 de la LFTR, así como en la Metodología de Costos y las mejores prácticas internacionales.

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

<b>Característica</b>	<b>Opción 1: Operador promedio</b>	<b>Opción 2: Operador hipotético existente</b>	<b>Opción 3: Nuevo entrante hipotético</b>
Fecha de lanzamiento	Diferente para todos los operadores, por lo tanto, utilizar un	Puede ser establecida de forma consistente para los modelos fijo y móvil tomando en consideración hitos clave	Por definición, utilizar el año 2022 sería consistente para

	promedio no es representativo.	en el despliegue de las redes reales.	operadores fijos y móviles.
Tecnología	Grandes diferencias en tecnología para el operador histórico, alternativos y los operadores de cable por lo que un promedio no sería representativo.	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; los operadores móviles evolucionan de distinto modo.	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. El operador promedio móvil tendría más semejanzas con los operadores existentes.	La transparencia aumenta cuando el diseño del operador fijo es único y explícito y no el promedio de operaciones diversas. Debido a las semejanzas entre los operadores móviles, este enfoque sería transparente y un buen reflejo de la realidad.	En principio, un nuevo entrante hipotético tendría un diseño transparente, sin embargo, esto implica que se necesiten más datos de los operadores reales para los parámetros hipotéticos.
Reconciliación 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. Sólo es posible realizar comparaciones	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 directa 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.

	indirectas (p.ej. total de gastos y asignaciones sobre costos).		
--	---	--	--

Tabla 1. Opciones del operador a modelar.

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.

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 concesionarios.

Es importante señalar que la calibración<sup>27</sup> consiste en un procedimiento estándar en la construcción de modelos, donde se verifica que los datos estimados por el modelo se ajusten razonablemente a la información disponible.

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 con las condiciones de mercados competitivos y la calibración de los resultados con información de los operadores actuales.

De lo antes expuesto los operadores modelados para el Modelo Móvil y el Modelo Fijo son:

- Un operador hipotético de redes fijas basado en el AEP de redes fijas.
- Un concesionario alternativo hipotético de redes fijas.
- Un operador hipotético de redes móviles basado en el AEP de redes móviles.
- Un concesionario alternativo hipotético de redes móviles.

### **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 Móvil y el Modelo Fijo. Un enfoque consistente con la utilización de operadores hipotéticos existentes fijos y móviles implicará que los concesionarios hipotéticos existentes tendrán características comparables de cobertura con los operadores reales.

<sup>27</sup> El proceso de calibración permite acercar los resultados del modelo con los valores realmente observados a efecto de alcanzar una mayor exactitud.

La consistencia entre los modelos de costos sugeriría que se asumiera cobertura cuasinacional para el operador fijo. Aunque se podría definir un límite para el despliegue de la red fija determinado por las zonas rurales donde los costos de terminación fija fueran mayores que los de una solución inalámbrica (p.ej. GSM), esto implicaría usar una medida subjetiva. Por lo tanto, utilizar la cobertura fija actual del operador de alcance nacional, que corresponde a la red fija del Agente Económico Preponderante sería una forma más pragmática para definir la huella del operador fijo.

Si una cobertura de ámbito inferior al nacional fuese a redundar en diferencias de costos considerables y exógenos, podría argumentarse a favor de modelar la cobertura de menor ámbito. Sin embargo, los operadores regionales de cable no están limitados por factores exógenos para ampliar su cobertura ya que pueden expandir sus redes o fusionarse con otros operadores. En efecto, los operadores alternativos con concesión de operación nacional parecen haber lanzado operaciones comerciales en zonas específicas del país, mientras que los operadores de cable han ido expandiendo su cobertura mediante la adquisición de licencias en ciudades y regiones que les interesaban. Por lo tanto, no es probable que se reflejen costos distintos a nivel regional por economías de escala geográficas menores a los costos de un operador eficiente nacional.

En consecuencia, se modelan niveles de cobertura geográfica comparables con los ofrecidos por los operadores mexicanos.

- Operador hipotético de redes fijas representativo del AEP: cobertura nacional.
- Concesionario alternativo hipotético de redes fijas: cobertura nacional.
- Operador hipotético de redes móviles representativo del AEP: cobertura similar a la provista por el AEP en redes móviles.
- Concesionario alternativo hipotético de redes móviles: cobertura basada en provista por los concesionarios alternativos al AEP con red de acceso móvil de escala nacional.

### **Tamaño de los operadores modelados**

Uno de los principales parámetros para definir a un operador hipotético es el de determinar su tamaño potencial. Con este fin, normalmente se define la cuota de mercado que se supone razonable para este operador y, adicionalmente, la evolución de la cuota de mercado del operador en el tiempo.

Los parámetros seleccionados para definir la cuota de mercado de un operador en el tiempo tienen un impacto sobre el nivel de los costos económicos calculados por el modelo. Estos costos pueden cambiar si las economías de escala en el corto plazo (despliegue de red en los primeros

años) y en el largo plazo (costo del espectro) son explotados en su totalidad. Cuanto más rápido crezca un operador,<sup>28</sup> menor será el costo unitario eventual.

La cuota del operador hipotético representativo del AEP debe estar alineada con la experimentada en el mercado, tanto para redes móviles como para redes fijas, para poder dotarlo de unas economías de escala proporcionales a su realidad. Por este motivo, el operador hipotético representativo del AEP de redes móviles se modelará para alinearse con el tamaño real observado para el AEP móvil y el operador hipotético representativo del AEP de redes fijas se adaptará para alinearse con el tamaño del AEP fijo.

Por otro lado, el tamaño de la red del operador hipotético alternativo será el promedio de los principales concesionarios alternativos al AEP en el mercado, descartando aquellos con una cuota de mercado (en términos de conexiones) menor al 10%.

Con respecto al mercado móvil, en la actualidad, en México existen dos principales redes alternativas a la del AEP: AT&T y Altán. Se hace notar que Telefónica ha decidido devolver el espectro que tiene disponible y ofrecer sus servicios a través de la red de AT&T, no a través de su propia infraestructura, con lo cual es razonable no considerarse como una opción para modelar la red del operador hipotético alternativo. Con respecto a Altán, además de disponer de un espectro limitado, su cuota de mercado hoy no supera el 5% de las líneas totales, por lo que podría carecer de una escala lo suficientemente relevante para influenciar el tamaño del operador hipotético alternativo. Por este motivo, se considera que solamente existe una red alternativa de un tamaño relevante para emplear en la definición del operador hipotético alternativo para el modelo móvil.

En el mercado fijo se observa que, si bien no existe un concesionario alternativo al AEP con una red de tamaño nacional, existen varios con presencia dispersa, pero relevante, en las distintas entidades federativas. Una aproximación razonable de definir el operador hipotético alternativo de redes fijas es la de estimar la cuota de mercado de los principales operadores en cada una de las entidades federativas, obteniendo el tamaño a nivel nacional como el promedio ponderado de las cuotas de mercado de los concesionarios alternativos al AEP en las distintas entidades federativas. Siguiendo una metodología alineada con la empleada en el modelo móvil, se considera razonable descartar aquellos operadores de menor tamaño en cada una de las entidades federativas (esto es, aquellos que no alcancen una cuota a nivel de Entidad Federativa superior al 10%).

Una última cuestión en lo que respecta al tamaño eficiente del operador que debe modelarse es el tiempo que requerirá para 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 y móvil relevante.

---

<sup>28</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 esta.



En el largo plazo, los volúmenes de los operadores hipotéticos existentes modelados serán equivalentes a:

- Operador hipotético de redes fijas representativo del AEP: Escala basada en la cuota de mercado del AEP fijo.
- Concesionario alternativo hipotético de redes fijas: Escala basada en la cuota de mercado de los concesionarios alternativos al AEP con red de acceso fija propia a nivel nacional, excluyendo aquellos con una cuota de mercado menor al 10% a nivel de entidad federativa.
- Operador hipotético de redes móviles representativo del AEP: Escala basada en la cuota de mercado del AEP móvil.
- Concesionario alternativo hipotético de redes móviles: Escala basada en la cuota de mercado de los concesionarios alternativos al AEP con red de acceso móvil propia a nivel nacional, excluyendo aquellos con una cuota de mercado menor al 10%.

## 1.2 Aspectos relacionados con la tecnología

### Arquitectura moderna de red

El Lineamiento Séptimo de la Metodología de Costos a la letra señala:

**SÉPTIMO.-** 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.

Es así como el Modelo Fijo y el Modelo Móvil tienen un diseño de arquitectura de red basado en una elección específica de tecnología moderna eficiente. Desde la perspectiva de regulación de

la interconexión, en estos modelos deben reflejarse tecnologías modernas equivalentes: esto es, tecnologías disponibles y probadas con el costo más bajo previsto a lo largo de su vida útil.

## **Red de telecomunicaciones móviles**

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 del presente Acuerdo, y una expansión continua para incluir elementos de red y servicios relacionados con la tecnología UMTS, también denominada 3G para efectos del presente Acuerdo y más recientemente despliegues de la tecnología LTE también denominada 4G para efectos del presente Acuerdo con miras, fundamentalmente a incrementar la capacidad y velocidad transmisión de datos móviles y más recientemente despliegues de la tecnología 5G. 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.

### *Capa de radio*

Hay tres generaciones de estándares de tecnología móvil que podrían ser utilizados en el modelo, bien secuencialmente o de forma combinada: GSM (2G), UMTS (3G), LTE (4G) y 5G. Si bien las primeras redes en México empleaban también tecnologías como CDMA o CDMA-2000 ya no están operativas y por lo tanto no son relevantes para este modelo de Costos Incrementales de Largo Plazo de abajo hacia arriba (en lo sucesivo, "CILP ascendente").

La situación actual en México para las distintas tecnologías de acceso radio es la siguiente:

- 2G: Tanto Telefónica como AT&T han apagado recientemente sus redes de la tecnología 2G por lo que Telcel es el único operador que mantiene la red 2G<sup>29</sup>, principalmente para tráfico de voz.
- 3G: Tanto Telcel como AT&T operan redes 3G, la cual es relevante tanto para servicios de voz como para servicios de datos.
- 4G: Telcel, AT&T y Altán operan redes 4G, siendo esta la principal red de transporte para servicios de datos. Adicionalmente, los distintos operadores<sup>30</sup> comenzaron a prestar servicios de voz basados en esta tecnología a sus clientes en 2017 y 2018.
- 5G: Tanto Telcel como AT&T han lanzado comercialmente el servicio en los últimos meses, en la banda de 2500MHz en el caso de AT&T, y en la banda de 3500MHz en el caso de Telcel.

---

<sup>29</sup> Según GSMA, en 2022 el número de conexiones 2G suponían todavía un 6.6% del total de conexiones móviles.

<sup>30</sup> Estrictamente hablando, en el caso del operador AT&T, no se trata de VoLTE sino de una aplicación *over-the-top* (OTT) que proporciona servicios de voz sobre la red 4G a sus usuarios.

Con esta situación, el modelo móvil deberá considerar las tecnologías 2G, 3G, 4G y 5G, incorporando esta última de manera acorde a los planes de despliegue de los operadores. Con respecto a la tecnología 2G, se considera oportuno modelar el apagado en el año 2022, en línea con lo acontecido con las redes de varios operadores en México. El espectro utilizado para los servicios 2G se cederá en gran medida a las capas de capacidad de las tecnologías 3G y 4G. Por otra parte, es razonable considerar la tecnología VoLTE para el transporte de voz, pues se empezó a utilizar en 2017 y 2018 y hoy en día ya absorbe un porcentaje de tráfico elevado.

En el modelo móvil se modelarán las tecnologías de radio 2G, 3G, 4G y 5G. Se considerará el apagado de la red 2G en el año 2022, para los diferentes operadores modelados. Se considerará que el despliegue de redes 5G comenzó en el año 2022, para iniciar la provisión comercial del servicio en el año 2023.

### *Espectro radioeléctrico*

Para lograr altos niveles de cobertura, el costo de desplegar una red móvil estará fuertemente influenciado por la banda de frecuencia en la que se realice el despliegue. En efecto, una red de cobertura con base en una banda de espectro alta –como 3500MHz– resultará en un costo mayor que su equivalente en una 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 3500MHz o 1700–2100MHz, que requieren una malla de estaciones base más estrecha y que tienen una menor penetración en edificios de las señales de 850MHz. No obstante, en muchos casos, la elección de la banda de cobertura para cada tecnología responde no solo a criterios técnico-económicos, si no a factores condicionantes adicionales.

De esta manera, en México los operadores desplegaron su red de cobertura GSM inicialmente en bandas de frecuencia inferiores a 1GHz –la banda de 850MHz– para dar cobertura en aquellas regiones en las que disponían del espectro (Movistar e Iusacell, actualmente AT&T, habrían desplegado su red de cobertura utilizando la banda de 1900MHz en las regiones donde no disponían de espectro en bandas inferiores a 1GHz). Cuando se comenzaron a desplegar las redes UMTS en 2007/08, los operadores siguieron un esquema de despliegue de una red de capacidad en frecuencias altas (1900MHz). Actualmente, se viene utilizando para la red 4G<sup>31</sup> espectro en la banda AWS (1700–2100MHz) adquirido por los operadores en la subasta de espectro que tuvo lugar en 2010 y posteriormente en 2016, así como en la banda 2500MHz subastada en 2018. Con respecto a las redes 5G, tanto Telcel como AT&T han lanzado comercialmente el servicio en los últimos meses, en la banda de 3500MHz y 2500MHz respectivamente.

---

<sup>31</sup> Altán, en su calidad de red mayorista, hace uso de la banda de 700 MHz, la cual, si bien se incluye en el modelo, no es parte del espectro del AEP o del CS modelado.

Las bandas de cobertura de los distintos operadores se basarán en las bandas empleadas por los operadores para cada una de las tecnologías.

Por otro lado, los operadores deben complementar el despliegue de cobertura con capacidad adicional para satisfacer las necesidades de los usuarios. En México, por ejemplo, los operadores complementaron el despliegue de cobertura GSM con un despliegue posterior de estaciones base en la banda de 1900MHz para aportar capacidad adicional a la red.

Existen marcadas diferencias entre los operadores mexicanos en cuanto a sus tenencias de espectro, tanto en lo que respecta a la cantidad total de espectro que poseen como a nivel regional. En este sentido, creemos que es relevante asegurar consistencia en el espectro definido para los operadores hipotéticos y el tamaño del operador determinado. En el caso concreto del CS hipotético, se deberá asegurar la razonabilidad del espectro asociado, a fin de asegurar que se cumplen con unos criterios de modularidad mínima para cada una de las tecnologías (por ejemplo, en el caso de la tecnología 4G, es menos eficiente el despliegue de portadoras de tamaño menor a 2x5 MHz en una banda concreta).

Se considera una asignación de espectro en línea con las tenencias de los operadores en México.

- Operador hipotético de redes fijas representativo del AEP: Tenencias de espectro del AEP móvil.
- Concesionario alternativo hipotético de redes móviles: Tenencia de espectro promedio de operadores alternativos considerados como relevantes (en línea con la definición del tamaño del operador modelado), asegurando la eficiencia en la modularidad del espectro asignado.

Los pagos asociados a las diferentes bandas de frecuencia se basarán en los pagos efectuados por los operadores históricos en el momento de la adquisición de la frecuencia o durante alguna renovación de la concesión 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 con base en el precio promedio pagado en la prórroga de la concesión 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 las bandas de 1900MHz (PCS), 1700/2100MHz (AWS), 2.5GHz y 3.5GHz se calcula a partir de los precios pagados por el espectro en la prórroga de la concesión otorgada en 2019 y las subastas realizadas en los años 2016, 2018 y 2020.

Respecto a la banda de 700MHz, no se asume ninguna inversión inicial (capex) ya que su licitación no llevaba asociada una contraprestación por el otorgamiento de la concesión, pero sí un monto anual (opex) en concepto de pago de derechos.

El costo del espectro se modelará de la siguiente manera:

- La inversión inicial (capex) en espectro en la banda de 850MHz se calculará con base en el precio promedio pagado en la prórroga de la concesión otorgada en mayo de 2010 y, más recientemente, en 2021 por región por MHz, multiplicándolo por la cantidad de espectro que tendrá el operador hipotético.
- La inversión inicial (capex) correspondiente al espectro en la banda PCS se calculará promediando el pago de la reciente prórroga de la concesión concedida en 2019.
- De forma similar, la inversión inicial (capex) en espectro en la banda AWS se calculará para la cantidad de espectro que posea el operador hipotético a partir del precio pagado en la subasta realizada en 2016.
- La inversión inicial (capex) aplicable a la banda de 2500MHz se calculará con base en el precio promedio pagado en la subasta de 2018.
- La inversión inicial (capex) aplicable a la banda de 3500MHz se calculará con base en el precio promedio pagado en la subasta de 2020.

Los costos asociados a la banda de 700MHz se calcularán sin necesidad de promediarlos, directamente con base en los pagos realizados por Altán, que es el único operador con espectro en esta banda, y figurarán como gastos operativos (opex), ya que los pagos son anuales en concepto de contraprestación por los derechos de uso y explotación del espectro.

### *Red de conmutación*

Se modelará una arquitectura de conmutación IP combinada para la red de conmutación. Al igual que en el modelo fijo, las plataformas del núcleo de la red del operador modelado se encuentran en los nodos core y nacionales y cumplen un papel fundamental para poder ofrecer los distintos servicios. A continuación, se listan algunas de estas plataformas con sus reglas de dimensionado:

- Switches y servidores: incluyen una variedad de plataformas de red como pueden ser call servers (supervisan el tráfico de voz), MSC (Mobile Switching Center - gestiona el tráfico de telefonía móvil), MSS (Mobile Switching System - realiza la conmutación y gestión de llamadas móviles), MGW (Media Gateway - convierte señales entre redes de telefonía y redes IP), NMS (Network Management System - sistema de gestión de red) o SBC (Session Border Controller - vigila la conexión IP entre la red de acceso común y la red de voz controlada por el servidor de llamadas. Estas plataformas se estiman en función de los requerimientos generales del sistema y el volumen en términos de capacidad

máxima que puede cursar cada una de las plataformas, teniendo en cuenta también el número mínimo de plataformas necesarias en la red.

### *Red de transmisión*

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

- Acceso de última milla de BTS, Nodos o eNodosB a un concentrador (*hub*).
- Concentrador a Controlador Estación Base (BSC de sus siglas en inglés, Base Station Controller), Controlador de Red de Radio (RNC de sus siglas en inglés, Radio Network Controller) o punto de agregación LTE (LTE-AP).
- BSC, RNC o LTE (LTE de sus siglas en inglés, Long Term Evolution) a emplazamientos de conmutación principales (que contengan MSC, MGW o SGW) si no están coubicados.
- Entre emplazamientos de conmutación principales (entre MSC, MGW o SGW).

Las soluciones típicas para la provisión de transmisión incluyen los siguientes elementos, todos ellos disponibles con enlaces Ethernet (velocidades de 10, 30, 100, 300 y 1000 Mbit/s):

- Enlaces dedicados.
- Enlaces por microondas autoprovistos.
- Red de fibra alquilada (fibra oscura alquilada/IRU.<sup>32</sup>

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, en consistencia con la mejor tecnología disponible, los operadores modelados disponen de una red de transmisión basada principalmente en enlaces de microondas y enlaces dedicados.

### **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.

---

<sup>32</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.

### *Red de acceso*

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

Los costos de los servicios de acceso se modelan en el modelo integral de acceso fijo. Por este motivo, el modelo no incluirá los elementos de la red de acceso. La red modelada, considera como punto de demarcación el nodo de acceso multiservicio (MSAN, *Multi-Service Access Node*). El MSAN no se incluye en el modelo para asegurar la consistencia con el modelo de desagregación. En todo caso, se asumirá que el tráfico generado empleará el protocolo Ethernet para su conexión a las capas superiores de la red.

### *Red troncal (core) y NGN*

Al igual que en la red de acceso, existen arquitecturas tradicionales y de nueva generación (NGN).

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

Por el contrario, las NGN se basan en tecnologías de conmutación de paquetes, gracias a las cuales la voz se envía en 'paquetes' de datos digitalizados utilizando VoIP. Sin especificaciones de red especiales, como, por ejemplo, mecanismos de QoS, cada paquete de voz compite en igualdad de condiciones con los paquetes de otros servicios (voz u otros tipos de datos en una red NGN) por los recursos de red disponibles, como por ejemplo el ancho de banda. Los mecanismos existentes para garantizar la calidad de servicio pueden priorizar los paquetes que llevan voz sobre otros tipos de paquetes de datos ayudando a asegurar que los paquetes de voz circulen por la red sin problemas y según reglas de transmisión (tiempo, retardo, jitter, etc.) asociadas al servicio de voz.<sup>33</sup>

---

<sup>33</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 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.

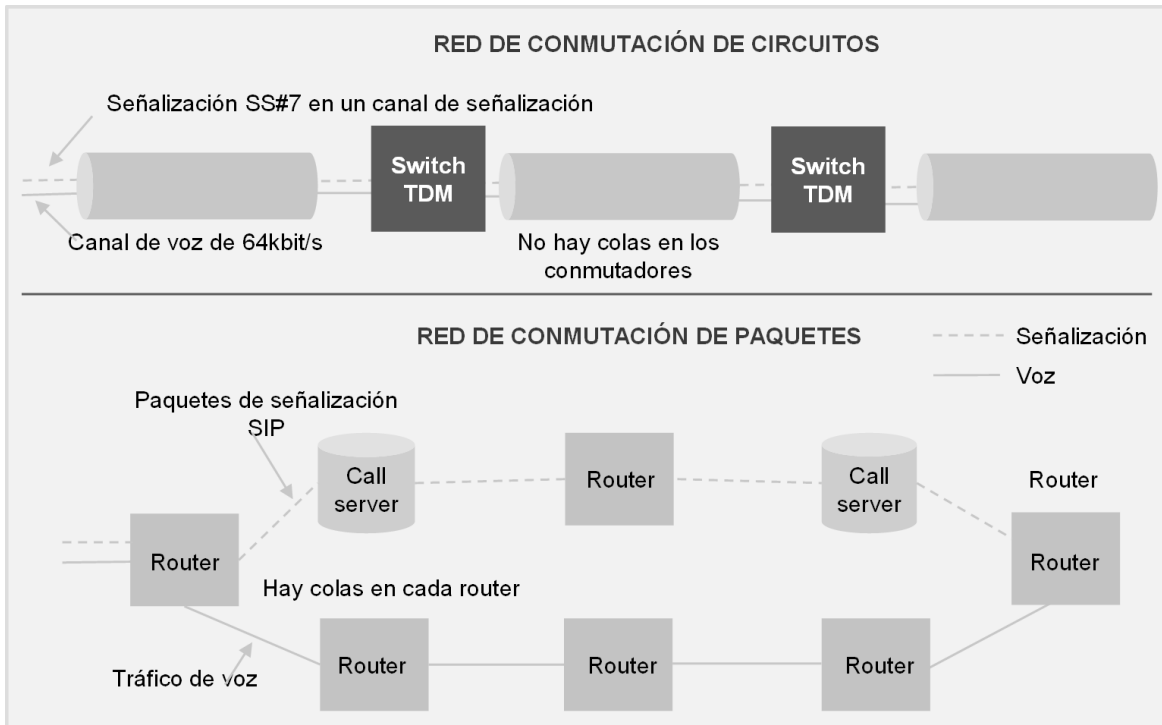


Figura 2. Comparación entre redes de conmutación de circuitos y de conmutación de paquetes

Las figuras 2 y 3 comparan la arquitectura de una red PSTN y una red NGN y se pueden ver los dos conceptos que rigen una red NGN:

- *La separación entre los planos de control y de usuario.* En una red PSTN los conmutadores (*switches*) realizan la conmutación de las llamadas de voz y gestionan la señalización; en una red NGN, los *call servers* son los que gestionan la señalización, y los *routers* (o *media gateways* especializadas) enrutan y gestionan el tráfico de paquetes de voz. Adicionalmente, y como se puede comprobar en la Figura 3, las capas separadas de las redes de *switches* locales y de tránsito se reemplazan por *call servers* en una estructura de una sola capa. Típicamente, en una red PSTN de 100 *switches* locales y 10 *switches* de tránsito, éstos podrían ser reemplazados por un menor número de *call servers* (menos de 5) en una red NGN.
- *La realización de la transmisión de paquetes de voz a través de una capa de routers común al resto de servicios transmitidos por la red NGN.* Estos *routers* gestionan la transmisión de los paquetes IP y pueden utilizar, en las capas de transporte y física, tecnologías como Ethernet y SDH (tanto tradicional como de próxima generación) sobre fibra (utilizando tecnologías WDM) dependiendo de la relación costo-beneficio y de la escala de la red.



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

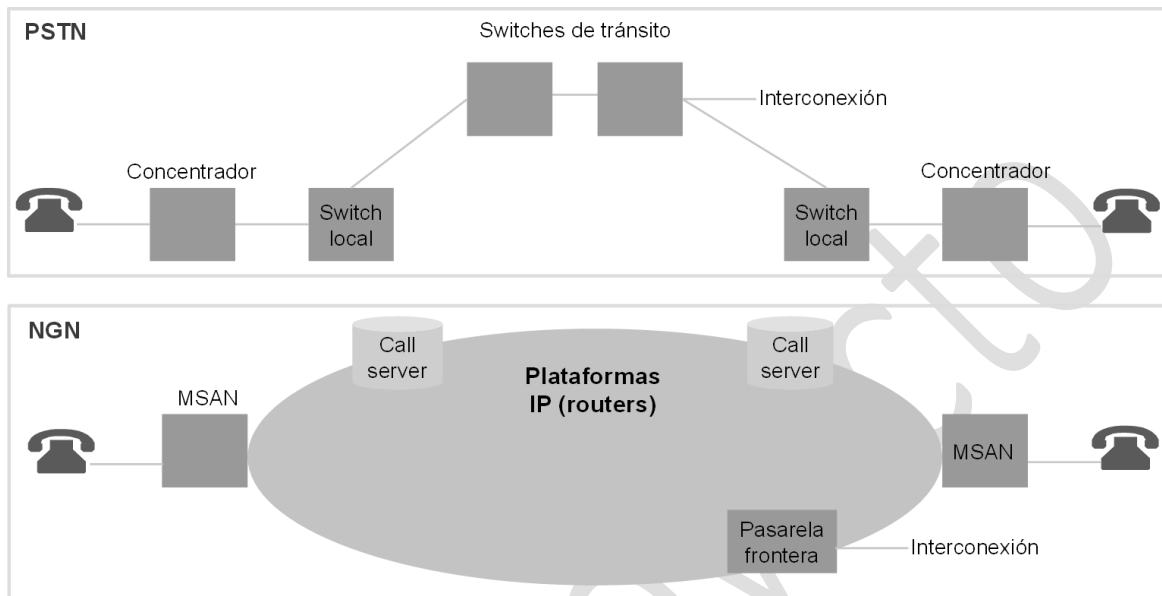


Figura 3. Comparación de la red PSTN tradicional y los servicios de voz sobre una NGN

La interconexión con las redes de otros operadores en una red NGN se implementa a través de pasarelas frontera (*border gateways* en inglés), también conocidos como Session Border Controllers (SBC) que controlan el acceso a la red. Adicionalmente un operador deberá desplegar equipamiento adicional en su red de núcleo para encaminar el tráfico de datos a internet (por ejemplo, BRAS y servidores DNS), así como plataformas adicionales para proporcionar servicios de valor añadido (por ejemplo, IPTV), que controlan el acceso a la red.

En el caso del modelo de costos, se debe considerar el uso de una tecnología eficiente. En este sentido, existen diversas opciones para desplegar una red NGN, donde algunas alternativas son meramente actualizaciones de la red PSTN. La opción común desplegada por los operadores es la presentada anteriormente, basadas en enrutadores IP/Ethernet NGN, que dirigen el tráfico de voz y datos entre los nodos de la red. Esta aproximación será la incluida en el modelo de costos.

### Red de transmisión

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

- ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) sobre SDH o SDH de próxima generación;
- Microondas STM punto-a-punto;
- IP/MPLS sobre SDH o SDH de próxima generación;
- IP/MPLS sobre Ethernet nativo.

La tecnología moderna eficiente que la mayoría de los operadores están operando es IP/MPLS sobre Ethernet nativo y sobre tecnología DWDM. La utilización de esta tecnología se considera como mejor práctica internacional y es una de las principales tecnologías desplegadas por operadores con red troncal NGN-IP a nivel mundial. Se modelará un operador hipotético con una red de transmisión IP/MPLS sobre Ethernet nativo.

#### *Demarcación de las capas de red*

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

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

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

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

De esta forma, el punto de demarcación entre la red de acceso y las otras capas de la red del operador hipotético 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.

Al aplicar este principio a las redes fijas para un usuario de telefonía fija, el punto de demarcación se encuentra en el MSAN.

Para un usuario de telefonía móvil, el punto de demarcación se encuentra en la tarjeta SIM , ya que el costo de la interfaz radio depende exclusivamente del tráfico generado por los abonados y no del número de abonados.

## **Nodos de la red**

Las redes fijas y móviles pueden considerarse como una serie de nodos (con diferentes funciones) y de enlaces entre ellos. Al 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.

El Lineamiento Quinto de la Metodología de Costos señala a la letra lo siguiente:

*“QUINTO.- 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).*

*El Instituto 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.”*

Es así como, de acuerdo con la Metodología de Costos, la red fija y la red móvil se modelaron siguiendo un enfoque *scorched-earth* calibrado con los datos de la red de los concesionarios actuales, lo cual resultará en una red más eficiente que la de los operadores existentes.

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.

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

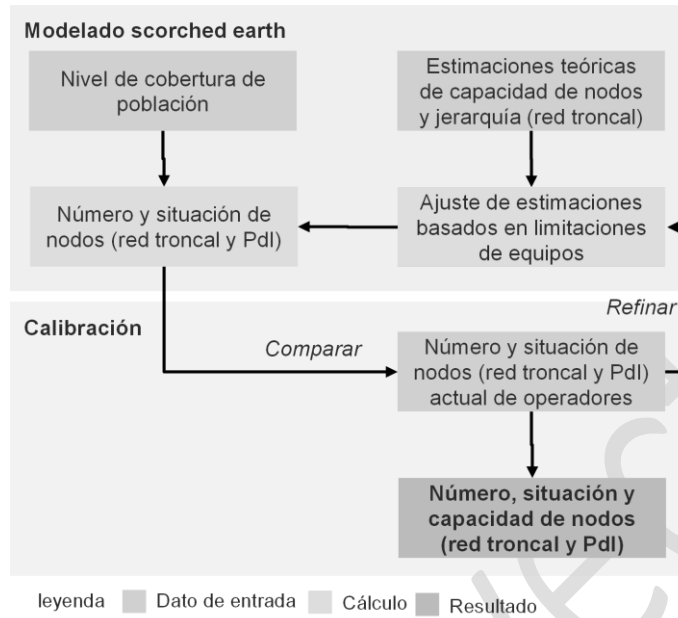


Figura 4. Esquema de modelado scorched-earth calibrado para el operador fijo

A continuación, se muestra un esquema con la metodología utilizada para la calibración del Modelo Móvil.

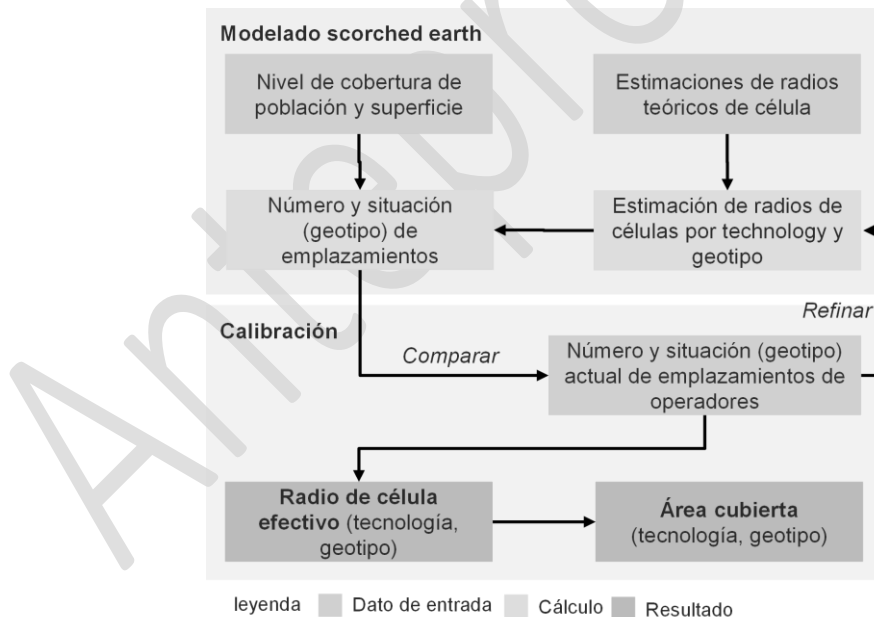


Figura 5. Esquema de modelado scorched earth calibrado para el operador móvil

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

### 1.3 Aspectos relacionados con los servicios

Un aspecto fundamental de los modelos es calcular el costo de los servicios regulados como por ejemplo el servicio de terminación de llamadas en redes telefónicas públicas individuales facilitada en una ubicación fija y en el servicio de terminación de llamadas de voz y mensajes cortos en redes móviles individuales. Sin embargo, las redes fijas y móviles suelen transportar una amplia gama de servicios. La medida en la que el operador modelado puede ofrecer servicios en las zonas donde tiene cobertura determina las economías de alcance del operador, y por lo tanto este aspecto debe ser considerado en los modelos.

#### 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; esto implica también que tanto los servicios a 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 distintos al servicio de voz (y el desarrollo de un modelo de costos de voz independiente) puede ser también un proceso complejo.<sup>34</sup>

Será necesario analizar y comprender el efecto que pueden llegar a tener las previsiones de demanda de servicios distintos a los servicios de voz en los costos de los servicios de voz.

En este sentido, los operadores modelados proporcionarán todos los servicios relevantes para cada tipo de red:

- redes móviles: servicios de voz, banda ancha móvil, SMS, tanto para usuarios propios como para usuarios visitantes (roaming nacional e internacional)

---

<sup>34</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 comúnmente en la realidad, lo que implica que la red modelada no puede ser comparada con ningún operador real.

- redes fijas: servicios de voz (originación y terminación de voz, VoIP, tránsito e interconexión) que tengan volúmenes de tráfico relevantes, banda ancha (minorista y mayorista) y enlaces dedicados

En el caso de los operadores modelados a partir de los concesionarios alternativos, no se incluirá tráfico para aquellos servicios mayoristas regulados que no tengan la obligación de proporcionar.

### Servicios que se ofrecen a través de redes fijas

En la tabla 2 se presentan los servicios de voz considerados en el desarrollo del Modelo Fijo. Estos servicios contribuyen al despliegue de la red troncal.

Servicio	Descripción del servicio
Llamadas salientes on-net	Llamadas de voz entre dos suscriptores minoristas del operador fijo modelado.
Llamadas salientes a otros operadores fijos	Llamadas de voz de un suscriptor minorista del operador fijo modelado a un operador fijo doméstico.
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 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.
Llamadas entrantes de móvil	Llamadas de voz recibidas de otro operador móvil y terminadas en la red de un suscriptor minorista del operador fijo modelado.
Llamadas entrantes de tráfico internacional	Llamadas de voz recibidas de otro operador internacional y terminadas en la red de un suscriptor minorista 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	Llamadas de voz recibidas de otro operador, móvil o fijo y terminadas en la red de otro operador internacional, móvil o fijo.
SMS salientes	SMS de un suscriptor del operador fijo modelado a otro operador.

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

Tabla 2. Servicios que se ofrecen a través de redes fijas.

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

En el Modelo 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 siguiente tabla. Estos servicios se incluyen para considerar los requerimientos de *backhaul* de retorno de la central local a la red troncal.

Servicio	Descripción del servicio
Banda ancha propia (líneas)	Provisión de una línea de acceso para el servicio de internet comercializado por el departamento minorista del operador modelado
Banda ancha propia (contenido)	Ancho de banda en una línea para el servicio de internet comercializado por el departamento minorista del operador modelado, independiente de la tecnología de acceso
Banda ancha ajena (líneas)	Provisión de una línea de acceso para el servicio de internet comercializado por el departamento mayorista del operador modelado
Servicio de concentración y distribución por nivel de agregación de tráfico (nacional, regional, local) <sup>35</sup> ,	Ancho de banda en una línea para el servicio de internet comercializado por el departamento mayorista del operador modelado, independiente de la tecnología de acceso. El módulo del servicio de concentración y distribución proporcionara la desagregación del costo del servicio para las distintas variantes existentes

Tabla 3. Servicios de acceso a Internet

Servicio	Descripción del servicio
----------	--------------------------

<sup>35</sup> De manera adicional, el modelo SAIB genera resultados para todos los perfiles de velocidad, calidad y simetría ofertados por el AEP.

Enlaces dedicados	Incluye servicios de líneas alquiladas, ya sea para aprovisionar a clientes minoristas u otros operadores
Televisión	Provisión del servicio de televisión, ya sea lineal o de vídeo bajo demanda, comercializado por el departamento minorista del operador modelado

Tabla 4. Otros servicios fijos

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

Los servicios provistos a través de redes móviles pueden desagregarse en tres tipos principales: servicios de voz, servicios de SMS y servicios de datos. A continuación, se presentan los distintos servicios móviles modelados.

En la tabla 5 se presenta una serie de servicios de voz móviles que aportan tráfico a la red troncal.

Servicio	Descripción del servicio
Llamadas móviles on-net por tecnología	Llamadas de voz entre dos suscriptores (minoristas o de operadores móviles virtuales, OMV) del operador móvil modelado
Llamadas salientes nacionales por tecnología	Llamadas de voz de un suscriptor (minorista u OMV) del operador móvil modelado a un destino fijo (incluyendo números no geográficos, etc.) o a otro operador móvil doméstico
Llamadas móviles salientes a internacional por tecnología	Llamadas de voz de un suscriptor (minorista u OMV) del operador móvil modelado a un destino internacional
Llamadas entrantes nacionales por tecnología	Llamadas de voz recibidas desde otro operador fijo o móvil, y terminadas en la red de un suscriptor (minorista u OMV) del operador móvil modelado
Llamadas entrantes de operadores internacionales por tecnología	Llamadas de voz recibidas desde otro operador internacional y terminadas en la red de un suscriptor (minorista u OMV) del operador móvil modelado
Originación de voz roaming por tecnología	Llamadas de voz de un usuario visitante (nacional o internacional) en la red del operador móvil modelado a un destino móvil, fijo o internacional
Terminación voz roaming por tecnología	Llamadas de voz recibidas desde otro operador móvil, fijo o internacional y terminadas en la red de un usuario visitante (nacional o internacional) del operador móvil modelado
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 MSC del operador móvil modelado; este



	servicio solo es prestado por el operador con la escala y el alcance del AEP
Llamadas en tránsito de 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 MSC del operador móvil modelado; este servicio solo es prestado por el operador con la escala y el alcance del AEP, consideradas exclusivamente a nivel de enrutamiento

Tabla 5. Servicios que se ofrecen a través de redes móviles.

En la tabla 6 se presentan los servicios de SMS que se ofrecen a través de las redes móviles.

Servicio	Descripción del servicio
Roaming SMS saliente por tecnología	SMS de un usuario visitante (nacional o internacional) en la red del operador móvil modelado a un destino móvil, fijo o internacional
Roaming SMS entrante por tecnología	SMS recibidos desde otro operador móvil, fijo o internacional y terminados en la red de un usuario visitante (nacional o internacional) del operador móvil modelado
SMS on-net por tecnología	SMS entre dos suscriptores (minoristas u OMV o inbound roamer) del operador móvil modelado
SMS salientes a otras redes por tecnología	SMS de un suscriptor (minorista u OMV o inbound roamer) del operador móvil modelado a otro operador de red
SMS entrantes de otras redes por tecnología	SMS recibidos de otro operador y terminados en un abonado (minorista u OMV o inbound roamer) del operador móvil modelado

Tabla 6. Servicios SMS que se ofrecen a través de redes móviles.

En la tabla 7 se presentan los servicios de datos que se ofrecen a través de las redes móviles.

Servicio	Descripción del servicio
Servicio de datos R99	Megabytes de servicio de datos (excluyendo las cabeceras de los paquetes IP) transferidos desde y hacia un suscriptor (minorista u OMV o inbound roamer) a través de la red de datos de baja velocidad 3G (portadoras Release 99)
Servicio de datos HSDPA	Megabytes de servicio de datos (excluyendo las cabeceras de los paquetes IP) transferidos hacia un suscriptor (minorista u OMV o inbound roamer) a través de la red HSPA
Servicio de datos HSUPA	Megabytes de servicio de datos (excluyendo las cabeceras de los paquetes IP) transferidos desde un suscriptor (minorista u OMV o inbound roamer) a través de la red HSPA

Servicio de datos LTE	Megabytes de servicio de datos (excluyendo las cabeceras de los paquetes IP) transferidos desde y hacia un suscriptor (minorista u OMV o inbound roamer) a través de la red LTE
Servicio de datos 5G	Megabytes de servicio de datos (excluyendo las cabeceras de los paquetes IP) transferidos desde y hacia un suscriptor (minorista u OMV o inbound roamer) a través de la red 5G
Roaming datos por tecnología	Megabytes de servicio de datos (excluyendo las cabeceras de los paquetes IP) transferidos desde y hacia un suscriptor (minorista u OMV o inbound roamer) de un usuario visitante (nacional o internacional) a través de la red del operador móvil modelado

Tabla 7. Servicios de datos que se ofrecen a través de redes móviles.

### Volúmenes de tráfico

Es necesario definir el volumen y el perfil<sup>36</sup> del tráfico cursado en la red del operador modelado. Dado que la definición del operador incorpora la definición de una participación 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 operador 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 operador tendrá el mismo perfil de uso. Por lo tanto, el perfil de tráfico del operador modelado debería ser definido como la media del mercado, manteniendo la consistencia con la escala de dicho operador.<sup>37</sup>

El pronóstico del perfil de tráfico del operador modelado se basará en el perfil de la media del mercado, es decir la base de suscriptores de cada operador tendrá el mismo perfil de uso.

### Costos mayoristas o minoristas

Este aspecto se describe a continuación.

<sup>36</sup> Se entiende por 'perfil' las proporciones de llamadas desde/a varios destinos fijos y móviles, por hora del día y usos de otros servicios.

<sup>37</sup> Por ejemplo, se puede esperar que la proporción de llamadas originadas que son on-net, manteniendo todos los otros factores constantes, estén relacionadas con el tamaño de la base de suscriptores del operador. Claramente, a medida que cambie con el tiempo el tamaño del operador modelado, una proporción cambiante dinámicamente de tráfico tendría que ser estimada como on-net.

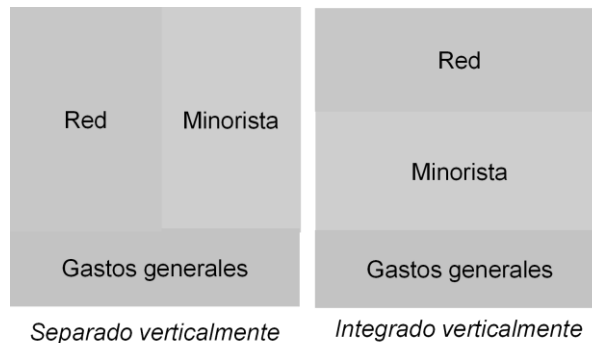


Figura 6. Costos mayoristas o minoristas.

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

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

En la Metodología de Costos el Instituto regula los servicios de interconexión entre los que se encuentran los de conducción de tráfico y tránsito que son materia del Modelo Fijo y del Modelo Móvil, es así como únicamente se consideran los costos que son relevantes para la prestación de los servicios mayoristas de un negocio verticalmente separado que se pretenden regular con el desarrollo del modelo.

Sin embargo, los costos comunes a las actividades de red y minoristas pueden ser recuperados a través de los servicios de red mayoristas y los servicios minoristas en el caso de un modelo CIPLP (tratados como un *mark-up* del resultado del CIPLP) pero no en el caso de un modelo CILP Puro.

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

El modelo calculará los costos de red, incluyendo los costos generales en el caso de los servicios sujetos a una metodología CIPLP. La proporción de gastos generales comunes que corresponde a la red se recupera como un costo operativo, que se revisa anualmente con la inflación y se distribuye entre todos los servicios en el caso de un modelo CIPLP, pero se excluyen de los gastos distribuibles al servicio de terminación en un modelo CILP puro. El modelo excluye los costos de naturaleza minorista.

## 1.4 Aspectos relacionados con la implementación de los modelos

### Selección del incremento de servicio

El costo incremental es el costo que incurre un operador para satisfacer el incremento en la demanda de uno de sus servicios, bajo el supuesto de que la demanda de los otros servicios que ofrece el operador no sufre cambios. Por otro lado, es el costo total que evitaría el operador si cesara la provisión de ese servicio particular. De esta forma los incrementos toman la forma de un servicio, o conjunto de servicios, al que se distribuyen los costos, ya sea de forma directa (en el caso de los costos incrementales) o mediante un *mark-up* (si se incluyen los costos comunes). El tamaño y número del incremento afecta la complejidad<sup>38</sup> de los resultados y la magnitud<sup>39</sup> de los costos resultantes.

### Enfoque CITLP

El costo incremental total promedio de largo plazo<sup>40</sup> (CITLP, CIPLP+ o LRAIC+) puede ser descrito como un enfoque de grandes incrementos – todos los servicios que contribuyen a las economías de escala en la red se suman en un gran incremento; los costos de servicios individuales se identifican mediante la repartición del gran costo incremental (tráfico) de acuerdo con los factores de ruteo del uso de recursos promedio.

La adopción de un gran incremento – en general alguna forma de “tráfico” agregado – significa que todos los servicios que son suministrados se tratan juntos y con igualdad. Cuando uno de estos servicios está regulado, se beneficia de las economías de escala promedio y no de una mayor o menor dimensión de estas economías. El uso de un gran incremento también limita los costos comunes a una evaluación del mínimo despliegue de red necesario para ofrecer el servicio.

Este enfoque implica la inclusión de costos comunes, por ejemplo, costos de la red que son comunes a todo el tráfico como pueden ser cobertura, licencias y gastos generales. El uso de un incremento

---

<sup>38</sup> Entre más incrementos, más cálculos se necesitan en el modelo y más costos comunes (o agregado de costos comunes) tienen que ser distribuidos como *mark-up*.

<sup>39</sup> Por las economías de escala y el mecanismo de márgenes adicionales.

<sup>40</sup> Se refiere a una vertiente de la metodología de costos incrementales promedio de largo plazo. Específicamente se refiere a los costos incrementales promedio de largo plazo que incorporan costos comunes y compartidos.

grande implica que los costos comunes para los servicios de tráfico son automáticamente incluidos en el incremento.

Un método generalmente utilizado debido a su objetividad y facilidad de implementación para la repartición de costos comunes es el de Márgenes Equiproporcionales (EPMU), mismo que es consistente con las prácticas regulatorias a nivel mundial.

En el modelo de costos se emplea el método EPMU para distribuir los costos comunes a cada servicio en el modelo CITLP (para uso meramente informativo) pero se excluirá el *mark-up* del modelo CILP puro.

En este contexto es también necesario identificar un incremento de usuarios que capture los costos que varían con el volumen de usuarios (no por cambios en 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 móvil, un nuevo usuario recibe una tarjeta SIM para poder enviar y recibir tráfico en el punto de concentración (el aire es la interfaz).
- 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.

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

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

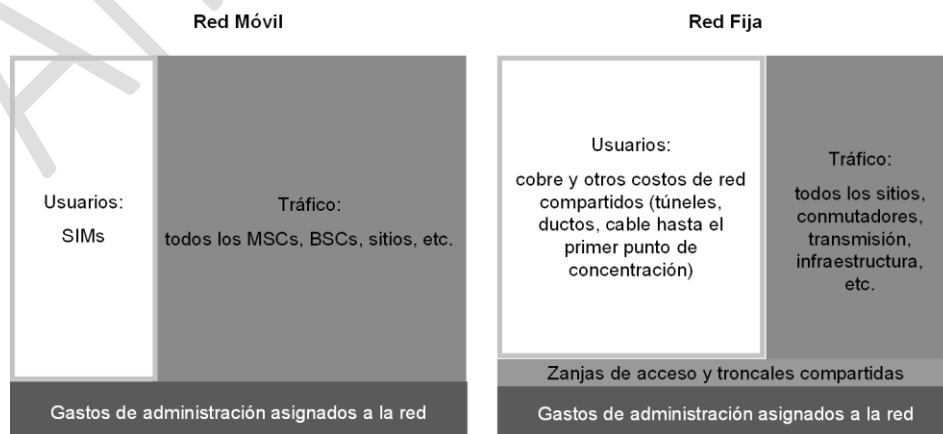


Figura 7. Distribución de costos usando CIPLP Plus.

### Enfoque CILP Puro

El costo incremental de largo plazo puro es acorde a los Lineamientos Tercero y Cuarto de la Metodología de Costos, que a la letra establecen:

*“**TERCERO.**- En la elaboración de los Modelos de Costos, para los servicios de conducción de tráfico, se empleará el enfoque de Costo Incremental de Largo Plazo Puro, el cual se define como la diferencia entre el costo total a largo plazo de un concesionario que preste su gama completa de servicios, y los costos totales a largo plazo de ese mismo concesionario, excluido el servicio de interconexión que se presta a terceros.*

*La unidad de medida que se empleará en los Modelos de Costos para los servicios de conducción de tráfico cuando éstos se midan por tiempo, será el segundo.*

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

*“**CUARTO.**- En la elaboración de los Modelos de Costos, para el servicio de tránsito, se empleará el enfoque de Costo Incremental de Largo Plazo Puro, el cual se define como la diferencia entre el costo total a largo plazo de un concesionario que preste su gama completa de servicios, y los costos totales a largo plazo de ese mismo concesionario, excluido el servicio de interconexión que se presta a terceros.*

*La unidad de medida que se empleará en los Modelos de Costos para el servicio de tránsito cuando éste se mida por tiempo, será el segundo.*

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

El CILP Puro calcula los costos de un servicio con base en la diferencia entre los costos totales a largo plazo de un operador que provee el abanico total de servicios y los costos totales a largo plazo de un operador que ofrece todos los servicios salvo el del servicio que se está costeadando, tal y como se muestra en la siguiente figura.

Para el cálculo del CILP Puro, se calcula el costo incremental ejecutando el modelo *con* y *sin* el incremento que se quiera costear. Los costos unitarios son entonces determinados como el cociente entre este costo incremental y el volumen de tráfico incremental del servicio (ver Figura 8).

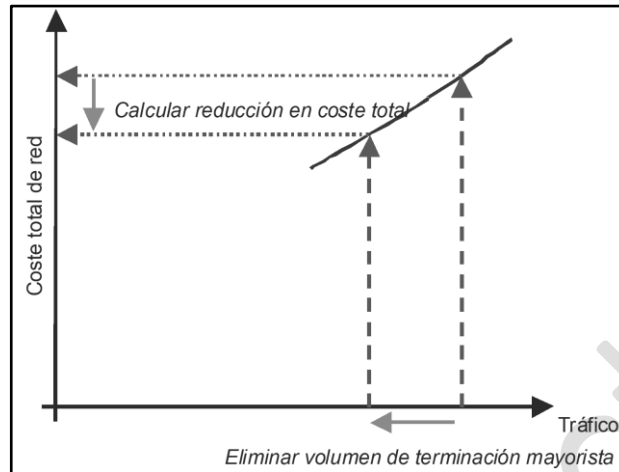


Figura 8. Cálculo del costo incremental del tráfico de terminación.

Debido a los requisitos específicos de la Metodología de Costos, es necesario que el modelo de costos:

- Permita calcular los costos incrementales puros para cada incremento de los siguientes: tráfico de terminación, tráfico de originación, y tránsito.
- Excluya los costos compartidos y comunes a los servicios de interconexión de los asignables a los servicios costeados con un modelo CILP puro.
- Permita ser competitivamente neutral con las operaciones móvil y fija.

El cálculo de los resultados obtenidos al aplicar la metodología CILP puro se basa en los siguientes pasos (ver Figura 9).

- Cálculo de los costos de la red completa del operador, *sin* el incremento del servicio considerado (tráfico de originación, o terminación de otras redes o tránsito).
- Cálculo de los costos de la red completa del operador, *con* el incremento del servicio considerado (tráfico de originación, terminación de otras redes o tránsito).
- Obtención de la diferencia en costos entre los dos cálculos obtenidos y anualización de esta diferencia en base a la metodología de depreciación económica
- División del costo anualizado total por el número de minutos incrementales del servicio considerado (originación, tráfico de originación, terminación de otras redes o tránsito) para la obtención del costo del minuto incremental.

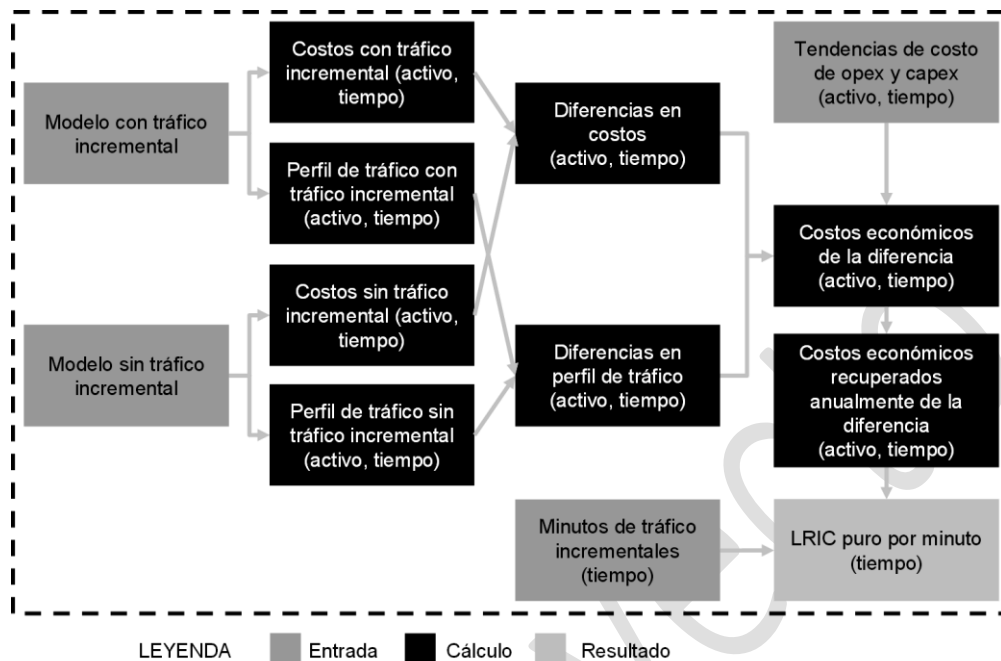


Figura 9. Etapas necesarias para el cálculo del CILP puro.

De esta forma el modelo calculará los costos utilizando un modelo CILP puro y será capaz de calcular los costos mediante la metodología CIPLP+, pero únicamente de manera informativa.

## Depreciación

El modelo calcula 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 emplear un método de depreciación adecuado. En este punto la Metodología de Costos establece en el Lineamiento Sexto:

**“SEXTO.-** 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 periodo a periodo, de tal forma que propicia una asignación eficiente de los recursos a cada uno de los periodos de la vida económica del activo.”*

En comparación con otros métodos de depreciación, este método considera todos los factores relevantes potenciales de depreciación, como son:

- Costo del Activo Equivalente Moderno (MEA) en la actualidad
- Pronóstico de costo del MEA



- Producción de la red a través del tiempo
- Vida financiera de los activos
- Vida económica de los activos

La producción de la red a través del tiempo es un factor clave en la elección del método de depreciación. En lo que respecta a las redes móviles, en general los volúmenes de tráfico han experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, mientras que los volúmenes de Internet móvil han crecido a un ritmo comparativamente más lento<sup>41</sup>.

La situación en las redes fijas es aún más complicada. Durante muchos años el tráfico cursado había estado dominado por los servicios de voz y era bastante estable. En los últimos años, sin embargo, los volúmenes de tráfico de voz han decrecido, mientras que los volúmenes de banda ancha y otros servicios de datos han aumentado considerablemente<sup>42</sup>.

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

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

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

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

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

---

<sup>41</sup> Ver por ejemplo datos de ingresos de OVUM, Forecasts Mobile Services Revenues. 24 de julio de 2017

<sup>42</sup> Ver por ejemplo datos de ingresos de OVUM, Forecasts Mobile Services Revenues. 24 de julio de 2017

## **Serie de tiempo**

La serie de tiempo, o el número de años para el que se calcularán los volúmenes de demanda y activos, es un insumo muy importante. El modelo de costos empleará una serie de tiempo larga ya que ésta:

- Permite que se consideren todos los costos en el tiempo, suministrando la mayor claridad dentro del modelo con 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;

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

Para un operador móvil, las vidas más largas de los activos son normalmente entre 25 y 40 años por lo que se llegan a utilizar series de tiempo de hasta 50 años, como es la obra civil. Sin embargo, se pueden asumir vidas aún más largas para algunos activos de las redes fijas como los túneles y ductos. Por lo que los modelos se construyen incorporando un horizonte temporal de 50 años.

Dado que no sería realista efectuar una previsión detallada y precisa para el periodo total del modelo, se realiza un pronóstico para un periodo razonable de tiempo que cubra un periodo similar al periodo regulatorio (de cuatro a diez años), en este caso el periodo regulatorio es de 2024 a 2026.

Tras el periodo regulatorio se hace el supuesto de que el tráfico y el número de suscriptores se estabiliza (su valor se mantiene constante hasta el final del periodo) debido a que ello permite limitar el impacto de errores asociados a un periodo demasiado largo (nuevas tecnologías desconocidas, etc.), así como limitar el impacto que tendría un exceso de demanda en años posteriores sobre el costo final de los servicios modelados debido a la depreciación económica.

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

## **1.5 Costo de capital promedio ponderado (CCPP)**

Los modelos deben incluir un retorno razonable sobre los activos, de conformidad con el Lineamiento Noveno de la Metodología de Costos, éste será determinado a través del costo de capital promedio ponderado (CCPP). El CCPP antes de impuestos se calcula de la siguiente forma:

$$CCPP = C_e \times \frac{E}{D + E} + C_d \times \frac{D}{D + E} \times (1 - T)$$

Donde:

- $C_e$  es el costo del capital (*equity*).
- $E$  es el valor de los recursos propios del operador (o *equity*).
- $D$  es el valor de la deuda del operador.
- $C_d$  es el costo de la deuda.
- $T$  es el impuesto de sociedades.

Con respecto a estos parámetros, un aspecto a clarificar para el cálculo del CCPP es el tratamiento que se ha de dar al impuesto de sociedades, ya que el CCPP puede medirse *antes* o *después* de impuestos. El objetivo de medir el CCPP después de impuestos es reconocer que los intereses pagados a los acreedores son deducibles de la base imponible (esto es, los impuestos se aplican después de deducir los intereses). En el caso de los modelos de costos, ya que las estimaciones que se realizan son antes de impuestos, es importante aplicar un costo de capital antes de impuestos. Para estimar el CCPP antes de impuestos, es necesario aplicar la siguiente fórmula:

$$CCPP_{AI} = \frac{CCPP}{(1 - T)}$$

Integrando esta fórmula sobre la formulación del CCPP después de impuestos se obtiene la siguiente formulación integral para el CCPP antes de impuestos:

$$CCPP_{AI} = C_e \times \frac{E}{D + E} \times \frac{1}{(1 - T)} + C_d \times \frac{D}{D + E}$$

### **Costo del capital (*equity*)**

El costo del capital (*equity*) se calcula mediante el método conocido como valuación de activos financieros (CAPM) debido a su relativa sencillez, ya que es lo establecido en el Lineamiento Décimo de la Metodología de Costos por lo que se utilizará en ambos modelos.

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

- un operador eficiente de servicios móviles en México.

- un operador eficiente de servicios fijos en México.

El modelo de cálculo a aplicar es el siguiente:

$$C_e = R_f + \beta(R_e)$$

Donde:

- $C_e$  es el costo del capital de la empresa
- $R_f$  es la tasa libre de riesgo, aplicable para el país en el que se calcule el CCPP
- $\beta$  es la volatilidad del rendimiento de una inversión en relación con el conjunto del mercado
- $R_e$  es la prima de riesgo de mercado.

Cada uno de estos parámetros se trata a continuación.

#### **Tasa de retorno libre de riesgo, $R_f$**

Se tomará la tasa de retorno libre de riesgo a partir del bono estadounidense, añadiendo una prima de riesgo país que represente el diferencial entre el bono mexicano (denominado en dólares americanos) y el bono estadounidense. La formulación de la tasa de retorno libre de riesgo será la siguiente:

$$R_f = R_f(EEUU) + CRP$$

Donde:

- $R_f$  es la tasa de retorno libre de riesgo, aplicable en México
- $R_f(EEUU)$  es la tasa de retorno libre de riesgo en Estados Unidos
- $CRP$  es la prima de riesgo país.

#### **Prima de riesgo del capital, $R_e$**

La prima de riesgo del capital representa el incremento sobre la tasa de retorno libre de riesgo que los inversores demandan del capital (equity), debido a que invertir en acciones conlleva un mayor riesgo que invertir en bonos del Estado.

Se estimará la prima de riesgo del capital ( $R_e$ ) en México a partir de la prima de riesgo en un mercado maduro propuesta por el profesor Damodaran, a la que se añadirá la prima de riesgo país asociada a México, multiplicada por un factor de volatilidad que considere la mayor volatilidad de las acciones frente a los bonos. Se tomará el promedio de los últimos cinco años para los distintos parámetros.

#### **Beta para los operadores de telecomunicaciones, $\beta$**

Para la estimación de la  $\beta$  se tomará una comparativa de empresas de telecomunicaciones, a fin de identificar las  $\beta$  específicas del mercado fijo y el mercado móvil. Las  $\beta$  apalancadas para cada uno de los operadores serán extraídas de Reuters, dado que se trata de una fuente pública y utiliza una metodología de promedio para los últimos cinco años con datos mensuales. La  $\beta$  de cada uno de los operadores comparables será desapalancada con base a los niveles de apalancamiento de cada operador, y se volverá a aplicar el ajuste de apalancamiento con el nivel de apalancamiento definido para los operadores eficientes empleados en el cálculo de los CCPP de redes fijas y móviles.

### **Relación deuda/capital (D/E)**

El nivel de apalancamiento denota la deuda como proporción de las necesidades de financiamiento de la empresa, y se expresa como:

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

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

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

Es así como se evaluará el nivel apropiado de apalancamiento utilizando una selección de empresas comparables. Se tomará el valor en libros de la deuda total de los operadores y el valor de mercado de los recursos propios. Para ello se usará información financiera que está públicamente disponible en el portal Tradingview.

### **Costo de la deuda**

El costo de la deuda antes de impuestos se define como:

$$C_d = R_f + R_D$$

Donde:

- $R_f$  es la tasa de retorno libre de riesgo
- $R_D$  es la prima de riesgo de deuda.

La tasa de retorno libre de riesgo debe definirse en consecuencia con la tasa empleada en la definición del costo del *equity*. Esta definición toma el retorno de los bonos gubernamentales estadounidenses a 10 años, promediando de manera aritmética los retornos diarios de los últimos cinco años y añadiendo la prima de riesgo país asociada a México. La fórmula concreta es la siguiente:

$$R_f = R_f(EEUU) + CRP$$

Donde:

- $R_f$  es la tasa de retorno libre de riesgo, aplicable en México.
- $R_f(EEUU)$  es la tasa de retorno libre de riesgo en Estados Unidos.
- $CRP$  es la prima de riesgo país.

Para efectos del modelo se utilizará el Impuesto sobre la Renta (ISR) como la tasa adecuada de impuestos corporativos (T), cuyo valor es del 30%.

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 debido a la presión ejercida sobre los flujos de efectivo.

Para definir la prima de deuda, se calculará la diferencia entre el cupón de los bonos emitidos en México por operadores de telecomunicaciones y el rendimiento del bono estadounidense de madurez equivalente en la fecha de emisión del bono. Adicionalmente, para asegurar consistencia con la estimación de la tasa libre de riesgo en México, se descontará la prima de riesgo asociada a los bonos mexicanos en el año de emisión de los bonos. La formulación práctica se muestra a continuación:

$$R_d = C_b - R_f(EEUU) - CRP$$

Donde:

- $R_d$  es la prima de deuda asociada al bono.
- $C_b$  es el cupón asociado al bono corporativo emitido por la empresa.
- $R_f(EEUU)$  es el retorno de un bono emitido por el gobierno de Estados Unidos y de una duración comparable, en el momento de la emisión del bono corporativo.
- $CRP$  es la prima de riesgo asociada a México en el momento de emisión del bono corporativo.

## Costo de la deuda

Con respecto a las tasas de inflación a emplear, la práctica internacional recomienda el uso de perspectivas a largo plazo (por ejemplo, 10 años). Dicha duración permite asegurar el alineamiento de este parámetro con la definición del resto de parámetros involucrados en el cálculo del CCPP (como, por ejemplo, la tasa de retorno libre de riesgo). Para esta estimación, se emplearán, como fuente inicial, las perspectivas de inflación oficiales para el periodo que se encuentren disponibles en el momento de la estimación del CCPP, y se complementarán los años para los cuales no se disponga de una perspectiva de inflación a través de los objetivos de inflación propuestos por las fuentes oficiales. En concreto, se hará uso de datos publicados por el Banco de México para México y de datos reportados por la Reserva Federal en el caso de Estados Unidos.

En suma, se calculan dos CCPP para los sectores fijo y móvil del entorno mexicano respectivamente, buscando que estos sean representativos a nivel industrial y por tanto aplicables cualquier operador modelado sin importar el modelo o la metodología aplicable a estos. Bajo estas condiciones se obtienen los siguientes resultados:

Parámetro	CCPP de redes móviles	CCPP de redes fijas
<b>Costo de capital (equity)</b>	<b>9.33%</b>	<b>9.02%</b>
Tasa libre de riesgo en México	3.56%	3.56%
Tasa libre de riesgo en EE. UU.	2.07%	2.07%
Prima de riesgo país para México	1.49%	1.49%
Prima de riesgo de mercado en México	8.57%	8.57%
Prima de riesgo de mercado en EE. UU.	5.21%	5.21%
Factor de volatilidad para México	2.25	2.25
Prima de riesgo país para México	1.49%	1.49%
Beta	0.67	0.64
<b>Costo de deuda</b>	<b>5.45%</b>	<b>5.45%</b>
Tasa libre de riesgo en México	3.56%	3.56%
Prima de riesgo de deuda	1.90%	1.90%
Apalancamiento	41.44%	41.84%
Tasa de impuesto de sociedades	30.00%	30.00%
<b>CCPP antes de impuestos – nominal en USD</b>	<b>10.07%</b>	<b>9.77%</b>
Tasa de la inflación en EE. UU.	2.15%	2.15%
<b>CCPP antes de impuestos – real</b>	<b>7.75%</b>	<b>7.47%</b>
Tasa de la inflación en México	3.33%	3.33%
<b>CCPP antes de impuestos – nominal en MXN</b>	<b>11.34%</b>	<b>11.05%</b>

## CAPÍTULO V

### Tarifas de los Servicios no conmutados de Interconexión

**Décima segunda.-** El Lineamiento Segundo de la Metodología de Costos establece a la letra lo siguiente:

*“SEGUNDO.- En la elaboración de los Modelos de Costos, para servicios de interconexión distintos a los señalados en los Lineamientos Tercero y Cuarto siguientes, se empleará el enfoque 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.*

*El Modelo de costos deberá permitir que el Instituto Federal de Telecomunicaciones especifique la unidad de medida 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.”*

Toda vez que los Lineamientos Tercero y Cuarto se refieren a los servicios conmutados de interconexión, se sigue que las tarifas aplicables a los servicios no conmutados de interconexión se deben determinar con base en una metodología de Costo Incremental Total Promedio de Largo Plazo, es así que en la presente sección se aplica ese enfoque para la determinación de las tarifas aplicables a los servicios de enlaces de transmisión entre cubriciones, enlaces de transmisión de interconexión y cubricación.

Atendiendo el principio de que el órgano regulador únicamente debe intervenir en aquellas situaciones en las cuales se observe una falla de mercado, a efecto de no establecer una sobre regulación se considera adecuado respecto de las tarifas que hayan resultado de las metodologías de costos emitidas por el Instituto, mismas que estarán vigentes el año calendario inmediato siguiente, estas se refieran a un conjunto acotado de servicios que corresponde a los que históricamente han observado un mayor número de diferendos.

## **MODELO DE COSTOS DE ENLACES DEDICADOS DE INTERCONEXIÓN**

En términos de la Condición Segunda el servicio de enlaces de transmisión consiste en el establecimiento de enlaces de transmisión físicos o virtuales de cualquier tecnología, a través de los cuales se conduce Tráfico.

En este sentido el modelo permite calcular los gastos de instalación y las contraprestaciones mensuales correspondientes a los distintos tipos de enlaces dedicados tanto locales como de larga distancia empleados exclusivamente para el transporte de tráfico de interconexión.

El modelo de costos se elaboró con una metodología CITLP. Bajo esta metodología el modelo calcula las tarifas mayoristas de enlaces dedicados locales, entre localidades e internacionales.



Cabe señalar que conforme a lo establecido en las Medidas Fijas el AEP tiene la obligación asimétrica de brindar los servicios de enlaces dedicados conforme las condiciones y tarifas que se aprueben en la oferta de referencia respectiva por lo que el modelo se basa en un operador hipotético representativo del AEP que se nutre con la mejor información disponible. Asimismo, para el cálculo de tarifas de enlaces dedicados, se usará el CCPP nominal para el sector fijo antes calculado representativo a nivel industrial.

**Hipótesis del Modelo de Costos.** El módulo de enlaces dedicados tiene la función de calcular el costo total del servicio de enlaces dedicados desglosado para las distintas velocidades disponibles. Para esto, el módulo considera el costo del transporte proveniente Modelo Fijo además de otros costos que pudieran existir, como, por ejemplo, costos del cableado de acceso. El módulo se estructura en dos bloques principales, con el objetivo de costear los principales grupos de servicios involucrados: enlaces dedicados entre localidades y enlaces locales. Estos bloques tienen una estructura similar, aunque tienen ciertas diferencias en términos de sus insumos:

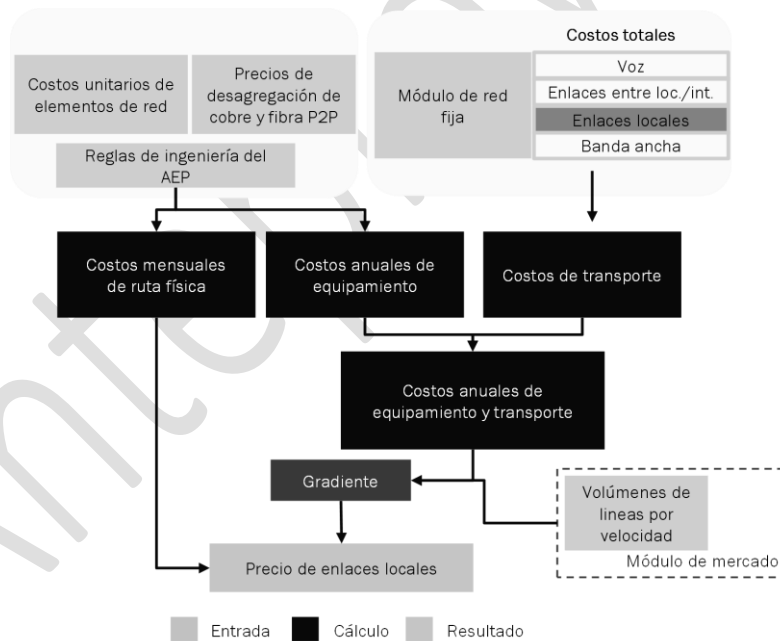


Figura 10. Estructura del módulo de enlaces locales

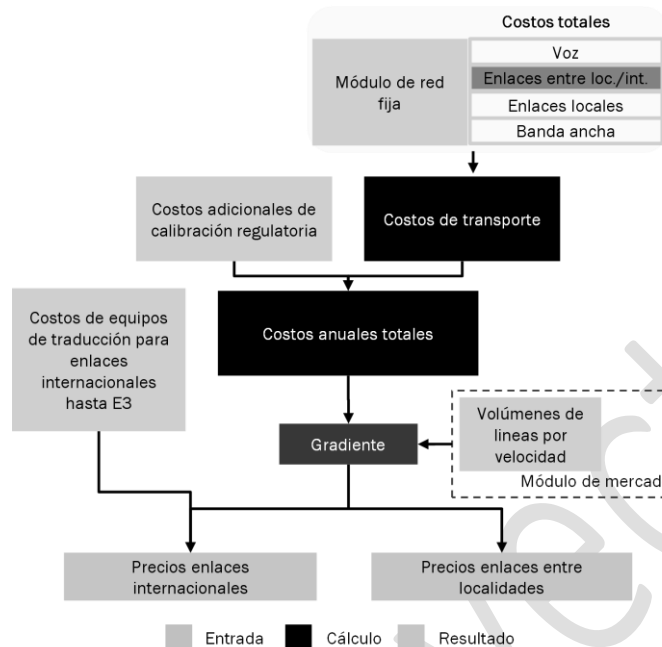


Figura 11. Estructura del módulo de enlaces dedicados entre localidades e internacionales

### Enlaces dedicados locales

Para el caso de enlaces locales los costos se calculan con base en un modelo unianual bottom-up que incluye los costos anualizados del equipamiento de red necesarios, los costos de la infraestructura de cobre y fibra, así como los costos de transporte de tráfico entre centrales del operador hipotético representativo del AEP calculado a partir del Modelo Fijo para enlaces dedicados.

Asimismo, se han definido reglas de ingeniería en función de los elementos de red necesarios para ofrecer el servicio de enlaces dedicados.

En línea con la Oferta de Referencia, el modelo costea el precio de una punta de enlace dedicado, pudiendo estar formado el enlace de una o dos puntas que conectan cada una el emplazamiento del operador con una central.

Los enlaces dedicados locales son aquellos que proporcionan conectividad entre dos puntos dentro de una misma localidad. Estos enlaces pueden pasar por más de una central local del operador modelado, siempre y cuando las mismas se encuentren dentro de la misma localidad.

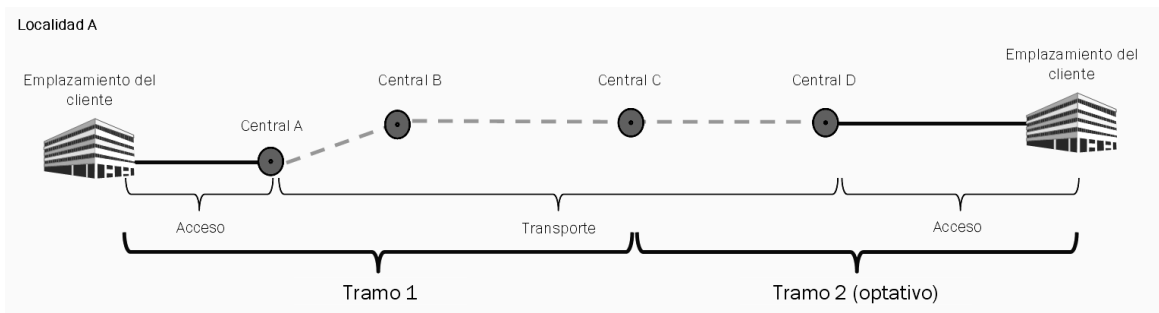


Figura 12. Esquema de enlaces dedicados locales

El AEP, bajo la oferta de referencia, debe ofertar servicios de enlaces dedicados locales para las tecnologías TDM y Ethernet, con lo cual el modelo de costos debe ser capaz de estimar los costos para ambos tipos de tecnología, y para cada una de las velocidades ofertadas. Las tarifas por determinar por el modelo de costos, tanto en su tarifa recurrente como en la tarifa no recurrente, deberán medirse para cada tramo del enlace.

Los costos asociados a la tarifa recurrente del servicio de enlaces dedicados locales pueden desagregarse en las siguientes componentes:

- Cableado de acceso: costos asociados a la red de fibra o cobre necesaria para alcanzar la ubicación final del cliente desde la central local.
- Transporte: costos asociados a los enrutadores, fibra de transporte y otros equipos de la red de transporte que interconectan las centrales locales, los cuales son compartidos con otros servicios de voz y datos provistos a través de la red fija.
- Equipos específicos para enlaces dedicados: costos asociados a equipos específicos a instalar o bien en el emplazamiento de cliente o bien en las centrales locales, pero que son empleados exclusivamente para servicios de enlaces dedicados.

Cabe destacar que el Modelo Fijo presentado se basa exclusivamente en una tecnología NGN, con lo cual no incluye los costos asociados a plataformas TDM requeridas para la provisión de ciertos servicios de enlaces dedicados. Por este motivo, el modelo podrá, de manera adicional considerar un factor de reconciliación que considere los costos adicionales.

Por otro lado, con respecto al componente de cableado de acceso, el modelo no estima los costos del acceso. Por este motivo, el componente de acceso será extraída del modelo integral de acceso vigente aprobado por el Instituto. Los costos de cableado y los costos de equipos específicos serán determinados a través de una serie de reglas de ingeniería que permitan precisar la relación entre los servicios concretos provistos y estas componentes.

Para calcular los costos del equipamiento se han identificado los elementos de red necesarios entre el cliente y la central del AEP. Para cada uno de los elementos se han definido unas reglas de ingeniería que incluye el equipo en el sitio del cliente, el cableado y el equipo de agregación en central como muestra la siguiente figura:

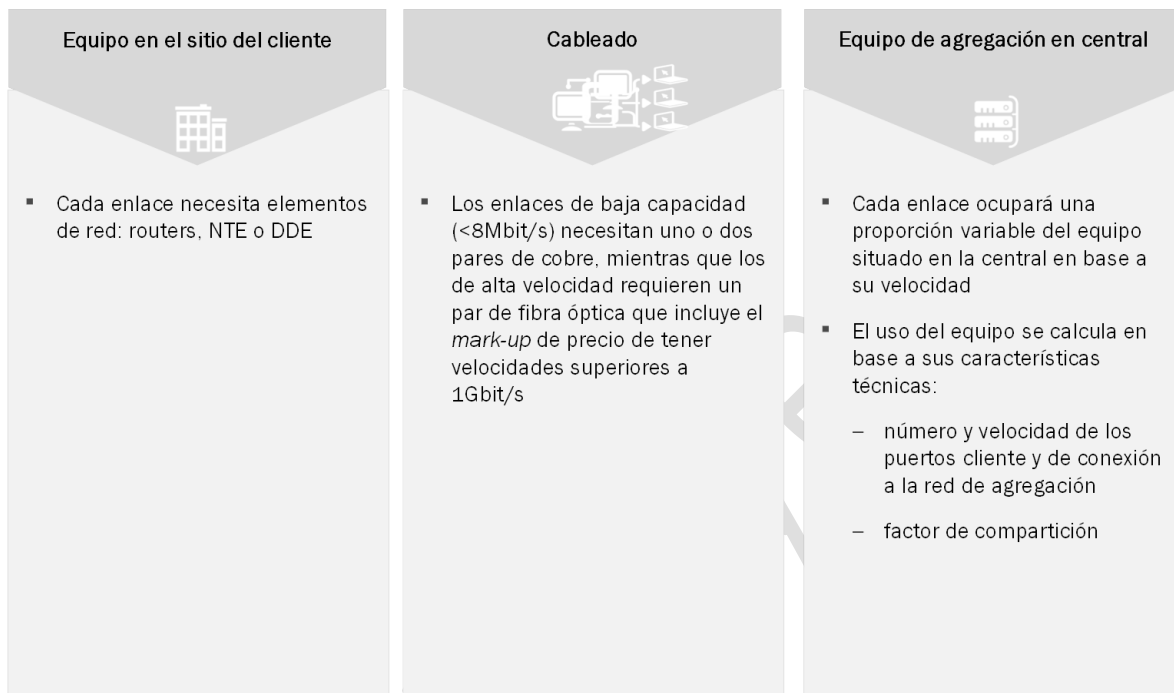


Figura 13. Reglas de ingeniería para calcular los costos de equipamiento

Por su parte, las tarifas de instalación del servicio de enlaces dedicados locales, comprenderá dos componentes diferenciadas:

- Instalación de los equipos específicos: costos asociados a la instalación de los equipos específicos asociados a los servicios de enlaces dedicados locales.
- Activación del servicio: costos del personal del AEP requerido para la instalación y activación del servicio.

Los costos totales de las diferentes componentes de costos (tanto de la tarifa recurrente como de la tarifa no recurrente) serán atribuidos a los servicios específicos con base a un criterio causal. Asimismo, se determinará un gradiente de costos que permita una asignación de los costos. Dicho gradiente se basará en los niveles de precios existentes en el mercado, a fin de asegurar consistencia en su evolución temporal.

De manera adicional, el modelo deberá calcular la tarifa del servicio de tramo local cubricado. Un tramo local cubricado es aquel en el que la entrega del servicio al cliente final se realiza

dentro de una central del operador representativo del AEP, en la cual se encuentre ubicado el CS. En el cálculo de esta tarifa se seguirán unos principios similares a los seguidos en los tramos locales no ubicados, con las siguientes excepciones:

- Se excluirá la componente de cableado de acceso.
- Se excluirá la componente de transporte.
- Se asegurará que la componente de equipos específicos no recoge los costos de equipos no relevantes para esta modalidad del servicio (por ejemplo, la instalación de los equipos en la ubicación del cliente).

### Enlaces dedicados entre localidades

Los enlaces dedicados entre localidades son aquellos que proporcionan conectividad entre dos centrales locales del AEP ubicadas en distintas localidades. Estos enlaces pueden pasar por más de una central local. Estos enlaces no incluyen el tramo local de entrega del tráfico al cliente final.

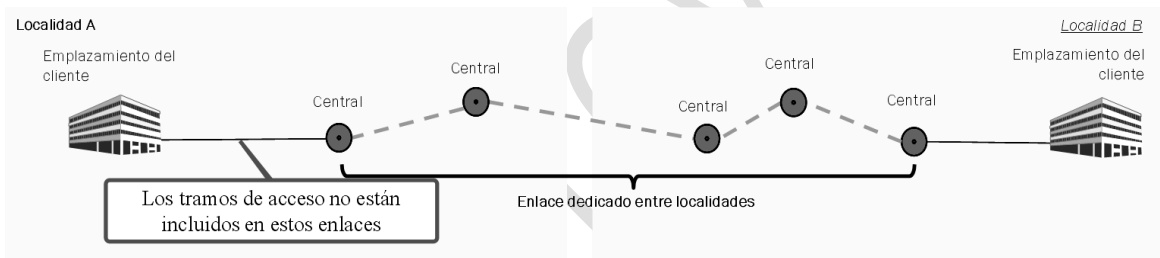


Figura 14. Esquema de enlaces dedicados entre localidades

El AEP debe ofertar servicios de enlaces dedicados entre localidades para las tecnologías TDM y Ethernet, con lo cual el modelo de costos debe ser capaz de estimar los costos para ambos tipos de tecnología, y para cada una de las velocidades ofertadas.

La tarifa recurrente del servicio de enlaces dedicados entre localidades comprenderá exclusivamente el costo asociado al transporte entre las centrales locales. Estos costos incluyen los costos asociados a los enrutadores, fibra de transporte y otros equipos de la red de transporte que interconectan los nodos del operador, los cuales son compartidos con otros servicios de voz y datos provistos a través de la red fija. No se considera necesario la estimación de costos adicionales asociados a equipos específicos, se asume que los costos de estos equipos se recuperan a través de los servicios de enlaces dedicados locales.

Cabe destacar que el Modelo Fijo presentado se basa exclusivamente en una tecnología NGN, con lo cual no incluye los costos asociados a plataformas TDM requeridas para la provisión de

ciertos servicios de enlaces dedicados. Por este motivo, el modelo podrá, de manera adicional considerar un factor de reconciliación que considere los costos adicionales.

Las tarifas recurrentes para determinar por el modelo de costos podrán incluir una componente fija por enlace y/o una componente variable en función de la longitud del enlace necesario, medido en kilómetros.

Por su parte, las tarifas de instalación del servicio de enlaces dedicados locales, comprenderá exclusivamente los costos asociados a la activación del servicio (esto es, los costos del personal del AEP requerido para la instalación y activación del servicio). Esta tarifa se presentará como un precio fijo por enlace.

Los costos totales de las diferentes componentes de costos (tanto de la tarifa recurrente como de la tarifa no recurrente) serán atribuidos a los servicios específicos con base a un criterio causal. Asimismo, se determinará un gradiente de costos que permita una asignación de los costos. Dicho gradiente se basará en los niveles de precios existentes en el mercado, a fin de asegurar consistencia en su evolución temporal.

### Enlaces dedicados de larga distancia internacional

Los enlaces dedicados de larga distancia internacional son aquellos que proporcionan conectividad entre una central local del AEP y un nodo internacional del operador. Estos enlaces pueden pasar por más de una central local del AEP. Estos enlaces no incluyen el tramo local de entrega del tráfico al cliente final.

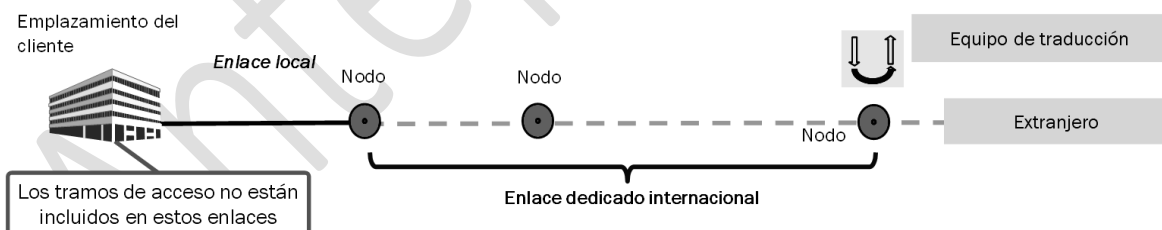


Figura 15. Esquema de enlaces dedicados de larga distancia internacional

El AEP debe ofertar servicios de enlaces dedicados de larga distancia internacional para las tecnologías TDM y Ethernet, con lo cual el modelo de costos debe ser capaz de estimar los costos para ambos tipos de tecnología, y para cada una de las velocidades ofertadas por el AEP.

De manera equivalente a los enlaces entre localidades, la tarifa recurrente del servicio de enlaces dedicados de larga distancia internacional comprende el costo asociado al transporte entre los

nodos del operador. Por este motivo, se tomará como base el mismo costo por enlace que el considerado para los enlaces entre localidades equivalentes.

Adicionalmente, los enlaces TDM requieren de equipos de traducción para adaptar el tráfico a países que emplean PDH portadoras-T y SONET. Por ello, el AEP ha de disponer de equipos especiales de traducción de interfaces para poder transportar el tráfico al extranjero. Los costos de estos equipos, los cuales son exclusivos para este tipo de enlaces, se deberán incorporar en las tarifas de estos enlaces para asegurar la recuperación de los costos asociados.

Las tarifas recurrentes a determinar por el modelo de costos podrán incluir una componente fija por enlace y/o una componente variable en función de la longitud del enlace necesario, medido en kilómetros.

Por su parte, las tarifas de instalación del servicio, se basará en la tarifa estimada para los enlaces entre localidades, añadiendo el coste de instalación de los equipos de traducción en el caso de enlaces TDM.

## **MODELO DE COSTOS DE SERVICIO DE ENLACES DE TRANSMISIÓN ENTRE COUBICACIONES**

El servicio de enlaces de transmisión entre coubicaciones consiste en el establecimiento de enlaces de transmisión físicos de cualquier tecnología, a través de los cuales se establece la interconexión entre redes públicas de telecomunicaciones, para el intercambio de Tráfico Público Conmutado entre las coubicaciones de dos distintos concesionarios localizadas en un mismo punto de interconexión.

Estos enlaces podrán suministrarse bajo las modalidades de Enlace de Transmisión de Interconexión entre Coubicaciones Gestionado y Enlace de Transmisión de Interconexión entre Coubicaciones No Gestionado.

En este sentido, el modelo calcula los costos de ambos servicios considera la prestación del servicio de interconexión entre coubicaciones a través de un servicio activo, es decir, un enlace de transmisión entre coubicaciones gestionado; o un servicio pasivo, también conocido como enlace de transmisión entre coubicaciones no gestionado.

### **Servicio gestionado**

El servicio gestionado o activo consiste en la provisión de un medio de transmisión que enlace las coubicaciones de dos concesionarios que se encuentran en una misma central de

interconexión, el cual realiza el enrutamiento para transferir información de un punto a otro, en el cual en un punto intermedio del mismo se encuentra un switch de telecomunicaciones y equipo electrónico que permite la gestión y el monitoreo del enlace; la arquitectura de dicho servicio se esquematiza en el siguiente diagrama:

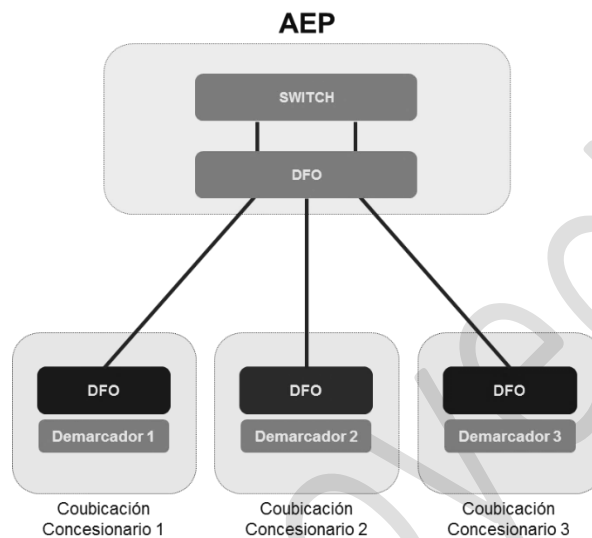


Figura 16. Arquitectura servicio de interconexión cruzada activo.

El concesionario que provee el servicio es el encargado del enrutamiento y del monitoreo del enlace de transmisión. El modelo considera enlaces de transmisión de 1 Gbps y 10 Gbps de capacidad para la provisión del servicio, así como los siguientes elementos:

- Distribuidor de Fibra Óptica: con capacidad de 6 pares dobles de fibra (12 conectores)
- Demarcador: switch que servirá para delimitar la red del concesionario solicitado y del concesionario solicitante, con capacidad de 6 puertos ópticos, cuya capacidad puede ser de 1Gbps o 10Gbps, con un incremento del 2.5 en el Capex para este último caso.
- Equipo de Transporte: switch encargado del enrutamiento del tráfico entre los concesionarios, con capacidad de 16 puertos ópticos de 1 Gbps o 10 Gbps, con un incremento del 2.5 en el Capex para este último caso.
- Jumper Óptico: multimodo dúplex y 10 metros de longitud.

### Servicio no gestionado

El servicio no gestionado o pasivo consiste en la provisión de un enlace entre lasoubicaciones de dos concesionarios que se encuentran en una misma central de interconexión, a través de la provisión únicamente de infraestructura pasiva, como son escalerillas y cable de fibra óptica, en este servicio pasivo no existe gestión del enlace por parte del operador hipotético representativo



del AEP, por lo que los concesionarios realizan el monitoreo y gestión del mismo; la arquitectura de dicho servicio se esquematiza en el siguiente diagrama:

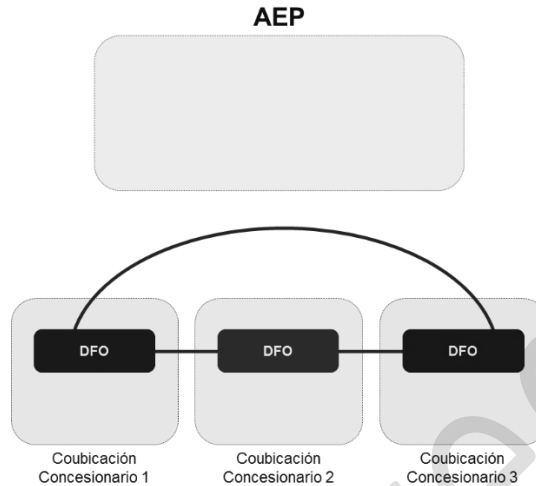


Figura 17. Arquitectura servicio de interconexión cruzada pasivo.

El modelo de costos considera para la provisión del servicio los siguientes elementos:

- Cable Óptico: cable de 12 fibras ópticas
- Escalerilla

La utilización únicamente de elementos pasivos disminuye el Opex y el Capex en relación con el servicio gestionado.

### Marco metodológico

A efecto de determinar el costo del servicio se señalan las principales hipótesis:

**Demanda:** Todos los concesionarios solicitantes se encuentran en una misma central del operador hipotético representativo del AEP, considerando una media de 2 operadores por central.

### Estructura de red:

- Los elementos de red provistos por el operador hipotético representativo del AEP para la provisión de este servicio están totalmente separados de su red troncal y de acceso, y sus costos estarán por lo tanto exclusivamente repartidos entre los operadores que se interconecten.
- Los demarcadores empleados para separar la red del operador hipotético representativo del AEP de la de los concesionarios están formados por conmutadores ópticos.

- Todos los equipos considerados tienen conexiones de 1 Gbps; emplear equipos con conexiones de 10 Gbps incrementaría el capex en x2.5 para los equipos considerados.

**Depreciación:** El costo de reposición de los equipos se considera en los costos mensuales en forma de anualización inclinada.

**CCPP:** para el cálculo de estas tarifas, se usará el CCPP nominal para el sector fijo antes calculado representativo a nivel industrial.

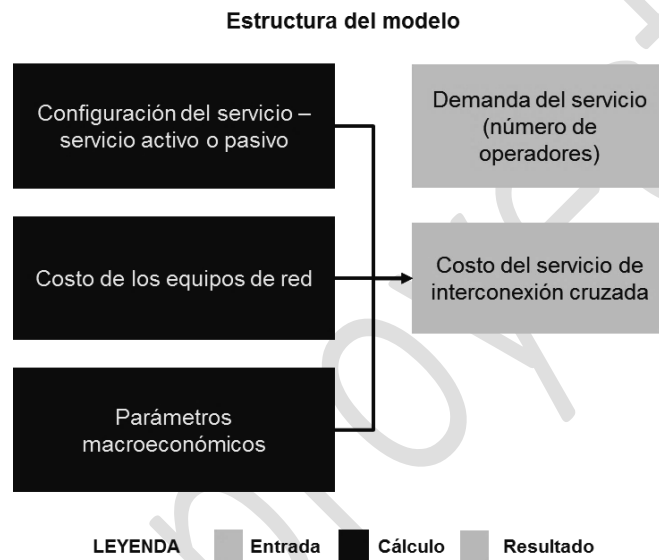


Figura 18. Estructura del Modelo.

El modelo adopta un enfoque orientado al cálculo de los costos de componentes asociados a estos servicios.

El modelo captura elementos de red NGN, considerados como la tecnología moderna equivalente.

El modelo se expresa en dólares americanos (USD) reales que se convierten a nominales en base a la inflación futura esperada.

Una vez calculado el valor de los servicios en dólares americanos, se convierten los resultados a pesos mexicanos (MXN) con base en el tipo de cambio futuro, de acuerdo con las previsiones del Banco de México.

El servicio de interconexión cruzada se limita a aquel aplicable al establecimiento de interconexión de voz en las instalaciones del AEP: El servicio será ofrecido tanto a operadores fijos como móviles.

Los precios se calculan con base a una estructura de:

- Costos de instalación, que cubre el costo de los elementos instalados (equipo de transporte, distribuidor de fibra óptica, demarcador y jumper óptico) y la mano de obra asociada.
- Costos mensuales, que cubren los costos de operación y mantenimiento, así como los costos de reposición de equipos.
- Se consideran costos por metro lineal para despliegue y mantenimiento de fibra y escalerilla.

A efecto de determinar las tarifas aplicables se hace el supuesto de que existirán dos coubicaciones en el punto de interconexión.

#### **MODELO DE COSTOS DE COUBICACIÓN**

En términos de la Condición Segunda el servicio de coubicación consiste en un servicio para la colocación de equipos y dispositivos de la red pública de telecomunicaciones del Concesionario Solicitante (CS), necesarios para la Interoperabilidad y la provisión de otros Servicios de Interconexión de una Red Pública de Telecomunicaciones con otra, mediante su ubicación en los espacios físicos en la Instalación del Concesionario Solicitado con el que se lleve a cabo la Interconexión, mismo que incluye el suministro de energía, medidas de seguridad, aire acondicionado, y demás facilidades necesarias para su adecuada operación, así como el acceso a los espacios físicos mencionados.

Es así como las facilidades y las condiciones necesarias para prestar el servicio de coubicación como el área a utilizarse, suministro de energía, medidas de seguridad, aire acondicionado, entre otras, no dependen del tipo de red del concesionario que presta el servicio (fija o móvil) ni del tipo de concesionario (AEP o no AEP), pues se refieren únicamente a características del espacio físico donde se instalarán los equipos que permitan salvaguardar la integridad de estos.

En términos de la definición antes señalada el modelo de costos debe ser capaz de calcular el costo correspondiente al espacio en piso ocupado por el Concesionario Solicitante, así como las diferentes facilidades que deben ser provistas por parte del Proveedor Hipotético (en lo sucesivo, "PH") como suministro de energía, medidas de seguridad, aire acondicionado, y demás facilidades necesarias para su adecuada operación, así como el acceso a los espacios físicos mencionados.

Las facilidades antes mencionadas se modelan suponiendo salas específicamente dedicadas para tales efectos, de este modo se establecen las siguientes hipótesis:

- Las características técnicas de las diferentes salas de la central (sala MDF/ODF/BSC, sala de control, sala de switching/DSLAM y sala de equipos de transmisión)
- La demanda de coubicación en términos del número de concesionarios coubicados.
- Los precios unitarios de los equipos empleados
- Espacios físicos requeridos

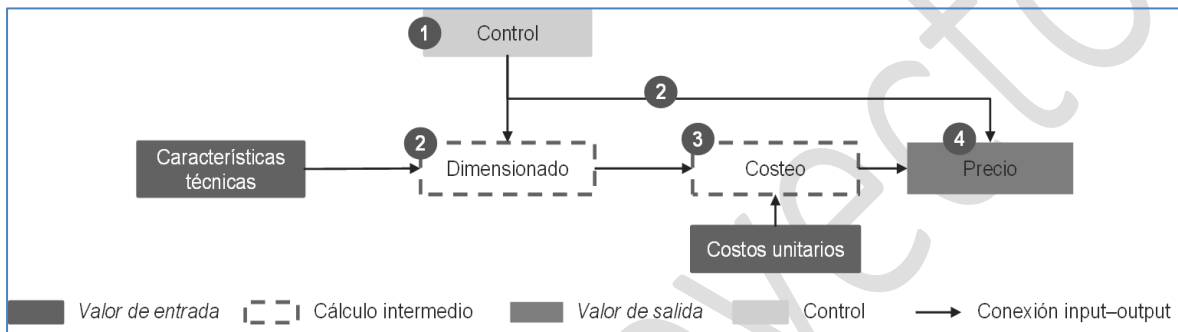


Figura 19. Flujo del modelo.

De esta forma, el modelo de costos de coubicación se compone de los siguientes módulos:

1. Un módulo de *Control* que permite seleccionar el año de referencia, la configuración y las características del emplazamiento (sitio) a dimensionar, los datos de demanda de los concesionarios solicitantes en términos de espacio de coubicación y consumo de energía. El módulo de *Control* también permite seleccionar el tipo de coubicación y la posible inclusión de servicios auxiliares (ej. fuente de energía de respaldo, aire acondicionado).
2. Un módulo de *Dimensionado* que procesa la demanda y los otros parámetros de entrada (p.ej. las características técnicas de las salas de la central del PH) para calcular el dimensionamiento eficiente de la red. Este módulo produce como resultado el número de activos y su tamaño correspondiente.
3. Un módulo de *Costeo* el cual toma los costos unitarios calculados en el módulo de *Costos unitarios* y los multiplica por las unidades de activos obtenidos en el módulo *Dimensionado*.
4. Un módulo de *Precio* en donde se asignan los costos de la red a los distintos servicios y se calcula el precio final del servicio mayorista.

### ***Demanda del servicio***

La demanda (espacio para coubicación) es un dato de entrada al modelo que se alimenta de manera externa en términos de:

- Número de operadores que se coubican en la central en el año seleccionado.
- Espacio para la coubicación (en metros cuadrados) por operador.
- Consumo de los equipos (del PH y de los CS) así como el tipo de acometida eléctrica a utilizar (48V DC o 127V AC).

### ***Despliegue y dimensionamiento***

El modelo asume que toda la infraestructura pasiva es desplegada en el año corriente teniendo en cuenta únicamente la demanda para ese año, de este modo, el modelo calcula el dimensionamiento de una clase de centrales que comparten características similares.

El modelo implementa un dimensionamiento eficiente, es decir, se modela una red moderna equivalente a la del concesionario solicitado utilizando un enfoque teórico ascendente (bottom-up). Asimismo, el modelo permite seleccionar las características apropiadas de la central a modelar.

En este sentido, es necesario caracterizar el sitio para el que desee calcular el costo según una serie de parámetros técnicos:

- Geotipo: zona de tarificación alta, media y baja, por consiguiente, se refleja un costo diferente por geotipo, considerando que el mercado inmobiliario y de la construcción se pueden comportar de diferente forma dependiendo de la región geográfica de que se trate.
- Propiedad del predio: propiedad del PH, arrendamiento. En este caso se ha utilizado el escenario de un tercero en arrendamiento en virtud de que se considera que refleja mejor las características del mercado.
- Tamaño de la central: El modelo considera 4 tamaños (pequeña, media, grande y muy grande) de acuerdo con el número de bucles de cobre terminados en la central. Dicho número de bucles se utiliza como parámetro para dimensionar el tamaño de la central, en este caso se considera una central de tamaño medio, la cual cuenta de 501 a 1450 bucles y que la misma tiene dos pisos.

El tamaño de la central también es aplicable a un operador móvil que presta el servicio de coubicación pues sus centrales tendrían las mismas dimensiones y serían

categorizadas de la misma forma y, el espacio de la sala MDF sería utilizado para albergar equipos relacionados con la red de acceso, por lo cual las características de una central de dos niveles y sus dimensiones son aplicables para centrales de un operador móvil y un operador fijo.

- Tipo de coubicación requerida:
  - Coubicación interna. La coubicación se lleva a cabo dentro de la central.
  - Coubicación externa. La coubicación se lleva a cabo dentro del predio de la central.
  - Coubicación equipada. Corresponde a la coubicación tipo 3 (gabinete).
- El espacio de coubicación servirá de base para el dimensionamiento de las salas de coubicación (mínimo 4m<sup>2</sup>).
- Cabe mencionar que en el caso de coubicación externa difiere de la coubicación interna únicamente en los gastos de instalación, y no así en los costos recurrentes.
- Tipo de acometida eléctrica: AC\_127V, DC\_48V
- Aire acondicionado: sí (presente), no (ausente)
- Fuente de energía de respaldo: sí (presente), no (ausente)

Por su parte, las salas ubicadas en la central del PH consideradas en el modelo se dimensionan en base a los siguientes parámetros:

Sala	Descripción / dimensionamiento
Sala MDF/ODF HP	Sala donde se conecta el distribuidor general (MDF) del PH o su equivalente óptico (ODF). Esta sala no se comparte con el PH, pero el distribuidor de los CS se conecta al distribuidor principal del PH
Sala coubicación CS	Sala de coubicación para los CS que cuenta con las facilidades técnicas necesarias para la ubicación de sus equipos.
Sala de control	La sala de control se dimensiona en función del tamaño de la central
Sala de <i>switching</i>	La sala de <i>switching</i> se dimensiona en función del tamaño de la central
Sala equipos de transmisión	La sala de equipos de transmisión del PH se dimensiona en función del tamaño de la central (en la versión corriente del modelo). En esta sala el PH instala también los equipos DSLAM/MSAN

Sala subestación eléctrica	La sala de subestación eléctrica se dimensiona en función de la potencia de los equipos del PH y los CS
Sala planta de emergencia	La sala de planta de emergencia se dimensiona en función de la potencia de los equipos del PH y los CS
Sala baterías	La sala de baterías se dimensiona en función de la potencia de los equipos del PH y los CS
Sala aire acondicionado	La sala de aire acondicionado se dimensiona en función del tamaño de la central
Espacio de <i>overheads</i>	El espacio para <i>overheads</i> (pasillos, escaleras, baños, etc.) está dimensionado con un <i>mark-up</i> del área de las salas 'útiles' (es decir, suma del área ocupada por las salas)

Tabla 6. Dimensionamiento de las salas.

Algunas salas de las centrales del PH (sala MDF/ODF/BSC PH, sala de control, sala de switching, sala de equipos de transmisión y sala de aire acondicionado) se han dimensionado en función de un tamaño de la central promedio; otras se han dimensionado en función de la potencia requerida por los equipos instalados en dichas salas.

Los sistemas de respaldo se dimensionan bottom-up a partir del consumo de energía y del espacio ocupado, respectivamente.

Para el dimensionamiento de las salas de MDF/ODF/BSC, se consideran módulos con dimensiones de 0.18 metros de ancho por 1.30 metros de profundidad. Con base en la capacidad de los módulos MDF y los tamaños definidos para las centrales del PH, se requieren 2 módulos MDF para una central promedio. En el caso móvil se considera que las dimensiones calculadas para la sala son razonables y utilizadas para albergar equipos relacionados con la red de acceso.

Se asumen 1.5 metros para maniobra a cada lado, tanto en ancho como en profundidad, en el cual se incluye el espacio necesario para el aire acondicionado y las acometidas.

Para dimensionar la sala de switching, se consideraron gabinetes de 0.6 metros de ancho por 0.8 metros de profundidad, con un espacio adicional de 1.5 metros para maniobra a cada lado, tanto en ancho como en profundidad. Derivado de lo anterior se proyectaron el número de gabinetes necesarios 4 gabinetes para central media, 8 gabinetes para central grande y 12 gabinetes para central muy grande. Se utilizaron las mismas consideraciones en cuanto a dimensiones y cantidad de gabinetes necesarios para el dimensionamiento de la sala de transmisión.

Sala	Supuestos	Pequeña	Media	Grande	Muy grande
------	-----------	---------	-------	--------	------------

Sala MDF/ODF del PH	Dimensionamiento ascendente ( <i>bottom-up</i> ) en función del número de pares terminados y de la capacidad de un módulo MDF estándar	14m <sup>2</sup>	14m <sup>2</sup>	17m <sup>2</sup>	23m <sup>2</sup>
Sala de control	Estimación	10m <sup>2</sup>	10m <sup>2</sup>	15m <sup>2</sup>	15m <sup>2</sup>
Sala de <i>switching</i> del PH	Número de racks por tamaño de central: 2, 4, 8 o 12 racks	16m <sup>2</sup>	21m <sup>2</sup>	30m <sup>2</sup>	39m <sup>2</sup>
Sala de equipos de transmisión del PH	Número de racks por tamaño de central: 2, 4, 8 o 12 racks	16m <sup>2</sup>	21m <sup>2</sup>	30m <sup>2</sup>	39m <sup>2</sup>

Tabla 7. Dimensionamiento de las salas del PH.

Los sistemas de respaldo se dimensionan *bottom-up* a partir del consumo de energía y del respaldo ocupado respectivamente

Sala	Descripción/dimensiones
Sala subestación eléctrica	0.5 m <sup>2</sup> /kW (p.ej. 25 m <sup>2</sup> para centrales medianas)
Sala planta de emergencia	Se dimensiona el motor y el tanque de diésel en base a la potencia de los equipos y a la fuente de respaldo requerida, más un <i>mark-up</i> de operación. Una maquina típica necesita menos de 10 m <sup>2</sup> de espacio
Sala baterías	0.07m <sup>2</sup> /unidad [10-30 unidades de 200Ah necesarias, según la potencia de los equipos]

Tabla 8. Drivers para el dimensionamiento de las salas de energía de la central del PH.

- La potencia requerida por las centrales del PH es un parámetro que se tiene que introducir a la hora de calibrar el modelo.
  - Los valores de este parámetro tienen un impacto en el dimensionamiento de las salas y de los equipos de subestación eléctrica, fuente de energía de respaldo y baterías

	Backup (horas) en zonas urbanas	Backup (horas) en zonas rurales
Grupos electrógenos diésel	24	48
Baterías de respaldo	4	8

Tabla 9. Fuente de energía de respaldo.



La fuente de energía de respaldo es un servicio adicional que, si está presente, el Concesionario Solicitante que solicita el servicio de coubicación puede contratar, y como tal esta opción se incluye en el modelo. Para tal efecto se considera un respaldo con máquina de emergencia y bancos de baterías.

Para el respaldo por medio del banco de baterías, se considera un banco de 33 baterías con capacidad de 2KW cada una, para proveer un respaldo de hasta 67 KW.

La planta de aire acondicionado se dimensiona en función de la demanda efectiva de los operadores. El suministro de aire acondicionado, utilizando un equipo ya existente con capacidad o un equipo nuevo, es un servicio opcional.

Como se trata de un modelo ascendente (bottom-up) eficiente, se dimensiona el aire acondicionado en función de la demanda efectiva de los operadores. Así, el modelo trata por igual el caso de utilización de la capacidad existente y el caso de utilización de un equipo nuevo. En el modelo se asume que, en cada sala de la central, el 5% del espacio es ocupado por equipos de clima.

### **Recuperación de costos**

El modelo utiliza costos corrientes y una recuperación de los costos con anualidad.

Para el costeo se utiliza el enfoque ascendente y de largo plazo, por lo tanto, se utilizan costos de Activos Modernos Equivalentes (MEA).

En el modelo se consideran las inversiones (capex) para diferentes tipos de centrales en función de sus características, esto es: costos de infraestructura, corriente eléctrica, aire acondicionado y fuente de energía de respaldo, costos del predio.

Asimismo, se consideran los siguientes costos operativos (opex): costos de alquiler y costos de mantenimiento de las centrales.

<b>Activo</b>	<b>Capex</b>	<b>Opex</b>
	<b>Rubro</b>	<b>Rubro</b>
Predio	Obras civiles de adecuación	Mantenimiento
	Adquisición	Alquiler
Central del PH	Adquisición, instalación y obras civiles	Mantenimiento
		Alquiler
	Adquisición, instalación y obras civiles	Mantenimiento

Sala de coubicación externa		Alquiler
Subestación eléctrica (AC 127V o DC 48V)	Adquisición e instalación	Mantenimiento
Fuente de energía de respaldo (generador y baterías) **	Adquisición e instalación	Mantenimiento
Aire acondicionado	Adquisición e instalación	Mantenimiento y energía

Tabla 10. Principales conceptos de capex y opex por activo.

Para la recuperación de los costos se implementa una anualidad (annuity), considerando perfiles de vidas útiles contables.

El modelo debe incluir un retorno razonable sobre los activos, de conformidad con el Lineamiento Noveno de la Metodología de Costos, este será determinado a través del costo de capital promedio ponderado (CCPP). Para el cálculo de estas tarifas, se usará el CCPP nominal para el sector fijo antes calculado representativo a nivel industrial.

### **Asignación de costos**

En el Módulo de Precio se asignan los costos a los distintos activos y elementos de red en base a una serie de criterios claramente definidos, los cuales constituyen los drivers de asignación de costos para cada activo/elemento de red, principalmente se consideran los siguientes puntos:

- a) **Asignación de los costos del predio:** estos costos se reparten de manera proporcional al espacio horizontal ocupado por los operadores considerando el espacio requerido en la central del PH y en la sala de coubicación exterior.

El área no construida libre se asigna en función del espacio funcional<sup>43</sup> utilizado por cada operador; adicionalmente, el modelo permite asignar el costo total de este espacio al PH.

- b) **Asignación de los costos de la central:** se utilizan criterios de asignación diferentes según para qué se utilice la sala:

Activo	Sub-elemento	Servicio	Driver
Predio	Área caseta central	Coubicación (CI/CE)	Espacio funcional* utilizado por operador en la central

<sup>43</sup> Espacio funcional utilizado = espacio o sala dedicado a un operador, más cuota de espacio para usos comunes (sala subestación eléctrica, sala planta de emergencia, sala baterías, sala aire acondicionado, sala de control, espacio para overheads).

	Área sala coubicación externa	Coubicación externa (CE)	Espacio para CE por CS
	Área no construida / libre	Coubicación (CI/CE)	Espacio funcional* utilizado por operador. El modelo permite asignar el costo total de este elemento al PH
Central PH	Sala MDF/ODF PH	Espacio dedicado y asignado en su totalidad al PH	Sala MDF/ODF PH
	Sala coubicación CS	Coubicación interna (CI)	Espacio dedicado a los CS y asignado a cada CS según su demanda de espacio en CI
	Sala de control	Coubicación (CI/CE)	Prorrateso según los espacios dedicados a cada operador.
	Sala de switching PH	Espacio utilizado por PH y por ende los costos de este elemento son asignados al PH en su totalidad	
	Sala de equipos de transmisión	Espacio utilizado por PH y por ende los costos de este elemento son asignados al PH en su totalidad	
	Sala subestación eléctrica	Subestación eléctrica	Energía requerida por cada operador
	Sala planta de emergencia	Fuente de energía de respaldo	Energía requerida por cada operador
	Sala baterías	Fuente de energía de respaldo	Energía requerida por cada operador
	Espacio para overheads	Todos los servicios	Espacio funcional* (excl. overheads) utilizado por cada operador en la central
Sala de coubicación externa		Coubicación externa	Espacio dedicado a los CS y asignado a cada CS en función de su demanda de espacio en CE
Subestación eléctrica		Subestación eléctrica	Energía requerida por cada operador
Fuente de energía de respaldo		Energía de respaldo	Energía requerida por cada operador
Aire acondicionado		Aire acondicionado	Espacio ocupado en las salas de la central

Tabla 11. Drivers principales de asignación de costos a los distintos servicios.

- c) **Asignación de los costos de suministro de energía y de la fuente de energía de respaldo:** los costos de este servicio se asignan en función del consumo de energía y de la potencia requerida por los equipos de cada operador. El costo de estos servicios incluye el costo de los equipos y el costo del espacio ocupado por los equipos.
- d) **Asignación de los costos del clima<sup>44</sup>:** los costos de este servicio se asignan de manera proporcional al espacio horizontal ocupado por cada uno de los operadores en la central, considerando el espacio solicitado para la coubicación y el número de salas compartidas (sala de control, sala de subestación eléctrica, sala planta de emergencia y sala de baterías). El costo de estos servicios incluye el costo de los equipos, el consumo de energía y el costo del espacio ocupado por los equipos.
- e) **Asignación de los costos de los racks:** Estos costos se asignan solamente en la coubicación equipada (Tipo 3); la coubicación equipada tiene los mismos drivers de asignación que la coubicación básica/cerrada, al que se añaden los costos específicos de los racks (Capex y Opex), anualizados.
- f) **Asignación de costos de los servicios complementarios:** Estos costos son los que corresponden a los servicios complementarios los cuales se separan en costos recurrentes y costos no recurrentes.
- Costos no recurrentes: Incluyen los gastos de instalación de la coubicación (obra civil CI, obra civil CE, instalación eléctrica, costo de clima y racks), gastos de instalación metro lineal de construcción de escalerilla (escalerilla de 6" para F.O. incluye fijación en losa y escalerilla de aluminio de 6" a 8" para cableado UTP Y/O coaxial), gastos de instalación metro lineal de ductería para coubicación externa y gastos en adecuaciones.
  - Costos recurrentes: Cuota de mantenimiento, gastos de administración y costo de uso de escalerilla, y otros cobros adicionales relacionados con el interruptor termo magnético.

### *Regiones de costos*

La oferta de espacios físicos depende principalmente del valor de adquisición o alquiler de predios y de las adecuaciones y/u obras civiles necesarias para adaptar estos espacios. Es así como el costo de adquirir o comprar un predio y construir en el mismo en zonas con alta demanda es diferente del

---

<sup>44</sup> El suministro de aire acondicionado necesario para mantener las condiciones ambientales para la correcta operación de los equipos.

costo en zonas de baja demanda por lo que dichos costos pueden diferenciarse dependiendo de la zona o región geográfica de que se trate.

De esta forma, las contraprestaciones por renta mensual del servicio de coubicación dependerán de la región de costo de que se trate reflejándose en la diferenciación de los costos unitarios para el uso de predios, alquiler de los mismos e inversiones relacionadas a adecuaciones y obras civiles, lo cual se encuentra en línea con la práctica observada en precios de los convenios de interconexión que tienen suscritos diversos concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones y que obran en el Registro Público de Concesiones los cuales reflejan en su configuración diferencias intrínsecas de costos de utilización y adecuación de espacios físicos, dichas regiones de costo se clasificarán conforme a lo siguiente:

No	CIUDAD	ESTADO	REGIÓN DE COSTO
1	CD MEXICO	CD MEX	ALTA
2	CELAYA	GTO	ALTA
3	CHIHUAHUA	CHIH	ALTA
4	COATZACOALCOS	VER	ALTA
5	CUERNAVACA	MOR	ALTA
6	GUADALAJARA	JAL	ALTA
7	HERMOSILLO	SON	ALTA
8	LA PAZ	BCS	BAJA
9	MONTERREY	NL	ALTA
10	PUEBLA	PUE	ALTA
11	TIJUANA	BCN	ALTA

Tabla 12. Regiones de costos

En este sentido, el modelo de costos de coubicación permite calcular los gastos de instalación y las contraprestaciones mensuales correspondientes a los distintos tipos de coubicación:

- Tipo 1: Área de 9 m2 con delimitación de tabla roca
- Tipo 2: Área de 4 m2 con delimitación de tabla roca
- Tipo 3: Gabinete

De acuerdo con lo anterior el modelo calcula los cobros recurrentes y no recurrentes para los 3 tipos de coubicación con base en el espacio y la energía utilizada para la prestación del servicio, ambos factores son prorrateados conforme al porcentaje de utilización de las distintas salas por parte de los concesionarios.

Asimismo, el modelo calcula los costos adicionales correspondientes a la capacidad del interruptor termo magnético en caso de que este sea necesario y se debe considerar que las

tarifas calculadas no incluyen el consumo de energía eléctrica correspondiente a los equipos del concesionario.

**Décima Tercera. - Tarifas de servicios de interconexión conmutados excepto terminación en la red del Agente Económico Preponderante.** El artículo 126 de la LFTR señala que, los concesionarios de redes públicas de telecomunicaciones acordarán las condiciones bajo las cuales se llevará a cabo la interconexión de estas. Asimismo, el artículo 131 señala en su inciso b) que para el tráfico que termina en la red de los concesionarios distintos al Agente Económico Preponderante la tarifa de interconexión será negociada libremente.

Es así como se observa que la propia LFTR privilegia la voluntad de las partes para efectos de que estas puedan acordar las tarifas aplicables a los distintos servicios de interconexión.

Por las razones anteriormente expuestas, se determinan las tarifas que han resultado de las metodologías para el cálculo de los costos de interconexión con base en el Modelo Móvil y el Modelo Fijo para el año 2024 para los concesionarios distintos al Agente Económico Preponderante que se utilizarán para resolver los desacuerdos de interconexión que se presenten en los siguientes términos:

- a) Por servicios de terminación del Servicio Local en usuarios móviles bajo la modalidad “El que llama paga”.
- b) Por servicios de terminación de mensajes cortos (SMS) en usuarios móviles.
- c) Por servicios de terminación del Servicio Local en usuarios fijos.
- d) Por servicios de terminación de mensajes cortos (SMS) en usuarios fijos.

Tratándose del Agente Económico Preponderante, las tarifas por los servicios de interconexión para el año 2024, que se obtienen del Modelo Móvil y del Modelo Fijo, serán las siguientes:

- e) Por servicios de tránsito en red móvil.
- f) Por servicios de tránsito en red fija.

Las tarifas anteriores ya incluyen el costo correspondiente a los puertos necesarios para la interconexión.

La aplicación de las tarifas indicadas en los incisos a), c), e) y f) se calcularán 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 periodo de facturación

correspondiente, medidas en segundos, sin redondeo y multiplicar los minutos equivalentes a dicha suma, por la tarifa correspondiente.

**Décima Cuarta. - Tarifa del servicio de interconexión conmutado de terminación en la red del Agente Económico Preponderante.** Tratándose del Agente Económico Preponderante, las tarifas de interconexión que cobrará del 1 de enero al 31 de diciembre de 2024 que han resultado de las metodologías para el cálculo de los costos de interconexión con base en el Modelo Móvil y el Modelo Fijo para el servicio de terminación, serán las siguientes:

- a) Por servicios de terminación del Servicio Local en usuarios móviles bajo la modalidad “El que llama paga”.
- b) Por servicios de terminación del Servicio Local en usuarios fijos.
- c) Por servicios de terminación de mensajes cortos (SMS) en usuarios móviles.

Las tarifas anteriores ya incluyen el costo correspondiente a los puertos necesarios para la interconexión.

La aplicación de las tarifas indicadas en los incisos a) y b) se calcularán 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 periodo de facturación correspondiente, medidas en segundos, y multiplicar los minutos equivalentes a dicha suma, por la tarifa correspondiente.

**Décima Quinta. -** Las tarifas de los Servicios no conmutados de Interconexión, calculadas con base en los costos por los Servicios de Interconexión que se obtienen del Modelo de Coubicación para el año 2024 serán las siguientes:

- Tarifa por el servicio deoubicación Tipo 1, Tipo 2 y Tipo 3 para concesionarios fijos y móviles para región de costo alto, medio y bajo.

**Décima Sexta. -** Las tarifas de los Servicios no conmutados de Interconexión, calculadas con base en los costos por los Servicios de Interconexión que se obtienen del Modelo de Enlaces de Transmisión entreoubicaciones para el año 2024 serán las siguientes:

- Tarifa por el servicio de enlaces de transmisión de interconexión entreoubicaciones gestionado y no gestionado.

**Décima Séptima.** - Las tarifas de los Servicios no conmutados de Interconexión calculadas con base en los costos por los Servicios de Interconexión que se obtienen del Modelo de Enlaces Dedicados de Interconexión, para el año 2024 serán las siguientes:

- Tarifa por gastos de instalación y renta mensual por el servicio de Enlaces de interconexión con velocidad de transmisión Ethernet de 1 Gbps.

Anteproyecto