

A	:	SERGIO ENRIQUE CIFUENTES CASTAÑEDA GERENTE GENERAL
ASUNTO	:	PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN DE LOS CARGOS DE INTERCONEXIÓN TOPE POR TERMINACIÓN DE LLAMADAS EN LAS REDES DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS DE TELECOMUNICACIONES MÓVILES - PUBLICACIÓN PARA COMENTARIOS
REFERENCIA	:	EXPEDIENTE N° 00001-2021-CD-DPRC/IX
FECHA	:	23 de diciembre de 2021

	CARGO	NOMBRE
ELABORADO POR	ANALISTA DE COMPETENCIA	BRUNO ARANDA
	ANALISTA DE POLÍTICAS REGULATORIAS	GEANCARLO FLORES
	ESPECIALISTA DE REDES	ELIAS RUÍZ
	ESPECIALISTA ECONÓMICO	DANIEL MOROCHO
REVISADO POR	SUBDIRECTOR DE REGULACIÓN	MARCO VÍLCHEZ
APROBADO POR	DIRECTOR DE POLÍTICAS REGULATORIAS Y COMPETENCIA (E)	CLAUDIA BARRIGA



CONTENIDO

1. OBJETIVO.....	6
2. ANTECEDENTES.....	6
3. SERVICIO A REGULAR.....	8
3.1. Definición del Cargo Móvil.....	8
3.2. Mercado de servicios móviles	8
3.2.1. Líneas	8
3.2.2. Tráfico	10
3.2.3. Ingresos	11
3.2.4. Estructura de mercado	13
3.2.5. Cobertura geográfica móvil de centros poblados	13
3.2.6. Tecnologías de acceso.	14
3.3. Mercado de interconexión móvil	15
3.3.1. Tráfico	15
3.3.2. Evolución de los Cargos Interconexión Tope	17
3.3.3. Ingresos	17
4. MARCO CONCEPTUAL.....	18
4.1. Interconexión en una y dos direcciones	18
4.2. Metodología del cálculo del Cargo Móvil	20
4.2.1. Costos de Interconexión	20
4.2.2. Contribuciones a los costos totales	20
4.2.3. Margen de utilidad razonable y método de depreciación.....	20
4.2.4. Esquema general de costos utilizado por el Osiptel	21
4.2.5. Cálculo del Margen de Utilidad Razonable.....	22
4.2.6. Anualidad de la Inversión	22
4.2.7. Exclusiones en la estimación del Cargo Móvil	23
5. PROPUESTAS DE LOS OPERADORES	23
5.1. Propuesta de ENTEL	23
5.1.1. Propuesta presentada.....	23
5.1.2. Cargo propuesto	24
5.1.3. Descripción del modelo de costos que sustenta la propuesta.....	24



5.1.4. Comentarios del Osiptel a la propuesta del operador	25
5.1.5. Comunicación extemporánea	26
5.2. Propuesta de TELEFÓNICA	27
5.2.1. Propuesta presentada.....	27
5.2.2. Cargo propuesto	28
5.2.3. Modelo de costos.....	28
5.2.4. Comentarios del Osiptel a la propuesta del operador	28
5.3. Conclusiones preliminares	29
6. REVISIÓN DE LOS CARGOS DE TERMINACIÓN EN REDES FIJAS Y POR ADECUACIÓN DE RED	30
7. PROPUESTA DEL OSIPTTEL	30
7.1. Consideraciones generales	31
7.1.1. Servicios y red a considerar.....	31
7.1.2. Operador hipotético eficiente (OHE).....	32
7.1.3. Enfoque <i>Scorched Earth</i>	32
7.1.4. Modelamiento LRAIC+	33
7.1.5. Tecnologías de acceso 2G, 3G y 4G	33
7.1.6. Fecha de corte.....	33
7.1.7. Método de anualidad.....	33
7.1.8. Exclusiones	33
7.2. Evaluación de los servicios y demanda.....	34
7.2.1. Demanda.....	34
7.2.2. Cuota de mercado (cantidad de operadores).....	35
7.2.3. Líneas	35
7.3. Evaluación de aspectos geográficos	36
7.3.1. Población.....	36
7.3.2. Geotipos	37
7.4. Evaluación del modelamiento y diseño de la red.....	37
7.4.1. Topología general de la red.....	37
7.4.2. Parámetros generales de modelamiento.....	38
7.4.3. Parámetros relativos al tráfico	43
7.4.4. Parámetros relativos a la red de transmisión	47
7.4.5. Parámetros relativos a la red de núcleo (red core).....	48



7.4.6. Tratamiento de voz sobre redes 4G (VoLTE)	49
7.5. Evaluación de elementos de red, capacidades y precios	50
7.5.1. Generalidades	50
7.5.2. Elementos de la red móvil	51
7.5.3. Sitios	53
7.5.4. Enlaces	53
7.6. Evaluación de parámetros económicos	56
7.6.1. WACC	56
7.6.2. Inflación	56
7.6.3. Tipo de cambio	57
7.6.4. Contribución a costos comunes – Overhead	57
7.6.5. Actualización del año de cálculo de precios y tipos de cambio	57
7.6.6. Valores de los cargos de interconexión móvil y fijo	57
7.6.7. Tratamiento del Canon	58
7.6.8. Tratamiento de los aportes regulatorios	58
7.7. Otros cambios en el modelo propuesto	58
7.7.1. Ampliación de la tabla de cálculo de Erlangs para 3G	58
7.7.2. Actualización de la tabla de velocidades por Channel Element para LTE	58
7.7.3. Actualización de nombres, fórmulas matriciales y simplificación de fórmulas para soportar nuevos elementos adicionados	59
7.8. Resultados del Modelo de Costos	59
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
ANEXO N° 1: MODELO DE COSTOS PROPUESTO POR EL OSIPTEL	62
A.1. Estructura del Modelo	62
A.1.1. Estructura lógica	62
A.1.2. Estructura del archivo en Microsoft Excel	64
A.1.3. Diseño geográfico	66
A.1.4. Servicios modelados	67
A.1.5. Parámetros financieros	68
A.1.6. Fuentes de información	68
A.2. Configuración de red móvil	69
A.2.1. Arquitectura física	69
A.2.2. Arquitectura de transmisión	72



A.2.3. Arquitectura de conmutación	73
A.3. Módulo de Control	76
A.4. Módulo de Mercado	77
A.5. Módulo de Costeo de red	79
A.5.1. Dimensionado de red y hora cargada	79
A.5.2. Precios unitarios	92
A.5.3. Costos totales de red	92
A.5.4. Método de anualidad	93
A.6. Módulo de Costeo de servicios.....	96
A.6.1. Costos totales de red	96
A.6.2. Incremento	98
A.6.3. Costos comunes.....	98
A.6.4. Valor de cargo.....	99
ANEXO N° 2: DETERMINACIÓN DEL COSTO PONDERADO DE CAPITAL (WACC) 100	
ANEXO N° 3: DETERMINACIÓN DE LOS CARGOS DIFERENCIADOS	103



1. OBJETIVO

Sustentar la propuesta regulatoria para comentarios de la norma que establece los valores del cargo de interconexión tope por terminación de llamadas en las redes de los servicios públicos de telecomunicaciones móviles (en lo sucesivo, Cargo Móvil), que deberán aplicar los operadores móviles con red¹.

2. ANTECEDENTES

Conforme el literal c) del numeral 3.1 del artículo 3 de la Ley Marco de los Organismos Reguladores de la Inversión Privada en los Servicios Públicos, Ley N° 27332, y sus modificatorias, el Osiptel cuenta con la facultad de dictar, en el ámbito y en materia de sus competencias, los reglamentos, normas que regulen los procedimientos a su cargo, otras de carácter general y mandatos u otras normas de carácter particular referidas a intereses, obligaciones o derechos de las entidades o actividades supervisadas o de sus usuarios.

El numeral 37 de los Lineamientos de Política de Apertura del Mercado de Telecomunicaciones del Perú, aprobados mediante Decreto Supremo N° 020-98-MTC, establece que el Osiptel tiene competencia exclusiva sobre los temas de la interconexión de los servicios públicos de telecomunicaciones.

El inciso i) del artículo 25 del Reglamento General del Osiptel, aprobado por Decreto Supremo N° 008-2001-PCM (en adelante, Reglamento General), señala que este Organismo Regulador, en ejercicio de su función normativa, tiene la facultad de dictar reglamentos o disposiciones de carácter general referidas a las condiciones de acceso a servicios y redes, e interconexión entre las mismas.

El primer inciso del artículo 4 de los Lineamientos para Desarrollar y Consolidar la Competencia y la Expansión de los Servicios Públicos de Telecomunicaciones en el Perú (en adelante, Lineamientos de Competencia), aprobados por Decreto Supremo N° 003-2007-MTC, reconoce que corresponde al Osiptel regular los cargos de interconexión y establecer el alcance de dicha regulación, así como el detalle del mecanismo específico a ser implementado, de acuerdo con las características, la problemática de cada mercado y las necesidades de desarrollo de la industria. Asimismo, en el inciso 4 del artículo 9 de los mismos lineamientos, se establece que la revisión de los cargos de interconexión se efectuará cada cuatro (4) años.

El artículo 6 del Texto Único Ordenado de las Normas de Interconexión (en adelante, Normas de Interconexión), aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N° 134-2012-CD/OSIPTEL, establece que, para los fines de interconexión y teniendo en cuenta los Acuerdos de la Organización Mundial del Comercio, una red o servicio puede ser

¹ Si bien los operadores móviles virtuales (OMV) se sujetan a las disposiciones específicas establecidas en el marco normativo vigente, es posible que el análisis de costos incluya su demanda y costos asociados en caso sea relevante.



desagregado en instalaciones esenciales. Al respecto, una instalación esencial es toda parte de una red o servicio público de transporte de telecomunicaciones que (i) sea suministrada exclusivamente o de manera predominante por un solo proveedor o por un número limitado de proveedores; y (ii) cuya sustitución con miras al suministro de un servicio no sea factible en lo económico o en lo técnico.

Mediante Resolución de Consejo Directivo N° 215-2018-CD/OSIPTEL, se aprobaron las Normas Procedimentales para la Fijación o Revisión de Cargos de Interconexión Tope y Tarifas Tope (en adelante, el Procedimiento para Revisión), en las cuales se detallan las etapas y reglas a las que se sujetan los procedimientos de revisión que inicie el Osiptel.

En este contexto, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 070-2005-CD/OSIPTEL, publicada el 24 de noviembre de 2005, se establecieron los primeros Cargos Móviles. Estos fueron revisados posteriormente, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 093-2010-CD/OSIPTEL publicada el 20 de agosto de 2010, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 031-2015-CD/OSIPTEL publicada el 01 de abril de 2015, y mediante Resolución de Consejo Directivo N° 021-2018-CD/OSIPTEL publicada el 28 de enero de 2018.

En el caso de la última revisión, el artículo 8 de la Norma que establece el Cargo de Interconexión Tope por Terminación de Llamadas en las Redes de los Servicios Públicos Móviles dispuso que el Mecanismo de Actualización Anual del Valor del Cargo de Interconexión Tope (MAV) dejará de aplicarse cuando el Osiptel inicie un procedimiento de revisión de los cargos de interconexión tope. Asimismo, el numeral 5.5 del artículo 5 de la referida norma establece que el valor del cargo resultante de la aplicación del MAV mantiene su vigencia hasta que se establezca un nuevo valor de los cargos de interconexión tope.

Así, mediante Resoluciones de Consejo Directivo N° 275-2018-CD/OSIPTEL, N° 160-2019-CD/OSIPTEL y N° 196-2020-CD/OSIPTEL, publicadas el 21 de diciembre de 2018, 02 de diciembre de 2019 y 24 de diciembre de 2020, respectivamente, se aplicó el mecanismo MAV y se establecieron los respectivos valores del Cargo Móvil.

Más aún, en lo que respecta a la revisión del Cargo Móvil, y en cumplimiento con el artículo 9 de los Lineamientos de Competencia, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 041-2021-CD/OSIPTEL, publicada el 13 de marzo de 2021, se dio inicio al procedimiento para la revisión del Cargo Móvil, otorgándose un plazo de cincuenta (50) días hábiles a los operadores involucrados para la presentación de sus propuestas.

De esta forma, el 25 de mayo de 2021 los operadores Entel Perú S.A. (en adelante ENTEL) y Telefónica del Perú S.A.A. (en adelante, TELEFÓNICA) remitieron sus propuestas de Cargo Móvil. Por el contrario, en el plazo otorgado, no se han recibido propuestas de los operadores América Móvil Perú S.A.C. (en adelante AMÉRICA MÓVIL) y Viettel Perú S.A.C. (en adelante, VIETTEL).



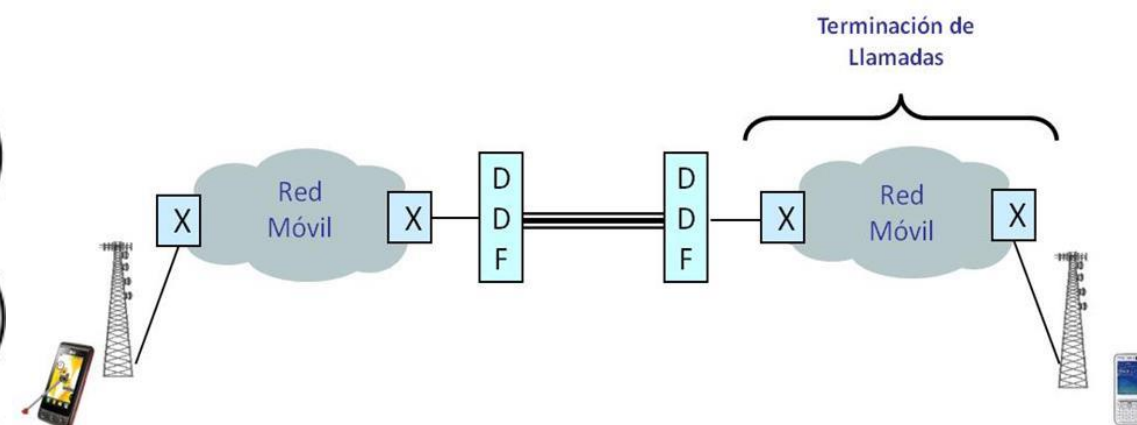
Asimismo, mediante cartas dirigidas a AMÉRICA MÓVIL, ENTEL, TELEFÓNICA y VIETTEL, el 29 de abril de 2021, de conformidad con el Procedimiento para Revisión y en el marco de las facultades previstas en el artículo 100 del Reglamento General, se solicitó información relacionada a la demanda, red y costos para atender los servicios prestados tanto a sus propios usuarios como a otros operadores de telecomunicaciones (en adelante el Requerimiento de Información).

Finalmente, los operadores solicitaron y obtuvieron una ampliación al plazo por veinte (20) días hábiles para la entrega de información. Así, mediante diversas comunicaciones remitieron parte de la información solicitada, la cual ha sido utilizada dentro del análisis correspondiente.

3. SERVICIO A REGULAR

3.1. Definición del Cargo Móvil

La Terminación de Llamadas es la terminación o la originación de una comunicación conmutada hacia o desde el cliente de una red, la cual implica todos los elementos de red desde la central que sirve para la interconexión hasta la estación base a la cual está asociado el abonado que recibe la comunicación (se excluye la retribución por el uso del espectro radioeléctrico).

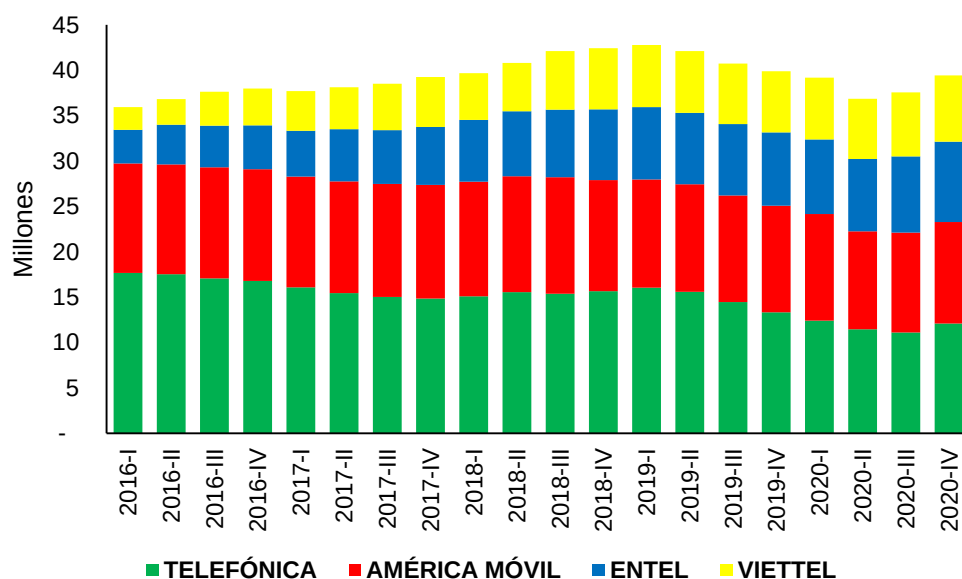


3.2. Mercado de servicios móviles

3.2.1. Líneas

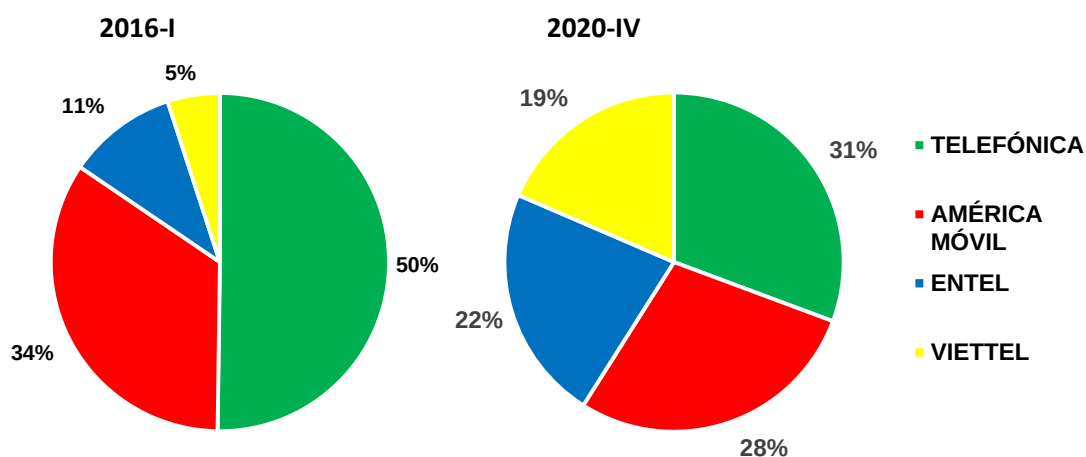
La evolución de las líneas en servicio muestra que de 2019 a 2020 las mismas se han reducido en 1,08% (ver Gráfico N° 1). En detalle, al cuarto trimestre del año 2020 existen cerca de 39,4 millones, de las cuales el 62% son líneas prepago y el 38% son líneas asociadas a una renta fija (postpago o control). Este elevado número ha llevado a que la penetración alcance las 119 líneas por cada 100 habitantes.



Gráfico N° 1: Evolución de líneas móviles en servicio de operadores con red


Fuente: PUNKU. Elaboración Osiptel

En cuanto a la participación del mercado, en el Gráfico N° 2 se observa el cambio en la participación de líneas en servicio de los operadores móviles, mostrando una distribución más equitativa para el cuarto trimestre del año 2020, con un crecimiento importante para las empresas ENTEL y VIETTEL.

Gráfico N° 2: Participación de líneas móviles en servicio por empresa operadora con red


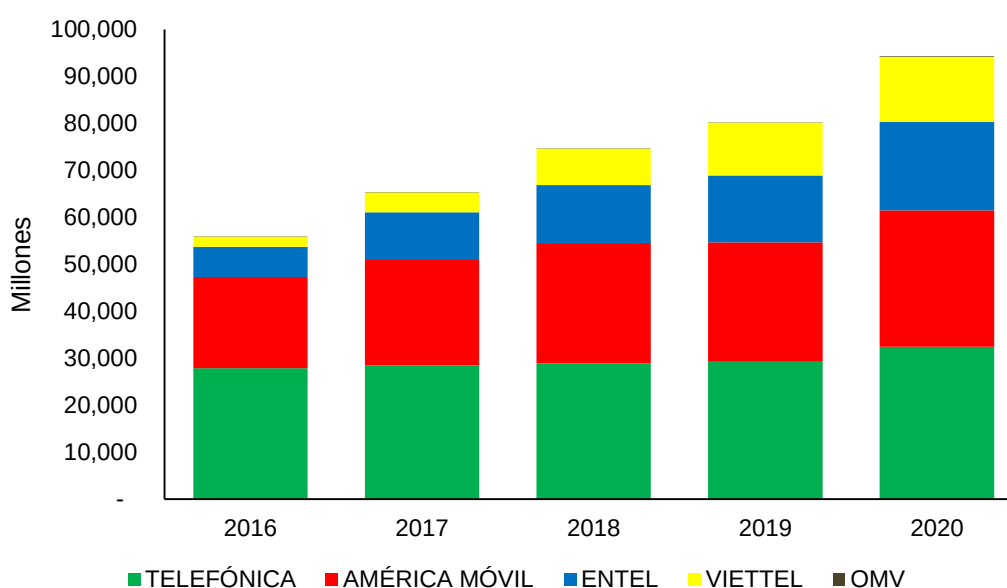
Fuente: PUNKU. Elaboración Osiptel



3.2.2. Tráfico

A pesar de la caída en la contratación de líneas móviles en el último año, el cual considera los efectos de la pandemia por la COVID-19, el tráfico de llamadas presentó un incremento del 17,6% para el año 2020 (Ver Gráfico N° 3).

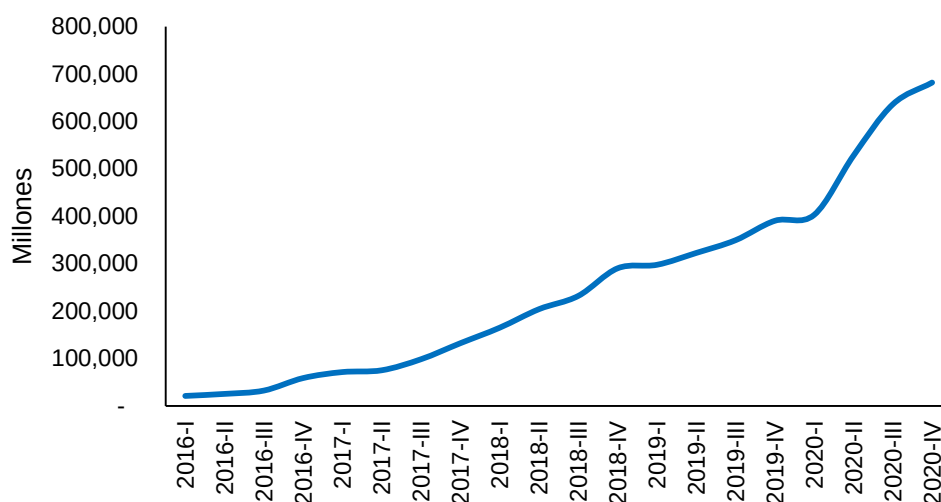
Gráfico N° 3: Evolución del tráfico de llamadas móviles, en minutos



Fuente: PUNKU. Elaboración Osiptel

De manera similar, el tráfico de internet móvil ha crecido aproximadamente en 65% en el año 2020. Al respecto, el incremento de la demanda podría explicarse principalmente por las medidas de aislamiento social establecidas por el Estado de Emergencia Nacional. Esto refleja la mayor importancia que viene mostrando el servicio de internet móvil en los últimos años (ver Gráfico N° 4).



Gráfico N° 4: Evolución del tráfico de internet móvil, en Megabytes


Fuente: PUNKU. Elaboración Osiptel

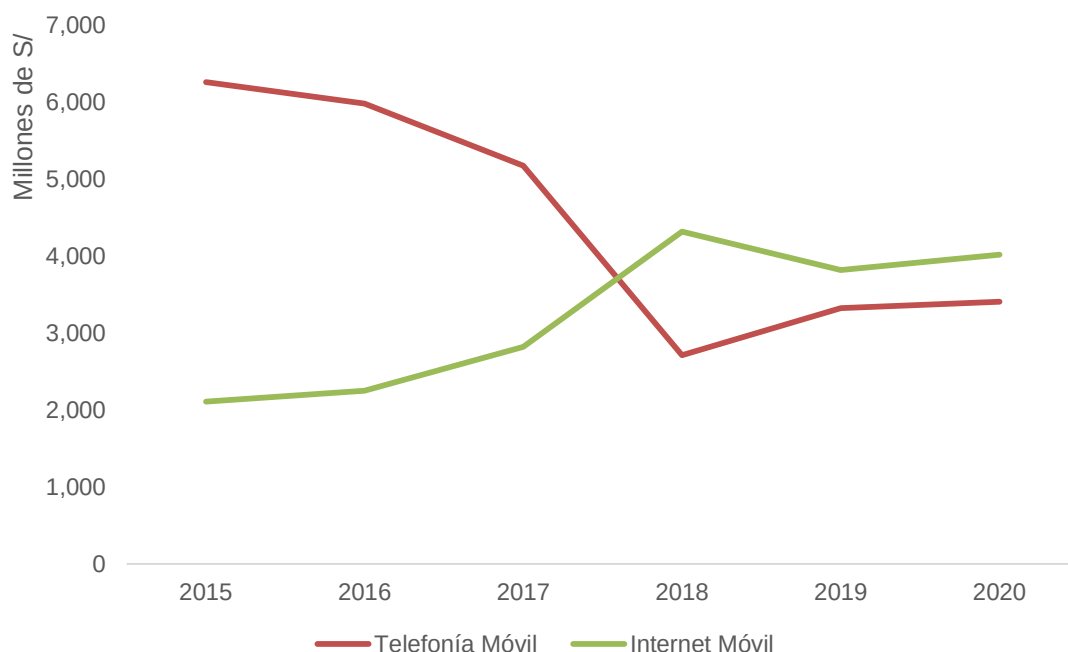
Puede notarse que, si bien la demanda de voz y de datos móviles viene creciendo, el servicio de datos lo viene haciendo a una velocidad sustancialmente mayor.

3.2.3. Ingresos

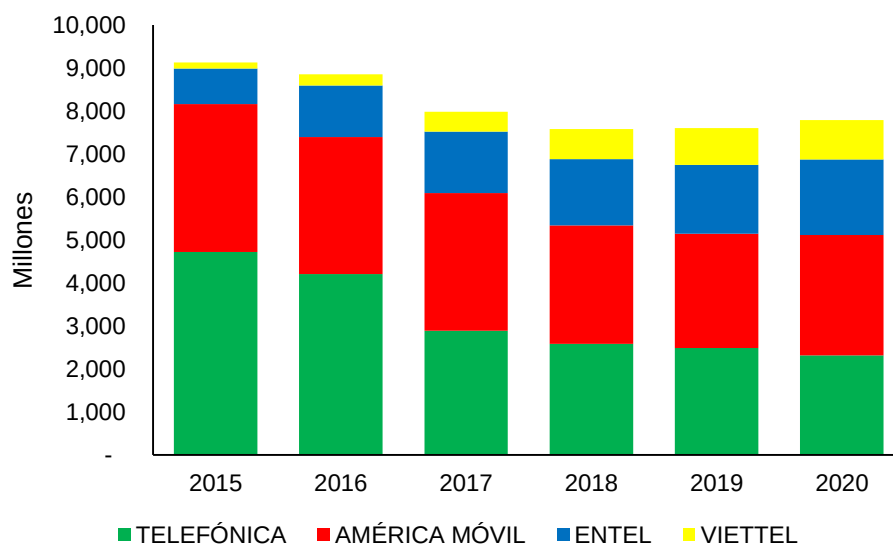
En los ingresos por telefonía móvil (servicio de voz) se mostraba una tendencia decreciente en los últimos años; no obstante, se ha advertido un leve crecimiento en 2019 y 2020, lo que supondría una mejora en el mercado.

Con respecto a los ingresos por internet móvil, si bien en el año 2019 hubo una leve caída, los ingresos en este rubro vienen teniendo un crecimiento sostenido, al punto que se empieza a dar una convergencia de ingresos en ambos servicios. (Ver Gráfico N° 5).



Gráfico N° 5: Ingresos por tipo de servicio del mercado móvil


Fuente: Información reportada por las empresas.
 Elaboración Osiptel

Gráfico N° 6: Ingresos totales del mercado móvil, en soles


Notas: Se incluyen los ingresos por Telefonía móvil, Internet móvil y Otros servicios minoristas brindados sobre redes móviles.

Fuente: Información reportada por las empresas operadoras.
 Elaboración Osiptel

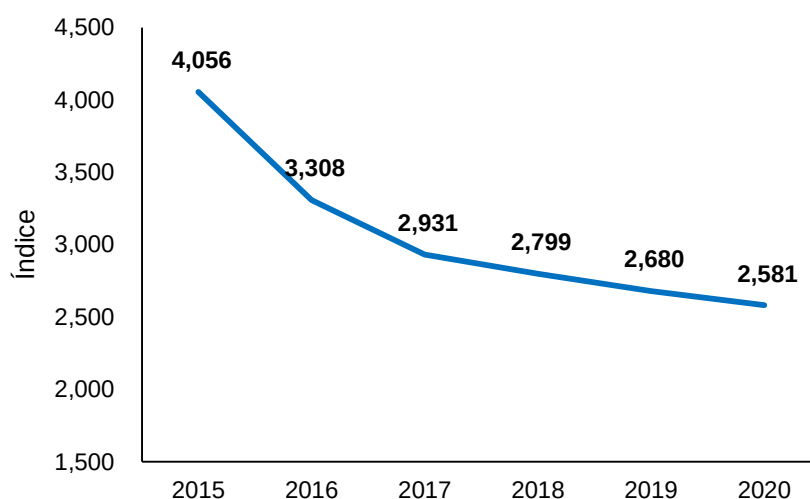


3.2.4. Estructura de mercado

Utilizando la información de líneas en servicio por operador móvil, es posible determinar el valor del índice de Herfindahl-Hirschman (HHI, por sus siglas en inglés). Este índice permite medir el grado de concentración que existe en el sector, proporcionando una mayor información en cuanto a su estructura².

Al respecto, el siguiente gráfico muestra como el HHI ha disminuido en forma importante en los últimos años. En 2015, el índice presentaba un valor de poco más de 4 000, reflejando un mercado altamente concentrado. Por el contrario, a diciembre del año 2020, el referido índice se estima en casi 2 500, y con ello evidenciando que el mercado móvil se aproxima hacia la categoría de mercado moderadamente concentrado.

Gráfico N° 7: Evolución del HHI

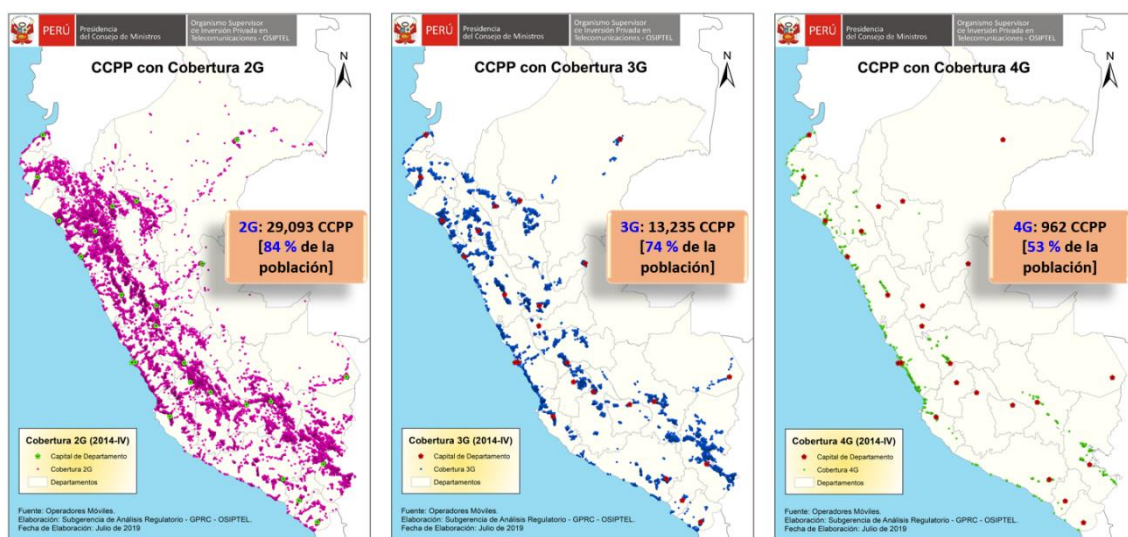


Fuente: Empresas operadoras - Norma de Requerimientos de Información Periódica (NRIP)
 Elaboración: Osiptel

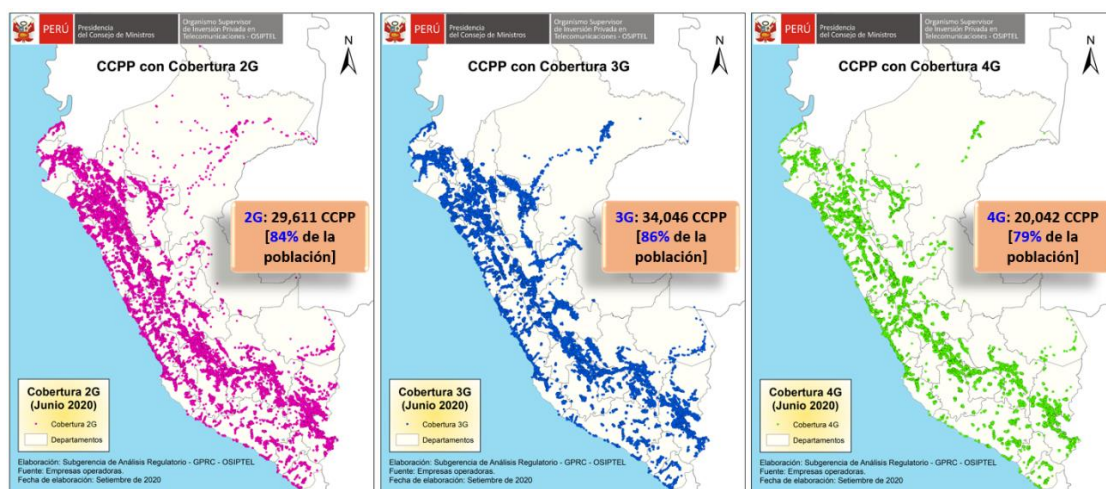
3.2.5. Cobertura geográfica móvil de centros poblados

La cobertura geográfica móvil ha evolucionado desde el año 2014, de utilizar en forma predominante la tecnología 2G, un despliegue intermedio de 3G e incipiente despliegue de 4G (concentrado en las mayores ciudades); a utilizar un escenario más equilibrado, donde la tecnología 3G supera a la 2G, y con un crecimiento importante de la tecnología 4G.

² De acuerdo con la clasificación establecida en el numeral 5.3 -Market Concentration- del "Horizontal Merger Guidelines", emitido por el U.S. Department of Justice y el Federal Trade Commission el 19 de Agosto de 2010.

Figura N° 1: Distribución geográfica de la cobertura móvil por tecnología (2014-IV)


Fuente: Empresas operadoras. Elaboración Osiptel

Figura N° 2: Distribución geográfica de la cobertura móvil por tecnología (2020-II)


Fuente: Empresas operadoras. Elaboración Osiptel

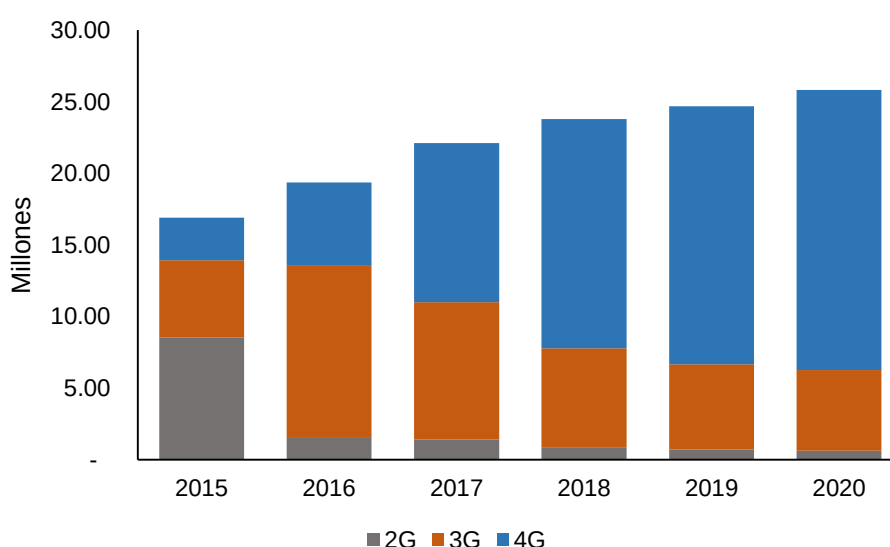
3.2.6. Tecnologías de acceso.

Las tecnologías de acceso móvil han continuado su evolución. Adicionalmente a las tecnologías 2G, 3G y 4G (existentes hasta la revisión de los Cargos Móviles del año 2018), en el año 2015 la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) creó un grupo de trabajo para la estandarización de las tecnologías 5G bajo el nombre de IMT-2020, realizándose diversos avances a lo largo de los años. En particular, el objetivo principal de esta nueva tecnología es aumentar el flujo de datos desde 1 Gbps obtenido en la tecnología 4G, hasta llegar a los 20 Gbps en esta nueva tecnología. Es importante notar que estas velocidades requieren asignación de nuevas bandas de espectro.

En nuestro país, entre los meses de marzo y octubre del año 2019 se iniciaron las pruebas públicas sobre estas tecnologías, siendo asignados en forma temporal entre 100 y 400 MHz en bandas de 3,5GHz, 26 y 28 GHz.

Por otro lado, el empleo de tecnologías de acceso para el servicio de datos ha cambiado, de ser compartido entre 2G y 3G en el año 2015, a ser utilizado en forma predominante la 4G. (ver Gráfico N° 8)

Gráfico N° 8: Evolución de líneas móviles que hacen uso de datos según tecnología



Fuente: Empresas operadoras - Norma de Requerimientos de Información Periódica (NRIP)

Elaboración Osiptel.

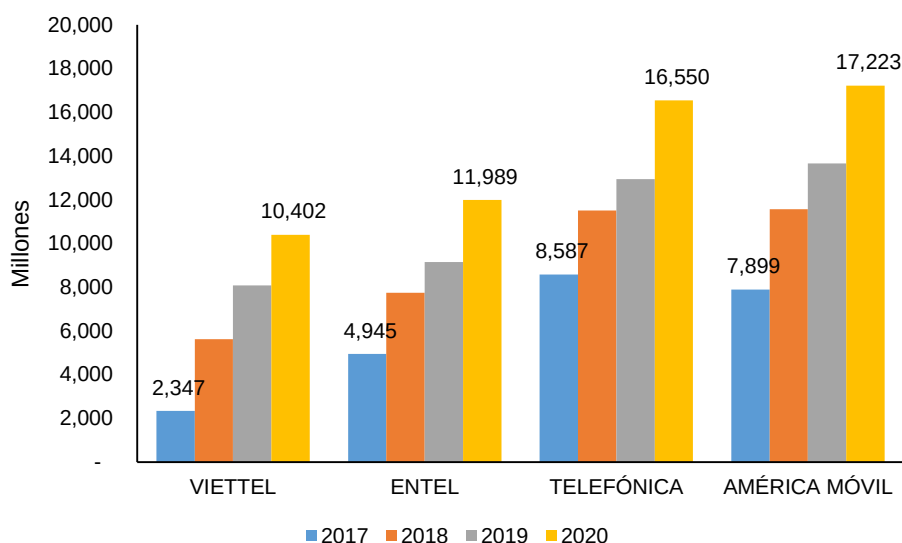
3.3. Mercado de interconexión móvil

3.3.1. Tráfico

En el Gráfico N° 9 se muestra la evolución del tráfico por la originación y terminación de llamadas en las redes de los servicios públicos móviles, según empresa operadora. Al respecto, el tráfico cursado se puede entender como la demanda que experimenta cada una de las empresas operadoras en cuanto a la interconexión. Sobre la misma, se aprecia un crecimiento consistente a lo largo del periodo 2017-2020.

Respecto de la evolución del tráfico por operador, por un lado, TELEFÓNICA y AMÉRICA MÓVIL experimentan una demanda por terminación de llamadas similar a lo largo de todo el periodo. Por el otro lado, VIETTEL ha mostrado una evolución convergente hacia los niveles de tráfico demandados a ENTEL, mostrando una similitud más acentuada en el año 2019.

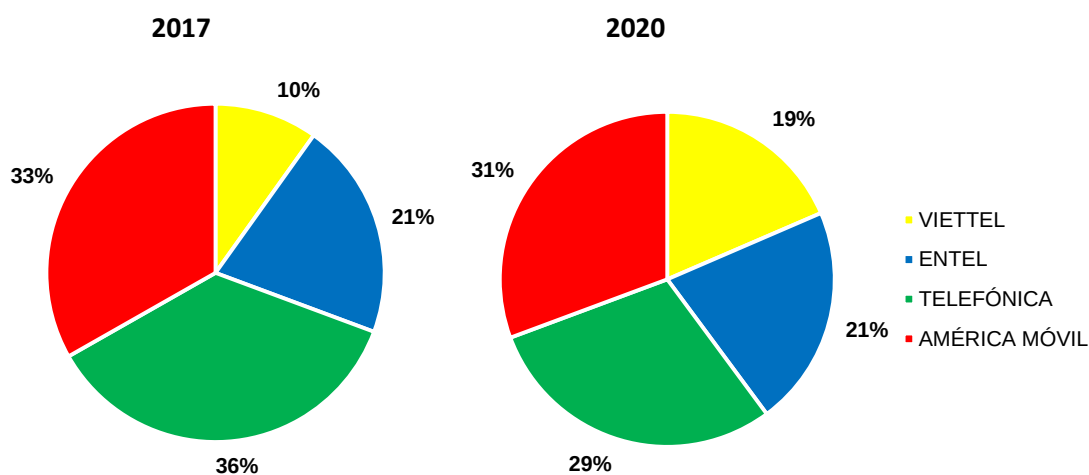


Gráfico N° 9: Originación y terminación de llamadas en la red del servicio móvil, en minutos


Fuente: Empresas operadoras - Norma de Requerimientos de Información Periódica (NRIP)

Elaboración: Osiptel.

Sobre la convergencia entre TELEFÓNICA y AMÉRICA MÓVIL, por un lado, y la de ENTEL y VIETTEL, por el otro, el Gráfico N° 10 muestra la comparación entre las participaciones del tráfico demandado por originación y terminación de llamadas en la red del servicio móvil, según operador para el año 2017 y el año 2020. Al respecto, el referido gráfico muestra cómo TELEFÓNICA y AMÉRICA MÓVIL redujeron su participación a 29% y 31%, respectivamente; mientras que VIETTEL acortó la brecha con ENTEL a solo dos (2) puntos porcentuales.

Gráfico N° 10: Participación de la originación y terminación de llamadas en la red del servicio móvil


Fuente: Empresas operadoras - Norma de Requerimientos de Información Periódica (NRIP)

Elaboración: Osiptel.

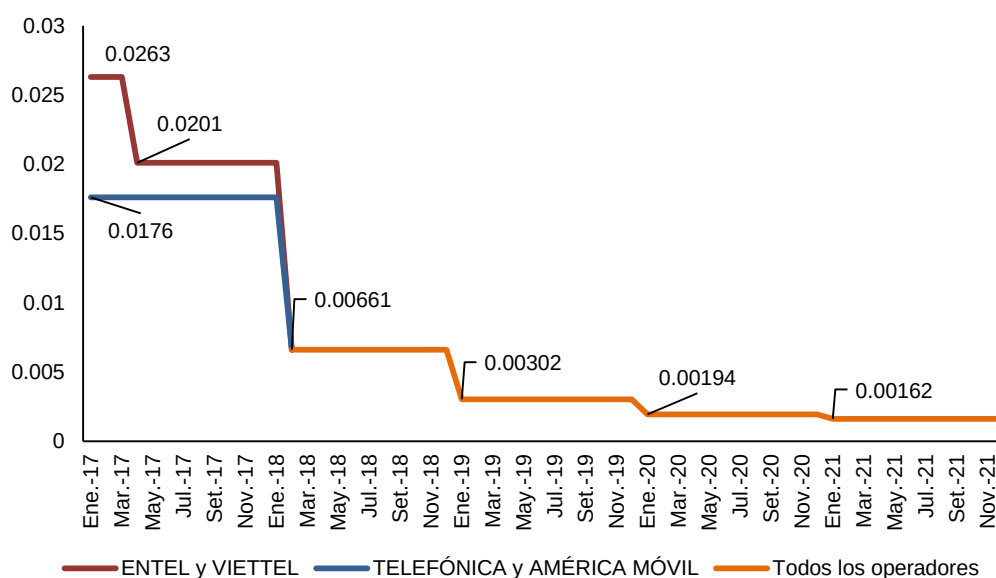


3.3.2. Evolución de los Cargos Interconexión Tope

Los Cargos Móviles han presentado una disminución continua en sus valores, como resultado de la ejecución periódica de procedimientos de revisión, y el mecanismo de ajuste anual introducido en la última revisión del año 2018. Puede notarse en la siguiente gráfica que, durante el periodo en evaluación, el valor del Cargo Móvil ha disminuido de USD 0,0263 por minuto en el año 2017 a USD 0,00162 por minuto para el año 2021.

Cabe mencionar que en cada revisión se analiza el mercado y se establece la implementación regulatoria correspondiente. Dicha implementación ha migrado del establecimiento de cargos de interconexión por cada operador, a un cargo único con un mecanismo de ajuste anual (a partir del año 2018).

**Gráfico N° 11: Evolución de los Cargos de Interconexión Tope
(en USD por minuto sin IGV)**



Fuente: Resoluciones de Consejo Directivo N° 037-2016-CD/OSIPTEL, N° 061-2017-CD/OSIPTEL, N° 021-2018-CD/OSIPTEL, N° 275-2018-CD/OSIPTEL, N° 160-2019-CD/OSIPTEL y N° 196-2020-CD/OSIPTEL.

Elaboración: Osiptel.

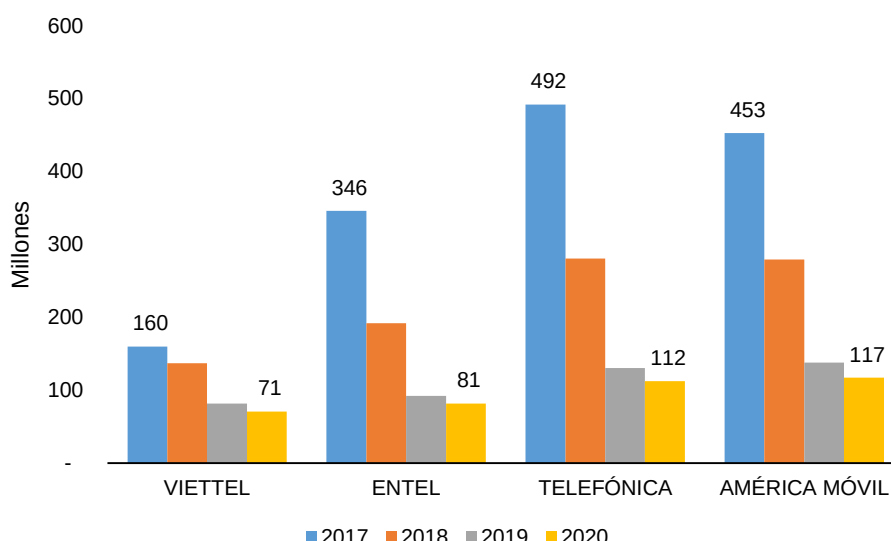
3.3.3. Ingresos

El Gráfico N° 12 muestra la evolución de los ingresos estimados de interconexión por la terminación de llamadas en las redes de los servicios públicos móviles, según empresa operadora. Cabe resaltar que el referido gráfico ha sido calculado de acuerdo con el tráfico reportado por las empresas y los cargos de interconexión tope establecidos a lo largo del periodo.



Al respecto, se aprecia una reducción consistente de los ingresos en el periodo 2017-2020. Debido a que los valores son estimados a partir del tráfico, se puede concluir que dichas reducciones son producto de los menores cargos de interconexión tope a lo largo del tiempo.

Gráfico N° 12: Ingresos estimados por la originación y terminación de llamadas en la red del servicio móvil, en soles



Fuente: Empresas operadoras -Norma de Requerimientos de Información Periódica (NRIP)

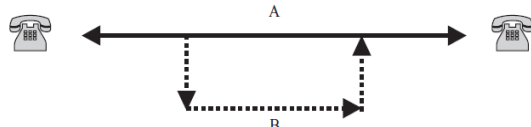
Elaboración. Osiptel.

4. MARCO CONCEPTUAL

4.1. Interconexión en una y dos direcciones

La interconexión entre redes se define como el mecanismo que permite a todos los operadores acceder desde su propia red a todos los usuarios, todos los servicios y redes de otros proveedores. En ese sentido, las relaciones que se establecen entre los operadores dependen de las redes que posean. Así, la interconexión se puede dar en una dirección o en dos direcciones tal como se muestra a continuación:

Interconexión en una dirección



Interconexión en dos direcciones



Cuando la interconexión ocurre en una dirección, el propietario de la red tiene poder de mercado para negar el acceso a su red a sus competidores o fijar un precio de interconexión muy elevado. El problema se agudiza si el monopolista de la red compite con sus rivales en el mercado final, es decir, si existe integración vertical.

Cuando la interconexión es en dos direcciones, los diferentes operadores poseen sus propias redes y, por lo tanto, tienen poder de mercado sobre la terminación. De acuerdo a la OECD (2009), el problema al igual que en el caso anterior, es que las empresas grandes pueden excluir a las empresas pequeñas al fijar un cargo de interconexión elevado, limitando de ese modo la competencia y evitando que los usuarios de las empresas pequeñas se beneficien de las externalidades de red en el mercado final.

En el sector de las telecomunicaciones, la interconexión en dos direcciones aparece cuando cada empresa necesita conectarse con la red de sus competidores para llegar a todos los usuarios. De esta manera, cada empresa requiere de la terminación de llamadas en otras redes para brindar el servicio final, es decir, no existe un sustituto para la terminación de llamadas en la red de sus competidores. Por tal razón, en todos los casos en los que los usuarios involucrados en la llamada utilizan operadores distintos, el operador que origina la llamada debe pagar un cargo de interconexión al operador que la termina.

Así, cuando un usuario contrata el servicio de un operador, dicho operador tiene poder monopólico sobre la terminación de llamadas a dicho usuario y, por lo tanto, puede extraer rentas monopólicas de cualquier usuario que se comunique con un miembro de su red. Aun cuando la competencia por suscriptores sea intensa, y no existan ganancias extraordinarias en el mercado móvil a nivel agregado, las ganancias monopólicas por terminación de llamada pueden tener efecto sobre la competencia. Por ejemplo, estas pueden ser empleadas para financiar menores tarifas minoristas con el fin de atraer suscriptores. Tal como sostiene Armstrong (2002), este tipo de prácticas genera ineficiencias en la industria.

En 1997 el OFTEL reconoció que el mercado de “terminación de llamada” no era un mercado competitivo pues ni el usuario que origina la llamada ni el operador dueño de la red en la que se origina pueden decidir sobre qué red terminar dicha llamada:

“Los operadores de redes móviles tienen una posición de dominio sobre la terminación de llamadas en sus propias redes, porque cuando alguien quiere hacer una llamada a un móvil o cualquier otro teléfono, la persona que llama no tiene más remedio que llamar a la red a la que la parte llamada se ha suscrito”³ (OFTEL, 1997)

Por su parte, Littlechild (2006) sostiene que en mercados en los que se maneja el esquema *Calling Party Pays* (CPP)⁴, como el peruano, el problema se agudiza, dado que el abonado del operador que termina la llamada no paga el costo de la llamada y, por lo tanto, dicho usuario no puede ejercer ningún tipo de presión sobre los precios de la terminación de llamada, pudiéndose generar precios muy elevados. De esta forma, el esquema CCP incrementa el poder de monopolio de la terminación de llamada.

³ Traducción libre de [Mobile network operators, like all network operators, have a monopoly position over the “termination” of calls on their own networks. Operators have such a monopoly position because when someone wants to make a call to a mobile, or any other phone, then the calling party has no choice but to call the network to which the called party has subscribed]

⁴ Sistema tarifario que determina que la parte que origina la llamada paga todo el costo de la comunicación.



No obstante, algunos autores justifican la existencia de cargos de terminación altos. Por ejemplo, se argumenta que los ingresos obtenidos por los operadores les permiten ofrecer subsidios a los terminales y tarifas de llamadas salientes más baratas, lo que a su vez genera un mayor número de suscriptores en las redes (incrementa la penetración del servicio) y beneficia a todos los usuarios que los llaman (Wright; 2000 y Mirrlees; 2003). Sin embargo, no existe garantía que los operadores móviles escogerán el nivel de subsidio óptimo; y el argumento de que los subsidios generan mayor penetración va perdiendo fuerza en los mercados donde los niveles de penetración ya son bastante altos como el peruano.

4.2. Metodología del cálculo del Cargo Móvil

De acuerdo con el artículo 14, numeral 14.2, de las Normas de Interconexión, los cargos de interconexión tope que establezca el Osiptel serán iguales a la suma de: (i) los costos de interconexión; (ii) contribuciones a los costos totales; y, (iii) un margen de utilidad razonable. Con ello en consideración, a continuación, se resume la metodología de cálculo de cada uno de los componentes involucrados en la estimación de un cargo de interconexión tope.

4.2.1. Costos de Interconexión

De acuerdo al artículo 16 de las Normas de Interconexión, el cálculo del costo de interconexión se rige bajo los siguientes principios básicos:

“(…)

- Los costos de interconexión incluirán únicamente los costos asociados a las instalaciones y activos necesarios para la interconexión.*
- Para calcular el valor de los activos se considerará su valor de adquisición utilizando las tecnologías más eficientes que puedan ser utilizadas para proveer la instalación necesaria para la interconexión.*
- Para determinar los factores de depreciación, se utilizará la vida útil de los activos de acuerdo a los Principios de Contabilidad Generalmente Aceptados en el Perú.*
- Los costos de interconexión incluirán los de planeamiento, suministro, operación y conservación de la infraestructura necesaria. No se incluirán costos de modernización o mejoras de la red, salvo que se hubiese tenido que incurrir en ellos para efectuar la interconexión.*
- No forman parte de los costos de interconexión aquellos en los que el concesionario u otros operadores vinculados directa o directamente incurran, o hayan incurrido, que no estén relacionados directamente con proporcionar el acceso a la instalación.*

(…)”

4.2.2. Contribuciones a los costos totales

La contribución a los costos totales (Overhead) debe cubrir una porción de los costos comunes del operador multiproducto, que no son directamente atribuibles a la prestación de interconexión a la que se le establecerá el cargo tope.

4.2.3. Margen de utilidad razonable y método de depreciación

El margen de utilidad razonable se estima en base al costo promedio ponderado del capital y el método de depreciación utiliza la fórmula de anualidad simple.



4.2.4. Esquema general de costos utilizado por el Osiptel

A continuación, se describen los principales componentes de costos considerados en la determinación de los costos unitarios eficientes de una instalación esencial:

A. Costos Directos:

Conformados por el CAPEX y el OPEX directamente atribuibles a la instalación esencial.

✓ **CAPEX (Inversión Anualizada).**

Como parte del CAPEX (inversión anualizada) se consideran solo las inversiones en activos directamente involucrados en la provisión de la instalación esencial, la cual incluye, además de la infraestructura de red, las tecnologías de información requeridas para proveer tal instalación.

Asimismo, se optimiza el dimensionamiento de los elementos de red con la finalidad de que las inversiones requeridas por la empresa modelada, para la provisión de la instalación esencial, tengan un enfoque de costos económicos eficientes, tomando en cuenta el uso compartido de elementos de la red.

Los principales conceptos de costos que conforman el CAPEX con el cual se calculan los costos unitarios eficientes de una instalación esencial incluyen:

- Inversión en equipos de telecomunicaciones⁵ (incluye hardware y software).
- Costos de instalación e implementación.
- Costos de adquisición de licencias requeridas.
- Costos de infraestructura de soporte, entre otros.

✓ **OPEX (Costos Recurrentes).**

En cuanto al OPEX, se incluyen los costos de operación y mantenimiento propiamente dichos, directamente atribuibles a la prestación mayorista a la que se le establecerá el costo unitario eficiente. Todos los costos reportados deben corresponder al periodo de evaluación⁶.

Los principales conceptos de costos que conforman el OPEX a ser tomado en cuenta en la determinación de los costos unitarios eficientes de una instalación esencial incluyen:

- Gastos de operación y gestión de los diversos elementos de red.
- Gastos de mantenimiento de los diversos elementos de red.

⁵ Considerando la tecnología más eficiente.

⁶ Es decir, si se considera un periodo de cálculo de doce (12) meses, considerando la fecha de corte establecida, no se incluyen los costos de operación y mantenimiento de los periodos anteriores o provisiones futuras para el corto, mediano o largo plazo.



- Otros gastos, solo si están directamente atribuidos a la prestación mayorista a la que se le establecerá el cargo tope.

B. Costos Compartidos:

A continuación, se detallan los costos compartidos considerados en la determinación de los costos unitarios eficientes de una instalación esencial:

✓ *Costos compartidos de Red.*

Son los costos de la infraestructura de red que se utiliza para la prestación de diversos servicios, los cuales deben asignarse entre los diferentes servicios involucrados (voz, datos, etc.). Un ejemplo de dichos costos son los asociados con los elementos de transmisión.

✓ *Costos compartidos de Operación y Mantenimiento.*

De forma similar al punto anterior, estos costos están referidos a la operación y mantenimiento de los elementos compartidos de la red.

C. Contribución a los Costos Comunes del Negocio.

La contribución a los costos comunes cubre una porción de los costos que no son directamente atribuibles a la prestación de interconexión a la que se le establecerá el cargo tope.

4.2.5. Cálculo del Margen de Utilidad Razonable

El margen de utilidad razonable es estimado como el promedio simple de los cuatro (4) valores hallados, en base al costo promedio ponderado del capital (denominado WACC, por sus siglas en inglés). En el Anexo 2 puede encontrarse el detalle del cálculo realizado.

4.2.6. Anualidad de la Inversión

Utilizando el WACC (antes de impuestos) y el número de años de vida útil del activo, se calcula la anualidad del CAPEX de acuerdo a la siguiente fórmula de anualidad simple:

$$A = I_0 \times \left[\frac{r}{1 - (1 + r)^{-n}} \right]$$

donde:

A : Valor de la anualidad (CAPEX).

I_0 : Inversión en el activo efectuada en el año 0.

n : Número de años de vida útil del activo.

r : Tasa anual (costo de capital antes de impuestos - WACC).



4.2.7. Exclusiones en la estimación del Cargo Móvil

En el cálculo de los costos unitarios eficientes de una instalación esencial, no se incluye ningún costo referido a la comercialización minorista (retail) de los servicios finales que presta una empresa operadora, así como los costos de gestión comercial (presencial o tele-gestión), atención de reclamos de usuarios, demás costos asociados directamente al servicio final (mercado minorista), y costos relacionados al espectro radioeléctrico; tal como se ha señalado en los procedimientos regulatorios anteriores, llevados a cabo por el Osiptel.

5. PROPUESTAS DE LOS OPERADORES

De acuerdo al plazo establecido, el 25 de mayo de 2021 ENTEL y TELEFÓNICA remitieron sus propuestas de Cargo Móvil; sin embargo, dentro del plazo otorgado no se han recibido propuestas por parte de AMÉRICA MÓVIL o VIETTEL.

A continuación, se resumen las propuestas presentadas por los operadores, las cuales se encuentran publicadas en la página web del Osiptel

5.1. Propuesta de ENTEL

5.1.1. Propuesta presentada

La propuesta del operador fue presentada el 25 de mayo de 2021 mediante carta CGR-1424/2021. A continuación, se resumen los puntos relacionados con la propuesta regulatoria, en tanto que otros temas presentados son tratados en secciones subsiguientes.

- Actualizar el valor del Cargo Móvil, manteniendo la orientación a costos eficientes y tomando como base el modelo LRAIC+ ya desarrollado en la regulación vigente, cuyo valor final se estableció el 2018 (en adelante MODELO 2018), y siendo actualizado en costos y demás parámetros.
 - Uso de nuevas bandas de frecuencia utilizadas por el operador (700 MHz, 2300 MHz, 2500 MHz)
 - Uso de servicios de voz en redes 4G (VoLTE⁷)
 - Adición de parámetro de compartición de voz y datos en redes 4G (Downlift) que mejore la asignación de costos a servicios de voz y datos
- Mantener la aplicación del mecanismo MAV, para incorporar la marginalización de servicios de voz respecto de la creciente demanda de datos (compartición de recursos), favoreciendo el despliegue de la tecnología 4G sobre todo para el servicio de datos
- Aplicación en forma inmediata, sin gradualidad.
- Otros aspectos
 - La estructura del mercado actual es de cuatro (4) operadores
 - Tomar en cuenta que las redes móviles son utilizadas principalmente por servicios de datos y no por servicios de voz

⁷ VoLTE: acrónimo de Voice over LTE



- La reducción del Cargo Móvil se explica por los menores costos de tecnología y un mayor uso del servicio de datos.
- La reducción del Cargo Móvil se ha traducido en reducción de las tarifas asociadas.
- El operador incluye sustento de los diversos precios y parámetros que propone actualizar en el MODELO 2018.

5.1.2. Cargo propuesto

El valor propuesto por el operador es de USD 0,00075 por minuto.

5.1.3. Descripción del modelo de costos que sustenta la propuesta

El operador ha utilizado el MODELO 2018 como base; y, sobre este, ha realizado diversas modificaciones para obtener el valor propuesto.

Las modificaciones que afectan el valor del Cargo Móvil de manera más importante son las siguientes:

- Actualización de la proporción del tráfico de voz (disminución importante en 2G e introducción del 4G) y de datos por tecnología (reducción casi a cero del 2G, reducción importante en 3G y aumento significativo en 4G).
- Actualización del vector de demanda, en particular el aumento del tráfico de datos.
- Ajuste de asignación de costos para VoLTE mediante el nuevo cálculo de la tasa del canal de datos de 3G y 4G (Downlift).
- Actualización del precio de la “Estación base Single RAN – macro”.

Otras modificaciones relevantes, pero que no afectan de manera importante el valor del Cargo Móvil, se señalan a continuación:

- Actualización del precio de diversos elementos, manteniendo el año base de cálculo del MODELO 2018.
- Inclusión de elementos de mayor capacidad, como son el BSC y RNC.
- Empleo de las bandas de frecuencia asignadas al mismo operador, tanto para capacidad y cobertura, como para las tecnologías de acceso (2G, 3G y 4G).
- Actualización de la cobertura geográfica según tecnología de acceso y geotipo.
- Actualización de la distribución del tráfico de voz según tecnología de acceso y geotipo.
- Actualización de las proporciones del tráfico diario durante las horas cargadas de voz y de datos.



5.1.4. Comentarios del Osiptel a la propuesta del operador

El operador toma como base el MODELO 2018 elaborado por el Osiptel, manteniendo todos los aspectos ya establecidos en la regulación vigente. No obstante, se han advertido diversos aspectos que deben ser comentados:

- No se actualizan parámetros necesarios:
 - Parámetros económicos, como son la inflación, el WACC, los valores de los cargos de interconexión móvil, el cargo de interconexión fija.
 - Parámetros geográficos, como son los nuevos distritos creados desde el año 2016, que fue la fecha de corte del MODELO 2018.
- No se realiza la actualización de precios correcta:
 - La propuesta requerida debe contener información (de precios) al 2020; sin embargo, el operador mantiene precios a la fecha de corte original del MODELO 2018 (año 2016)
 - El operador ha actualizado los precios de algunos elementos con información del año 2020; no obstante, han sido mezclados con precios que se mantienen rezagados al año 2016.
- No se utilizan parámetros aplicables a un OHE:
 - El MODELO 2018 considera un OHE que atiende la tercera parte del mercado, y cuyos parámetros se obtienen de evaluar a todos los operadores del mercado y establecer valores promedios o más comunes.
 - Sin embargo, el operador utiliza valores de parámetros específicos a este, como las bandas de frecuencia (no todos los operadores cuentan con las mismas bandas de frecuencia ni utilizan los mismos anchos de banda por tecnología en cada banda) o el downlift (este parámetro pretende corregir la asignación de costos de voz sobre redes 3G y 4G, pero considera solo cuatro [4] estaciones base en su estimación).
 - Otros parámetros que tienen el problema detectado son: “Proporción del tráfico diario durante la hora cargada de voz”, “Proporción del tráfico diario durante la hora cargada de datos”, “Porcentaje del tráfico de datos en la red 3G que es R99”, “Porcentaje del tráfico HSPA en el downlink (i.e. HSDPA)”, “Tráfico de datos en la hora cargada- Reparto del tráfico entre downlink y uplink”, “Capacidad HSPA-Diferencia entre tasa pico y tasa media obtenida”, “Capacidad LTE-Diferencia entre tasa pico y tasa media obtenida”.
- Algunos parámetros propuestos presentan incoherencias en su estimación:
 - Cantidad de operadores
 - El operador señala en su propuesta que considera adecuada la existencia de cuatro (4) operadores en el mercado móvil, cuando el modelo de costos presentado mantiene la existencia de tres (3) operadores.
 - Downlift
 - El MODELO 2018 realiza una asignación de costos a servicios de voz basada en convertir las diversas unidades de los servicios (voz, datos, mensajes) a una unidad común, expresada en “minutos”. Así se estima



un factor de asignación según la capacidad de un canal de voz equivalente de acuerdo a la velocidad de una portadora de cada tecnología (2G, 3G y 4G).

- Sin embargo, el operador propone utilizar diferentes metodologías para tecnologías 2G, 3G y 4G, resultando en asignaciones incoherentes. En efecto, mantiene la asignación para tecnologías 2G, pero introduce una asignación basada en la velocidad de un canal de voz en tecnologías 3G, y una asignación basada en el uso de elementos de estaciones base para tecnologías 4G. Esta asignación de costos a los servicios de voz en forma diferenciada reduce el valor del Cargo Móvil de manera significativa.
- Radios de cobertura
 - El operador propone el empleo de sus propias bandas de frecuencia, incluyendo modificaciones en el uso para cobertura o capacidad según cada tecnología de acceso (2G, 3G y 4G). En particular, cambia la banda más baja de un valor de 850 MHz a 700 MHz, y adiciona una nueva banda de 2 600 MHz, ajustando los ratios de cobertura según corresponda.
 - Sin embargo, la cantidad de sitios (o emplazamientos) resultantes de 3 207 es muy diferente a la cantidad de sitios que el mismo operador ha reportado (6 413). Esta disminución en la cantidad de sitios reduce el valor del Cargo Móvil de manera significativa.
- Tráfico de voz entrante
 - El MODELO 2018 requiere conocer el tráfico entrante y saliente por operador, el cual debe ser igual en su volumen total (el tráfico de voz móvil saliente de cuatro [4] operadores debe ser igual al tráfico de voz móvil entrante a los mismos cuatro [4]). En tal sentido, asume como válido el tráfico de voz saliente, y estima el tráfico entrante mediante la transposición del tráfico según cada operador.
 - Sin embargo, en el modelo propuesto por el operador, el tráfico de voz saliente hacia móvil es diferente al tráfico de voz entrante desde móvil.
- Tráfico de voz saliente
 - El MODELO 2018 excluye en su análisis a otros operadores como OMV y OIMR porque su tráfico no es significativo. Dicha situación no ha variado al año 2020, pero ENTEL incluye dentro de su tráfico de voz saliente aquel que tiene destino a tales operadores. Este tráfico debe ser excluido para mantener la coherencia con el MODELO 2018.

5.1.5. Comunicación extemporánea

De manera adicional, el 19 de agosto de 2021, y fuera del plazo establecido en el Procedimiento de Revisión para la presentación de sus propuestas, ENTEL presentó su carta CGR-2118/2021. A pesar de ello, y manteniendo la transparencia debida, el Osiptel considera adecuado responder las inquietudes presentadas por el operador.



- Expresar el valor del Cargo Móvil en Moneda local. En particular el operador propone que el valor del Cargo Móvil se exprese en moneda local (Soles), argumentando que el empleo de moneda extranjera introduce una distorsión cuando los servicios finales son transados en una moneda diferente (moneda local). Asimismo, el operador agrega que, si bien los insumos de red se transan en moneda extranjera y representan un porcentaje importante de las inversiones, dichos valores serían reflejados con el tipo de cambio utilizado en el mismo modelo de costos.

Al respecto, como el propio operador ha hecho mención, una parte significativa de los costos incurridos para la provisión del servicio son en moneda extranjera. En ese sentido, dado que la determinación del cargo debe ser en función a los costos, el regulador ha venido aplicando las estimaciones del cargo en dólares. Por lo tanto, se estima conveniente continuar con la determinación del Cargo Móvil en dólares, en consistencia con la moneda en la cual se asume una parte significativa de los costos incurridos.

5.2. Propuesta de TELEFÓNICA

5.2.1. Propuesta presentada

La propuesta del operador fue presentada el 25 de mayo de 2021 mediante carta TDP-1599-AG-AER-21. A continuación, se resumen los puntos relacionados con la propuesta regulatoria:

- Mantener el valor del cargo vigente:
 - Como principal medida, TELEFÓNICA propone que se mantenga el valor del cargo móvil vigente (establecido en USD 0,00162 por minuto) por los próximos cuatro (4) años, con la finalidad de que dicho valor converja hacia valores existentes a nivel internacional y que la regulación de la interconexión móvil debe virar hacia un marco que otorgue más flexibilidad a los operadores móviles, donde prime el libre acuerdo entre las partes.
- Mantener la simetría del Cargo Móvil para todos los operadores.
- Tomar en cuenta ciertas consideraciones, en caso se decida actualizar el modelo del Cargo Móvil vigente o bien elaborar un nuevo modelo de costos LRIC+:
 - El modelo debe considerar todo el periodo en el que se regulan los cargos, con al menos los dos (2) últimos años para los que se dispone de datos reales y facilitar la calibración del modelo con datos reales del mercado.
 - La información debe ser consensuada y proporcionada por los operadores, de acuerdo a la disponibilidad de la misma.
 - Asegurar la inclusión de todos los costos que enfrentan los operadores, tales como todas las tecnologías de acceso móvil que mantienen y los relacionados al espectro radioeléctrico.
 - El espectro radioeléctrico debe reflejar tanto el valor de la concesión como los pagos de derechos anuales.
 - Adecuada calibración del modelo, para asegurar que los resultados reflejen la realidad de los operadores: i) a nivel del número de equipos de la red, ii) a nivel de CAPEX y costos anualizados.



- No solo se debería modelar un operador “hipotético”, sino operadores “eficientes” con las condiciones de demanda y cobertura nacional de los operadores móviles reales en el mercado, considerando que representa un 25% del mismo.
- El modelo de costos y sus resultados provisionales deben atravesar un proceso de consulta pública.
- Otros aspectos
 - Una reducción del Cargo Móvil en línea con las que se han producido históricamente ya no tendría impactos beneficiosos sobre el mercado.
 - El Cargo Móvil vigente (en el Perú) se encuentra alrededor de tres (3) veces por debajo del promedio de los cargos móviles regionales.
 - Se debería evaluar la posibilidad de iniciar un procedimiento paulatino de desregulación del cargo de terminación móvil.

5.2.2. Cargo propuesto

El valor del Cargo Móvil propuesto por el operador es USD 0,00162 por minuto para los próximos cuatro (4) años, y corresponde a mantener el valor del cargo vigente.

5.2.3. Modelo de costos

El operador no presenta modelo de costos que sustente su propuesta.

5.2.4. Comentarios del Osiptel a la propuesta del operador

El operador propone mantener el valor del Cargo Móvil vigente por los siguientes cuatro (4) años, y que en forma posterior se vire hacia un marco donde los operadores móviles acuerden libremente entre sí dicho valor. Al respecto, se debe señalar que la presente revisión se realiza en atención a lo dispuesto en los Lineamientos de Competencia. En ese sentido, no es posible adelantar la ejecución de una revisión o política regulatoria posterior como lo señala el operador.

Por otro lado, con respecto a la inclusión de todas las tecnologías de acceso móvil que mantienen los operadores, se debe recordar que se utilizan criterios de eficiencia, por lo que se mantiene el empleo de aquellas tecnologías que resulten más eficientes en las prestaciones, pudiendo incluso ser descartada alguna de ellas, por ejemplo, por su empleo en un periodo demasiado reciente o que disponga de una demanda muy pequeña.

En esa misma línea, en relación a la propuesta del operador de incluir el costo del espectro en caso se decida actualizar el modelo de costos vigente o elaborar uno nuevo, se debe señalar que el Osiptel mantiene la decisión de excluir el costo de dicho elemento en el cálculo del cargo conforme fue manifestado en la revisión del cargo móvil del año 2018.

Así entonces, si bien el espectro radioeléctrico es un elemento que forma parte de la infraestructura para proveer el servicio móvil, este no constituye una nueva inversión necesaria para brindar el servicio de terminación móvil. Asimismo, de acuerdo con Ofcom



(como se citó en Ovum, 2014) ⁸ señala que, para una cantidad dada de espectro, más capacidad puede ser proporcionada por el aumento del tamaño de la red (es decir, aumentar el número de estaciones base), con lo que “un operador de red móvil racional no estaría dispuesto a pagar más por el espectro, para satisfacer un incremento dado de tráfico, que los costes de red asociados con el incremento de tráfico”.

En ese sentido, no puede afirmarse que el costo del espectro radioeléctrico sea incremental con respecto a la provisión del servicio de terminación de llamadas-, por lo tanto, su exclusión resulta consistente con el cálculo del cargo de terminación, con la mejor práctica internacional y con los objetivos de mediano plazo perseguidos por el Osiptel, una estimación de cargos con eficiencia en costos.

Asimismo, respecto del empleo de operador hipotético en lugar de operadores eficientes, el empleo de información proporcionada por operadores y la necesidad de calibración del modelo utilizado, debe recordarse que en general, el modelamiento de redes realizado por el Osiptel considera la información de operadores reales existentes en el mercado, y utiliza la información que presentan al regulador, ya sea dentro de sus propias propuestas, así como aquellas presentadas en manera periódica (NRIP) o a requerimiento específico (Requerimiento de Información o RIA).

Respecto de la solicitud de someter a consulta pública el modelo de costos y resultados provisionales, debe recordarse que dichas acciones se han previsto en la normativa vigente, incluyendo el actual procedimiento. Precisamente el presente informe corresponde a la propuesta del Osiptel para comentarios de los operadores y partes interesadas.

Finalmente, se debe tomar en cuenta que el operador propone mantener el valor del Cargo Móvil vigente, el cual a su vez se encuentra basado en el MODELO 2018.

5.3. Conclusiones preliminares

En forma resumida, ENTEL propone un valor de USD 0,00075 por minuto para todos los operadores en forma inmediata y continuar la aplicación del MAV, manteniendo el MODELO 2018 actualizando un grupo de parámetros. No obstante, se han evidenciado errores en los valores de algunos parámetros. Por su parte, TELEFÓNICA solicita mantener el valor del Cargo Móvil actualizado mediante el MAV para el año 2021 de USD 0,00162 por minuto.

Considerando que se cuenta con una propuesta basada en un modelo de costos (MODELO 2018 elaborado por el Osiptel), resulta razonable utilizar el MODELO 2018 del Osiptel, que a su vez es la misma en la que se basa ENTEL, realizar una revaluación del mismo para verificar que siga siendo aplicable, y efectuar los ajustes necesarios según sea el caso.

En función de los resultados obtenidos se continuará con la evaluación y se tomará la decisión regulatoria correspondiente.

⁸ Ovum (2014). Mobile Termination Charges in India: An International Perspective. Disponible en: https://www.trai.gov.in/sites/default/files/201412230432328586245RJIL_0.pdf

6. REVISIÓN DE LOS CARGOS DE TERMINACIÓN EN REDES FIJAS Y POR ADECUACIÓN DE RED

De manera adicional a la propuesta regulatoria, ENTEL precisa que la sostenibilidad en el tiempo del mercado de cuatro (4) operadores requiere no solo de una reducción en el valor del Cargo Móvil, sino también de una revisión en los costos de terminación en las redes fijas.

Asimismo, TELEFÓNICA señala que se debe abordar no solo la revisión del Cargo Móvil, sino también la de otros cargos relativos a la interconexión como el “cargo tope por adecuación de red” por E1 de interconexión.

Al respecto, se debe señalar que el Osiptel ya ha iniciado el procedimiento de revisión no solo del cargo de terminación en redes fijas, sino de otros cuatro (4) cargos de terminación adicionales, incluyendo el Cargo por Adecuación de Red, mediante la Resolución de Consejo Directivo N° 097-2021-CD/OSIPTEL, publicada el 17 de junio de 2021.

7. PROPUESTA DEL OSIPTEL

En la presente sección se utilizará como base el MODELO 2018. Las principales características del modelo son las siguientes:

- Operador hipotético eficiente (en adelante, OHE) basado en operadores existentes.
- Participación de mercado: porcentaje determinado según análisis.
- Operador utiliza tecnologías móviles para proveer servicios de voz (on-net y off-net), datos y mensajes (SMS y MMS)
- Enfoque *scorched earth*: considerando el enfoque de operador hipotético, basado en operadores existentes y eficientes, el Osiptel aplica el enfoque *scorched earth*, el cual cuantifica el número de estaciones o “celdas” necesarias para atender el área geográfica de interés, en base a la cobertura que proporciona una sola celda. Es decir, a diferencia del enfoque *scorched node*, no se mantienen a-priori las ubicaciones realmente existentes de las estaciones base de un operador en particular.
- Tecnología de acceso: GSM (2G), UMTS (3G) y LTE (4G).
- Tecnología de nodo de acceso: Single RAN

Con el propósito de reflejar el uso de soluciones modernas, eficientes y tecnológicamente disponibles en todas las empresas operadoras, el modelo propuesto por el Osiptel considera el uso de tecnologías “*Single Radio Access Network*” (Single RAN), “transmisión agregada de tipo IP” y en general elementos de red multi tecnología.

En particular, en la modelación de la red de acceso se utilizan estaciones del tipo “Single RAN”, entendidas como equipos capaces de atender los servicios 2G, 3G y 4G simultáneamente, y en más de una frecuencia de operación, sin que sea preciso desplegar una nueva infraestructura, en línea con las prácticas adoptadas en las redes móviles actuales.



Su funcionalidad se encuentra en el hecho de que se puede tener 2G y 3G en una misma estructura permitiendo la migración a 4G/LTE de manera sencilla y sin requerir mayores cambios en los equipos. Esta solución nos conduce a reducciones de espacio, energía, OPEX y gastos de mantenimiento.

La transmisión IP cumple el mismo propósito ya que se digitalizan todos los tráficos para ser agregados en un solo tipo de enlace IP. De modo similar, los elementos del “core” como conmutadores, bases de datos especializadas (HLR/HSS), etc. atienden a todos los servicios móviles.

- Frecuencias de operación: se determinan según el empleo por parte de los operadores.
- Definición de geotipos para caracterización de localidades. Se determina según información disponible por parte de los operadores.
- Metodología de costeo: LRAIC + (Costo Incremental Medio de Largo Plazo más una contribución a los Costos Comunes).
- Metodología de anualidad: simple.
- OPEX: vector de valores.
- Overhead: determinado según análisis.
- No se incluye el valor del espectro radioeléctrico.
- WACC en dólares americanos (USD) antes de impuestos: determinado según análisis.
- Periodo de análisis: 1 de enero de 2020 a 31 de diciembre de 2020.

Para efectos de evaluar los supuestos y parámetros correspondientes, se tomarán en cuenta las propuestas e información recibida en el marco del presente procedimiento, incluyendo los modelos de costos y sus sustentos respectivos, así como la información proporcionada al Osiptel en diversas fuentes como son la Norma de Requerimientos de Información Periódica (NRIP), Reglamento de Cobertura, Reglamento de Calidad, y el Requerimiento de Información. De manera adicional, se utilizarán algunas fuentes externas como son el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP), la Superintendencia de Banca y Seguros (SBS), el Instituto de Información Estadística e Informática (INEI), entre otros. Finalmente, la descripción actualizada del modelo de costos se encuentra en el Anexo 1.

7.1. Consideraciones generales

7.1.1. Servicios y red a considerar

Actualmente los operadores móviles sujetos a la presente regulación utilizan redes móviles para la prestación de los servicios. Sin embargo, dos (2) de ellos (AMÉRICA MÓVIL y TELEFÓNICA) utilizan adicionalmente redes de gran capacidad y cobertura (redes PSTN,



HFC⁹, XDSL¹⁰, GPON¹¹) y que les permiten a su vez la prestación de otros servicios (telefonía fija, telefonía de larga distancia, televisión por cable, acceso a internet, o alquiler de circuitos). Es decir, estos operadores son multiservicios y multiredes.

Un enfoque que se puede aplicar en estos casos para la fijación de cargos de interconexión o tarifas mayoristas, es considerar la prestación de todos los servicios y de todas las redes existentes, tal como fue aplicado en la fijación de cargos tope y tarifas tope mayoristas, dentro de un procedimiento integral llevado a cabo por el Osiptel entre los años 2012 y 2015¹². Sin embargo, este tratamiento incorpora mayor complejidad¹³, por lo que se decide mantener el modelamiento solo a los servicios prestados en la red móvil, de manera similar a la regulación anterior del Cargo Móvil.

De esta forma, se mantiene el enfoque de considerar los servicios de voz (entrante, saliente y on-net, hacia/desde redes móviles, fijas y de larga distancia), datos y mensajes (SMS y MMS), mediante una red móvil.

7.1.2. Operador hipotético eficiente (OHE)

De cuatro (4) operadores en el mercado, solo dos (2) presentaron propuestas, y de las cuales solo una (1) se encontraba sustentada en un modelo de costos basado en un OHE.

En tal sentido, se mantiene el empleo de un OHE para establecer el valor del Cargo Móvil. Esta decisión tiene coherencia con la forma cómo se han venido estableciendo los valores del Cargo Móvil en las regulaciones previas (*benchmarking*, valores para cada operador, valores para operadores grandes y pequeños y finalmente un valor único).

7.1.3. Enfoque *Scorched Earth*

Para el modelamiento de una red para un único operador OHE fue elegido el enfoque *scorched earth*, principalmente porque resulta difícil establecer una red completa donde se determine la ubicación de cada uno de sus elementos (incluso estaciones base) tal como se realiza en un enfoque *scorched node*.

En tal sentido, se mantiene el enfoque *scorched earth* para modelar la red del OHE.

⁹ HFC, acrónimo de “Hybrid Fiber Cooper”.

¹⁰ XDSL, acrónimo de “X – Digital Subscriber Line”, donde X denota la generalización de enlaces de tipo “Asymmetric” (asimétrico, el estándar inicial) o “Very High” (de mayor velocidad comparado con el estándar inicial).

¹¹ GPON, acrónimo de “Gigabit Passive Optical Network”.

¹² El procedimiento integral aludido termina con las Resoluciones de Consejo Directivo N° 073-2015-CD/OSIPTEL y N° 074-2015-CD/OSIPTEL.

¹³ La complejidad se refiere al desarrollo de un modelo que incluya múltiples redes (PSTN, HFC, XDSL, GPON, entre otras, y que adicionalmente incluya a la red móvil); y además, las demandas de todos los servicios prestados usando estas redes (multiservicio).



7.1.4. Modelamiento LRAIC+

La determinación del valor del cargo, bajo el enfoque elegido, utilizó el incremento de tipo LRAIC+¹⁴, modelando una red móvil que atiende una demanda de varios servicios, asignando el costo al servicio de voz mediante factores de enrutamiento, y adicionando una contribución a costos comunes. No se ha observado información que invalide esta decisión, por lo que se mantiene el empleo de incremento tipo LRAIC+.

7.1.5. Tecnologías de acceso 2G, 3G y 4G

Actualmente, los operadores mantienen el despliegue de redes 2G, 3G y 4G, por lo que se mantienen estas tecnologías de acceso.

Cabe mencionar que la tecnología 5G ha sido introducida recientemente a modo de pruebas, por lo que no puede ser considerada aún dentro del modelamiento.

7.1.6. Fecha de corte

Se ha establecido que la evaluación del Cargo Móvil se realice a una fecha de corte al 31 de diciembre de 2020, en tal sentido se consideran los costos, parámetros y configuraciones de todo el año 2020.

7.1.7. Método de anualidad

No se ha observado el reemplazo de elementos de red en forma acelerada¹⁵ u otro mecanismo relacionado, por lo que se mantiene el empleo de la anualidad y depreciación estándar.

7.1.8. Exclusiones

No se ha observado ninguna razón que varíe los criterios de exclusión utilizados anteriormente en el cálculo de los costos unitarios eficientes de una instalación esencial. En tal sentido, se mantiene la exclusión de costos de comercialización minorista (*retail*) de servicios finales, así como costos de gestión comercial (presencial o tele-gestión), atención de reclamos de usuarios, y demás costos asociados directamente al servicio final (mercado minorista), así como los costos relacionados al espectro radioeléctrico.

¹⁴ LRAIC+, acrónimo de “Long Run Average Incremental Cost +”. Puede observarse mayor detalle en la página 18 del informe “Pricing principles and methodologies for future regulation of wholesale voice call termination services”, del 9 de marzo de 2018, disponible en <https://www.comreg.ie/media/2018/05/ComReg1819a.pdf>

¹⁵ Para la anualización de inversiones, se suele utilizar la depreciación estándar cuando los activos recuperan su inversión en forma normal a lo largo de su vida útil. Sin embargo, en algunos casos los activos tienen vidas útiles más cortas y requieren que la recuperación de inversión sea más rápida al inicio de su vida útil. A este caso se le denomina depreciación acelerada.



7.2. Evaluación de los servicios y demanda

7.2.1. Demanda

Utilizando la información reportada en la NRIP, se obtiene el vector de demandas de los servicios a ser modelados.

Tabla N° 1: Demandas a utilizar en el modelo de costos

FUENTE	MERCADO	AMÉRICA MÓVIL	ENTEL	TELEFÓNICA	VIETTEL
Voz (millones de minutos)					
Tráfico Total	146,313	45,751	29,683	47,377	23,501
On-net	40,346	14,597	6,155	14,941	4,653
Saliente off-net	53,811	14,390	12,627	17,557	9,236
hacia móviles	50,593	13,648	11,655	16,333	8,958
ENTEL	10,526	4,019	0	4,702	1,805
AMÉRICA MÓVIL	16,073	0	4,835	7,632	3,607
VIETTEL	9,438	3,370	2,070	3,999	0
TELEFÓNICA	14,555	6,259	4,750	0	3,546
hacia fijos	3,006	692	881	1,163	271
Internacional	212	51	92	62	7
Entrante off-net	52,157	16,764	10,901	14,880	9,612
desde móviles	50,593	16,073	10,526	14,555	9,438
ENTEL	11,655	4,835	0	4,750	2,070
AMÉRICA MÓVIL	13,648	0	4,019	6,259	3,370
VIETTEL	8,958	3,607	1,805	3,546	0
TELEFÓNICA	16,333	7,632	4,702	0	3,999
desde fijos	1,015	373	231	294	117
Internacional	549	318	144	31	56
SMS (millones de mensajes)					
On-net	5,906	1,280	382	3,941	303
Saliente off-net	5,666	1,200	973	2,847	646
Entrante off-net	9,752	2,776	2,152	3,257	1,567
MMS (millones de mensajes)					
On-net	0.69	0.63	0	0	0.06
Saliente off-net	-	0	0	0	0
Entrante off-net	-	0	0	0	0
Datos (terabytes)					
Demanda Anual	78,441	869,321	419,286	862,853	111,353

Fuente: Reportes de las empresas operadoras

Cabe mencionar que se ha mantenido la aplicación de los criterios empleados en la regulación anterior: (i) excluir el tráfico de operadores móviles sin red (tráfico no relevante¹⁶), (ii)

¹⁶ Los operadores móviles sin red representan un 0.2% del tráfico en el año 2020.

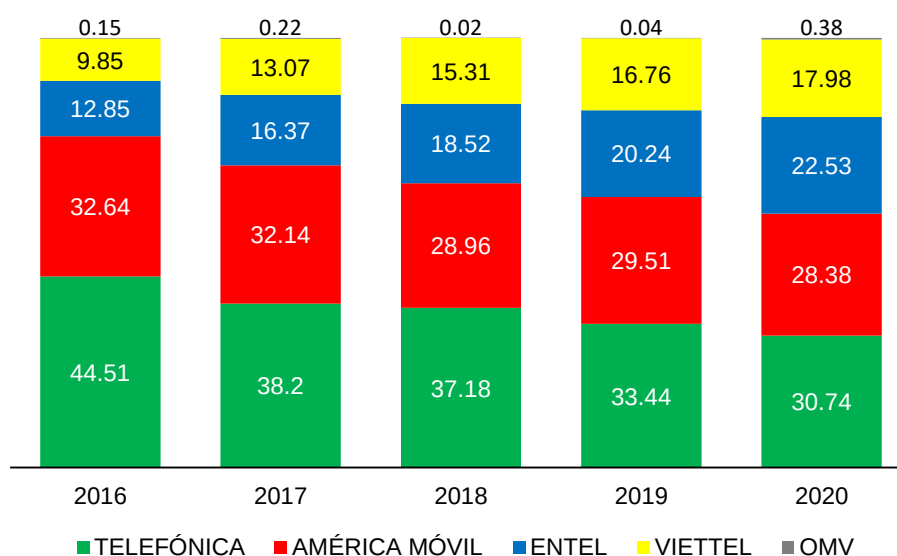
balancear el tráfico de voz móvil (el tráfico de voz móvil saliente hacia otros operadores móviles debe ser igual al tráfico entrante desde operadores móviles, siendo utilizado el tráfico saliente como referencia). Asimismo, se debe precisar que la demanda del servicio de datos incluye tanto a líneas móviles como otros dispositivos. Estas razones desestiman los valores propuestos por ENTEL.

7.2.2. Cuota de mercado (cantidad de operadores)

Como se observa en el Gráfico N° 13, durante el periodo 2016-2020 la participación en el mercado móvil ha sufrido modificaciones, en detrimento de TELEFÓNICA y AMÉRICA MÓVIL, y a favor de ENTEL y VIETTEL. Los dos (2) últimos operadores han ganado mayor participación; y, al cierre del año 2020, el mercado en su conjunto presenta una distribución más equitativa entre empresas.

Sobre la participación de los OMV, la misma es aún incipiente. Sin embargo, no se debe perder de vista que el negocio de los mismos se caracteriza por ser uno de nicho, por lo que la perspectiva a futuro en cuanto a su participación no será comparable con la de los operadores móviles con red. En ese sentido, para efectos de determinar la cuota de mercado que atendería el OHE, se ha escogido que sea un 25% del mercado.

Gráfico N° 13: Participación en el mercado móvil (en porcentaje)



Fuente: DPRC-Osiptel

7.2.3. Líneas

Subscriptores

Se ha utilizado el total de líneas móviles reportadas a diciembre de 2020 en la NRIP, resultando en 39 210 438 líneas.

Líneas que hacen uso de voz y de datos

De manera similar, se han identificado el total de las líneas que hacen uso solo de servicios de voz, siendo dividido entre la cantidad de subscriptores para obtener el porcentaje asociado. El modelo utiliza el complemento, es decir, el porcentaje de líneas que hacen uso de voz y datos, valor que resulta en 86%.

7.3. Evaluación de aspectos geográficos

7.3.1. Población

Se ha actualizado la población según el nuevo censo de 2017 elaborado por el INEI e incorporado en el directorio nacional de centros poblados que el Osiptel mantiene en la NRIP y en el reglamento de cobertura. Cabe mencionar que se han detectado casos de centros poblados que no existen en el censo del INEI de 2017 por lo que no cuentan con población. En tal sentido, se ha realizado una estimación basada en la población promedio de centros poblados de la provincia (para disponer de mayor cantidad de centros poblados en la estimación). La siguiente tabla muestra la población y cantidad de centros poblados considerados.

Tabla N° 2: Población por departamento a utilizar en el modelo

DEPARTAMENTO	Área (Km²)	Cantidad de Centros Poblados	Población
AMAZONAS	39 274,47	3 520	389 183
ANCASH	35 890,57	8 330	1 095 920
APURIMAC	21 104,92	4 566	417 182
AREQUIPA	63 175,92	6 060	1 409 129
AYACUCHO	43 530,46	8 365	639 235
CAJAMARCA	32 833,80	6 835	1 359 939
CALLAO	140,34	7	994 494
CUSCO	71 950,80	10 497	1 270 589
HUANCAVELICA	22 078,93	7 309	366 441
HUANUCO	37 529,45	7 059	747 549
ICA	21 094,70	1 657	862 679
JUNIN	44 150,45	5 116	1 292 196
LA LIBERTAD	25 226,40	3 977	1 792 379
LAMBAYEQUE	14 498,59	1 645	1 213 408
LIMA	35 011,04	6 254	9 509 195
LORETO	374 938,60	2 682	906 370
MADRE DE DIOS	84 616,86	361	145 121
MOQUEGUA	15 742,68	1 545	177 653
PASCO	23 894,66	3 167	266 957
PIURA	35 553,57	3 058	1 877 909
PUNO	67 446,18	10 459	1 222 927
SAN MARTIN	51 005,26	3 308	834 666
TACNA	15 995,69	1 054	331 404
TUMBES	4 650,03	211	228 539
UCAYALI	105 123,05	1 186	514 240
Total general	1 286 457,42	108 228	29 865 306

Fuente: INEI, Osiptel



7.3.2. Geotipos

El enfoque *scorched earth* calcula la cantidad de sitios dividiendo la superficie a atender, entre la superficie que cubre un sitio (estación móvil)¹⁷. Para tal efecto, la superficie del país se divide en áreas más pequeñas caracterizadas por algún parámetro, siendo utilizada la densidad poblacional (habitantes por unidad de superficie - km²).

Estas áreas corresponden a la división política más pequeña en el país, el distrito. Se han actualizado tales distritos hasta el año 2020 (polígonos georeferenciados), y las densidades han sido recalculadas según la población actualizada referida en el acápite anterior. La selección de la densidad asociada a cada geotipo se ha mantenido con respecto al modelo anterior, al observarse que resulta en una cantidad de sitios de cobertura similar al reportado por los operadores al año 2020, según se detalla en acápite posteriores (proceso de calibración).

Tabla N° 3: Geotipos

Geotipo	Rango (hab/km ²)	% área del país	% población del país
Muy denso	≥400	0,53%	50,62%
Denso	≥30 y <400	9,03%	29,79%
Poco denso	≥2 y <30	48,40%	18,15%
Otros	<2	42,04%	1,44%

Fuente: INEI, otros. Elaboración: Osiptel

De esta manera, se muestra a continuación la superficie y población resultante según cada geotipo.

Tabla N° 4: Superficie y población según geotipo

Geotipo	Superficie (Km ²)	Población
Muy denso	6 864,17	15 116 740,24
Denso	116 120,46	8 897 983,84
Poco denso	622 645,68	5 421 706,15
Otro	540 827,12	428 876,13

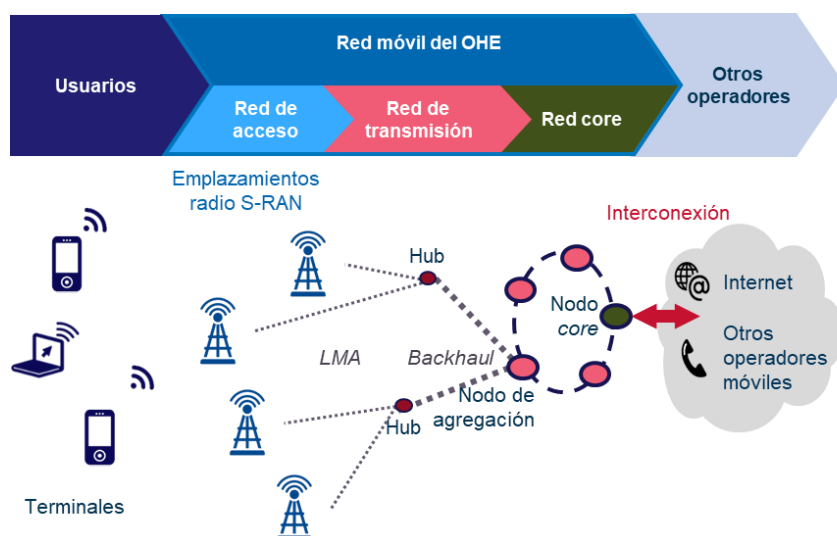
Fuente: INEI, otros. Elaboración: Osiptel

7.4. Evaluación del modelamiento y diseño de la red

7.4.1. Topología general de la red

La red se modela en cuatro (4) niveles: emplazamientos de radio, *hubs*, nodos de agregación y nodos *core*, tal como se aprecia a continuación.

¹⁷ Estos sitios se conocen como “sitios de cobertura” porque son utilizados para proporcionar una cobertura básica (o mínima) del servicio. Sobre esta cantidad, se adicionan otros sitios que proporcionan mayores servicios o “sitios de capacidad”.

Gráfico N°14: Esquema general de red del OHE


Fuente: Analysys Mason, 2017

Los terminales móviles de los usuarios se conectan a las estaciones base ubicadas en los emplazamientos, utilizando las tecnologías disponibles (2G, 3G y 4G) y consumen los servicios establecidos (voz, datos y mensajes), conformando la red de acceso.

A su vez, los emplazamientos se conectan hacia los nodos core en dos (2) etapas: en hubs, conformando el acceso de última milla (LMA-Last Mile Acces); y en los nodos de agregación, conformando el *Backhaul*. A su vez, estos nodos de agregación se conectan hacia los nodos de core mediante enlaces según cada caso.

Los nodos core proporcionan la base de los servicios provistos hacia los usuarios: voz, datos y mensajes, así como funcionalidad adicional requerida para el adecuado funcionamiento de la red (autenticación, base de datos de usuarios, entre otros).

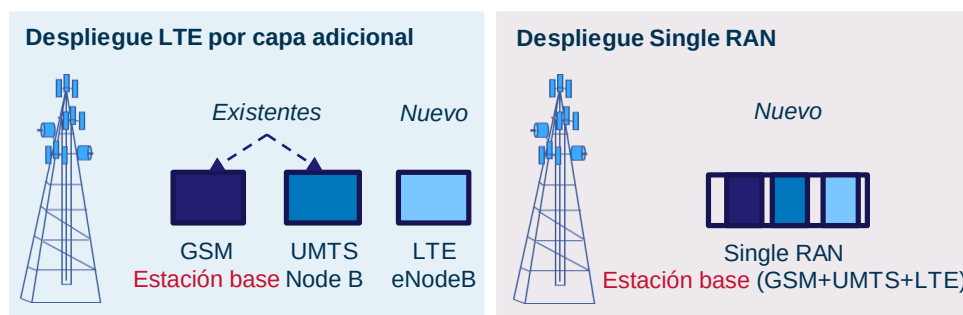
Según la información proporcionada por los operadores, esta topología no ha cambiado por lo que se mantiene.

7.4.2. Parámetros generales de modelamiento

Emplazamientos de radio Single RAN

Dentro de los emplazamientos se despliegan las estaciones base asociadas a cada tecnología: 2G, 3G y 4G, haciendo uso de una arquitectura *Single Radio Access Network* (S-RAN). De esta forma, una única estación base provee servicios en las tres (3) tecnologías radio desplegadas, gracias a su configuración flexible. El modelado de la red S-RAN se ejemplifica a continuación:



Gráfico N° 15: Ejemplificación de una red S-RAN versus una red sin S-RAN


Fuente: Analysys Mason, 2017

Se mantiene el empleo de esta tecnología al representar una eficiencia superior al uso de estaciones bases separadas por cada tecnología.

Bandas de frecuencia

Se han evaluado las asignaciones de bandas de frecuencia otorgadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (en adelante, MTC); y, adicionalmente, la tecnología utilizada por los operadores. Asimismo, se ha observado un incremento en el número de bandas de frecuencia y ancho de banda asignados a cada operador con respecto a la revisión anterior, tal como se aprecia a continuación.



Tabla N° 5: Bandas 3GPP por operador y tecnología asignada

Bandas	2G	3G	4G	5G
AMÉRICA MÓVIL				
700 MHz			15+15 MHz	
850 MHz	2.5+2.5 MHz	10+10 MHz		
1900 MHz	2.5+2.5 MHz		15+15 MHz	
2.5 GHz			FDD: 30+30 MHz TDD: 20 MHz	
3.5 GHz				TDD: 20 MHz
ENTEL				
700 MHz			15+15 MHz	
1900 MHz	2.5+2.5 MHz	5+5 MHz	10+10 MHz	
1.7/2.1 GHz			20+20 MHz	
2.3 GHz			30 MHz	
2.5 GHz			20+20 MHz	
3.5 GHz				TDD: 20 MHz
TELEFÓNICA				
700 MHz			15+15 MHz	
850 MHz	2.5+2.5 MHz	10+10 MHz		
1900 MHz	2.5+2.5 MHz		10+10 MHz	
1.7/2.1 GHz			20+20 MHz	
3.5 GHz				TDD: 20 MHz
VIETTEL				
900 MHz			15+15 MHz (Lima) 10+10 MHz (Prov.)	
1900 MHz		10+10 MHz		
2.5 GHz			20+20 MHz (Algunas Prov.)	

Fuente: MTC. Elaboración: Osiptel



Por otro lado, la información de sectores de estaciones base reportados por los operadores dentro de la NRIP muestran que no todas estas bandas vienen siendo utilizadas según la asignación inicial.

Tabla N° 6: Uso porcentual de bandas utilizadas

Banda (MHz)	450	700	850	900	1900	1700/2100	2300	2600	No identificada
Porcentaje	0%	11%	28%	7%	43%	9%	1%	1%	0%

Fuente: Empresas operadoras (NRIP)

De esta forma, puede afirmarse que las bandas utilizadas se mantienen con respecto al modelo anterior, es decir, se utilizan las bandas de 850 MHz (agregando las bandas de 700, 850 y 900 MHz), 1 900 MHz y 1 700/2 100 MHz, siendo descartado el empleo de otras bandas.

Por otro lado, se debe precisar que, para la tecnología 4G, la banda de cobertura es ahora 850 MHz, y la banda de capacidad es 1 700/2 100 MHz.

Dentro del proceso de calibración de los valores de los diversos parámetros utilizados en el modelo, se observó la necesidad de variar la asignación de espectro en la banda de 850 MHz, aumentando la asignación para 2G y disminuyéndola para 3G.

De esta forma, se consideran las siguientes asignaciones de espectro según tecnología y banda.

Tabla N° 7: Asignación de bandas, total y por tecnología

Banda (MHz)	Total (MHz)	2G	3G	4G
850	27,5	5	7,5	15
1 900	12,5	2,5	10	0
1 700/2 100	30	No aplica	No aplica	No aplica

Fuente: Empresas operadoras (NRIP)

Cabe mencionar que ENTEL incluyó una propuesta de empleo de bandas de radio; sin embargo, la información estimada por el Osiptel se considera más precisa.

Radio de cobertura de estaciones base

La superficie cubierta en cada geotipo se obtiene de estimar los radios de cobertura de cada sector, según su banda de frecuencia y tecnología, para luego ir agregándolos en estación y emplazamiento. Estos radios de cobertura fueron estimados considerando los reportes de cobertura, donde se identificaba para cada estación aquellos centros poblados que atendía según tecnología de acceso (2G, 3G y 4G), y estimándose la distancia máxima (radio de cobertura) que debería corresponder a cada estación, hasta un máximo de 20 Km.

No obstante, los reportes de cobertura actualmente identifican a un único centro poblado, por lo que se ha tomado como base el cálculo anterior para identificar una tipología de radios de cobertura promedio para cada operador, tecnología de acceso, banda y la ubicación geográfica de la estación en un geotipo auxiliar. Este geotipo se clasifica en Urbano (polígonos de centros poblados urbanos del Reglamento de Cobertura), Suburbano (1 km



alrededor de polígonos de centros poblados urbanos), Carretera (1 km alrededor de las carreteras-nacional, departamental y vecinal-) y Rural (resto se superficie).

Esta tipología se aplica a los sectores reportados al año 2020 y se obtienen los radios para cada uno de ellos. Con esta información se generan los polígonos de cobertura agregados a nivel de emplazamiento (enfoque *scorched earth*) para cada operador, geotipo y banda. De esta forma se identifica la superficie (en Km²) y la cantidad de emplazamientos asociados y se dividen para estimar el área de un emplazamiento promedio. A continuación, se mide el radio de cobertura asociado, y se calculan los valores promedio por geotipo y banda de frecuencia. Finalmente, se selecciona como referencia la banda de 850 MHz y se ajustan los ratios de las bandas de 1 900 MHz y 1 700/2 100 MHz. Cabe mencionar que se establece el radio de cobertura de microceldas¹⁸ en 0,10 km., según información proporcionada por ENTEL.

Los radios de cobertura resultantes del proceso de calibración se muestran a continuación:

Tabla N° 8: Radios de celda efectivos asociados a cada banda de espectro para cada geotipo después del proceso de calibración

Geotipo	850 y 900 MHz	1 900 MHz	1,7/2,1 GHz
Muy denso	0,82 Km	0,57 Km	0,32 Km
Denso	3,35 Km	2,35 Km	1,31 Km
Poco denso	5,57 Km	3,90 Km	2,17 Km
Otros	6,86 Km	4,80 Km	2,68 Km

Fuente: Analysys Mason, 2017

Microceldas para cobertura

El modelo calcula tres tipos de celdas: i) macro(celdas) para cobertura geográfica, obtenidas dividiendo la superficie a atender (geotipo) entre el área promedio de una celda; ii) micro(celdas) para cobertura, introducidas como un parámetro en el modelo; y iii) celdas para capacidad, obtenidas restando la demanda requerida y la capacidad instalada por las celdas anteriores -(i)macro-celdas y (ii)micro-celdas-, y si el resultado anterior es positivo, dividiéndolo entre la capacidad de una celda para cobertura.

En particular, para determinar la cantidad de micro(celdas) que se ingresan como parámetro, se ha mantenido el criterio anterior de considerar como macro(celdas) aquellos sectores reportados como tipo de elemento de red “macro-celdas”; y considerar como micro(celdas) los demás sectores (“micro-celdas”, “pico-celdas”, “femto-celdas”, “hotel-BTS”, etc.); clasificados según tecnología de acceso (2G, 3G y 4G). Asimismo, los nuevos tipos reportados como “RAN Sharing” se han considerado como “macro(celdas)”.

Así, utilizando la información reportada por los operadores en la NRIP se ha determinado que las micro(celdas) para cobertura son las siguientes:

¹⁸ Cabe mencionar que las microceldas no se calculan con este procedimiento, sino que su cantidad se introduce en otro parámetro.



Tabla N° 9: Microceldas para cobertura

Tecnología	Cantidad
2G	298
3G	600
4G	300

Fuente: empresas operadoras

Cobertura geográfica

Identificados los radios de cobertura de los sectores reportados, se calculan los polígonos de cobertura según cada operador, tecnología y banda de operación, los cuales son intersectados con los polígonos de geotipos definidos. Se calcula el porcentaje de área cubierta según geotipo de cada operador y tecnología, y luego son promediados. Se precisa que, si bien los valores individuales por operador son diferentes, los promedios obtenidos resultan en valores similares entre las diferentes tecnologías. Cabe mencionar que los valores propuestos por ENTEL fueron desestimados por no considerar a todos los operadores. El resultado se muestra a continuación.

Tabla N° 10: Cobertura geográfica según tecnología y geotipo

Geotipo	2G	3G	4G
Muy denso	62,2%	61,8%	61,2%
Denso	32,0%	32,5%	32,6%
Poco denso	13,4%	12,2%	14,2%
Otro	2,3%	1,2%	1,9%

Fuente: Empresas operadoras, otros.

Proporción de emplazamientos propios

Estos parámetros modelan la propiedad (propia o de terceros) de los sitios destinados a contener las estaciones base según cada geotipo. Se ha utilizado el promedio de la información reportada por cada operador en el Requerimiento de Información para determinar los valores, según cada caso.

Tabla N° 8: Proporción de emplazamientos propios

Geotipo	Porcentaje
Muy denso	40,9%
Denso	35,4%
Poco denso	17,1%
Otro	22,6%
Microceldas	99,1%

Fuente: Empresas operadoras – Requerimiento de información

7.4.3. Parámetros relativos al tráfico

Migración (proporción) del tráfico de voz y de datos entre tecnologías

Estos parámetros buscan conocer cómo el tráfico total de voz y datos se distribuye entre las diversas tecnologías de acceso. Se ha considerado la información reportada en la NRIP, usando el promedio de los operadores, según cada caso. Cabe mencionar que los valores propuestos por ENTEL fueron desestimados por no poder representar a todas las



empresas. De manera similar, los valores proporcionados por los operadores en el Requerimiento de Información fueron descartados porque los totales de tráfico reportados diferían con respecto a aquellos reportados en la NRIP.

Tabla N° 9: Distribución de tráfico de voz y datos por tecnología de acceso

Tecnología	Voz - Distribución de tráfico por tecnología de acceso	Datos - Distribución de tráfico por tecnología de acceso
2G	26,8%	2,49%
3G	73,2%	22,3%
4G	0,03%	75,2%

Fuente: Empresas operadoras – Requerimiento de Información.

Distribución de tráfico de voz y de datos por tecnología y geotipo

Estos parámetros buscan conocer como el tráfico de voz y de datos, para una tecnología específica, se distribuye entre los diferentes geotipos. Para determinar estos parámetros se utilizó la cantidad de sectores reportados por operador y tecnología, realizando una equivalencia a un canal de voz, usando el promedio obtenido de los operadores, según cada caso. Cabe mencionar que los valores propuestos por ENTEL fueron desestimados por no considerar a todos los operadores.

Para servicios de voz, se considera que para 2G un TRX equivale a 8 canales, para 3G un CE(Channel Element) equivale a 1 canal, y para 4G un RB equivale a 10 canales¹⁹. De manera similar, para servicios de datos, se considera que para 2G un TRX equivale a 0,128 canales²⁰, para 3G un CE(Channel Element) equivale a 0,016 canales²¹, y para 4G un RB equivale a 1,48 canales²².

De esta forma, los parámetros obtenidos se muestran a continuación.

¹⁹ Como referencia ver <https://www.techplayon.com/2286-2/>. Para un CQI medio de 7, para diferentes anchos de banda de portadora se obtiene una relación de 10 usuarios VoLTE por RB.

²⁰ Se considera un canal de voz de 64kbps.

²¹ Se considera un canal de voz de 16kbps.

²² Como referencia ver <https://www.techplayon.com/lte-fdd-system-capacity-and-throughput-calculation/>. El ratio promedio de descarga en Mbps por RB, para un escenario de MIMO 2x2, resulta en 1.48.



Tabla N° 10: Distribución de tráfico de voz y datos por tecnología de acceso y geotipo

Tecnología	Geotipo	Voz - Distribución de tráfico por tecnología de acceso	Datos - Distribución de tráfico por tecnología de acceso
2G	Muy denso	50,7%	50,7%
	Denso	26,3%	26,3%
	Poco denso	15,2%	15,2%
	Otro	0,9%	0,9%
	Microceldas	7%	7%
3G	Muy denso	52,4%	52,4%
	Denso	27,7%	27,7%
	Poco denso	13,9%	13,9%
	Otro	0,6%	0,6%
	Microceldas	5,3%	5,3%
4G	Muy denso	55%	55%
	Denso	27,0%	27,0%
	Poco denso	13,6%	13,6%
	Otro	0,6%	0,6%
	Microceldas	3,8%	3,8%

Fuente: Empresas operadoras – Requerimiento de Información.

Reparto de tráfico de datos entre el downlink y el uplink

Estos parámetros se utilizan para modelar como el tráfico de datos de cada tecnología de acceso se reparte entre el downlink y el uplink.

Se utilizó la información reportada en el Requerimiento de Información para determinar los valores de estos parámetros en base a un promedio de los valores obtenidos por cada operador. Cabe mencionar que los valores propuestos por ENTEL fueron desestimados al no considerar a todos los operadores. Los valores obtenidos se muestran a continuación:

Tabla N° 11: Reparto de tráfico de datos entre downlink y uplink

Parámetro	Valor
GPRS data Mbytes	77,5%
R99 data Mbytes	49,4%
LTE data Mbytes	91,4%

Fuente: Empresas operadoras – Requerimiento de Información.

Porcentaje de tráfico de datos que es R99 y HSDPA

Estos parámetros se utilizan para modelar cómo el tráfico de datos de la tecnología 3G, en el download, se distribuye entre los diferentes canales según sea el caso: R99²³ (canales básicos) y HSDPA²⁴ (canales de alta velocidad).

²³ R99, acrónimo de *Release de 1999*, canales básicos que aparecieron con la versión de GSM del año 99, y proporcionan capacidad de servicios de voz y de datos.

²⁴ HSDPA, acrónimo de *High Speed Downlink Packet Access*, canales adicionales que aparecieron en versiones posteriores al R99 y que proporcionan canales exclusivos para servicios de datos en alta velocidad.



Se utilizó la información reportada en el Requerimiento de Información para determinar los valores de estos parámetros en base a un promedio de los valores obtenidos por cada operador. Cabe mencionar que los valores propuestos por ENTEL fueron desestimados al no considerar a todos los operadores. Los valores obtenidos se muestran a continuación.

Tabla N° 125: Porcentaje de tráfico de datos que es R99 y HSDPA

Parámetro	Valor
Porcentaje del tráfico de datos en la red 3G que es R99	0,31%
Porcentaje del tráfico HSPA en el downlink (i.e. HSDPA)	68,30%

Fuente: Empresas operadoras – Requerimiento de Información.

Proporción del tráfico diario durante la hora cargada de voz y de datos

Se utilizó la información proporcionada en el Requerimiento de Información, considerando los promedios reportados por los operadores. Cabe mencionar que los valores propuestos por ENTEL fueron desestimados por no considerar a todos los operadores. Los valores obtenidos se muestran a continuación.

Tabla N° 13: Proporción del tráfico diario durante la hora cargada de voz y datos

Escenario	Servicio de Voz	Servicio de Datos
Voz	7,5%	5,0% (se mantiene)
Datos	6,0% (se mantiene)	6,2%

Fuente: Empresas operadoras - Requerimiento de Información.

Diferencia entre velocidad máxima (pico) y velocidad promedio (media)

Este parámetro modela la relación que existe entre la velocidad máxima (pico) y la promedio (media) en una celda.

Se utilizó la información proporcionada en el Requerimiento de Información, considerando los promedios reportados por los operadores. Cabe mencionar que los valores propuestos por ENTEL fueron desestimados por no considerar a todos los operadores. Los valores obtenidos se muestran a continuación:

Tabla N° 147: Relación entre velocidad pico y velocidad media

Parámetro	Valor
3G – HSDPA - Diferencia entre tasa pico y tasa media obtenida	52%
4G – LTE - Diferencia entre tasa pico y tasa media obtenida	43%

Fuente: Empresas operadoras - Requerimiento de Información.

Duración de las llamadas

Se utilizó la información reportada en la NRIP, donde los operadores dan a conocer la duración promedio de las llamadas locales residenciales y comerciales, así como las de larga distancia internacional, hacia escenarios on-net, off-net y fijo, con rangos que van entre 1 y 10 minutos. La duración obtenida se muestra a continuación:



Tabla N° 15: Duración de llamadas según escenario de comunicación

Escenario	Duración (minutos)
Tráfico de voz on-net	1,97
Tráfico de voz saliente a fijo	2,45
Tráfico de voz saliente a móvil	2,09
Tráfico de voz saliente a internacional	3,67
Tráfico de voz entrante desde fijo	2,45
Tráfico de voz entrante desde móvil	2,09
Tráfico de voz entrante desde internacional	3,67

Fuente: Empresas operadoras (NRIP)

7.4.4. Parámetros relativos a la red de transmisión

Distribución de tecnologías de acceso de última milla (LMA) según tipo de enlace

Estos parámetros modelan como se conectan los sitios (emplazamientos) hacia los elementos de la red core: mediante enlaces alquilados o mediante enlaces propios de microondas o de fibra. Para la estimación de estos parámetros se utilizó la información de infraestructura de red de fibra, microondas y satélite requerida a los operadores, utilizando el promedio de porcentajes de enlaces clasificados para cada operador. Los valores obtenidos se muestran a continuación.

Tabla N° 169: Tecnologías de acceso de última milla (LMA)

Tecnología de acceso de última milla (LMA)	Porcentaje de uso
Líneas alquiladas	0,6%
Microondas	45,7%
Fibra	53,7%

Fuente: Empresas operadoras (información de infraestructura).

Datos de entrada de Acceso a Última Milla (LMA) y Hub a Core

Estos parámetros modelan como se conectan los sitios (emplazamientos donde se instalan las estaciones base según su tecnología y geotipo) hacia los hubs (nodos de agregación). El MODELO 2018 establece valores de cero (0) para el geotipo Microceldas, sin afectar el resultado. No obstante, se considera adecuado aceptar la propuesta de ENTEL de utilizar los valores establecidos para los otros geotipos. De esta forma los valores a utilizar se muestran a continuación.

Tabla N° 20: Datos de entrada de Acceso a Última Milla (LMA) y Hub a Core, para Geotipo "Microceldas"

Parámetro	Valor
Proporción de emplazamientos conectados vía hubs	80%
Número de emplazamientos radio por hub	5
Proporción de emplazamientos cubiertos con hubs	10%



Número de hubs por cada enlace de transmisión hub-core (p.ej. 1 para punto-punto o más de 1 para anillos)

1

Fuente: MODELO 2018 y ENTEL.

7.4.5. Parámetros relativos a la red de núcleo (red core)

Ubicación de los BSCs, RNCs y MGWs

Estos parámetros identifican los departamentos donde se ubican los nodos BSC, RNC y MGW, y donde se dirige el tráfico asociado para su atención. Se han determinado las ubicaciones mostradas a continuación.

Tabla N° 217: Ubicación de BSCs, RNCs y MGWs

Departamento a ser atendido	BSC	RNC	MGW
Abancay	Lima	Lima	Lima
Arequipa	Arequipa	Arequipa	Arequipa
Ayacucho	Lima	Lima	Lima
Cajamarca	Trujillo	Trujillo	Trujillo
Callao	Lima	Lima	Lima
Cerro de Pasco	Lima	Lima	Lima
Chachapoyas	Trujillo	Trujillo	Trujillo
Chiclayo	Trujillo	Trujillo	Trujillo
Cusco	Arequipa	Arequipa	Arequipa
Huancavelica	Lima	Lima	Lima
Huancayo	Lima	Lima	Lima
Huaraz	Lima	Lima	Lima
Ica	Lima	Lima	Lima
Iquitos	Iquitos	Iquitos	Iquitos
Lima	Lima	Lima	Lima
Moquegua	Arequipa	Arequipa	Arequipa
Piura	Trujillo	Trujillo	Trujillo
Pucallpa	Lima	Lima	Lima
Puerto Maldonado	Arequipa	Arequipa	Arequipa
Puno	Arequipa	Arequipa	Arequipa
Tacna	Arequipa	Arequipa	Arequipa
Tarapoto	Trujillo	Trujillo	Trujillo
Tingo Maria	Lima	Lima	Lima
Trujillo	Trujillo	Trujillo	Trujillo
Tumbes	Trujillo	Trujillo	Trujillo

Proporción de tráfico de voz entre enlaces MSC-MSC

Estos parámetros modelan el intercambio de tráfico que existe entre las diferentes centrales de voz (MSC), según los tipos de tráfico (on-net, saliente o entrante) y las redes asociadas (fijo, móvil, larga distancia internacional).

Se utilizó la información proporcionada en el Requerimiento de Información, considerando los promedios reportados por los operadores. Cabe mencionar que los valores propuestos por ENTEL fueron desestimados por no considerar a los demás operadores. Los valores obtenidos se muestran a continuación.



Tabla N° 18: Proporción del tráfico transmitida entre enlaces MSC-MSC

Parámetro	Valor
2G - Tráfico de voz on-net	15,7%
2G - Tráfico de voz saliente a fijo	1,2%
2G - Tráfico de voz saliente a móvil	17,2%
2G - Tráfico de voz saliente a internacional	0,1%
2G - Tráfico de voz entrante desde fijo	0,3%
2G - Tráfico de voz entrante desde móvil	17,0%
2G - Tráfico de voz entrante desde internacional	0,0%
3G - Tráfico de voz on-net	25,9%
3G - Tráfico de voz saliente a fijo	2,1%
3G - Tráfico de voz saliente a móvil	29,4%
3G - Tráfico de voz saliente a internacional	0,2%
3G - Tráfico de voz entrante desde fijo	0,6%
3G - Tráfico de voz entrante desde móvil	29,5%
3G - Tráfico de voz entrante desde internacional	0,2%
4G - Tráfico de voz on-net	18,2%
4G - Tráfico de voz saliente a fijo	1,5%
4G - Tráfico de voz saliente a móvil	20,2%
4G - Tráfico de voz saliente a internacional	0,1%
4G - Tráfico de voz entrante desde fijo	0,4%
4G - Tráfico de voz entrante desde móvil	20,1%
4G - Tráfico de voz entrante desde internacional	0,1%

Fuente: Empresas operadoras – Requerimiento de Información.

Proporción de tráfico de datos entre enlaces SGSN-GGSN

De manera similar al caso anterior, estos parámetros modelan el intercambio de tráfico que existe entre las diferentes centrales de datos (SGSN y GGSN).

Se utilizó la información proporcionada en el Requerimiento de Información, considerando los promedios reportados por los operadores. El valor obtenido es de 8,0%.

7.4.6. Tratamiento de voz sobre redes 4G (VoLTE)

Tal como se ha señalado anteriormente, se utiliza como base el MODELO 2018 elaborado por el Osiptel. Dicho modelo ya incluye el soporte para voz sobre redes 4G, usando tecnologías VoLTE. Cabe recordar que el servicio de voz es prestado en forma diferente en las redes 2G/3G y 4G; en las dos primeras, existen canales específicos para las comunicaciones de voz, sin embargo, en 4G solo existen canales para datos. En tal sentido, las redes 4G requieren de equipamiento adicional para soportar servicios de voz, siendo estandarizado el empleo de redes IMS²⁵.

De esta forma, el modelo distribuye el tráfico de voz entre las diferentes tecnologías de acceso (2G, 3G y 4G), y luego entre los diferentes geotipos (muy denso, denso, poco denso, otros y microceldas). El tráfico de voz asignado a redes 4G es atendido por elementos propios de redes IMS como son el servidor de telefonía (Telephony Application Server - TAS), los controladores de sesión (Session Border Controller - SBC) o los mediagateways (Mediagateway Controller Function - MGCF).

²⁵ IMS, acrónimo de “IP Multimedia Subsystem”, arquitectura que permite soportar servicios de voz y multimedia (video) sobre redes de datos IP.



Una vez dimensionados y costeados los elementos de VoIP, reciben el mismo tratamiento de asignación de costos a los diferentes servicios utilizando *drivers* de asignación (routing factors). En particular, para cada tecnología de acceso (interfaz de aire), los servicios (voz, datos y mensajes) son convertidos a una misma unidad de uso (establecida en minutos equivalentes), según la forma como son transportados. En el caso de las redes que disponen de canales de voz específicos (2G y Release99 de 3G), se utiliza la velocidad del canal de voz asociado; y, para las redes que solo disponen de canales de datos, se utiliza un canal de voz equivalente (*Channel Element* - CE), correspondiente a un estimado de la velocidad total de toda una portadora (HSDPA de 3G y LTE de 4G) que se asigna a una comunicación de voz, según cada tamaño de portadora (implementado en fila "*Tasa de canal de datos* (Mbits/s)" en la hoja "*RouteingFactors*").

Luego de revisar la información disponible, no se ha encontrado algún funcionamiento o característica diferente que requiera alguna modificación, por lo que se ha determinado que este mecanismo se mantiene con respecto al MODELO 2018.

7.5. Evaluación de elementos de red, capacidades y precios

7.5.1. Generalidades

En general, el modelo utiliza una red que se dimensiona según la demanda de entrada. Para tal efecto, dispone de un conjunto de elementos de red (equipos, nodos, enlaces, etc.) que se seleccionan según la demanda de entrada y la capacidad correspondiente.

Se ha realizado una revisión general de dichos elementos de red, encontrándose casos donde no resulta necesario realizar modificaciones, y otros donde es adecuado modificar las capacidades y/o precios asociados, así como otros donde se requiere adicionar elementos de mayor capacidad.

Cabe mencionar que en algunos casos se ha realizado un tratamiento adicional a los precios utilizados como insumo. Por ejemplo, en un primer caso se ha adicionado un equipo de mayor capacidad en base a precios de equipos ya existentes en el modelo, por lo que se ha utilizado una regresión exponencial de capacidad y precio, propuesta por ENTEL, para estimar el valor del precio asociado. En un segundo caso, se dispone de información de precios en años diferentes al año base (2016) por lo que se ha utilizado la información del modelo sobre tendencia de costos y categoría de costos para determinar el valor del precio asociado. Más aún, en un tercer caso, se dispone del precio en una moneda diferente a la utilizada en el MODELO 2018 (dólar norteamericano), por lo que se ha realizado la conversión de tipo de cambio correspondiente, según su fecha de adquisición. En un cuarto caso se dispone de información de precios presentada en el Requerimiento de Información y en el modelo de costos de ENTEL, siendo priorizada la información de precios de varios operadores (es decir, Requerimiento de Información). Finalmente se tiene el caso de precios y capacidades proporcionadas en el modelo de costos de ENTEL, siendo evaluada la pertinencia de sus valores para decidir si los valores son aceptados o rechazados. Para todos los demás casos se mantienen los precios y capacidades del MODELO 2018, con las consideraciones señaladas en el numeral 7.6.5. Puede notarse que esta revisión es aplicada a un gran número de elementos, por lo que, en los acápites subsiguientes se muestra un resumen.



7.5.2. Elementos de la red móvil

Capacidad de celdas 3G y 4G

El modelo mantiene el empleo del enfoque *scorched earth*, desplegando sitios de cobertura con una capacidad inicial previamente establecida, a los cuales se les añaden sitios adicionales según la capacidad instalada resulte insuficiente.

Utilizando la información de sectores reportada por los operadores en la NRIP y el Requerimiento de Información, se ha podido observar que se mantiene el empleo de configuraciones de baja y alta capacidad, siendo determinado que, la mayoría de capacidades utilizadas mantienen sus valores respecto del MODELO 2018.

En tal sentido, se mantienen sus valores (para 3G: 21,1 Mbps/portadora; y para 4G: 32,4 Mbps/portadora)

Precios de componentes de estaciones base

El modelo utiliza estaciones base Single RAN para desplegar las tecnologías 2G, 3G y 4G, estaciones que están conformadas por diversos componentes. Así, se consideran estaciones base Single RAN de tipo macro y micro, sobre las cuales se adicionan los elementos necesarios según la tecnología de acceso. En particular, para 2G se utilizan costos asociados a TRX; para 3G se utiliza una portadora (R99) y kit de canales base, sobre la cual se adicionan licencias según el incremento en capacidad de la portadora base²⁶; y para 4G se utiliza un tratamiento similar al 3G, es decir, una portadora base y licencias según se incrementa la capacidad de la portadora base²⁷. Asimismo, como parte de la tecnología Single RAN, se adicionan tarjetas de banda base 3G y 4G según sea necesario.

Se han actualizado los precios de estos elementos según la propuesta de ENTEL y ajustándolos según el año de adquisición. Cabe mencionar que se han descartado los precios propuestos por ENTEL para los incrementos de capacidad en las portadoras 3G y 4G, porque se sustentaban en una configuración particular de estación base y no correspondían a incrementos en capacidad propiamente dicha.

Los precios resultantes son: “Estación base Single RAN - macro”: USD 14 562,23, “Estación base Single RAN - micro”: USD 3 445,66, “TRX”: USD 53,44, “Portadora 3G”: USD 448,02, “Portadora LTE”: USD 1 320,01, “BBU tarjeta 3G en estación base Single RAN”: USD 303,87, “BBU tarjeta 4G en estación base Single RAN”: USD 334,01.

Capacidad y precio de BSC y RNC

Se considera adecuado utilizar el equipo BSC de mayor capacidad propuesto por ENTEL para atender el volumen de demanda actual. De esta forma el rango de capacidades para el BSC resulta en 2 100, 4 200 y 8 640 TRXs, siendo seleccionada la capacidad de BSC de 8

²⁶ Para 3G se consideran saltos incrementales desde 1.8, 3.6, etc. hasta 21.1 Mbps en descarga, y saltos incrementales desde 0.73, 1.46, etc. hasta 5.76 Mbps en subida.

²⁷ Para 4G se consideran saltos incrementales desde 10,8; 16,2; hasta 86,4 Mbps.



640 TRX. Asimismo, se deflacta el precio propuesto del equipo del año 2020 al año 2016²⁸, resultando en USD 538 501,33.

De manera similar, se utiliza el equipo RNC de mayor capacidad propuesto por ENTEL, utilizando el rango de capacidades respectivo en 1 600, 2 600 y 15 050 Mbit/s, siendo seleccionada la capacidad de 15 050 Mbit/s. Asimismo, se deflacta el precio propuesto del equipo del año 2020 al año 2016, resultando en USD 2 467 586,60.

Precio de MSS, HLR, LTE MME, I-SBC

Se deflactan los precios propuesto por ENTEL del año 2020 al año 2016, resultando en MSS: USD 447 022,24, HLR: USD 949 097,77, LTE MME: USD 1 818 842,62, I-SBC: USD 301 590,46.

Capacidad de MGCF²⁹

Este elemento es utilizado para convertir las llamadas de voz en datos para la tecnología de acceso 4G (VoLTE) y forma parte de la red IMS. Luego de analizar la información recibida se ha determinado que la capacidad de dicho elemento se mantiene. Cabe mencionar que ENTEL propuso su incremento como un factor de ajuste para igualar el costo a su propio valor de referencia.

Capacidad y precio de MGW³⁰

Este elemento cumple una función similar que el MGCF, pero en las centrales de voz móviles. El modelo considera que los Media Gateways están compuestos por dos (2) elementos, el núcleo (MGW) y sus puertos ("MSC/MGW STM1 ports for voice traffic"). Se actualizan los precios y capacidades propuestos por ENTEL del año 2020 al año 2016, resultando en MGW: 60 000 Erl y USD 326 471,57, "MSC/MGW STM1 ports for voice traffic": USD 2 688,24. Cabe mencionar que el análisis de la capacidad y precio de este último se realiza excluyendo del precio del MGW propuesto, el costo de puertos IP (interfaces), y utilizando el precio de las interfaces TDM E1 incluidas en el sustento de ENTEL.

Capacidad y precios de SGSN y GGSN

Se actualiza el precio y capacidad según el Requerimiento de Información, utilizando el promedio de los elementos reportados y ajustando su precio según el año y moneda de adquisición, resultando en SGSN: 2 000 000 SAU³¹ por USD 291 246,56, GGSN: 2 000 000 PDP³² por USD 299 740,16.

Capacidad y precio de SGW³³

El modelo considera que el SGW se compone de dos (2) elementos: el equipo propiamente dicho ("LTE SGW") y el software asociado ("SGW Software"). Se actualizan el precio y

²⁸ Dicho ejercicio se realiza a efectos de que la información de precios ingresada al modelo pertenezca a un único año base, año 2016, para luego ser actualizada al año de interés, 2020.

²⁹ MGCF: acrónimo de Media Gateway Control Function.

³⁰ MGW: acrónimo de Media Gateway.

³¹ SAU: acrónimo de Simultaneously Attached Users.

³² PDP: acrónimo de Packet Data Protocol, configura una estructura o contexto para establecer una conexión de datos entre el terminal móvil y el GGSN.

³³ SGW: acrónimo de Serving Gateway.



capacidad según el Requerimiento de Información, utilizando el promedio de los elementos reportados y ajustando su precio según el año y moneda de adquisición, resultando en: LTE SGW: 23 600 Mbit/s y USD 645 373,82.

7.5.3. Sitios

Precio de sitios propios para estaciones macro y micro

Se actualizaron los precios de sitios propios para estaciones, utilizando la información proporcionada en el Requerimiento de Información, según el promedio de sitios reportados y ajustando su precio según el año y moneda de adquisición. Cabe mencionar que se ha priorizado la información señalada con respecto a la propuesta por ENTEL por cuanto representa a varios operadores. De esta forma los precios resultan en: “Sitios propios – macro”: Inversión de USD 27 971,52 y OPEX de USD 9 168,35; y “Sitios propios – micro”: Inversión de USD 27 971,52 y OPEX de USD 2 371,31.

Precio de sitios alquilados (terceros) para estaciones macro y micro

Se actualizaron los precios de sitios alquilados (terceros) para estaciones, utilizando la información proporcionada en el Requerimiento de Información, según el promedio de sitios reportados y ajustando su precio según el año y moneda de adquisición. Cabe mencionar que se ha priorizado la información señalada respecto de la propuesta por ENTEL por cuanto representa a varios operadores. Asimismo, no se ha considerado adecuada la propuesta de ENTEL de eliminar la inversión en estos elementos dado que se requieren hacer adecuaciones en los sitios para poder realizar las instalaciones respectivas. De esta forma, los precios resultan en: “Sitios de terceros – macro”: OPEX de USD 16 149,70.

Precio de sitios para BSCs y RNCs

Se actualizaron los precios de sitios para controladores según la propuesta de ENTEL, y ajustando los precios según el año de adquisición. Cabe mencionar que se ha descartado el precio propuesto por ENTEL para el OPEX de estos sitios al obtenerse un porcentaje con respecto a la inversión muy por encima del valor vigente. Los precios resultantes son: “Sitios BSC remotos”: Inversión de USD 105 716,03, y “Sitios RNC remotos”: Inversión de USD 105 716,03.

7.5.4. Enlaces

Consideraciones

El modelo dispone de diferentes opciones de enlaces para conectar los sitios (estaciones), hubs, y elementos del core. Sin embargo, no todos estos enlaces se utilizan en forma simultánea (por ejemplo, si se varía el parámetro de porcentaje de líneas alquiladas, es posible que todos los enlaces considerados sean alquilados o propios). No obstante, se ha procurado revisar todos los diversos enlaces disponibles para disponer de la mejor calidad de información actualizada.



Capacidad y precio de los enlaces de última milla de acceso (LMA)

El modelo dispone de enlaces de última milla (LMA) según su propiedad (alquilados o microondas), tecnología (TDM³⁴ o Ethernet) y velocidad (según cada tecnología).

Se ha determinado la necesidad de adicionar la velocidad de 300 Mbps para líneas alquiladas y propias (microondas). Para las líneas alquiladas Ethernet se aplica la estimación exponencial propuesta por ENTEL en casos similares, en tanto que se acepta el valor propuesto por ENTEL para el OPEX, y se descarta su propuesta de no considerar valor para la inversión, siendo utilizado el mismo valor que el enlace de la velocidad anterior (100 Mbps). De esta forma, los precios considerados son: “LMA: líneas alquiladas Ethernet: 300”: Inversión de USD 5 036,22 y OPEX de USD 4 378,27. Por su parte, para las líneas propias (microondas) Ethernet se acepta la estimación del precio de ENTEL, basada en regresión exponencial para la inversión, y se descarta su propuesta de incrementar el porcentaje de OPEX/Inversión al no encontrarse el sustento asociado. De esta forma los precios considerados para “LMA: enlace microondas Ethernet: 300” son: Inversión de USD 22 201,65 y OPEX del 10%.

Se ha actualizado el precio de enlaces alquilados Ethernet de 10 y 30 Mbps según información proporcionada en el Requerimiento de Información. Cabe mencionar que se descarta la propuesta de ENTEL sobre el OPEX y la inversión. El primer aspecto porque el sustento del costo muestra que corresponde a enlaces de mayor velocidad, y sobre el segundo aspecto porque el Osiptel sí considera que los enlaces alquilados requieren cierto nivel de inversión inicial. Los precios considerados son: “LMA: líneas alquiladas Ethernet: 10”: OPEX de USD 180, y “LMA: líneas alquiladas Ethernet: 30”: OPEX de USD 690.

Se actualiza el precio de enlaces alquilados Ethernet de 100 Mbps según información proporcionada en el Requerimiento de Información. Asimismo, la propuesta de ENTEL se descarta porque el OPEX presenta costos superiores a aquellos encontrados en el referido requerimiento y porque para el Osiptel los enlaces alquilados requieren cierto nivel de inversión inicial. Los precios considerados para “LMA: líneas alquiladas Ethernet: 100” son: OPEX de USD 2 415.

Capacidad y precio de enlaces desde los HUBs hacia el core

Se actualiza el precio de los enlaces alquilados de 10, 100 y 1 000 Mbps según el Requerimiento de Información. Cabe mencionar que se descarta la propuesta de ENTEL por las mismas consideraciones que las presentadas en el caso de los enlaces alquilados Ethernet de 100 Mbps en el acápite anterior. Asimismo, se descarta la propuesta de ENTEL de incrementar el precio del enlace “Hub to Core puntos de acceso a anillos: 155,52” porque implica un aumento en un factor de casi cincuenta (50) veces el precio vigente. Los precios considerados son: “Hub to core: línea alquilada Ethernet: 10”: OPEX de USD 180, “Hub to core: línea alquilada Ethernet: 100”: OPEX de USD 2 415 y “Hub to core: línea alquilada Ethernet: 1 024”: OPEX de USD 13 000.

³⁴ TDM, acrónimo de *Time Division Multiplexing*. En este contexto refiere al transporte tradicional de señales de voz con circuitos E1 y sus múltiplos.

Se ha adicionado el enlace de mayor capacidad (4 096 Mbps) en el *backhaul* que utiliza líneas alquiladas, para asegurar futuros incrementos de capacidad. Para la inversión se aplica la estimación exponencial propuesta por ENTEL en casos similares, en tanto que para el OPEX se considera una estimación similar, pero realizada sobre los precios propuestos por ENTEL para líneas alquiladas desde el hub hacia el core (10, 100 y 1 000 Mbps) y se mantiene el porcentaje del ratio OPEX/Inversión para elementos similares. El precio considerado para “Hub to Core: línea alquilada Ethernet: 4 096” es: Inversión de USD 5 524,47 y OPEX de USD 28 516,59.

Se ha incluido el enlace de mayor capacidad (40 000 Mbps) en el *backhaul* que utiliza fibra oscura, para asegurar futuros incrementos de capacidad. Para la inversión se aplica la estimación exponencial propuesta por ENTEL en casos similares, y se mantiene el porcentaje del ratio OPEX/Inversión en elementos similares. El precio considerado para “Hub to Core punto de acceso a anillos: 40 000” es: Inversión de USD 13 597,94 y OPEX de 22%.

Capacidad y precio de los enlaces entre elementos del core

El modelo considera una red de núcleo distribuida cuyos elementos se conectan entre sí en una topología determinada (tres anillos: norte, sur, este; y en árbol), mediante enlaces de fibra óptica. Se ha actualizado el precio de este enlace según la propuesta de ENTEL, ajustando el precio según el año de adquisición. El valor resultante para “Fibra en la red core (km)” es USD 7 154,65.

Se ha adicionado un enlace alquilado de mayor capacidad (10 000 Mbps) que conecta los controladores 2G hacia el core, así como los puertos BSC en el core, para asegurar futuros incrementos de capacidad. Para la inversión (enlace y puerto) y OPEX (enlace) se aplica la estimación exponencial propuesta por ENTEL en casos similares (el OPEX del enlace considera los precios actualizados de los elementos de referencia), en tanto que para el OPEX del puerto se mantiene el ratio OPEX/Inversión aplicado en elementos similares. El precio considerado es: “BSC a Core líneas alquiladas: Voz: 10 000”: Inversión de USD 6 564,76 y OPEX de USD 91 360,19, y “Puertos BSC a Core: Voz: 10 000”: Inversión de USD 12 550,18 y OPEX de 37%. Cabe mencionar que estos precios se aplican tanto para enlaces de voz, como enlaces de datos.

Asimismo, se han agregado dos (2) enlaces alquilados de mayor capacidad (10 000 Mbps y 40 000 Mbps) que conectan los controladores 3G hacia el core, así como los respectivos puertos RNC en el core, para asegurar capacidad suficiente. Para la inversión (enlace) se ha mantenido el valor para elementos similares, para la inversión (puerto) y OPEX (enlace) se aplica la estimación exponencial propuesta por ENTEL en casos similares (el OPEX del enlace considera los precios actualizados de los elementos de referencia), en tanto que para el OPEX del puerto se mantiene el porcentaje OPEX/Inversión aplicado en elementos similares. Los precios considerados son: “RNC a Core líneas alquiladas: Voz: 10 000”: Inversión de USD 4 000 y OPEX de USD 71 966,56, “Puertos RNC a Core: Voz: 10 000”: Inversión de USD 1 255,18 y OPEX de 37%; “RNC a Core líneas alquiladas: Voz: 40 000”: Inversión de USD 4 000 y OPEX de USD 200 138,48, y “Puertos RNC a Core: Voz: 40 000”: Inversión de USD 3 343,35 y OPEX de 37%. Cabe mencionar que estos precios se aplican tanto para enlaces de voz, como enlaces de datos.



Se ha actualizado el precio del enlace de 2 488 Mbps del controlador 3G hacia el core, según información de OPEX proporcionada en el Requerimiento de Información. El precio del OPEX considerado para el “RNC a Core líneas alquiladas: Voz: 2 488” es de USD 26 000.

Más aún, se han incluido dos (2) equipos de mayor capacidad (ADMs de 80 000 y 160 000 Mbps) que conectan a enlaces en anillo en el core, para asegurar futuros incrementos de capacidad. Para la inversión se aplica la estimación exponencial propuesta por ENTEL, en tanto que para el OPEX se mantiene el porcentaje de OPEX/Inversión aplicado en elementos similares. Los precios considerados son: “Anillo core, puntos de acceso (ADM/multiplexadores): 80 000”: Inversión de USD 74 446,29 y OPEX de 22%, y “Anillo core, puntos de acceso (ADM/multiplexadores): 160 000”: Inversión de USD 102 297,58 y OPEX de 22%.

Finalmente, también se ha añadido un enlace alquilado de mayor capacidad (40 000 Mbps) que conecta elementos del core en anillos Ethernet, para asegurar futuros incrementos de capacidad. Para la inversión (enlace) se ha mantenido el valor para elementos similares, en tanto que para el OPEX se aplica la estimación exponencial propuesta por ENTEL en casos similares. El precio considerado es: “Core a core: líneas alquiladas, Ethernet: 40 000”: Inversión de USD 4 000 y OPEX de USD 858 833,50.

7.6. Evaluación de parámetros económicos

7.6.1. WACC

Dado que la fecha de corte corresponde al año 2020, se ha utilizado el promedio simple de los valores del WACC estimados, en dólares antes de impuestos, para las cuatro (4) empresas operadoras correspondientes al año 2020 (el Anexo 2 presenta el detalle del cálculo realizado).

Tabla N° 23. WACC en dólares (antes de impuestos)

Empresa operadora	Tasa (en porcentaje)
TELEFÓNICA	8,52
AMÉRICA MÓVIL	7,85
ENTEL	9,12
VIETTEL	8,49
PROMEDIO	8,50

Fuente: DPRC-Osiptel

7.6.2. Inflación

En el modelo se considera la tasa de inflación promedio del período 2017-2020, calculada a partir del “*Producer Price Index by Commodity: Machinery and Equipment: Communications and Related Equipment and Miscellaneous Electronic Systems and Equipment*”. La fuente de información para dicho índice es la base de datos económica de la Federal Reserve Bank of



St. Louis³⁵. Entonces, el valor estimado de la inflación a partir de dicho índice de precios fue de 2,36%.

7.6.3. Tipo de cambio

Se considera el tipo de cambio nominal promedio (S/ por USD) del año 2020, cuya información se obtuvo de las series estadísticas anuales del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP).

7.6.4. Contribución a costos comunes – Overhead

Sobre la determinación del *overhead*, con excepción de TELEFÓNICA, el resto de empresas operadoras no remitieron información de sus costos comunes. En ese sentido, la evaluación ha sido realizada sobre la base de la información con la que dispone el Osiptel.

Al respecto, de la revisión de los reportes regulatorios “Asignación de Costos, Ingresos y Capital (ACIC)” para el año 2020 de las empresas operadoras disponibles: AMÉRICA MÓVIL, TELEFÓNICA y VIETTEL, se calculó la distribución entre los costos indirectamente atribuibles y aquellos directamente atribuibles para la línea de negocio N° 25 -Interconexión-, a efectos de emplearlos como referencias para la evaluación del *overhead* vigente.

En cuanto a los cálculos, los mismos son variados. En el caso de AMÉRICA MÓVIL, el ratio fue de 0%; para TELEFÓNICA, 4,8%; y para VIETTEL, 14,6%. Por lo tanto, debido a la dispersión entre los montos estimados, y a que el promedio resultante es cercano al 5% empleado en el MODELO 2018, se ha estimado por conveniente mantener el valor en cuestión.

7.6.5. Actualización del año de cálculo de precios y tipos de cambio

Los precios utilizados en el modelo³⁶ tienen como base el año 2015/2016 los cuales, una vez ingresados al mismo, son actualizados a precios del año en que se desea determinar el valor del Cargo Móvil, utilizando las tendencias de costos según las categorías de activos definidas.

En ese sentido, si bien el Cargo Móvil estimado corresponde al periodo 2020, para efectos de actualizar el precio de algún activo existente o de incluir algún otro; se realizan las siguientes acciones: (i) convertir el precio a dólares y (ii) deflactar los precios al año base del modelo (2016).

7.6.6. Valores de los cargos de interconexión móvil y fijo

Se han actualizado los valores de los cargos de interconexión fijo y móvil, a sus valores vigentes. De esta forma, el cargo fijo se actualiza a USD 0,00442 por minuto, y el cargo móvil se actualiza a USD 0,00162 por minuto, correspondiente al valor de la última actualización MAV efectuada³⁷.

³⁵ Mayor detalle en el siguiente enlace: <https://fred.stlouisfed.org/series/WPU1176>.

³⁶ La propuesta para comentarios del Osiptel, así como la propuesta de ENTEL, se basan en el MODELO 2018 del regulador para la revisión del Cargo Móvil.

³⁷ La última revisión del cargo móvil se realizó el 2018, siendo que en tres oportunidades posteriores se ha realizado la actualización de dicho valor mediante la aplicación del MAV.



7.6.7. Tratamiento del Canon

El 24 de enero de 2018, mediante Decreto Supremo N° 003-2018-MTC, se modifica la forma de cálculo del pago por concepto de canon de espectro radioeléctrico para el servicio móvil, pasando de calcularse en función a la cantidad de terminales, a una fórmula compuesta por ocho (8) factores. Estos factores son: el coeficiente por ancho de banda, el número de bandas/canales asignados, los coeficientes de ponderación por banda, zona, participación por servicio, así como un factor de presupuesto objetivo y un coeficiente de expansión de infraestructura y/o mejora tecnológica. De esta forma la forma como ha sido establecido el cálculo del pago por concepto de canon impide su inclusión directa en los modelos de costos que vienen siendo utilizados para el establecimiento del Cargo Móvil.

Por otro lado, los operadores han remitido en el Requerimiento de Información, información acerca de los pagos realizados por concepto de canon de servicios móviles para el año 2020 por lo que se ha decidido reemplazar la implementación de la forma de cálculo anteriormente vigente (basada en la cantidad de terminales) y utilizar el promedio de los pagos reportados por los operadores en Soles, y posteriormente ajustado por el Tipo de Cambio utilizado en el modelo. Este valor es de S/. 62 495 779,70.

7.6.8. Tratamiento de los aportes regulatorios

Estos aportes son calculados a partir del balance entre ingresos y pagos por cargos de interconexión del OHE, y el tráfico asociado, por lo que su estimación puede resultar en un costo o ahorro dependiendo del balance del tráfico. Al respecto, se ha observado que la demanda por interconexión desde las redes de telefonía fija es mayor a la que estas últimas reciben desde las redes de telefonía móvil. En ese sentido, el aporte regulatorio en el presente modelo corresponde a un ahorro para el OHE.

7.7. Otros cambios en el modelo propuesto

De manera adicional, se han identificado algunos cambios necesarios para un mejor funcionamiento del modelo implementado en Microsoft Excel. En general, estos cambios no modifican el resultado del modelo.

7.7.1. Ampliación de la tabla de cálculo de Erlangs para 3G

En el dimensionamiento de diversos elementos de la red 3G se requiere la conversión del tráfico en unidades de intensidad (Erlang) y así determinar la cantidad de ciertos elementos de la red (por ejemplo, la cantidad de Channel Elements R99). Para tal efecto, se utiliza una tabla que facilita el cálculo implementada en “Tabla Erlang para 3G” en la hoja “ErlangTables”, siendo advertidos niveles de demanda importantes que sugieren ampliar dicha tabla.

7.7.2. Actualización de la tabla de velocidades por Channel Element para LTE

Dentro de la conversión de datos en Mbyte a minutos, se utiliza una estandarización de cantidad de recursos necesarios para transportar un canal de voz (Channel Element o CE) según las diferentes tecnologías de acceso, entre las cuales se encuentra 4G (LTE). Se ha actualizado la cantidad de Ces para la velocidad de portadora de 86,4 Mbps a 64 Ces, en la



hoja "RouteingFactors", sección "Conversión de datos (MB) a minutos", tabla "Tasa efectiva de un canal LTE" y columna "Tasa por CE, Mbit/s"

7.7.3. Actualización de nombres, fórmulas matriciales y simplificación de fórmulas para soportar nuevos elementos adicionados

La inclusión de nuevos elementos en el modelo, como son equipos de mayor capacidad o enlaces de mayores velocidades, requiere la actualización de las funcionalidades propias de Microsoft Excel utilizadas en el modelo, en particular el rango de "nombres" y fórmulas matriciales, así como la simplificación de algunas fórmulas matriciales en fórmulas simples.

Ejemplos de estos casos se pueden encontrar en:

- Hoja "AssetsInputs", tabla "Valores por activo", donde se han actualizado nombres ("Assets.list", "Assets.category", "Assets.routeing.factor" y demás similares), actualizado fórmulas matriciales existentes, y simplificado algunas fórmulas matriciales (sección "Datos de entrada de inversión", columna "Precio - año seleccionado")
- Hoja "TotalNetwork", tabla "Costos totales", donde se han actualizado nombres y las fórmulas matriciales existentes (por ejemplo, en las columnas "Nombre del activo" y "Red desplegada")
- Hoja "Annualization", tabla "DEPRECIACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE RED", donde se han actualizado nombres, fórmulas matriciales existentes (por ejemplo, columna "Vida útil del activo" o "Depreciación (nominal)", entre otras) y simplificado fórmulas matriciales existentes (por ejemplo, en las columnas "Costo total anualizado (nominal)" o "Denominador inclinado")
- Hoja "RouteingFactors", tabla "3. TABLA COMPLETA DE FACTORES DE ENRUTAMIENTO", donde se actualizan nombres y formulas matriciales existentes (en cada fila de elementos adicionados)
- Hoja "LRAIC+", tablas "2. Tabla completa de factores de enrutamiento", "3. Cálculo del costo por elemento de red" y "4. Costos LRAIC+", donde se actualizan nombres y fórmulas matriciales existentes (por ejemplo, las columnas "Output de elementos de red", "Costos de red de los activos con factor de enrutamiento "Suscriptores"", "Costos comunes", "Costos totales (incluyendo mark-ups)"). En particular, en la hoja "LRAIC+" se simplifican fórmulas matriciales de la tabla "3. Cálculo del costo por elemento de red" y se adiciona la fila "VOLUMENES" en la tabla "2. Tabla completa de factores de enrutamiento".

7.8. Resultados del Modelo de Costos

Luego de implementar las actualizaciones señaladas en los acápites anteriores al Modelo de Costos, se obtiene el costo unitario asignado al servicio de interconexión de voz móvil, el mismo que se muestra a continuación:



Tabla N° 19: Costo unitario LRAIC+ por interconexión de voz

Costo asignado		USD anualizados
Costo de red		12 175 820
Costo operativo		20 363 039
Costo común		1 608 575
Costo del markup regulatorio		-58 208
Total costo asignado		34 089 225
Demanda de voz (entrante + saliente)		minutos anuales
Demanda		26 491 779 981
Cargo = costo / demanda		USD / minuto
Cargo		0,00129

Fuente: Modelo de Costos de Interconexión Móvil (Resolución N° 021-2018-CD/OSIPTEL)

Elaborado por: DPRC – Osiptel.

Entonces, conforme con la Tabla N° 24, el valor obtenido del Cargo Móvil es de USD 0,00129 por minuto.

Finalmente, cabe mencionar que, si bien el mecanismo MAV ha surtido los efectos esperados durante su aplicación en el periodo 2018-2021, se ha optado por retirar el mismo en la presente revisión. Al respecto, de los valores estimados y aprobados mediante las Resoluciones de Consejo Directivo N° 275-2018-CD/OSIPTEL, N° 160-2019-CD/OSIPTEL y N° 196-2020-CD/OSIPTEL, las actualizaciones han seguido una reducción a tasas de decrecimiento cada vez menores³⁸.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- De acuerdo al marco vigente, el Osiptel ha dado inicio al Procedimiento de Revisión de los Cargos Móviles, estableciendo un plazo de cincuenta (50) días hábiles para la presentación de propuestas, junto con el sustento relacionado.
- De manera paralela al inicio del procedimiento, el Osiptel realizó requerimientos de información a los operadores relacionados con el procedimiento en curso, a fin de contar con información relevante para la evaluación y determinación del nuevo Cargo Móvil.
- Dentro del plazo otorgado, ENTEL y TELEFÓNICA presentaron sus propuestas el 25 de mayo de 2021.

³⁸ Mientras la primera actualización implicó una reducción del cargo en 54%, la segunda resultó en una caída del 36% y la tercera en 16%.



- Conforme al procedimiento, el Osiptel ha evaluado las propuestas presentadas y ha calculado un valor para el cargo móvil de USD 0,00129 por minuto aplicable a todos los operadores móviles con red.
- Asimismo, los cargos de interconexión diferenciados, Cargo Rural y Cargo Urbano, quedan establecidos de acuerdo a la siguiente tabla y se sujetan a las disposiciones establecidas por las Resoluciones de Consejo Directivo N° 005-2010-CD/OSIPTEL, N° 038-2010-CD/OSIPTEL y N° 038-2018-CD/OSIPTEL, o las que las modifiquen o sustituyan.

Tabla N° 20: Cargos Móviles diferenciados

Empresa Operadora de Servicios Públicos Móviles	CARGO RURAL (US\$ por minuto tasado al segundo, sin IGV)	CARGO URBANO (US\$ por minuto tasado al segundo, sin IGV)
América Móvil Perú S.A.C.	0,00009	0,00129
Entel Perú S.A.	0,00009	0,00129
Telefónica del Perú S.A.A.	0,00009	0,00129
Viettel Perú S.A.C.	0,00009	0,00129

Por lo tanto, se recomienda poner en consideración del Consejo Directivo el presente informe a efectos de publicar para comentarios la propuesta de Osiptel que establecerá el valor del Cargo Móvil, dentro del Procedimiento de Revisión de los Cargos Móviles, otorgando un plazo de veinte (20) días hábiles para que los interesados presenten sus comentarios, y convoque a una audiencia pública para el día 03 de febrero de 2022, para que se expongan la posición del Osiptel y de los administrados al público asistente, y de manera complementaria recibir las apreciaciones del público.

Atentamente,



ANEXO N° 1: MODELO DE COSTOS PROPUESTO POR EL OSIPTTEL

Para la redacción de este anexo se toma como referencia el Anexo N° 7: Modelo de Costos propuesto por el Osiptel del Informe N° 186-GPRC/2017, el cual sustentó la propuesta para comentarios de la regulación vigente (modelo elaborado por la consultora Analysys Mason Limited y la documentación asociada al mismo), y que ha sido actualizado según el detalle señalado en el presente informe.

A.1. Estructura del Modelo

En esta sección se resumen algunos aspectos fundamentales del diseño y la estructuración del modelo, en particular:

La estructura lógica del modelo;

La estructura física del modelo;

El diseño geográfico;

Los principales insumos financieros; y

- Las principales fuentes de datos

A.1.1. Estructura lógica

El modelo del OHE basado en los operadores existentes se sustenta en dos (2) conceptos principales:

- **Costo bruto de reposición** (del inglés, *gross replacement cost*, GRC), o el costo de reemplazar la base de activos de la red completa de un operador en el periodo de análisis.
- **Red eficiente con activos modernos equivalentes**, ya que el modelo considera también modificaciones en la red para adoptar activos no históricos que se adapten mejor a las necesidades y requerimientos actuales de la red.

El modelo calcula el costo del servicio de terminación de llamadas en la red de telefonía móvil, en el periodo de estudio (1 de enero al 31 de diciembre de 2020).

Los bloques lógicos del modelo muestran el flujo de cálculo del modelo conforme se ilustra en el siguiente gráfico:



Gráfico N° 1: Estructura lógica del modelo


Fuente: Analysys Mason, 2017

Las funciones de los diferentes bloques se definen a continuación:

- Los *parámetros de diseño de red* consideran qué activos son necesarios para la red y contiene una base de datos con las capacidades de estos activos y sus vidas útiles.
- En la *información geográfica* se divide la superficie de Perú en distintos geotipos (muy denso, denso, poco denso y otros) con patrones de uso de los servicios distintos.
- El *tráfico del operador* contiene los valores reales de tráfico del periodo de estudio para todo el mercado y permite calcular el tráfico llevado por el OHE.
- Se emplean *algoritmos de diseño de red* con los datos de los tres módulos anteriores para construir una red eficiente.
- El *preciario* contiene los datos unitarios de inversión y OPEX para cada elemento activo de la red.
- En el *costeo de red* se utiliza la combinación del volumen de elementos requeridos para la construcción de la red eficiente y los costos unitarios del preciario para calcular el costo total de cada categoría de activos.
- La *anualidad* hace uso del WACC reportado por Osiptel y del método de anualidad seleccionado para calcular el costo anualizado de los activos de red.
- Los *factores de enrutamiento* contienen un conjunto de parámetros que describen la carga de red generada por los servicios modelados en cada elemento de red.

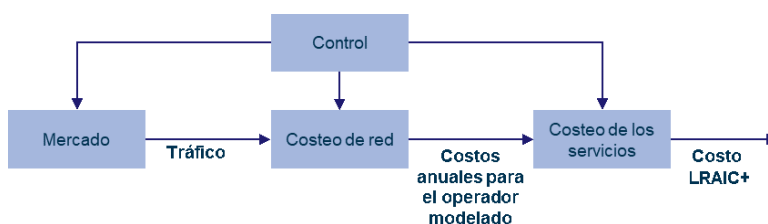


- El *costeo de servicios y mark-up* estima el costo de cada uno de los servicios considerados en el modelo, incluyendo su contribución a los costos comunes.
- El cálculo del costo *LRAIC+* agrega los servicios equivalentes que son prestados por diferentes tecnologías (p.ej. 2G y 3G) para obtener un costo incremental de largo plazo promedio único para el servicio asociado al cargo móvil.

A.1.2. Estructura del archivo en Microsoft Excel

La estructura se divide en cuatro módulos, como se muestra en la figura siguiente, cada uno formado por un conjunto de hojas de cálculo dentro del mismo archivo Microsoft Excel. Estos módulos comparten información entre ellos y reflejan la estructura lógica presentada anteriormente.

Gráfico N° 2: Módulos implementados en el archivo Excel



Fuente: Analysys Mason, 2017

El módulo de *Control* reúne los parámetros que permiten definir las características del operador modelado. Estos parámetros incluyen entre otros, la cuota de mercado, asignación de espectro, cobertura o distribución de tráfico. Este módulo está formado por las siguientes hojas de cálculo:

- *Lists*: incluye un conjunto de listas con información necesaria para la ejecución del modelo (p.ej. nombres de los servicios, definición de los geotipos, bandas de espectro)

El módulo de *Mercado* contiene los datos del mercado peruano en el periodo considerado, incluyendo el número de suscriptores y el tráfico por operador para cada uno de los servicios modelados. Este módulo permite calcular los volúmenes de tráfico para el operador modelado. Este módulo está formado por las siguientes hojas de cálculo:

- *Traffic*: contiene los datos de tráfico de los servicios modelados para el mercado.
- *Demand*: calcula el tráfico desagregado por tecnología de red de acceso de cada servicio modelado para el operador.

El módulo de *Costeo de red* hace uso de los parámetros definidos en el módulo de *Control* y de la carga de red obtenida en el módulo de *Mercado* para definir cómo sería, bajo ciertas hipótesis, la red eficiente del operador que se modela. Una vez realizado el diseño de red,



el módulo obtiene el volumen de activos de red requeridos para desplegar esta red y utiliza los precios unitarios de los activos para calcular los costos totales de red. Este módulo está formado por las siguientes hojas de cálculo:

- *NetworkDemand*: modela la hora cargada de la red del operador.
- *NwDesignInputs*: contiene datos de entrada y parámetros para el diseño radio (p.ej. radio de celda, espectro usado para cobertura y capacidad), tecnologías de acceso (p.ej. capacidad de las tecnologías, S-RAN), tecnologías de acceso a última milla (p.ej. capacidades enlaces dedicados, fibra propia).
- *UtilisationFactors*: define los factores de utilización de los activos de red del operador.
- *NetworkDesign*: efectúa el dimensionamiento de todos los niveles de red (p.ej. sitios S-RAN, sitios por tecnología, dimensionamiento de última milla, red de agregación, red de transmisión, *core*).
- *ErlangTables*: contiene las tablas Erlang que permiten calcular la capacidad en Erlangs de ciertos activos a partir del número de canales disponibles y la probabilidad de bloqueo.
- *AssetsInputs*: define para cada elemento de red la información sobre inversión, OPEX, categoría de costos o factores de enrutamiento asociados, entre otros.
- *TotalNetwork*: calcula los costos totales de red sin anualizar a partir del volumen de activos y sus precios unitarios (inversión) y operacionales (OPEX).

- *Annualization*: para cada elemento de red anualiza la inversión utilizando el método seleccionado en el módulo de *Control* y lo agrega al OPEX para cada activo.

El módulo de *Costeo de los servicios* utiliza los factores de enrutamiento de cada servicio y los costos anualizados totales de cada elemento de red para calcular el costo incremental del servicio bajo análisis. Este módulo está formado por las siguientes hojas de cálculo:

RouteingFactors: contiene el conjunto de parámetros que describen la carga de red generada en cada elemento de red por los servicios modelados.

LRAIC+: calcula para todos los servicios modelados el costo por unidad de red.

- *Results*: calcula los resultados específicos del servicio de interconexión de llamadas móviles en base a los costos unitarios incrementales obtenidos para este servicio en cada una de las tecnologías de red de acceso (i.e. 2G, 3G y 4G) y para cada una de sus variantes (i.e. entrante desde fijo y entrante desde móvil).

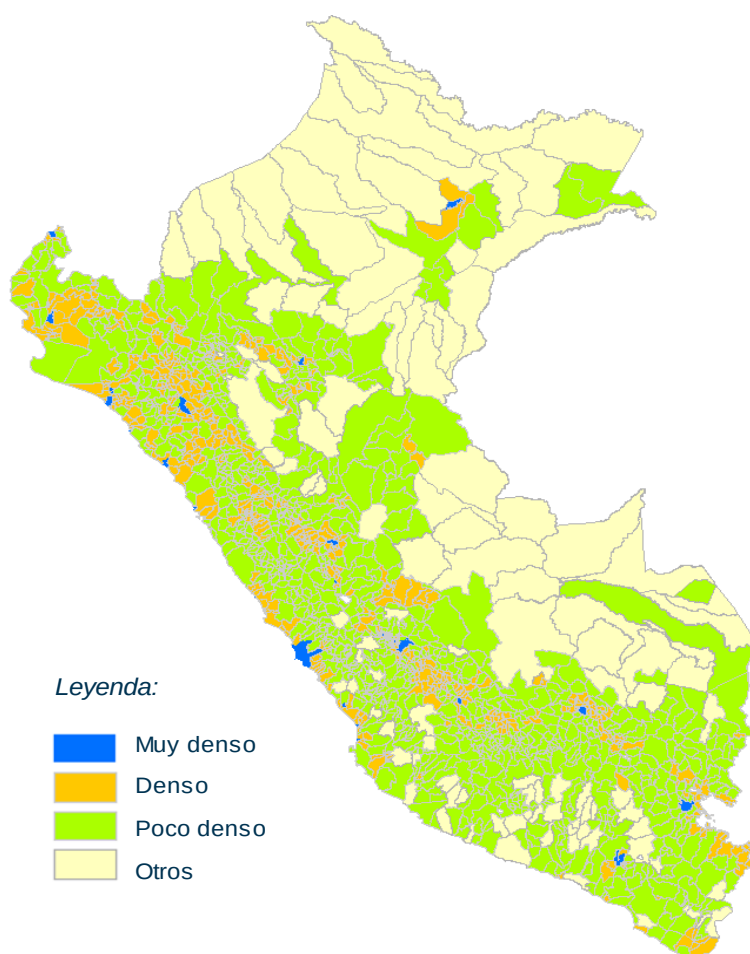


A.1.3. Diseño geográfico

El dimensionamiento de la red de acceso de radio del operador modelado se basa en la definición de 4 geotipos: Muy denso, Denso, Poco denso y Otros. Se asumen así diferentes radios de celda para cada uno de los geotipos y frecuencias que permitirán calcular el número de sitios necesarios para alcanzar el nivel de cobertura especificado, así como definir patrones de uso y de despliegue distintos teniendo en cuenta las características específicas asociadas a cada geotipo.

El análisis geográfico se ha efectuado en base a los 1 873 distritos del Perú, que se han repartido entre los geotipos con base en criterios de densidad poblacional. La elección de la subdivisión del país empleada para la definición de los geotipos se ha efectuado en base a la información disponible, definiendo el nivel con la mayor granularidad posible a nivel geográfico. En la figura siguiente se muestra la distribución de los distritos entre cada uno de los geotipos.

Gráfico N° 3: Distribución de los distritos del Perú en función del geotipo asignado



Fuente: Analysys Mason, 2017



La distribución de la superficie y población del Perú en función de los geotipos definidos se muestra en el siguiente cuadro. El geotipo “Otros” incluye principalmente zonas selváticas o desérticas, y permite reunir en un solo geotipo zonas generalmente cubiertas en zonas muy puntuales, facilitando así la calibración del modelo.

Tabla N° 1: Distribución de la población y superficie del Perú entre los distintos geotipos

Geotipo	Rango (hab/km ²)	% área del país	% población del país
Muy denso	≥400	0,53%	50,62%
Denso	≥30 y <400	9,03%	29,79%
Poco denso	≥2 y <30	48,40%	18,15%
Otros	<2	42,04%	1,44%

Fuente: Analysys Mason, 2017, actualizado por Osiptel, 2021

Los radios de celda efectivos utilizados para la provisión de cobertura en el modelo se definen mediante un proceso de calibración en la que se considera la información de sitios (ubicación de estaciones base) aportada por los operadores peruanos. Los radios resultantes se muestran a continuación.

Tabla N° 2: Radios de celda efectivos asociados a cada banda de espectro para cada geotipo después del proceso de calibración

	850 y 900 MHz	1 900 MHz	1,7/2,1 GHz
Muy denso	0,82 Km	0,57 Km	0,32 Km
Denso	3,35 Km	2,35 Km	1,31 Km
Poco denso	5,57 Km	3,90 Km	2,17 Km
Otros	6,86 Km	2,17 Km	2,68 Km

Fuente: Analysys Mason, 2017, actualizado por Osiptel, 2021

A.1.4. Servicios modelados

El modelo considera los siguientes servicios:

- tráfico de voz (entrante fijo, móvil e internacional; saliente fijo, móvil e internacional y; *on-net*) para cada una de las tecnologías de acceso radio.
- tráfico de datos (i.e. GPRS, R99, HSPA, LTE).
- tráfico de SMS (entrante fijo, móvil e internacional; saliente fijo, móvil e internacional y; *on-net*) para cada una de las tecnologías de acceso radio.

El modelado de todos los servicios es necesario para reflejar las economías de escala de los servicios de voz y datos, y por extensión reflejar de forma fidedigna la asignación de costos a los diferentes servicios. Esto es especialmente importante para los activos empleados por otros servicios además del servicio de interconexión, e influencia directamente sobre los resultados obtenidos.



A.1.5. Parámetros financieros

Los parámetros financieros considerados en el modelo son el costo del capital promedio ponderado (WACC por sus siglas en inglés) y la inflación.

Costo del capital promedio ponderado

El WACC nominal antes de impuestos utilizado para el OHE como parámetro de entrada al modelo fue calculado en base a diversas fuentes, incluyendo los estados financieros auditados de los operadores y es igual a 8,50%.

Inflación

En el modelo se considera la tasa de inflación promedio del período 2017-2020, calculada a partir del “*Producer Price Index by Commodity: Machinery and Equipment: Communications and Related Equipment and Miscellaneous Electronic Systems and Equipment*”. La fuente de información para dicho índice es la base de datos económica de la Federal Reserve Bank of St. Louis³⁹. Entonces, el valor estimado de la inflación a partir de dicho índice de precios fue de 2,36%.

A.1.6. Fuentes de información

La información del mercado peruano en el periodo de estudio, incluyendo suscriptores por operador, volúmenes de tráfico por servicio y tenencias de espectro por operador y uso del mismo, se basa en los reportes de información entregados periódicamente al Osiptel por parte de los operadores móviles reales.

La calibración del dimensionamiento de red del modelo se ha efectuado empleando, cuando era posible, los datos entregados por los operadores reales a Osiptel (p.ej. hora cargada, capacidades, sitios, nodos de red). En caso de no disponerse de información, se han utilizado comparativas internacionales para completar la información disponible.

El modelado geográfico se basa en la información a nivel de distritos y los datos de tráfico por estación base reportados para el periodo de estudio por los operadores móviles al Osiptel.

Para la definición de los costos unitarios de los elementos de red, así como sus vidas útiles, se ha tomado en consideración tanto la información disponible en los modelos de costos de interconexión de los operadores reales (y su documentación asociada), información (específica y periódica) reportada por los operadores reales, así como una comparativa internacional basada en modelos de costos de interconexión de otros reguladores.

³⁹ Mayor detalle en el siguiente enlace: <https://fred.stlouisfed.org/series/WPU1176>.



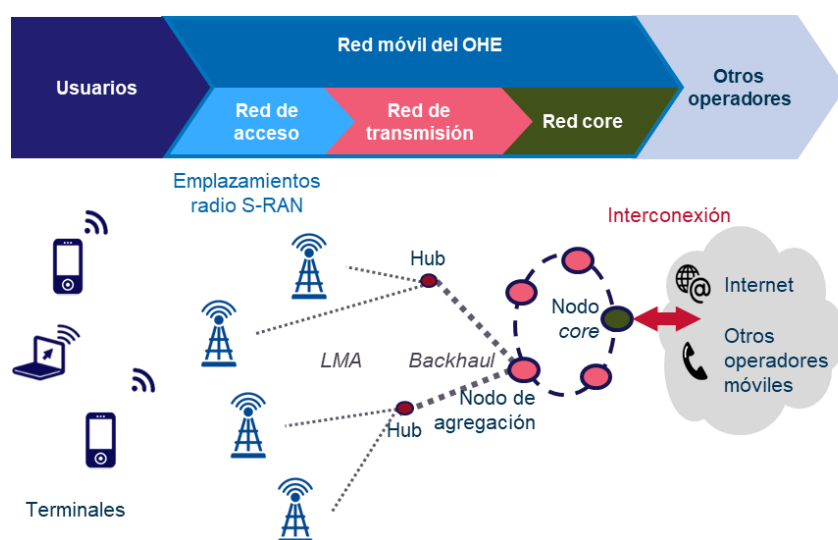
A.2. Configuración de red móvil

Esta sección resume las características principales de la red móvil modelada, analizando la red en función de su arquitectura física (distribución de los nodos de la red), arquitectura de transmisión (cómo se enlazan los nodos) y arquitectura de conmutación (dónde están situados los elementos de red de conmutación).

A.2.1. Arquitectura física

La red del OHE ha sido modelada con un enfoque *scorched-earth* calibrado, organizado en cuatro niveles de red: emplazamientos de radio, *hubs*, nodos de agregación y nodos *core*. En su diseño se han tenido en cuenta tanto criterios de eficiencia como los datos disponibles sobre las redes reales de los operadores del mercado peruano. En la siguiente figura se aprecia una visión general de la red del OHE.

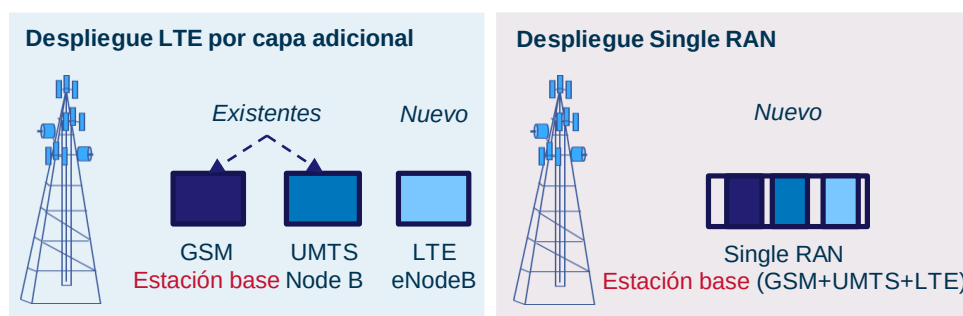
Gráfico N° 4: Esquema general de red del OHE



Fuente: Analysys Mason, 2017

La red de acceso refleja una red móvil con tecnologías 2G, 3G y 4G desplegada haciendo uso de una arquitectura *Single Radio Access Network* (S-RAN). Esta tecnología permite la instalación de una única estación base con capacidad de proveer servicios en las tres tecnologías radio desplegadas, gracias a la flexibilidad en su configuración. Esto resulta en ahorros notables en inversión y OPEX para despliegues multi-tecnología. El modelado de la red S-RAN se ejemplifica a continuación:



Gráfico N° 5: Ejemplificación de una red S-RAN versus una red sin S-RAN


Fuente: Analysys Mason, 2017

El tráfico de voz y datos proveniente de la red de acceso pasa por los *hubs* antes de ser enviado a los nodos de agregación. Los *hubs* agregan el tráfico de los emplazamientos radio siguiendo una estructura piramidal, cuyos datos son:

Tabla N° 28: Parámetros relativos al diseño de los hubs en la red de OHE

Parámetro	Valor
Proporción de sitios conectados vía hubs	80%
Número de sitios por <i>hub</i>	5,0
Proporción de sitios colubicados con <i>hubs</i>	10%
Número de <i>hubs</i> por cada enlace de transmisión <i>hub a core</i>	1,0

Fuente: Analysys Mason, 2017



La red core del OHE está compuesta por nodos de agregación y core, como se muestra:

Gráfico N° 6: Red core definida para el OHE



Fuente: Analysys Mason, 2017

Los nodos de agregación tienen como función principal agregar el tráfico proveniente de la red de transmisión y dirigirlo hacia el nodo core correspondiente. Se ha situado uno en cada departamento.

Los nodos core están situados en las ciudades de Trujillo, Lima y Arequipa, en línea con lo observado en las redes de varios operadores peruanos. Estos nodos sirven principalmente como puntos de interconexión con otros operadores y están coubicados con los nodos de agregación en las ciudades antes mencionadas.



A.2.2. Arquitectura de transmisión

El despliegue de tecnologías de banda ancha móvil como HSPA o LTE requiere de tecnologías más avanzadas en la red de transmisión que enlaza la red de acceso y la de *core*. Por esta razón, la tecnología Ethernet en sus diferentes versiones (fibra propia, enlaces dedicados y enlaces microondas) se utiliza para el OHE a este nivel.

La red de transmisión está separada conceptualmente en dos niveles: *Last Mile Access* (LMA o enlaces de última milla) que conecta los sitios con los *hubs*, y *backhaul* que conecta los *hubs* con los nodos de agregación.

Basándonos en la información provista por los operadores del mercado, la distribución de tecnologías en las conexiones de la red LMA por tecnología es la presentada en el cuadro siguiente, mientras que la red de *backhaul* está formada de enlaces basados en fibra propia o enlaces dedicados.

Tabla N° 3: Parámetros relativos a los enlaces de LMA en la red de OHE

Tecnología de LMA	Distribución (%)
Enlaces alquilados	0,6%
Enlaces propios de microondas	45,7%
Enlaces propios de fibra	53,7%

Fuente: Operadores, 2021

Los nodos de agregación y *core* están enlazados por 3 anillos de transmisión complementados por enlaces punto a punto (entre Tingo María y Pucallpa, y entre Tumbes y Piura) y un enlace microondas (entre Iquitos y Yurimaguas). La red *core* ha sido diseñada en base a los despliegues de fibra de los operadores peruanos y la red dorsal de fibra óptica del Perú. En el siguiente cuadro se ilustra la relación entre nodos de agregación y sus nodos *core* correspondientes.



Tabla N° 4: Relación entre nodos de agregación y sus nodos core correspondientes

Nodo Core	Nodo de Agregación correspondiente	Nodo Core	Nodo de Agregación correspondiente
Arequipa	Arequipa	Iquitos	Iquitos
	Cusco	Trujillo	Cajamarca
	Moquegua		Chachapoyas
	Puerto Maldonado		Chiclayo
	Puno		Piura
	Tacna		Tarapoto
Lima	Abancay		Trujillo
	Ayacucho		Tumbes
	Callao		
	Cerro de Pasco		
	Huancavelica		
	Huancayo		
	Huaraz		
	Ica		
	Lima		
	Pucallpa		
	Tingo María		

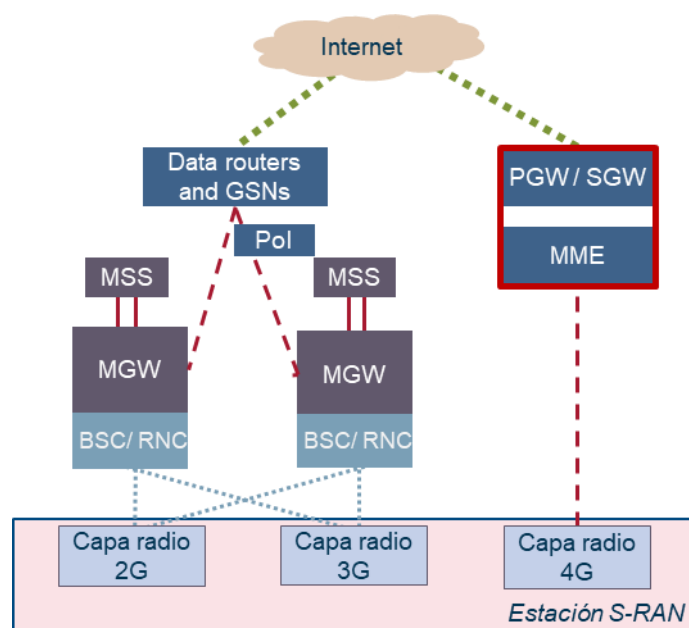
Fuente: Osiptel, 2021

La longitud total de la ruta de la red de fibra es de 9 876 km, basándose en las distancias observadas en las redes peruanas de carretera. El modelo permite definir la parte de la red core provista mediante fibra propia, la parte restante siendo provista mediante enlaces dedicados. En el caso del OHE modelado la totalidad de la red core está compuesta de fibra, reflejando los despliegues existentes de ciertos operadores peruanos.

A.2.3. Arquitectura de conmutación

La conmutación de la red se compone de una estructura de conmutación 2G+3G combinada y una estructura de conmutación 4G separada. La estructura de conmutación combinada 2G+3G cuenta con una red de transmisión de nueva generación, enlazando parejas de pasarelas de medios (MGW) con uno o más servidores de conmutación móvil (MSS), *routers* de datos y PoI (*Point of Interconnection* o puntos de interconexión), con separación en capas de conmutación de circuitos (CS) y conmutación de paquetes (CP).



Gráfico N° 7: Red de conmutación modelada para el OHE


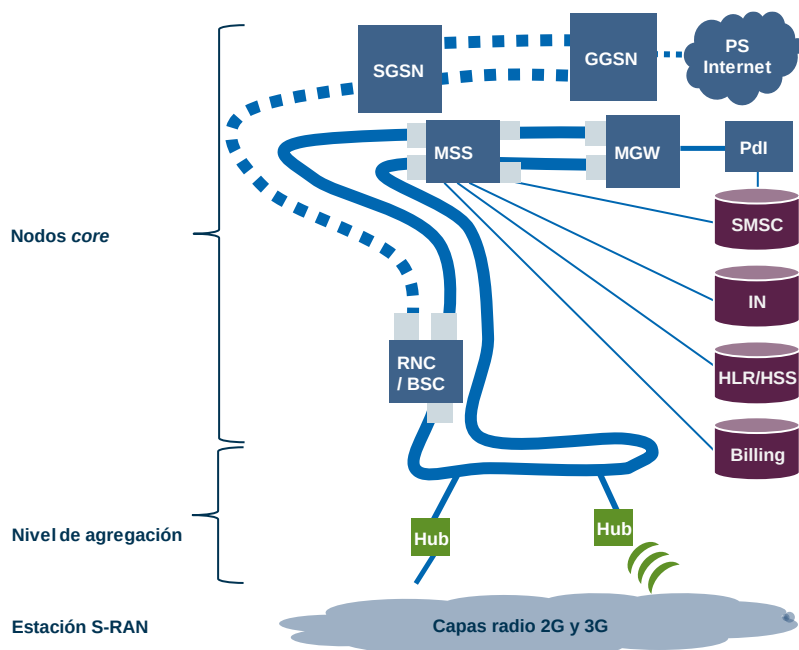
Fuente: Analysys Mason, 2017

Se considera 4G como una capa adicional funcionando en paralelo, pero de forma separada ya que la red 4G se fundamenta en la conmutación de paquetes (PS), a diferencia de las redes 2G y 3G basadas principalmente en conmutación de circuitos (CS). La arquitectura HSPA es un híbrido entre ambos tipos de conmutación (CS – PS).

A continuación, se muestra una visión más detallada de las redes 2G+3G y 4G modeladas:

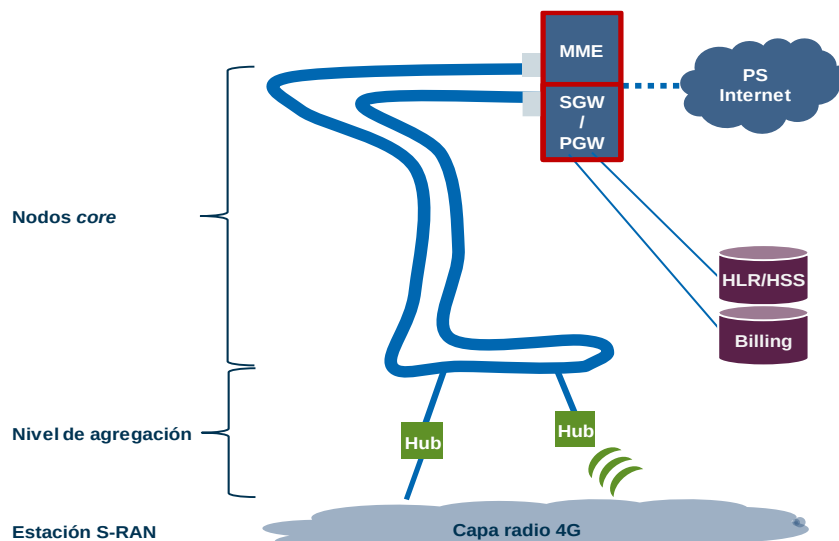


Gráfico N° 8: Visión general de la red móvil combinada 2G+3G modelada para el OHE



Fuente: Analysys Mason, 2017

Gráfico N° 9: Visión general de la red móvil 4G modelada para el OHE



Fuente: Analysys Mason, 2017

Los nodos *core* albergan de forma redundante el equipamiento de red necesario para la gestión de la red *core* (p.ej. MSS+MGW, PGW/SGW) así como los BSC y RNC del OHE. Reproduciendo lo observado en varias redes de operadores peruanos, se despliega también un cuarto nodo *core* especial con equipamiento MSS+MGW, BSC y RNC (pero sin capacidad de interconexión) en el nodo de agregación del departamento de Loreto, más concretamente en su capital, la ciudad de Iquitos. Esto es debido a que el relativo



aislamiento de Iquitos hace que tenga sentido gestionar el tráfico del departamento localmente.

A.3. Módulo de Control

El módulo de *Control* permite la definición de los parámetros que englobarán el cálculo del OHE.

Los parámetros definidos para el modelo son los siguientes:

- Cuota de mercado
- Parámetros de cobertura:
 - cobertura geográfica 2G/3G/4G
 - microceldas
- Parámetros de distribución del tráfico:
 - proporción de tráfico de voz y datos por tecnología
 - distribución del tráfico de voz y datos entre los distintos geotipos
- Parámetros de carga en hora cargada
- Parámetros de tecnología radio:
 - factor de reuso del espectro para GSM
 - probabilidad de bloqueo GSM
 - número mínimo de TRX por sector
 - factor de utilización para los activos radio
 - tecnologías y protocolo de transmisión para el acceso de última milla (LMA)
 - tecnología y protocolo de transmisión para el *backhaul*
 - tecnología y protocolo de transmisión de los anillos *core*
 - capacidad de los BSC y RNC
- Asignación de espectro por banda y tecnología
- Distribución de los elementos del *core* entre los distintos nodos *core* definidos

Además de los siguientes parámetros financieros:

- WACC
- metodología de anualidad



A.4. Módulo de Mercado

El módulo de *Mercado* contiene los datos de mercado (por ejemplo, tráfico y suscriptores) de los operadores peruanos en el periodo considerado en el modelo. El módulo ofrece una visión consolidada del mercado peruano en su totalidad, y sirve de base para el cálculo del tráfico del operador modelado.

Los volúmenes totales de tráfico y suscriptores del mercado se presentan en los siguientes cuadros:

Tabla N° 5: Volúmenes totales de tráfico de voz del mercado peruano en el periodo de estudio

Parámetro	Unidad	Volumen
Llamadas <i>on-net</i>	Millones de minutos	40 345
Llamadas salientes <i>off-net</i> a móvil	Millones de minutos	50 593
Llamadas salientes <i>off-net</i> a fijo	Millones de minutos	3 005
Llamadas salientes <i>off-net</i> internacional	Millones de minutos	211
Llamadas entrantes <i>off-net</i> desde móvil	Millones de minutos	50 593
Llamadas entrantes <i>off-net</i> desde fijo	Millones de minutos	1 010
Llamadas entrantes <i>off-net</i> internacional	Millones de minutos	211

Fuente: Osiptel, 2021

Tabla N° 6: Volúmenes totales de tráfico de SMS y MMS del mercado peruano en el periodo de estudio

Parámetro	Unidad	Volumen
SMS <i>on-net</i>	Millones de SMS	5 906
SMS saliente <i>off-net</i>	Millones de SMS	5 666
SMS entrante <i>off-net</i>	Millones de SMS	9 752
MMS totales	Millones de MMS	0,693

Fuente: Osiptel, 2021

Tabla N° 7: Volúmenes totales de tráfico de datos del mercado peruano en el periodo de estudio

Parámetro	Unidad	Volumen
Tráfico de datos	Millones de Megabytes	2 262 813

Fuente: Osiptel, 2021



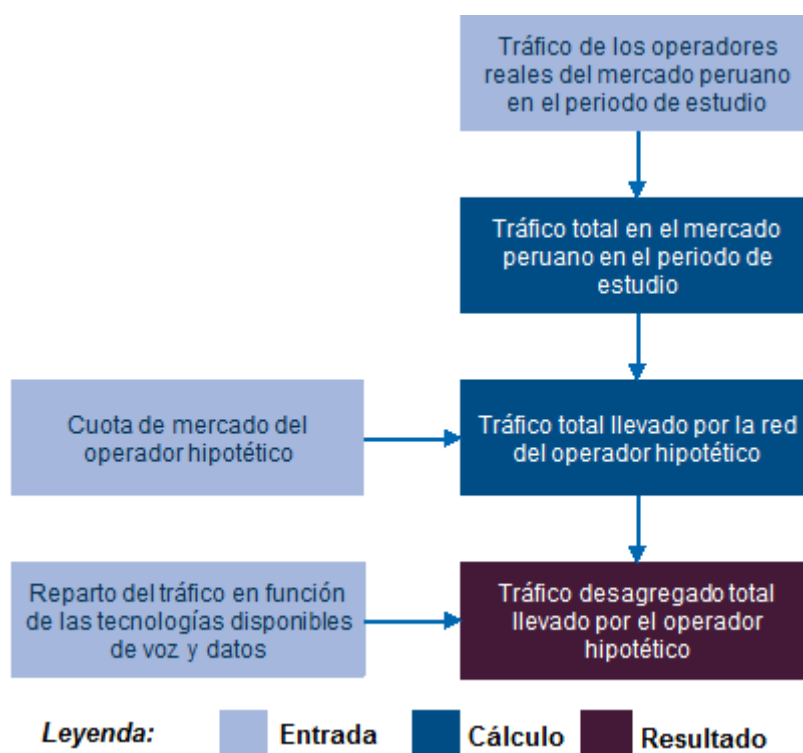
Tabla N° 8: Número total de suscriptores en el mercado peruano en el periodo de estudio

Parámetro	Unidad	Volumen
Suscriptores móviles	Miles de suscriptores	39 210
de los cuales, solo de voz	Miles de suscriptores	5 572
de los cuales, de voz y datos	Miles de suscriptores	33 638

Fuente: Osiptel, 2021

En un mercado totalmente competitivo y contestable el OHE tendrá un tráfico equivalente a su cuota de mercado para cada uno de los servicios considerados. Así, los volúmenes de tráfico del OHE se estiman aplicando su cuota de mercado al tráfico total del mercado, tal y como se ha calculado anteriormente.

La distribución del tráfico de voz y datos entre tecnologías móviles se efectúa en base a la información provista por los operadores. Se reparte así el tráfico de voz y SMS entre 2G y 3G, y el tráfico de datos entre 2G, 3G y 4G.

Gráfico N° 10: Algoritmo utilizado para calcular el tráfico del OHE


Fuente: Analysys Mason, 2017

El reparto de voz entre las tecnologías 2G, 3G y 4G (uso de VoLTE) se efectúa con base en la información analizada, como sigue.



Tabla N° 9: Distribución del tráfico de voz

Tecnología	2G	3G	4G
Tráfico de voz	8,6%	68,8%	22,7%

Fuente: Osiptel, 2021

En el caso del tráfico de datos, el reparto se realiza la siguiente forma.

Tabla N° 10: Distribución tráfico de datos

Tecnología	GPRS	R99	HSPA	LTE
Tráfico de datos	0,02%	0,04%	13,5%	86,5%

Fuente: Osiptel, 2021

A.5. Módulo de Costeo de red

En esta sección se muestran las tecnologías dimensionadas en cada nivel de red para la red móvil del OHE en el Módulo de *Costeo de red*. En este módulo no solo se dimensiona cada una de estas capas de red, sino que se también se calculan los costos totales asociados a ella. La sección se estructura de la siguiente forma:

- Dimensionado de red y hora cargada;
- Precios unitarios;
- Costos totales de red;
- Métodos de anualidad;

A.5.1. Dimensionado de red y hora cargada

El módulo de mercado presenta el tráfico presente en el mercado peruano a lo largo del tiempo considerado. Sin embargo, el dimensionamiento de las redes de telecomunicaciones no se efectúa en base al tráfico total transportado en un periodo dado, sino al tráfico transportado en el momento con mayor carga de la red en dicho periodo – también llamada *hora cargada*.

Todos los cálculos de dimensionamiento de red en el modelo están contenidos en el módulo de *Costeo de red*.

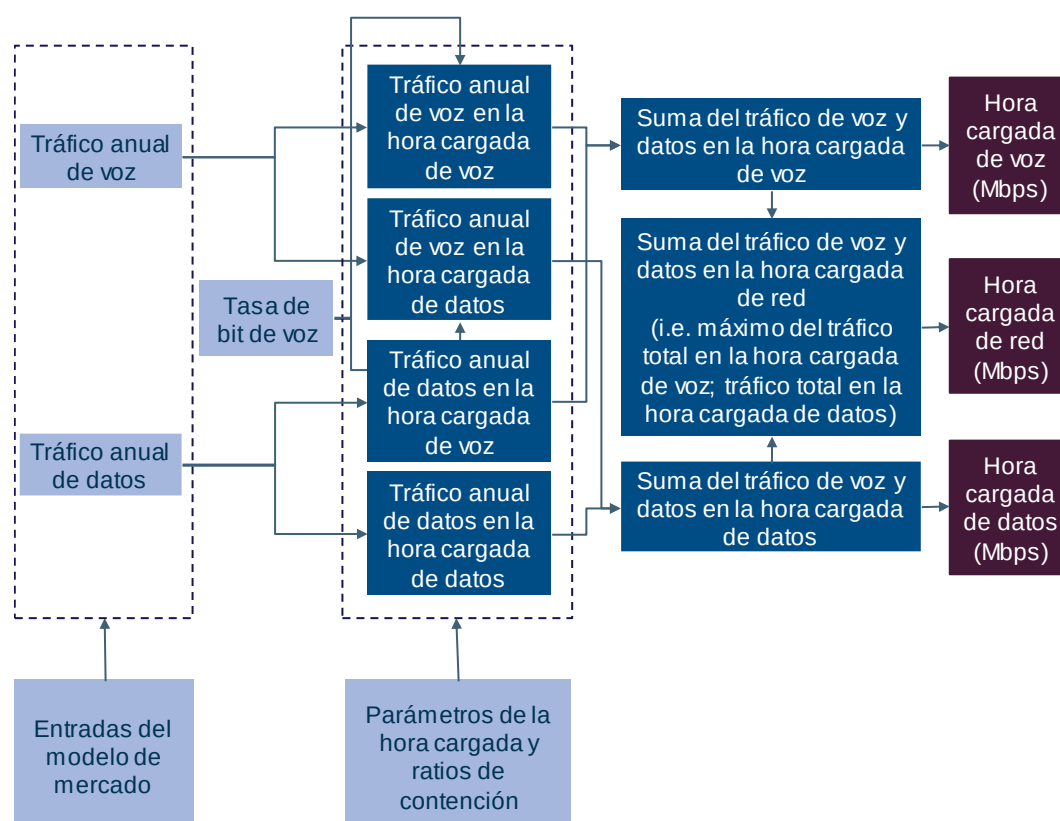
Cálculo del tráfico en la hora cargada

La distribución del tráfico en la red del OHE no es uniforme, sino que experimenta variaciones en función del momento del día. Generalmente, estas variaciones siguen un patrón relativamente predecible, y varían para la voz y los datos – la punta de tráfico de voz suele ser más intensa que para los datos.



La demanda de tráfico del módulo de mercado se convierte en tráfico en la hora cargada para su uso en el módulo de *Dimensionamiento de red* a partir de diferentes parámetros, convirtiendo el tráfico anual al tráfico en la hora cargada. Este tráfico en hora cargada permite dimensionar cada uno de los elementos de red del modelo, asegurando así que la red diseñada tiene la capacidad suficiente para responder a los requerimientos de transporte de tráfico en todo momento. Se muestra de forma ilustrativa cómo se calcula el tráfico en la hora cargada a partir del tráfico anual de voz y datos.

Gráfico N° 11: Conversión de la demanda de tráfico del módulo de Mercado al tráfico en hora cargada



Fuente: Analysys Mason, 2017

Para cada elemento de red, éste se diseñará en función del tráfico en hora cargada de voz o datos dependiendo de cuál sea mayor para elemento concreto. Esto dependerá principalmente del tipo de tráfico gestionado por el elemento. Por ejemplo, generalmente se cumplen las siguientes premisas:

- El equipamiento 2G y los conmutadores y servidores de voz se modelan con base en la hora cargada de voz
- El equipamiento 3G se modela con base en las horas cargadas de voz y/o datos dependiendo de los elementos de red
- El equipamiento 4G se modela con base en la hora cargada de datos



- Los enlaces de transmisión y elementos de red asociados se dimensionan con base en la hora cargada de la red, que generalmente es la hora cargada de datos

Los parámetros necesarios para el cálculo de la hora cargada se han definido partiendo de los datos proporcionados por los operadores, y se presentan en el cuadro a continuación:

Cuadro N° 11: Parámetros de hora cargada

Parámetro	Tráfico de voz	Tráfico de datos
Tráfico - hora cargada de voz	7,5%	6,0%
Tráfico - hora cargada de datos	5,0%	6,2%

Fuente: Osiptel, 2021

Dimensionado de red

Como se indicó anteriormente, se parte del tráfico en hora cargada para dimensionar cada uno de los elementos de red del OHE en base a su función dentro del diseño técnico. Para esto, se analizan para cada elemento diferentes características como su emplazamiento geográfico (por ejemplo, los sitios 2G/3G/4G deberán soportar menos tráfico que los MSS+MGW), sus *drivers* de tráfico (p.ej. un elemento de red específico a datos empleará el tráfico de datos, un elemento genérico deberá tener en cuenta ambos tráficos de voz y datos) y la tecnología considerada (p.ej. un elemento 2G considerará exclusivamente el tráfico 2G).

Se presenta a continuación los parámetros de dimensionado de los elementos de la red. Éstos corresponden a los elementos de la red del OHE, los parámetros equivalentes para otros operadores pueden variar y ser mayores o menores.

Capa radio

Estación base
S-RAN

- **Ubicación:** en todo el país
- **Propósito:** permite el despliegue conjunto de elementos de red macro 2G, 3G y 4G tanto para cobertura como para capacidad
- **Lógica de dimensionado:** elementos de red macro 2G, 3G y 4G requeridos en cada geotipo
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
 - TRX por sector: 8
 - portadoras 3G por sector: 4
 - portadoras 4G por sector: 4



*Estación base
micro S-RAN*

- **Ubicación:** en todo el país
- **Propósito:** permite el despliegue conjunto de sitios micro 2G, 3G y 4G tanto para cobertura como para capacidad
- **Lógica de dimensionado:** definido directamente en el modelo

TRX

- **Ubicación:** en cada estación S-RAN con 2G
- **Propósito:** proveer capacidad 2G
- **Lógica de dimensionado:** número requerido para transportar tráfico 2G con un límite físico en cada estación S-RAN y un límite de espectro del número de TRX por sector.
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
 - número mínimo de TRX en una estación S-RAN: 1
 - factor de utilización de la estación S-RAN (en TRX): 80%
 - canales GSM: varía en función del espectro asignado
 - factor de reuso GSM: 9
 - canales GPRS reservados: 15
 - canales reservados para señalización, por TRX: 0.5
 - probabilidad de bloqueo GSM: 2%
 - factor de utilización de los TRX (en Erlangs): 80%

*BBU tarjeta 3G
en estación base
S- RAN*

- **Ubicación:** en cada estación S-RAN con 3G
- **Propósito:** activar la tecnología 3G en las estaciones S-RAN para proveer cobertura y capacidad 3G
- **Lógica de dimensionado:** área a cubrir, radio de celda y volúmenes de tráfico 3G
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**



- Cobertura: teniendo en cuenta la cobertura real de los operadores del mercado
- Sectorización: número de sectores en cada sitio (macro o micro) 3G
- Radio de celda: calculado en la calibración de red
- Capacidad de cada tarjeta: en términos de portadoras, elementos de canal etc.

Portadoras y kit de elementos de canal (CK por sus siglas en inglés)

- **Ubicación:** en cada estación S-RAN con 3G
- **Propósito:** proveer capacidad 3G para el tráfico R99
- **Lógica de dimensionado:** número requerido para transportar tráfico 3G R99 teniendo en cuenta un número dado de canales UMTS reservados para R99 por estación S-RAN
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
 - Tasa de canal UMTS R99: 0,016 Mbit/s
 - UMTS R99 *soft-handover*: 20%
 - UMTS R99 *softer-handover*: 10%
 - número de canales de señalización R99 por portadora: 16
 - número mínimo de canales de tráfico R99 por portadora: 48
 - número máximo de canales de tráfico R99 por portadora: 384
 - probabilidad de bloqueo UMTS: 2%
 - factor de utilización 3G en la estación S-RAN: 80%
 - factor de utilización de los elementos de canal (en Erlangs): 80%
 - capacidad de los kits de elementos de canal (en elementos de canal): 16

HSPA "saltos" i.e. activación de una versión HSPA

- **Ubicación:** en cada estación S-RAN con 3G
- **Propósito:** proveer capacidad incremental para tráfico HSPA



dada en una
portadora

- **Lógica de dimensionado:** desarrollo HSPA establecida como parámetro; número de portadoras HSPA activadas para el desarrollo elegido, dimensionados para transportar el tráfico 3G HSPA con un mínimo de despliegue (para proveer portadora doble HSPA)
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
 - factor entre tasa pico y tasa efectiva HSPA: 52%
 - nivel de desarrollo HSDPA desplegado, por portadora: 21,1Mbit/s
 - mínimo despliegue de portadoras HSDPA: 1
 - factor de utilización 3G en la estación S-RAN: 80%
 - nivel de desarrollo HSUPA desplegado, por portadora: 5,76Mbit/s

Portadoras 3G

- **Ubicación:** en cada estación S-RAN con 3G
- **Propósito:** activar un par de 5MHz de espectro 3G
- **Lógica de dimensionado:** número requerido de pares de 5 MHz para transportar el tráfico 3G R99 de voz y datos y el tráfico HSPA
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
 - elementos de canal requeridos para transportar tráfico 3G R99 de voz y datos
 - número máximo de elementos de canal por portadora
 - factor de utilización 3G en la estación S-RAN
 - número de sitios 3G de cobertura
 - portadoras requeridas para HSPA

BBU tarjeta 4G
en estación base
S-RAN

- **Ubicación:** en cada estación S-RAN con 4G
- **Propósito:** activar la tecnología 4G en las estaciones S-RAN para proveer cobertura y capacidad 4G



- **Lógica de dimensionado:** área a cubrir, radio de celda y volúmenes de tráfico 4G
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
 - Cobertura: teniendo en cuenta la cobertura real de los operadores del mercado
 - Sectorización: número de sectores en cada sitio (macro o micro) 4G
 - Radio de celda: calculado en la calibración de red
 - Capacidad de cada tarjeta: en términos de portadoras, tráfico etc.

Portadoras 4G

- **Ubicación:** en cada estación S-RAN con 4G
- **Propósito:** activar un par de 5MHz de espectro 3G
- **Lógica de dimensionado:** número requerido de pares de 5 MHz para transportar el tráfico 4G
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
 - factor entre tasa pico y tasa efectiva LTE: 43%
 - nivel de desarrollo LTE desplegado, por portadora: 32,4Mbit/s
 - mínimo despliegue de portadoras LTE: 1
 - factor de utilización 4G en la estación S-RAN: 80%
 - sitios de cobertura LTE

Sitios radio físico

- **Ubicación:** en todo el país
- **Propósito:** permitir el despliegue de las estaciones base S-RAN
- **Lógica de dimensionado:** número de estaciones S-RAN no coubicadas instaladas
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
 - Proporción de sitios disponibles para coubicaciones multitecnología GSM/UMTS: 100%



- Proporción de sitios disponibles para coubicaciones multitecnología LTE: 100%
- Proporción emplazamientos propios: 17-41% para emplazamientos macros, 99% para microceldas

Enlaces de acceso a última milla (LMA por sus siglas en inglés)

- **Ubicación:** un enlace por sitio radio físico
- **Propósito:** enlazar el sitio radio físico con *hubs*
- **Lógica de dimensionado:** un enlace por sitio físico radio, a menos que el sitio este coubicado con un *hub*, dimensionado para la capacidad provista por el sitio
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
 - distribución de los enlaces entre microondas, fibra y enlaces dedicados
 - velocidad Ethernet de los enlaces microondas y líneas alquiladas: 10Mbit/s, 30Mbit/s, 100Mbit/s, 300Mbit/s
 - factor de utilización de enlaces: 80%

Enlaces de backhaul

- **Ubicación:** un enlace por *hub*
- **Propósito:** enlazar el *hub* con los nodos de agregación
- **Lógica de dimensionado:** un enlace por *hub* dimensionado para la capacidad provista por el *hub*
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
 - distribución de los enlaces entre fibra y enlaces dedicados
 - velocidad Ethernet de las líneas alquiladas: 10Mbit/s, 100Mbit/s, 1Gbit/s, 4Gbit/s
 - velocidad Ethernet de la fibra: 1Gbit/s, 2Gbit/s, 10Gbit/s, 40Gbit/s
 - factor de utilización de enlaces: 80%



BSC

- **Ubicación:** en los nodos de agregación en función de la configuración definida
- **Propósito:** control de las estaciones S-RAN con 2G
- **Lógica de dimensionado:** número de TRX en la red
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
 - capacidad en TRXs: 8 640
 - factor de utilización: 80%

RNC

- **Ubicación:** en los nodos de agregación en función de la configuración definida
- **Propósito:** control de las estaciones S-RAN con 3G
- **Lógica de dimensionado:** carga pico en Mbit/s considerando el tráfico R99 para voz y datos, *soft-handover* y datos HSPA
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
 - capacidad en Mbit/s: 15 050
 - factor de utilización: 80%

Capa core

*Transmisión core
a core*

- **Ubicación:** en cada uno de los nodos *core*
- **Propósito:** transporta el tráfico entre los nodos *core*
- **Lógica de dimensionado:** tráfico total en los anillos *core-a-core*
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
 - protocolo de transmisión seleccionado para voz: Ethernet
 - protocolo de transmisión seleccionado para datos: Ethernet
 - velocidad Ethernet *core-a-core*: 1Gbit/s, 2,5Gbit/s, 10Gbit/s, 40Gbit/s, 80Gbit/s, 160Gbit/s
 - factor de utilización en la transmisión *core-to-core*: 80%



*Longitud de
anillos de fibra
core a core*

- **Ubicación:** creación de anillos enlazando nodos *core* (3 anillos más enlaces punto a punto)
- **Propósito:** enlazar los nodos *core* mediante anillos o enlaces punto a punto es su defecto
- **Lógica de dimensionado:** distancia de carretera entre las ciudades donde los nodos *core* están situados
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
 - Suma de las distancias entre sitios *core*: 9 800km (aprox.)

Nodos core

- **Ubicación:** los propios nodos *core*
- **Propósito:** albergar el equipo de capa *core*
- **Lógica de dimensionado:** basado en el despliegue actual de los operadores
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
 - 3 nodos *core* situados en Trujillo, Lima y Arequipa

MSS

- **Ubicación:** en los nodos *core*
- **Propósito:** gestionar la conmutación de red 2G / 3G
- **Lógica de dimensionado:** número de intentos de llamada en la hora cargada (BHCA por sus siglas en inglés)
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
 - capacidad: 1 600 000 BHCA
 - factor de utilización: 80%
 - número mínimo: 2
 - redundancia: 1

MGW

- **Ubicación:** en los nodos *core*
- **Propósito:** permite la interoperabilidad entre las redes 2G, 3G y otras redes



- **Lógica de dimensionado:** número de horas cargadas Erlang (BHE)
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
 - capacidad: 60 000 BHE
 - factor de utilización: 80%
 - número mínimo: 2
 - factor de redundancia: 2

SGSN

- **Ubicación:** en los nodos *core*
- **Propósito:** se encarga de la gestión (capas de control y usuario) del tráfico de datos desde / hacia las estaciones base S-RAN
- **Lógica de dimensionado:** usuarios simultáneamente enlazados (SAU)
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
 - capacidad: 2 000 000
 - factor de utilización: 80%
 - número mínimo: 2
 - factor de redundancia: 1

GGSN

- **Ubicación:** en los nodos *core*
- **Propósito:** se encarga de la interconexión del tráfico de datos desde / hacia otras plataformas de servicios y redes externas
- **Lógica de dimensionado:** sesiones PDP simultáneas
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
 - capacidad: 2 000 000 packet data protocol PDP contexts
 - factor de utilización: 80%
 - número mínimo: 2
 - redundancia: 1



LTE MME

- **Ubicación:** en los nodos *core*
- **Propósito:** se encarga del control de los sitios 4G y de la señalización de la red 4G
- **Lógica de dimensionado:** tráfico en la hora cargada de datos (Mbit/s)
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
 - capacidad: 25 000Mbit/s
 - tráfico en la hora cargada de datos, Mbit/s
 - factor de utilización: 80%
 - número mínimo: 2
 - factor de redundancia: 1

LTE SGW

- **Ubicación:** en los nodos *core*
- **Propósito:** gestiona el plano de usuario, así como otras funciones como el traspaso entre sitios 4G
- **Lógica de dimensionado:** tráfico en la hora cargada de datos (Mbit/s)
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
 - capacidad: 23 600Mbit/s
 - tráfico en la hora cargada de datos, Mbit/s
 - factor de utilización: 80%
 - número mínimo: 2
 - factor de redundancia: 1



HLR/HSS, EIR,
AUC

- **Ubicación:** en los nodos *core*
- **Propósito:** registrar suscriptores en la red, comprobar qué servicios pueden usar y ofrecer varios servicios de valor añadido
- **Lógica de dimensionado:** número de suscriptores
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
 - capacidad en suscriptores: 4,000,000 (HLR/HSS), 4,500,000 (EIR), 1 700 000 (AUC)
 - Factor de utilización: 80%
 - Número mínimo: 2
 - factor de redundancia: 1

SMSC

- **Ubicación:** en los nodos *core*
- **Propósito:** gestionar y entregar el tráfico de SMS
- **Lógica de dimensionado:** número de SMS por segundo en la hora cargada
- **Principales parámetros de dimensionamiento:**
 - capacidad: 5 000 SMS por segundo
 - factor de utilización: 80%
 - número mínimo: 2
 - factor de redundancia: 2

MMSC

- **Ubicación:** en los nodos *core*
- **Propósito:** gestionar y entregar el tráfico de MMS
- **Lógica de dimensionado:** un MMSC ya que el tráfico de MMS es bajo



A.5.2. Precios unitarios

Los precios unitarios representan los costos asociados en el periodo considerado para cada uno de los elementos de red. Los precios unitarios están compuestos por inversión y OPEX:

- La inversión representa el costo de comprar e instalar el equipo
- El OPEX tiene dos elementos principales: OPEX como porcentaje de la inversión (por ejemplo, mantenimiento de los equipos) y OPEX directo (p.ej. cuota anual por el alquiler de un enlace dedicado)

Tanto la inversión como el OPEX pueden variar de forma significativa en función del elemento considerado. Esto es especialmente cierto en lo referente a los activos S-RAN, donde se observa una variabilidad significativa entre la distribución de los costos en inversión y OPEX dependiendo no sólo del fabricante, sino incluso de contrato a contrato. En este caso específico, se ha decidido trasladar la mayoría de los costos al OPEX en concepto de licencias, como lo observado en diferentes precarios. Esto parece ser una tendencia en los contratos de adquisición de equipos, donde la importante disminución del costo del *hardware* ha movido el centro de gravedad de los costos del operador de la adquisición inicial de *hardware* al costo anual de mantenimiento y licencias.

Ambos parámetros de inversión y OPEX se calculan en base a datos provistos por los operadores del mercado en sus modelos regulatorios y dentro de un proceso de petición de datos, contrastados en base a comparativas internacionales.

El modelo cuenta con precios unitarios de inversión y OPEX a precios nominales de 2016. Para calcular los costos de red en periodos posteriores al considerado por el Osiptel se aplica la estimación anual de inflación y las tendencias de costos estimadas en inversión y OPEX para los elementos de red con el objetivo de obtener precios unitarios nominales en el nuevo periodo considerado.

Cabe mencionar que se ha procurado realizar una revisión completa de las capacidades y precios de los diversos elementos de red, según la información proporcionada por los operadores en diversas fuentes (NRIP, Requerimiento de Información y propuesta), siendo llevados a precios nominales del año 2016, aplicando los tipos de cambio de la moneda (Soles, Euros y Dólares Norteamericanos) y años respectivos, según cada caso.

A.5.3. Costos totales de red

Los costos totales de red se calculan en la hoja de cálculo *TotalNetwork* del módulo de Costeo de red. Estos costos representan la suma del CAPEX (inversiones anualizadas de red) y el OPEX. Estos se calculan siguiendo el procedimiento presentado a continuación.

Cálculo del CAPEX

- Se calcula la inversión total por elemento de red aplicando la inversión unitaria al número de elementos de red calculados

- Se calcula el CAPEX por elemento de red aplicando el método de anualidad a la inversión total por elemento de red
- El CAPEX total de la red es la suma de los CAPEX por elemento de red para todos los elementos de la red del operador

Cálculo del OPEX

- Se calcula el OPEX total por elemento de red aplicando el OPEX unitario al número de elementos de red calculados en la red
- El OPEX total de la red es la suma de los OPEX por elemento de red para todos los elementos de la red del operador

Cálculo de los costos totales de la red

- Finalmente, los costos totales de la red para el periodo considerado en el modelo es la suma del CAPEX y OPEX totales de la red

Resumen del cálculo efectuado

Presentamos a continuación un resumen de lo expuesto anteriormente presentando las fórmulas empleadas en el modelo:

Inversión por elemento de red = cantidad de elementos × inversión unitaria

Capex por elemento de red = anualidad(inversión por elemento de red, WACC)

Capex total de la red = $\sum_{\text{elementos de red}} \text{capex por elementos de red}$

Opex por elemento de red = cantidad de elementos × opex unitario

Opex total de la red = $\sum_{\text{elementos de red}} \text{opex anualizados por elementos de red}$

Costos totales de red = capex total + opex total

A.5.4. Método de anualidad

El cálculo de los cargos de interconexión se basa en la anualidad simple para determinar las anualidades de las inversiones (CAPEX).



El método de anualidad simple calcula un valor anual fijo que incluye tanto los costos de capital como la depreciación / amortización del activo utilizando la siguiente expresión:

$$Anualidad = I_0 \times \left[\frac{r}{1 - (1 + r)^{-n}} \right]$$

Donde:

I_0 = Inversión en el activo efectuado en el año 0

r = Tasa anual (costo de capital promedio ponderado o WACC)

n = Número de años de vida útil del activo

Parámetros críticos en el cálculo de las anualidades

Los cálculos de anualidad y depreciación se basan en tres parámetros importantes: vidas útiles, WACC y tendencias de costos.

- Vidas útiles

La vida útil representa el número de años que se espera funcionará el activo de red antes de requerir su sustitución. Esta vida útil representa una vida media de todos los activos de la red. Las vidas útiles de los activos en el modelo son económicas – vs. vidas útiles contables empleadas en las contabilidades de los operadores para sus estimaciones financieras.

Este es un parámetro importante para la anualización de los elementos de red, ya que establece la tasa de recuperación de costos. Las vidas útiles de los activos se han basado en información proporcionada por los operadores, así como en comparativas internacionales y se muestran a continuación:



Tabla N° 12: Vidas útiles asociadas a los elementos de red del modelo

Grupo de activos	Vida útil (años)
Equipamiento de las estaciones S-RAN	8
TRX, portadoras, CK, HSPA, etc.	6
Sitios	25
Enlaces dedicados	5
Microondas	8
Fibra	40
Transmisión MUX etc. equipamiento	8
BSC/RNC switches	8
Network switches	6
Network servers	6
Network software	6
Network Management System	8
Puertos	8
Licencias	15

Fuente: Analysys Mason, 2017

- WACC

El modelo incluye un retorno razonable sobre los activos, determinado a través del costo del capital promedio ponderado (WACC). El modelo considera un WACC nominal antes de impuestos de 8,50%. Dicho WACC fue calculado en base a diversas fuentes, incluyendo los estados financieros auditados de los operadores.

- Tendencias de costos

Las tendencias de costos representan las variaciones de precios de los activos considerados en el modelo a lo largo del tiempo. Se aplican tendencias de costos a categorías de activos cuyo precio evoluciona de forma similar. Estas tendencias de costos se han definido en base a los datos observados en los modelos de los operadores y a estimaciones de otros modelos LRIC públicos.

A las tendencias de costos en términos reales mostradas a continuación se les aplica una inflación anual del 2,36% para calcular las tendencias de costos en términos nominales.



Tabla N° 13: Tendencias de costos reales asociadas a los elementos de red del modelo

Grupo de activos	En inversión	En OPEX
Equipamiento de las estaciones S-RAN	-5,0%	0,0%
TRX, portadoras, CK, HSPA, etc.	-5,0%	0,0%
Sitios	1,0%	1,0%
Enlaces dedicados	0,0%	-10,0%
Microondas	-5,0%	0,0%
Fibra	1,0%	0,0%
Transmisión MUX etc. equipamiento	-5,0%	0,0%
BSC/RNC switches	-5,0%	0,0%
Network switches	-5,0%	0,0%
Network servers	-5,0%	0,0%
Network software	-5,0%	0,0%
Network Management System	-5,0%	0,0%
Puertos	-5,0%	0,0%
Licencias	0,0%	0,0%

Fuente: Analysys Mason, 2017

A.6. Módulo de Costeo de servicios

En esta sección se proporciona una visión general del módulo de *Costeo de servicios* y se explica de forma más detallada los siguientes puntos:

- obtención de los costos totales de red
- costos comunes añadidos a los costos totales
- cálculo del incremento de los servicios costeados por el modelo

A.6.1. Costos totales de red

Con el fin de obtener una comprensión completa de los costos de red, todos los servicios de red deben ser modelados. Esto permite reflejar las economías de escala en la entrega de voz y tráfico de datos, y por lo tanto en los resultados LRAIC+. Los servicios modelados incluyen los mencionados anteriormente.

En el caso particular del mercado peruano, aparte de los elementos propios de red (p.ej. eNodeB, BSN, MGW) existen dos categorías de costos asociadas a la provisión de los servicios de telecomunicaciones móviles que deben ser tratadas por separado. Estos costos son los asociados al:

- Aporte regulatorio
- Canon anual



Aporte regulatorio

El aporte regulatorio representa unos pagos efectuados por los titulares de concesiones por concepto de la explotación comercial de los servicios de telecomunicaciones⁴⁰. Dicho pago representa un 2% de los ingresos facturados y percibidos anualmente por el operador, compuesto como sigue:

- 0,5% para el MTC
- 1% para FITEI
- 0,5% para Osiptel.

El modelo considera exclusivamente los ingresos mayoristas, y más específicamente aquellos asociados al cargo de interconexión para el cálculo del aporte regulatorio. Estos aportes son calculados a partir del balance entre ingresos y pagos por cargos de interconexión del OHE, y el tráfico asociado, por lo que su estimación puede resultar en un costo o ahorro dependiendo del balance del tráfico. Al respecto, se ha observado que la demanda por interconexión desde las redes de telefonía fija es mayor a la que estas últimas reciben desde las redes de telefonía móvil. En ese sentido, el aporte regulatorio en el presente modelo corresponde a un ahorro para el OHE.

Canon anual

Los titulares de concesiones deben abonar un canon anual por concepto del uso del espectro radioeléctrico. El MTC ha actualizado la forma de cálculo del canon en el año 2018, siendo ahora el resultado de la aplicación de ocho (8) factores, entre los cuales se incluyen el coeficiente por áreas, número de bandas, sub bandas y canales asignados, presupuesto objetivo, coeficiente de expansión y/o mejora de infraestructura.

Al respecto, se ha observado que la implementación de este nuevo mecanismo resulta sumamente difícil en un modelo de costos elaborado en Microsoft Excel (como es el presente caso), por lo que se ha decidido reemplazar la forma de cálculo anterior, y utilizar el valor promedio reportado por los operadores por este concepto en Soles, y aplicar el Tipo de Cambio respectivo. El valor utilizado es de S/. 62 495 779,70.

Este canon se incluye en el modelo como un elemento de red adicional y se distribuye entre los servicios en función del uso que estos hacen del espectro radioeléctrico.

⁴⁰ Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones, Decreto Supremo N° 020-2007-MTC, Artículos 229 y 238

Ley Marco de los Organismos Reguladores de la Inversión Privada en los Servicios Públicos, Ley N° 27332, Artículo 10

Reglamento General del Osiptel, Decreto Supremo N° 008-2001-PCM, Título VI, Artículos 65 y 97



A.6.2. Incremento

El modelo produce los costos incrementales promedio a largo plazo (LRAIC) para todos los servicios de red modelados. Los costos incrementales medios se obtienen aplicando factores de enrutamiento a los costos anualizados de cada elemento de red, teniendo en cuenta la producción total (Mbit/s, minutos, conexiones, etc.) que transporta el elemento de red en un año. La fórmula para el cálculo del costo unitario LRAIC por servicio es:

$$\text{Costo}(\text{Servicio}_k) = \sum_{\text{elementos}} \text{costo_por_unidad_red}(\text{elemento}_i) \times \text{FactorEnrutamiento}(\text{elemento}_i, \text{servicio}_k)$$

Donde:

- $\text{Costo}(\text{Servicio}_k)$ = Costo incremental LRAIC del servicio k ;
- $\text{Costo por unidad de red}(\text{elemento}_i)$ = Costo anualizado para el elemento de red i dividido por el tráfico total (convertido a unidades comunes) llevado por el elemento en un año;
- $\text{Factor Enrutamiento}$ es la matriz en la que se incluyen los factores de enrutamiento para cada elemento de red y servicio.

A.6.3. Costos comunes

El modelo considera un margen de contribución a los costos comunes para obtener el LRAIC+ a partir del LRAIC. Los costos comunes son los costos compartidos por todos los servicios ofrecidos por un operador. En este sentido, el margen de contribución a los costos comunes incluye un margen por costos de *overhead* (5%). Este margen se aplica sobre el costo incremental LRAIC calculado, obteniendo el costo incremental LRAIC+.

Estos costos, a diferencia de los costos compartidos que están asociados a múltiples servicios, no estarían vinculados con la prestación de algún servicio en particular. Generalmente, están conformados por gastos administrativos incurridos al soportar la red en su conjunto, como los gastos de personal utilizado en la gestión corporativa, costos de servicio al cliente, costos de comercialización y gastos generales por suministros, equipos y consultorías externas. El cálculo realizado en el modelo es el siguiente:

$$\text{LRAIC+} = \text{LRAIC} \times (1 + \text{overhead por costos comunes})$$



A.6.4. Valor de cargo

El valor finalmente obtenido del cargo es de USD 0,00129. Los componentes del mismo se resumen en el cuadro siguiente:

Tabla N° 14: Propuesta de cargo móvil

Costos Red (USD)	12 175 820
Costos Operativos (USD)	20 363 039
Costos Comunes (USD)	1 608 575
Tasas y Canon (USD)	-58 208
Costo Total (USD)	34 089 225
Demanda (minutos)	26 491 779 981
Costo USD /minuto	0,00129



ANEXO N° 2: DETERMINACIÓN DEL COSTO PONDERADO DE CAPITAL (WACC)

Las tasas Costo Promedio Ponderado del Capital (WACC, por sus siglas en inglés), para las empresas TELEFÓNICA, AMÉRICA MÓVIL, ENTEL y VIETTEL en el año 2020, han sido estimadas de acuerdo con el Informe N° 161-DPRC/2021 (Cálculo del costo de capital de empresas del sector telecomunicaciones con información del año 2020). Se calculan como la tasa ponderada del Costo del patrimonio de cada empresa (k_E) y el Costo de la deuda de las mismas (r_D), considerando sus correspondientes estructuras de financiamiento.

La fórmula empleada para el cálculo de la tasa WACC después de impuestos es la siguiente:

$$WACC = \frac{E}{(D + E)} k_E + \frac{D}{(D + E)} (1 - t_{PE}) r_D$$

donde,

t_{PE}	Tasa impositiva aplicable a la empresa.	D	Valor de mercado de la deuda de la empresa.
E	Valor de mercado del patrimonio de la empresa.	$D + E$	Valor de mercado de la empresa.

Particularmente, para el estimado del margen de utilidad razonable en el modelo, se emplea el WACC antes de impuestos, el cual sigue la siguiente especificación:

$$WACC_{AI} = \left(\frac{1}{1 - t_{PE}} \right) \left[\frac{E}{(D + E)} k_E + \frac{D}{(D + E)} (1 - t_{PE}) r_D \right]$$

En cuanto a los supuestos y las fuentes empleadas para los componentes y la determinación del WACC, la siguiente tabla lo resume.

Tabla N° 15: Supuestos y fuentes

N°	COMPONENTES	COMENTARIOS
1	Tasa libre de riesgo (r_f)	Promedio anual de los rendimientos diarios del US Treasury Bond a 10 años para el año 2020. Fuente: U.S. Department of the Treasury
2	Beta apalancado (β_L)	Mide el riesgo sistémico de la empresa y se estima a partir de la fórmula de abajo, utilizando como insumos: los betas sectoriales publicados por Damodaran, el impuesto a la renta y participación de los trabajadores para Perú, y el ratio de deuda sobre patrimonio de la empresa. $\beta_L = \beta_U \times [1 + (1 - t_{PE}) \times (D/E)]$.
3	Lambda (λ)	Mide el porcentaje no diversificable del riesgo país. A efectos de estimarlo, se emplean los datos del Índice S&P/BVL Peru General y del Índice de acciones S&P500, junto a las siguientes ecuaciones: $r_{SPBLPGPT,t} = \alpha_0 + \alpha_1 r_{S\&P500,t} + \varepsilon_t$



N°	COMPONENTES	COMENTARIOS
		$\lambda = \hat{\alpha}_1^2 \left(\frac{\sigma_{S\&P500}}{\sigma_{SPBLPGPT}} \right)^2$
4	Prima por riesgo país (R_p)	Se utiliza el promedio anual para el año 2020 del spread EMBIG Perú. Fuente: BCRP
5	Prima de Mercado [$E(r_m) - r_f$]	Es la diferencia entre el retorno del índice de acciones S&P500 (histórico) ⁴¹ y la r_f del año 2020.
6	Costo del patrimonio (en USD)	Se aplica el CAPM Híbrido, utilizando los componentes detallados en los numerales del 1 al 5 en la presente tabla. $k_E = r_f + \beta_L [E(r_m) - r_f] + \lambda R_p$
7	Costo de la deuda	En el caso de TELEFÓNICA se utilizaron las tasas de interés de sus emisiones de instrumentos financieros. En el caso de AMÉRICA MÓVIL, ENTEL y VIETTEL, se consideraron las tasas de interés que están obligados a pagar por todas sus fuentes de financiamientos detalladas en sus Estados Financieros Anuales Auditados.
8	Ratio de endeudamiento (Deuda/[Deuda + Patrimonio])	La información utilizada de deuda y patrimonio es el promedio del año 2020, con excepción de VIETTEL, para la que se tomó el promedio aritmético de los ratios calculados para el resto de empresas. Fuente: Estados Financieros Auditados
9	WACC después de impuestos	$WACC = \frac{E}{(D+E)} k_E + \frac{D}{(D+E)} (1 - t_{PE}) r_D$
10	WACC antes de impuestos	$WACC_{AI} = \left(\frac{1}{1 - t_{PE}} \right) \left[\frac{E}{(D+E)} k_E + \frac{D}{(D+E)} (1 - t_{PE}) r_D \right]$

Sobre la base de los supuestos expuestos y tomando en consideración la información contenida en las fuentes indicadas, en la siguiente tabla se presentan los valores de cada parámetro y del WACC para el año 2020.

⁴¹ Se utiliza el promedio aritmético de los rendimientos anuales del Índice de acciones S&P500 desde el año 1990 hasta el año evaluado.



Tabla N° 16: Valores 2020

COMPONENTES	TELEFÓNICA	AMÉRICA MÓVIL	ENTEL	VIETTEL
Ratios sobre deuda y patrimonio por empresa				
Deuda/(Deuda + Patrimonio)	50%	37%	41%	43%
D/E	1,01	0,59	0,69	0,75
Betas para las empresas de telecomunicaciones				
Beta desapalancado (β_U)	0,40	0,40	0,40	0,40
tasa impositiva (t_{PERU})	36,6%	36,6%	36,6%	36,6%
Beta apalancado (β_T)	0,66	0,55	0,58	0,59
Componentes y cálculo del Costo del Patrimonio 2020 (USD)				
Tasa Libre de Riesgo (r_f)	0,89%	0,89%	0,89%	0,89%
Prima de Mercado	10,65%	10,65%	10,65%	10,65%
Lambda (λ)	0,62	0,62	0,62	0,62
Riesgo País (spread EMBIG Perú)	1,73%	1,73%	1,73%	1,73%
Costo del Patrimonio (k_E)	9,00%	7,86%	8,13%	8,29%
Componentes y cálculo del WACC 2020 (USD)				
Costo del patrimonio (US\$)	9,00%	7,86%	8,13%	8,29%
Costo de la deuda (US\$)	2,93%	0,21%	3,79%	2,39%
WACC US\$ después de impuestos	5,41%	4,98%	5,79%	5,39%
WACC US\$ antes de impuestos	8,52%	7,85%	9,12%	8,49



ANEXO N° 3: DETERMINACIÓN DE LOS CARGOS DIFERENCIADOS

La metodología utilizada para la diferenciación del cargo de interconexión se encuentra descrita en el Numeral 5 “Estimación de Cargos Diferenciados” de los Principios Metodológicos de Diferenciación, aprobados mediante Resolución de Consejo Directivo N° 005-2010-CD/OSIPTEL, y modificados mediante la Resolución de Consejo Directivo N° 038-2018-CD/OSIPTEL. De acuerdo con esta metodología, los cargos diferenciados deben cumplir con dos condiciones:

1. El promedio de los cargos rural y urbano, ponderado por sus correspondientes ratios de tráfico, debe igualar al Cargo de Interconexión Tope por Terminación de Llamadas en las Redes de los Servicios Públicos Móviles.
2. El ratio entre el cargo urbano y el cargo rural debe ser igual al ratio entre el Indicador de Acceso Urbano y el Indicador de Acceso Rural. Para el cálculo de este valor, se ha consultado la información proporcionada por la Encuesta Residencial de Servicios de Telecomunicaciones (ERESTEL), correspondiente al año 2019, obteniéndose un resultado de 13,68⁴².

Cabe indicar que la información de tráfico utilizada para la diferenciación del referido cargo de interconexión (ver tabla siguiente) ha sido obtenida de los reportes efectuados por las empresas operadoras en el marco de la obligación establecida en el artículo 1 del Procedimiento de Determinación de Cargos Diferenciados (Anexo 1 de la Resolución N° 038-2010-CD/OSIPTEL), así como de los reportes efectuados en el marco de la NRIP.

**Tabla N° 21: Tráfico de terminación de llamadas en redes del servicio público móvil
(Enero a Diciembre de 2020, en miles de minutos)**

Operador	Tráfico hacia (o desde) líneas con numeración rural	Tráfico del resto de comunicaciones (ámbito urbano)	Tráfico total
AMÉRICA MÓVIL	3 417	49 156 734	49 160 151
Estructura %	0,01%	99,99%	100,00%
ENTEL	2 434	24 723 098	24 725 532
Estructura %	0,01%	99,99%	100,00%
TELEFÓNICA	2 812	48 985 136	48 987 948
Estructura %	0,01%	99,99%	100,00%
VIETTEL	9 661	104 010 991	104 020 652
Estructura %	0,01%	99,99%	100,00%
TOTAL	18 325	226 875 958	226 894 283
Estructura %	0,01%	99,99%	100,00%

Fuente NRIP

⁴² Cabe precisar que por motivos de la pandemia originada por el Covid-19, no se pudo realizar la Encuesta Residencial de Servicios de Telecomunicaciones (ERESTEL) para el año 2020, es por eso que se tomó como valor para el cálculo el valor del año 2019.

De esta manera, a partir de la información de tráfico reportada por las empresas operadoras y del cumplimiento de las condiciones descritas previamente, se calcularon los valores de los cargos de interconexión diferenciados que deberán aplicar las empresas operadoras por la originación y/o terminación de llamadas en sus redes del servicio público móvil, tal como se aprecia a continuación.

Tabla N° 22: Cargos Móviles diferenciados (USD)

OPERADOR MÓVIL	CARGO RURAL (USD por minuto tasado al segundo, sin IGV)	CARGO URBANO (USD por minuto tasado al segundo, sin IGV)
AMÉRICA MÓVIL	0,00009	0,00129
ENTEL	0,00009	0,00129
TELEFÓNICA	0,00009	0,00129
VIETTEL	0,00009	0,00129

Elaborado por: DPRC – Osiptel.

Cabe señalar que el cargo rural constituye el cargo de interconexión que deberá retribuirse al operador móvil por la originación y/o terminación de llamadas en su red del servicio público móvil en aquellas comunicaciones hacia (o desde) teléfonos de áreas rurales y lugares de preferente interés social. Para todos los efectos, los teléfonos de áreas rurales y lugares de preferente interés social corresponden a las líneas del servicio de telefonía fija de abonado o del servicio de teléfonos públicos que utilizan la numeración rural específica establecida por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Asimismo, el cargo urbano constituye el cargo de interconexión que deberá retribuirse al operador móvil por la originación y/o terminación de llamadas en la red del servicio público móvil, en cualquier otro tipo de comunicaciones que no estén comprendidas en el párrafo anterior.

Finalmente, se precisa que la aplicación de los cargos de interconexión diferenciados se sujeta a las disposiciones establecidas en las Resoluciones de Consejo Directivo N° 005-2010-CD/OSIPTel y N° 038-2010-CD/OSIPTel y sus modificatorias efectuadas mediante la Resolución de Consejo Directivo N° 038-2018-CD/OSIPTel.

