

**Estimación del número de Estaciones Base Celular (EBC)
requeridas al año 2021**

Javier More, Jorge Trelles y Luis Pacheco*

*Gerencia de Políticas Regulatorias y Competencia
OSIPTEL*

Resumen

El despliegue de infraestructura para la provisión de servicios móviles, en especial el servicio de Internet Móvil, ha cobrado especial relevancia en los últimos años. El continuo incremento del consumo de Internet Móvil, requiere que los operadores de telecomunicaciones desplieguen, entre otras cosas, un número adecuado de Estaciones Base Celular (EBC) que permitan atender esta creciente demanda.

El presente documento presenta un modelo para, en función a diversas variables de entrada (población, consumo de tráfico por usuario, tasa de penetración, espectro por operador, tecnologías implementadas, entre otras), estimar el número de Estaciones Base Celular requeridas al 2021.

Finalmente se presenta algunas recomendaciones relacionadas a las variables consideradas a lo largo del documento.

© 2017 OSIPTEL. Derechos reservados.

Palabras clave: Estaciones Base Celular, 4G-LTE, 3G, GB, Tráfico Móvil, Internet Móvil.

<http://www.osiptel.gob.pe>

* Se agradece la colaboración de Daniel Argandoña y Jose Carlos Aguilar en la redacción del presente documento. Las opiniones en él vertidas son de responsabilidad exclusiva de los autores, y no reflejan necesariamente la posición del OSIPTEL hasta la emisión de la respectiva posición oficial, de ser el caso. Remitir comentarios y sugerencias a: investigación@osiptel.gob.pe.

ÍNDICE

1.	OBJETIVOS	3
2.	ANTECEDENTES	3
3.	CONCEPTOS GENERALES	3
3.1.	ESTACIONES BASE CELULAR	3
3.2.	ANTENAS PARA LOS SERVICIOS MÓVILES	6
3.3.	UBICACIÓN DE LAS ANTENAS	8
4.	ESTIMACIÓN DE VARIABLES ECONÓMICAS Y DE INGENIERÍA	10
4.1.	ESTIMACIÓN DE POBLACIÓN	10
4.2.	ESTIMACIÓN DE LA TASA DE PENETRACIÓN	11
4.3.	ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE DATOS DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA DEMANDA	12
4.4.	EVOLUCIÓN DE TRÁFICO CURSADO POR TECNOLOGÍAS 3G Y 4G	14
4.5.	EVOLUCIÓN DE LA PARTICIPACIÓN DE MERCADO POR OPERADOR	15
4.6.	ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD POR ESTACIÓN BASE CELULAR Y POR OPERADOR.. ..	16
5.	ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE ESTACIONES BASE CELULAR REQUERIDAS AL 2021	20
6.	BRECHA DE ESTACIONES BASE CELULAR AL 2021 Y COMENTARIOS SOBRE LOS RESULTADOS.....	23
7.	DESPLIEGUE DE ESTACIONES BASE CELULAR EN EL PERÚ.....	25
8.	DESPLIEGUE DE INFRAESTRUCTURA EN OTROS PAÍSES.....	26
9.	RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES.....	27
	ANEXO 01: AJUSTE DE LOS CÁLCULOS CONSIDERANDO LA FIBRA ÓPTICA IMPLEMENTADA Y QUE SE IMPLEMENTARÁ EN LOS PRÓXIMOS AÑOS.....	28

ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE ESTACIONES BASE CELULAR (EBC) REQUERIDAS AL AÑO 2021

1. OBJETIVOS

- Estimar el número de Estaciones Base Celular (EBC) requeridas al año 2021.
- Identificar la brecha de infraestructura de acceso móvil al año 2021.
- Realizar estimaciones de población, participación de mercado por operador, consumo de datos por usuario, penetración y uso de datos por medio de redes móviles 3G y 4G, al 2021.

2. ANTECEDENTES

- El año 2014, el OSIPTEL publicó el documento de trabajo “Estimación de torres en las redes móviles para el año 2025 en el Perú”¹.
- Entre los resultados presentados por dicho documento, se mostró que se requerían 22,329 torres de telefonía móvil para atender la demanda de servicios móviles al año 2025.
- Considerando que el citado informe se elaboró en base a supuestos y estimaciones, de velocidad de Internet y consumo de datos, disponibles en los años 2012 y 2013, y dado el dinamismo y crecimiento del tráfico del sector móvil observado en los últimos tres años, el mismo que ha causado que las primeras estimaciones realizadas hayan quedado desfasadas, resulta necesario actualizar dicho estudio.

3. CONCEPTOS GENERALES

3.1. Estaciones Base Celular

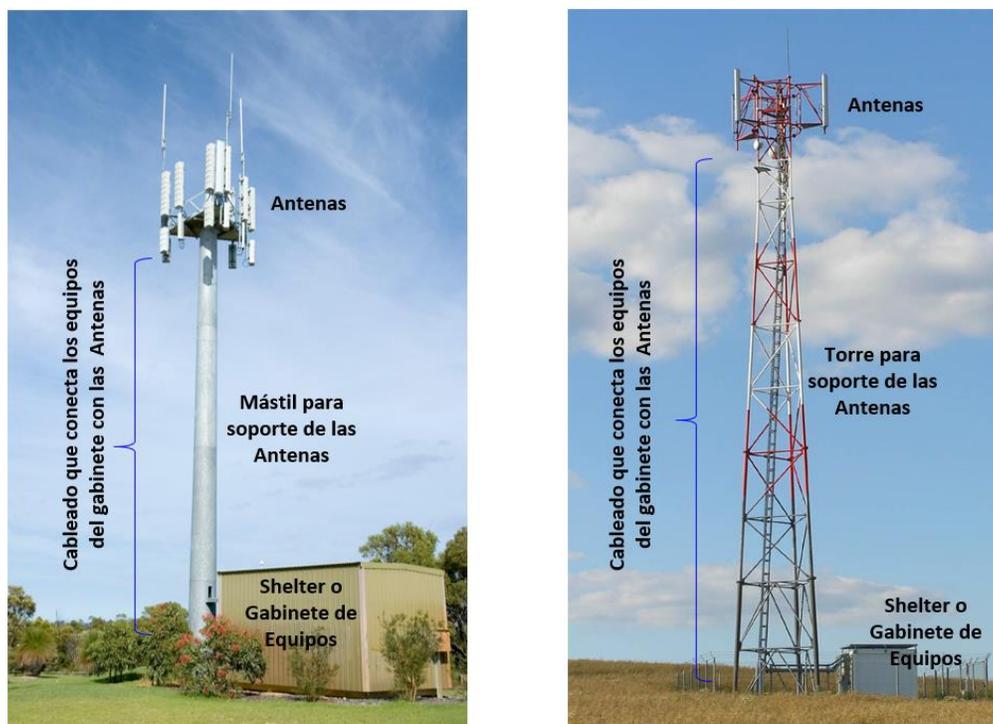
Dependiendo de la tecnología implementada, una Estación Base Celular (EBC) o emplazamiento (*site*), está compuesta por diversos elementos:

- Estructura de soporte para las antenas: Torres, postes, mástiles, azoteas, etc.

¹ Documento disponible en:
<https://www.osiptel.gob.pe/articulo/dt25-estimacion-torres-redesmoviles-2015>

- Antenas: para telefonía móvil, para enlaces microondas.
- Equipamiento de radio: de tecnologías 2G, 3G, 4G, las cuales reciben diversas denominaciones de acuerdo a los estándares tecnológicos:
 - **BTS** (Base Station Transceiver): Tecnologías **2G** (GSM, GPRS y EDGE)².
 - **Nodo B**: Tecnologías **3G** (UMTS, HSDPA, HSUPA, HSPA+).
 - **eNodo B**: Tecnologías **4G** (LTE).
- Equipamiento del enlace de backhaul: Equipos de radio microondas, fibra óptica o satelitales.
- Cableado: Guía de onda, Cable coaxial, Fibra Óptica.
- Sistema de Energía: Banco de baterías, Sistema de UPS, tableros, paneles solares.
- Estructura de soporte de equipamiento de radio: Racks, Shelter, Gabinetes, bandejas.
- Sistema de aire acondicionado.
- Sistema de seguridad y vigilancia.

Figura N° 01.- Ejemplos de Estaciones Base Celular



Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio - GPRC - OSIPTEL. Imágenes extraídas de Internet.

² En el presente documento se usa la terminología 2G, 3G y 4G solo para efectos referenciales.

Es preciso señalar que existen diversos tipos de estaciones, pudiendo algunas tener coberturas de muchos kilómetros, también conocidas como **macroceldas** y algunas de unas cuantas decenas de metros, también conocidas como **picoceldas**. Las macroceldas son por lo general aplicables para zonas de poca demanda, por ejemplo zonas de población dispersa, carreteras, entre otros; mientras que las picoceldas son usadas para atender zonas de alta demanda, por ejemplo, centros comerciales, estadios, edificios, entre otros. Asimismo, se tiene algunos sistemas que por lo general se usan en soluciones tipo “*indoor*”, a saber: i) Sistemas de Antenas Distribuidos (DAS) y, ii) Sistemas de Cable Radiante (*Leaky Feeder*), en los que el equipamiento de radio no está ubicado en el mismo lugar que los elementos radiantes, los cuales pueden ser muchos y estar distribuidos en diferentes ubicaciones dentro del local. En estos casos, sin embargo, todo el sistema, tanto la parte de equipamiento como la parte de elementos radiantes, forman parte de una única EBC.

Figura N° 02.- DAS y Cable Radiante



Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio - GPRC - OSIPTEL. Imágenes extraídas de Internet.

Por otro lado, independientemente de si se trata de una macrocelda o una picocelda, las Estaciones Base Celular pueden contener equipamiento de radio que soporte una o más tecnologías de radio (entorno Multi-RAT: *Multiple Radio Access Technology*), por ejemplo:

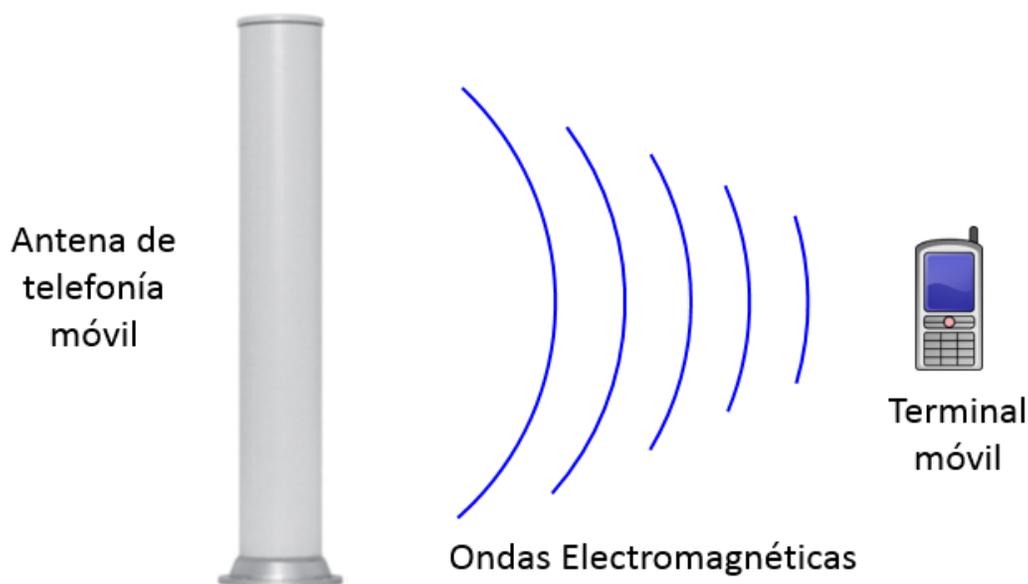
- Estaciones solo 2G.
- Estaciones solo 3G.
- Estaciones solo 4G.

- Estaciones 2G y 3G.
- Estaciones 2G, 3G y 4G.
- Estaciones 3G y 4G.

3.2. Antenas para los servicios móviles

Una antena es un elemento de red que irradia ondas electromagnéticas al espacio libre. Las antenas son usadas en redes inalámbricas para transmitir y recibir información de un punto a otro punto, por medio de las ondas electromagnéticas. Así, todos los sistemas inalámbricos, como la radio, televisión, comunicaciones satelitales, enlaces de microondas, radares, redes de telefonía e internet móvil, sistemas GPS, redes Wi-Fi, Bluetooth, y muchos otros, usan antenas para irradiar sus señales.

Figura N° 03.- Antena irradiando ondas electromagnéticas



Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio - GPRC - OSIPTEL.

Para la instalación de sistemas de telefonía e Internet móvil, en función a la solución que se desee implementar, se pueden usar diversos tipos de antenas. Así, dependiendo del ambiente de instalación interior (indoor) o exterior (outdoor), tipo de estación (macrocelda, microcelda, picocelda, etc.), frecuencia de operación (bandas altas, bandas bajas, multibanda), tecnología de radio, ángulo de apertura, entre otros factores, existen en el

mercado antenas que tienen alturas que van desde menos de 10 cm hasta un poco más de 3 m, y además diferentes formas, de acuerdo al uso que se le dará.

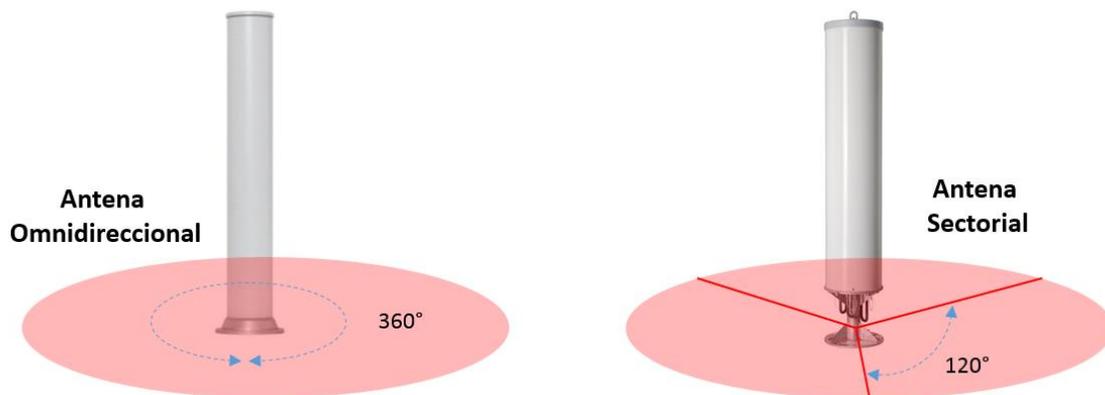
Figura N° 04.- Ejemplos de algunos tipos de antenas usadas en redes móviles.



Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio - GPRC - OSIPTEL. Imágenes extraídas de Kathrein y CommScope.

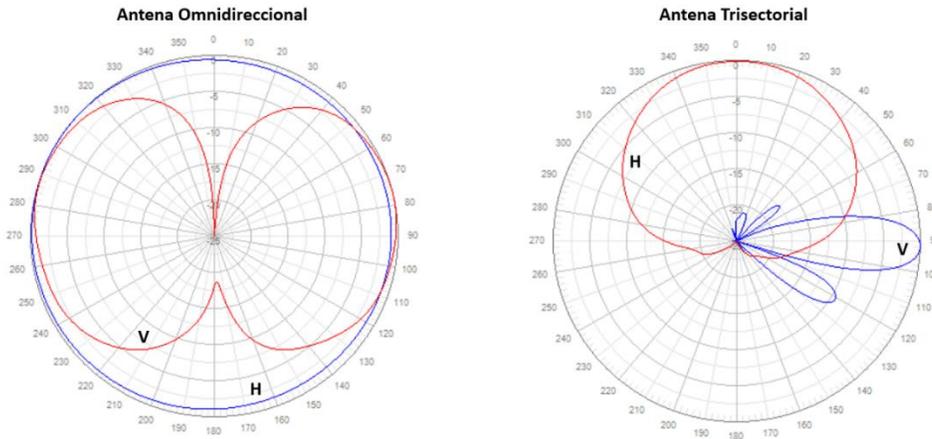
Asimismo, existen antenas denominadas omnidireccionales, que irradian las ondas electromagnéticas en los 360°; mientras que las antenas denominadas sectoriales, irradian en un ángulo menor (por ejemplo, en el caso de usar 3 sectores, se requerirán 3 antenas que irradian a 120° cada una), tal como se puede apreciar en las Figuras N° 05 y 06.

Figura N° 05.- Antena Omnidireccional y Tri-Sectorial.



Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio - GPRC - OSIPTEL.

Figura N° 06.- Patrones de Radiación (H y V) de antenas Omnidireccional y Tri-Sectorial.

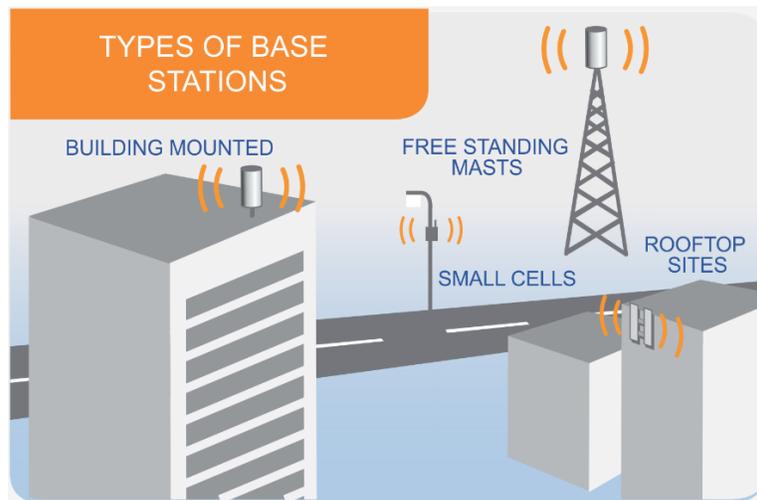


Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio - GPRC - OSIPTEL.

3.3. Ubicación de las antenas

Para brindar cobertura en exteriores, las antenas requieren estar instaladas sobre una superficie elevada, para que así las ondas electromagnéticas no sean obstruidas por los edificios, árboles u otro elemento, y puedan llegar en condiciones técnicas deseables (potencia, relación señal a ruido, etc.) a los dispositivos de los usuarios. Así, para el caso de los sistemas de exteriores (*outdoor*), es común que las antenas se instalen sobre diversos emplazamientos, como estructuras metálicas (torres), postes, azoteas, paredes de edificios, árboles, tanques de agua, entre otros.

Figura N° 07.- Antenas instaladas en diversas estructuras



Fuente: UIT - EMF Guide

Por otro lado, en el caso de las instalaciones de tipo *indoor* (interiores) las antenas se instalan en las paredes o en el techo del ambiente que se desea atender. En este caso, dado que se requiere cubrir áreas pequeñas, la cobertura de las instalaciones de tipo *indoor* es reducida.

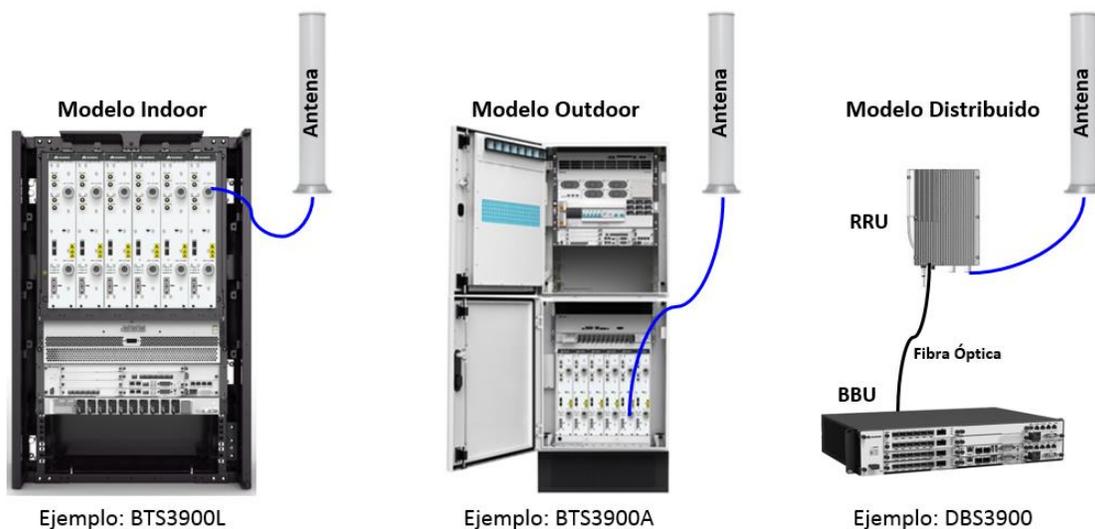
3.4. Equipamiento de radio

En un sistema de telefonía e internet móvil, además de las antenas, se requiere de equipamiento de radio que genere, transmita, procese y reciba las señales enviadas y provenientes de las antenas. Este equipamiento comprende dos segmentos importantes: Banda Base y RF (Radio Frecuencia).

En función al tipo de estación que se requiere desplegar, los fabricantes de equipamiento ofrecen diversas soluciones, por ejemplo:

- Estaciones modelo Outdoor: El equipamiento se instala en exteriores.
- Estaciones modelo Indoor: El equipamiento se instala en interiores.
- Estaciones Distribuidas: Parte del equipamiento se instala en interiores y otra parte en exteriores.

Figura N° 08.- Ejemplos de modelos de equipamiento de radio



Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio - GPRC - OSIPTEL. Imágenes y modelos de equipos extraídos de Huawei.

Es preciso señalar que las estaciones ofrecidas por los fabricantes de equipamiento, por lo general y dependiendo del modelo, soportan las tres tecnologías (2G, 3G y 4G) en un mismo equipo.

4. ESTIMACIÓN DE VARIABLES ECONÓMICAS Y DE INGENIERÍA

Para realizar la estimación del número de EBC requeridas al 2021, se requiere estimar y/o calcular en primer lugar, un conjunto de variables que permitirán alimentar el modelo. A continuación se presenta el detalle de la estimación de cada variable.

4.1. Estimación de Población

Para la estimación de población se usó como base dos proyecciones realizadas por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) publicadas en el año 2009 y 2010 respectivamente:

- “Perú: Estimaciones y Proyecciones de Población Departamental, por Años Calendario y Edades Simples 1995-2025”³: Se usaron las tasas de crecimiento de población a nivel departamental.
- “Perú: Estimaciones y Proyecciones de Población por Sexo, según Departamento, Provincia y Distrito, 2000-2015”⁴: Las tasas de crecimiento del documento anterior, se usaron para proyectar la población a nivel distrital.

Así, se estimó la población a nivel distrital considerando un total de 1,854 distritos. La siguiente tabla muestra la población agregada a nivel país:

Tabla N° 01.- Estimación de la Población 2016-2021

Año	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Población Perú	31,488,646	31,825,994	32,162,182	32,495,509	32,824,332	33,148,992

Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio - GPRC - OSIPTEL, en base a información del INEI.

³ Documento disponible en:
<http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib1039/libro.pdf>

⁴ Documento disponible en:
<http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0842/libro.pdf>

4.2. Estimación de la Tasa de Penetración

La tasa de densidad o penetración representa al porcentaje de usuarios que usan el servicio, respecto al total de población. Dicho valor es diferente para cada zona geográfica, pues existen distritos en las que la tasa de penetración es muy alta, mientras que en otros distritos, la tasa de penetración es muy baja.

Para estimar la penetración geográfica, se utilizó la información al III trimestre de 2015 del “Número de Suscriptores con Conexión al Servicio de Internet Móvil por Región”⁵. Como resultado se obtuvo una tasa de densidad base por región para el año 2015, cuyo promedio es 41.9%.

Asimismo, para realizar las proyecciones regionales de densidad de internet móvil en el periodo 2016-2021, se segmentaron las regiones en 3 grupos, en función a sus ingresos, utilizando información de la ENAHO 2015:

- B: Ingresos Bajos.
- M: Ingresos Medios.
- A: Ingresos Altos.

Dichas proyecciones se realizaron a través de una aproximación Gompertz, con supuestos diferenciados por grupo de región. En particular, se espera que las regiones con ingresos bajos alcancen una tasa de densidad de internet móvil de 80% en 15 años; en tanto que las regiones con ingresos medios tendrían una tasa de densidad de internet móvil de 90% en 10 años. Finalmente, las regiones con ingresos altos alcanzarían una tasa de densidad de internet móvil de 100% en 7 años. En el siguiente cuadro se presentan las proyecciones a nivel regional para el periodo 2016-2021:

Tabla N° 02.- Densidad de Internet Móvil por región

Región	Clasificación	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Amazonas	B	24.8%	29.6%	38.9%	48.3%	56.5%	63.1%
Ancash	B	40.8%	48.3%	56.5%	63.1%	68.1%	71.8%
Apurímac	B	30.9%	38.9%	48.3%	56.5%	63.1%	68.1%

⁵ Información estadística publicada por la DGRAIC-MTC.

Arequipa	M	61.6%	64.7%	74.4%	80.9%	84.8%	87.1%
Ayacucho	B	34.3%	38.9%	48.3%	56.5%	63.1%	68.1%
Cajamarca	B	30.3%	38.9%	48.3%	56.5%	63.1%	68.1%
Callao	A	51.3%	62.6%	74.7%	87.7%	94.9%	98.1%
Cusco	B	38.5%	48.3%	56.5%	63.1%	68.1%	71.8%
Huancavelica	B	21.3%	29.6%	38.9%	48.3%	56.5%	63.1%
Huánuco	B	29.6%	38.9%	48.3%	56.5%	63.1%	68.1%
Ica	M	56.1%	64.7%	74.4%	80.9%	84.8%	87.1%
Junín	B	39.4%	48.3%	56.5%	63.1%	68.1%	71.8%
La Libertad	M	46.2%	52.1%	64.7%	74.4%	80.9%	84.8%
Lambayeque	M	44.0%	52.1%	64.7%	74.4%	80.9%	84.8%
Lima	A	63.4%	74.7%	87.7%	94.9%	98.1%	99.3%
Loreto	B	24.9%	29.6%	38.9%	48.3%	56.5%	63.1%
Madre de Dios	A	65.1%	74.7%	87.7%	94.9%	98.1%	99.3%
Moquegua	A	59.4%	62.6%	74.7%	87.7%	94.9%	98.1%
Pasco	B	35.9%	38.9%	48.3%	56.5%	63.1%	68.1%
Piura	B	41.8%	48.3%	56.5%	63.1%	68.1%	71.8%
Puno	B	35.2%	38.9%	48.3%	56.5%	63.1%	68.1%
San Martín	B	32.3%	38.9%	48.3%	56.5%	63.1%	68.1%
Tacna	M	56.2%	64.7%	74.4%	80.9%	84.8%	87.1%
Tumbes	M	45.8%	52.1%	64.7%	74.4%	80.9%	84.8%
Ucayali	M	38.4%	39.7%	52.1%	64.7%	74.4%	80.9%
PROMEDIO	-	48.8%	59.0%	67.5%	73.6%	77.8%	80.5%

Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio - GPRC - OSIPTEL.

Para estimar la tasa de densidad a nivel distrital, se ajustó la tasa de densidad regional por el porcentaje no pobre de cada distrito, en base a información proporcionada por el INEI, y se garantizó que el número acumulado de usuarios a nivel de cada distrito coincida con el número de usuarios a nivel de cada región.

4.3. Estimación del consumo de datos desde el punto de vista de la demanda

Para estimar el consumo mensual de datos por usuario (GB/mes) se usó como base a las estimaciones de tráfico realizadas por Cisco y Ericsson. Al respecto, Ericsson en el documento “*Ericsson Mobility Report*”⁶, publicado en noviembre de 2016, precisa que para América Latina, el tráfico consumido por cada Smartphone será de 1.6 GB/mes para el 2016 y 9.6 GB/mes para el año 2022. Asimismo, Cisco en el documento “*VNI Mobile Forecast 2016-2021*” estimó que para América Latina el tráfico por usuario sería de 0.93 GB/mes al 2016 y 5.44 GB/mes al 2021⁷.

⁶ Reporte disponible en:

<https://www.ericsson.com/assets/local/mobility-report/documents/2016/ericsson-mobility-report-november-2016.pdf>

⁷ Reporte disponible en (revisar sección Latin America - 2021 Forecast Highlights:

http://www.cisco.com/assets/sol/sp/vni/forecast_highlights_mobile/

Por otro lado, el OSIPTEL dispone de información de tráfico trimestral cursado por operador (GB) y usuarios de internet móvil. Es importante tomar en cuenta esta información, toda vez que permite conocer el tráfico que efectivamente se cursó y que fue soportado por las redes de telecomunicaciones móviles actualmente instaladas en el Perú. La información de tráfico por operador, muestra que existe una gran diferencia entre el tráfico que cursan los usuarios de algunos operadores respecto a otros, esto podría evidenciar que el consumo de tráfico estaría fuertemente sujeto a las condiciones y/o restricciones comerciales que el operador ofrece a sus clientes. Al calcular el promedio ponderado de los tráficos mensuales por operador, al cierre del año 2016, se encontró que el tráfico mensual cursado por usuario fue de 0.7 GB/mes.

Tabla N° 03.- Consumo de datos por usuario al 2016 (GB/mes)*

Operador	Tráfico 2016-IV (GB)	Tráfico Mensual (Diciembre)**	Usuarios de Internet Móvil	Tráfico mensual por usuario (GB/mes)
América Móvil	14,324,000	4,774,667	6,620,139	0.7
Telefónica del Perú	10,233,000	3,411,000	8,543,137	0.4
Entel	7,246,000	2,415,333	2,023,660	1.2
Viettel	3,937,000	1,312,333	733,061	1.8

Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio - GPRC - OSIPTEL

*Información en proceso de validación estadística.

**El reporte llega por trimestre. Se asume que el tráfico es igual en cada mes.

Sin embargo, considerando que el valor de 0.7 GB/mes aún se encuentra en etapa de validación y que además algunos operadores no estarían contabilizando el tráfico realizado por planes que permiten acceder solo a contenido exclusivo (por ejemplo, planes de acceso a solo Redes Sociales, entre otros), usar dicho valor como una entrada en el modelo (para el año 2016), no sería aún lo más adecuado. En ese sentido, con el fin de realizar una estimación, en función a la demanda y de acuerdo a lo que muestra la tendencia en la región, se propone usar el valor más optimista, es decir, el *indicado* por Ericsson para América Latina. Asimismo, para el año 2021, se propone usar un consumo de 7.9 GB/mes por usuario, cifra que corresponde a la estimación Gomperz de los valores indicados por Cisco para los años 2016 y 2021.

Así, la estimación tendrá como punto de partida 1.6 GB/mes al 2016 y como punto final 7.9 GB/mes al 2021, para los demás años se usará una aproximación de tipo Gomperz.

Tabla N° 04.- Estimación de consumo de datos por usuario (GB/mes)

2016	2017	2018	2019	2020	2021
1.6	2.1	3	4.4	6.1	7.9

Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio - GPRC - OSIPTEL.

4.4. Evolución de tráfico cursado por tecnologías 3G y 4G

Existe una tendencia a que la mayor parte del tráfico de Internet móvil se curse sobre redes 4G. En parte esto se debe a la mayor eficiencia espectral (bits/Hz) y al mayor ancho de banda (en MHz) destinado para la implementación de redes 4G.

Para calcular el tráfico que se cursará por cada tecnología, se tomó como base la estimación del tráfico cursado del 2016 al 2020 realizada por Analysys Mason y se proyectó para el año 2021.

Tabla N° 05.- Estimación de tráfico cursado por redes 3G y 4G

Tecnología	2016	2017	2018	2019	2020*	2021*
3G	79%	61%	45%	32%	24%	12%
4G	21%	39%	55%	68%	76%	88%

Fuente: Analysys Mason. * Cifra estimada por la Subgerencia de Análisis Regulatorio - GPRC - OSIPTEL.

Así, se espera que para el año 2021, en el Perú, el 12% del tráfico de Internet móvil se curse sobre redes 3G y el 88% se curse sobre redes 4G.

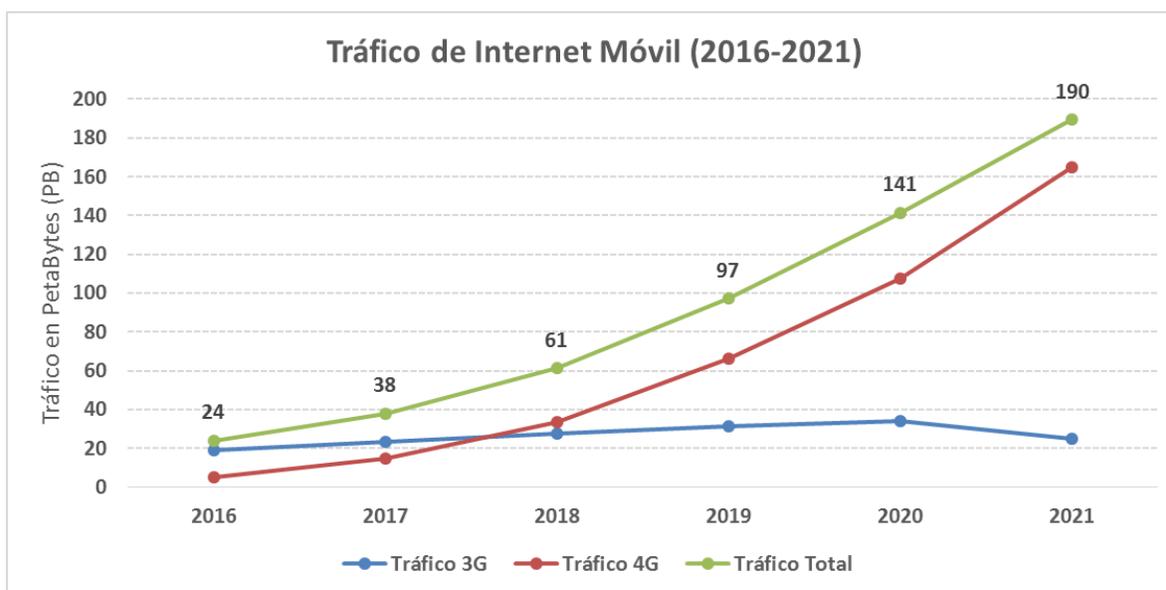
En base a la estimación de la tasa de penetración y consumo mensual de Internet móvil, se proyectó que para el año 2021 el tráfico total de Internet móvil será de 190 PB (Peta Bytes)/mes, de los cuales, el 87 % (165 PB) se cursará sobre redes 4G.

Así, se estima que el CAGR del tráfico total mensual de Internet Móvil (periodo 2016-2021) será de 51%. Al respecto, tanto la cifra de la evolución del tráfico como el CAGR armonizan con lo indicado en el estudio “VNI Mobile Forecast Highlights, 2016-2021”⁸, realizado por Cisco. El citado estudio precisa que:

⁸ Informe disponible en:

- En el periodo 2016-2021, el tráfico móvil cursado en la región de América Latina y el Caribe pasará de 0.5 EB/mes (449.9 PB/mes) a 2.9 EB/mes (2,900 PB/mes).
- El CAGR del tráfico mensual total de Internet Móvil para América Latina en el periodo 2016-2021 será de 45%.

Figura N° 09.- Evolución del tráfico mensual de Internet Móvil (Downlink) en Perú.



Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio - GPRC - OSIPTEL.

4.5. Evolución de la participación de mercado por operador

Para realizar esta estimación se tomó como punto de partida la participación del mercado de telefonía móvil al 2016, considerando su evolución trimestral de los últimos años. En ese sentido, el modelo estima que tanto Entel como Viettel ganarían mayor participación de mercado, teniendo en cuenta la dinámica competitiva del mercado, sus estrategias de inversión y despliegue de infraestructura, así como los diversos desarrollos regulatorios en pro de la competencia (Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica, Proyectos Regionales de Fibra Óptica, Ley 29022 y modificatorias, Registro de Proveedores de Infraestructura Pasiva, Licitación de Bandas de Espectro, Reglamento de Operadores Móviles Virtuales (OMV), entre otros).

Es preciso aclarar que no se está considerando a los OMV (Operador Móvil Virtual), toda vez que dichos operadores hacen uso de la infraestructura de los Operadores Móviles, y por tanto dicha infraestructura soportará tanto el tráfico del OMR (Operador Móvil con Red) como del OMV.

4.6. Estimación de la capacidad por Estación Base Celular y por operador

Para estimar el tráfico (en GB) que ofrece cada una de las tecnologías móviles se considerarán los siguientes supuestos:

- Todas las EBC tienen instalada la tecnología 3G y 4G.
- En una EBC con tecnología 3G y 4G, también se puede instalar tecnología 2G.
- No se considerará el tráfico de Internet móvil que hace uso de las redes 2G, toda vez que dicho tráfico, cuando se convierte a Mega Bytes, es despreciable en comparación al tráfico 3G y 4G e inclusive existe un operador que no tiene red 2G (Viettel). Asimismo existe una fuerte tendencia a que los operadores migren sus redes 2G a redes 3G y 4G⁹. Además, todas la EBC con 3G y 4G tienen la potencialidad de tener la tecnología 2G.
- La capacidad (en GB/mes) utilizada para llamadas de voz sobre 3G y 4G, es despreciable respecto al consumo de datos. En efecto, en una llamada de voz ya sea usando UMTS (3G) o VoLTE (4G), si se usa el códec AMR 12.2, se requiere de una tasa de bits de 12.2 kbps (Si se usa códec AMR 5.9, la tasa es menor), lo cual se traduce en un consumo de 27 MB/mes, asumiendo que cada usuario hace 300 minutos de llamadas al mes (al cierre del 2016, en promedio cada usuario usó 134 minutos de voz al mes)¹⁰. Asimismo, en el estudio presentado por Ericsson (*Ericsson Mobility Report*) también se muestra que el tráfico de voz al 2021 es despreciable frente al tráfico de datos.

En una red móvil, diversos usuarios desean acceder a los recursos al mismo tiempo (proceso aleatorio), siendo el tráfico de la hora pico (hora de mayor demanda del día), una

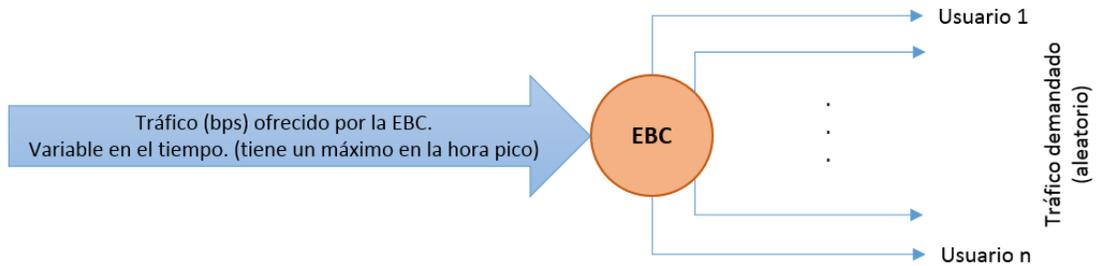
⁹ Según 4G Américas, para el 2021, menos del 7% de usuarios usará redes 2G.

<http://www.4gamericas.org/en/resources/statistics/statistics-latin-america/>

¹⁰ Considerando que al cierre del 2016 habían 36.99 millones de usuarios de telefonía móvil y cada usuario en promedio habló 134 minutos al mes, si todo ese tráfico de voz se hubiese cursado sobre redes 3G o 4G, solo se hubiesen requerido 0.4 PB/mes, cifra que representa al 1.7 % del tráfico mensual estimado al cierre del 2016.

de las variables que representa un gran reto para el dimensionamiento de este tipo de redes, puesto que se debe garantizar que durante dicha hora, los usuarios puedan seguir accediendo a los servicios móviles con una calidad adecuada, de acuerdo a su plan contratado. Es por eso que, con el fin de simplificar el proceso de diseño, muchos autores recomiendan realizar algunos supuestos básicos de diseño.

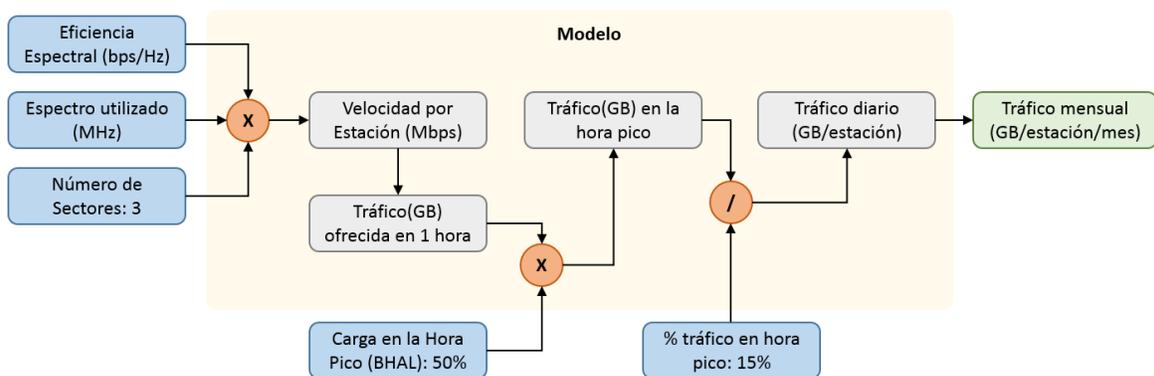
Figura N° 10.- Demanda de Recursos de la Estación Base Celular



Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio - GPRC - OSIPTEL.

En el libro “*LTE for UMTS - OFDMA and SC-FDMA Based Radio Access*” de Antti Toskala y Harri Holma, se presenta una metodología para estimar el tráfico en GB ofrecido por una estación 4G, de acuerdo a determinados parámetros de diseño de dicha estación. Dicho modelo contempla el diseño en base al tráfico que soporta una estación en la hora pico.

Figura N° 11.- Modelo de estimación de tráfico mensual por Estación Base Celular.



Fuente: “*LTE for UMTS*”, Wiley. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio - GPRC - OSIPTEL.

Así, el modelo de estimación de tráfico mensual ofrecido por cada estación requiere de los siguientes parámetros de entrada:

- **Eficiencia espectral (bps/Hz):** Para 3G se considera 1.1 bps/Hz usando HSPA+ R7 (la modulación de R5 a R7 pasa de 16-QAM a 64-QAM)¹¹ y para 4G se considera 1.57 bps/Hz usando LTE R8 con MIMO 2x2¹².
- **Ancho de Banda (MHz):** Para el caso de despliegues 3G se considera un ancho de banda de 10 MHz (se asume que los operadores implementan dos portadoras R7 de 5+5 MHz). Para el caso de despliegues 4G se consideran anchos de banda de 10+10 MHz, 15+15 MHz y 20+20 MHz, en función a la cantidad de espectro que posee el operador. En todos los casos, se asume que los operadores implementan el 100% de su espectro en cada EBC.
- **Número de sectores:** Se considera que cada estación tiene 3 sectores.
- **Promedio de Carga en la Hora Pico (BHAL):** Mientras más alta sea la carga, es decir más usuarios deseen acceder a los recursos, más baja es la velocidad de bajada por usuario. Se considera un valor de diseño de 50%.
- **Tráfico en hora pico:** Se considera que el 17% del tráfico del día se cursa en la hora pico.
- **Distribución del tráfico:** 80% Downlink y 20% Uplink.

De esta manera, en la Tabla N° 06, se presenta el tráfico en función a la tecnología implementada en cada Estación Base Celular.

Tabla N° 06.- Estimación de tráfico por Estación Base Celular

Tecnología	Ancho de banda	Eficiencia espectral	Tráfico mensual por Estación
3G (HSPA+ Release 7)	2 Portadoras 5+5 MHz	1.1 bps/Hz	1,450 GB/Mes
3G (HSPA+ Release 7)	3 Portadoras 5+5 MHz	1.1 bps/Hz	2,175 GB/Mes
4G (LTE Release 8)	1 Portadora 20+20 MHz	1.57 bps/Hz	4,140 GB/Mes
4G (LTE Release 8)	1 Portadora 15+15 MHz	1.57 bps/Hz	3,105 GB/Mes
4G (LTE Release 8)	1 Portadora 10+10 MHz	1.57 bps/Hz	2,070 GB/Mes

Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio - GPRC - OSIPTEL.

¹¹ Dicho valor se obtuvo tomando como base la eficiencia espectral de la tecnología HSDPA R5 = 0.55bps/Hz/Cell. Información obtenida del libro "LTE for UMTS", Wiley.

¹² 4G Americas indica que la eficiencia de la tecnología LTE R8 con MIMO 2x2 es de 1.4 bps/Hz/Cell. Asimismo, en el libro "LTE for UMTS" de Willey se indica que la eficiencia espectral es de 1.74 bps/Hz/cell. Para el presente documento se usará el promedio de ambos valores.

Al respecto, es preciso aclarar que dicho valor de tráfico por EBC se calcula considerando que en la hora pico, la red soporta la mayor carga de tráfico, y por tanto dicho valor puede ajustarse en base a otros comportamientos/patrones de tráfico.

Otro aspecto a considerar es la cantidad de espectro radioeléctrico destinada para la implementación de las tecnologías. Así, para el modelo se está considerando que todos los operadores usarán las bandas de espectro de acuerdo a lo indicado en la Tabla N° 08.

La información de la Tabla N° 08 asume que los operadores harán un uso óptimo del espectro e implementarán tecnologías 3G y 4G, con posibilidad de agregación de portadoras (*carrier aggregation*) ya sea en 3G o 4G. Si bien no se muestra en la tabla, con dichos valores de espectro para 3G y 4G, queda espectro disponible para que los operadores atiendan a sus clientes que actualmente acceden mediante la tecnología 2G (considerando la opción de *refarming* de bandas de 2G para ser usadas con 3G y 4G).

Asimismo, y de acuerdo a las proyecciones de Analysys Mason mencionadas anteriormente, se considera que hasta el 2021 existirán redes 3G y redes 4G. Es preciso señalar que se considerará algunos supuestos adicionales:

- El uso masivo de la Banda de 700 MHz, será a partir del año 2017.
- En el año 2018 el operador América Móvil implementará de forma masiva agregación de 15+15 MHz de la Banda de 700 MHz y 5+5MHz de la Banda de 2.6 GHz.
- En el año 2019 América Móvil pasará de usar 10+10 MHz de LTE de la Banda de 1900 MHz a usar 15+15 MHz.
- Al año 2019 el operador Telefónica del Perú usará 3 portadoras de 5+5 MHz para las tecnologías HSPA.

Tabla N° 07.- Espectro 3G y 4G usado por operador

Operador	Bandas 3G		Bandas 4G			
	Banda de 850 MHz	Banda de 1900 MHz	Banda de 700 MHz	Banda de 900 MHz	Banda AWS (1.7/2.1 GHz)	Banda de 1900 MHz
América Móvil	2 x (5+5 MHz)	-	15+15 MHz	-	-	10+10 MHz

			(a partir del 2018: 5+5MHz de 2.6 GHz*)			15+15 MHz (a partir del 2019)
Entel Perú	-	2 x (5+5 MHz)	15+15 MHz	-	20+20 MHz	-
Telefónica del Perú	2 x (5+5 MHz) 2 x (5+5 MHz): a partir del 2019	-	15+15 MHz	-	20+20 MHz	-
Viettel Perú	-	2 x (5+5 MHz)	-	15+15 MHz (Lima y Callao) 10+10 MHz (Resto del Perú)	-	-

Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio - GPRC - OSIPTEL.

* Escenario conservador. El uso de la Banda de 2.6 GHz podría ser mayor.

De esta manera, cada EBC podrá otorgar el siguiente tráfico mensual (GB/mes):

Tabla N° 08.- Tráfico 3G y 4G mensual ofrecido por cada EBC por operador (GB/mes)

Red	Operador	2016	2017	2018	2019	2020	2021
3G	América Móvil	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450
	Entel Perú	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450
	Telefónica del Perú	1,450	1,450	1,450	1,450	2,175	2,175
	Viettel Perú	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450	1,450
4G	América Móvil	2,070	5,175	5,175	6,209	7,244	7,244
	Entel Perú	4,140	7,244	7,244	7,244	7,244	7,244
	Telefónica del Perú	4,140	7,244	7,244	7,244	7,244	7,244
	Viettel Perú*	3,105	3,105	3,105	3,105	3,105	3,105

Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio - GPRC - OSIPTEL.

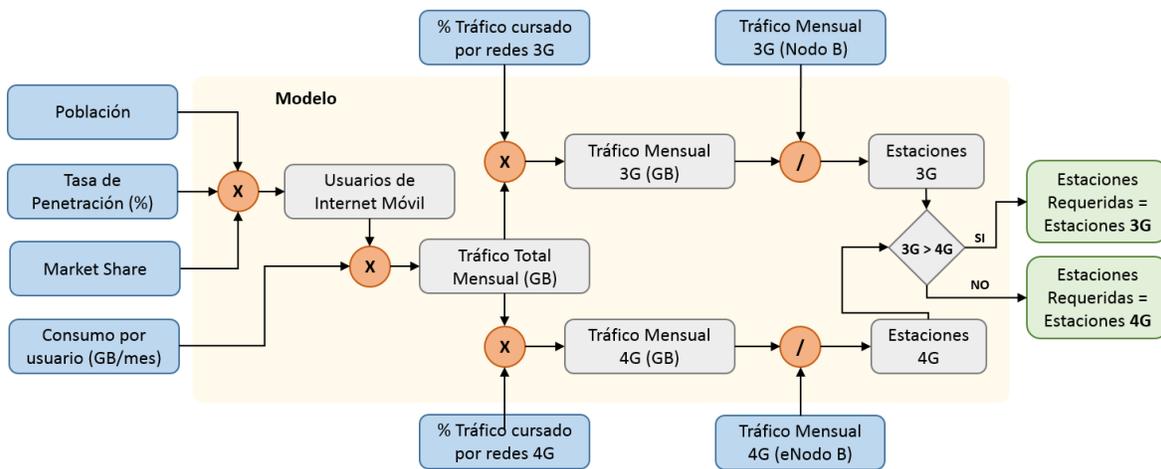
* En el caso de Viettel, el valor de 3,105 es para las provincias de Lima y Callao. Para el resto del Perú es de 2,070

5. ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE ESTACIONES BASE CELULAR REQUERIDAS AL 2021

En base a las estimaciones realizadas en la sección previa, en la presente sección se muestra el cálculo realizado para estimar el número de Estaciones Base Celular (EBC) requeridas para atender la demanda de Internet móvil al año 2021.

Tal como se indicó en las secciones previas, se considera que para cada EBC el operador podrá desplegar de manera simultánea las tecnologías 3G y 4G, utilizando los mismos elementos radiantes (v.g. antenas) y la misma infraestructura de soporte (v.g. torres). De esta manera, considerando que una porción del tráfico total circulará a través de las redes 3G y la otra parte por medio de las redes 4G, se tendrá que el número de Estaciones Base Celular resultante será el número mayor, producto de comparar el número de estaciones 3G y 4G, tal como se muestra en la Figura N° 12.

Figura N° 12.- Esquema simplificado del modelo de estimación de Estaciones Base Celular



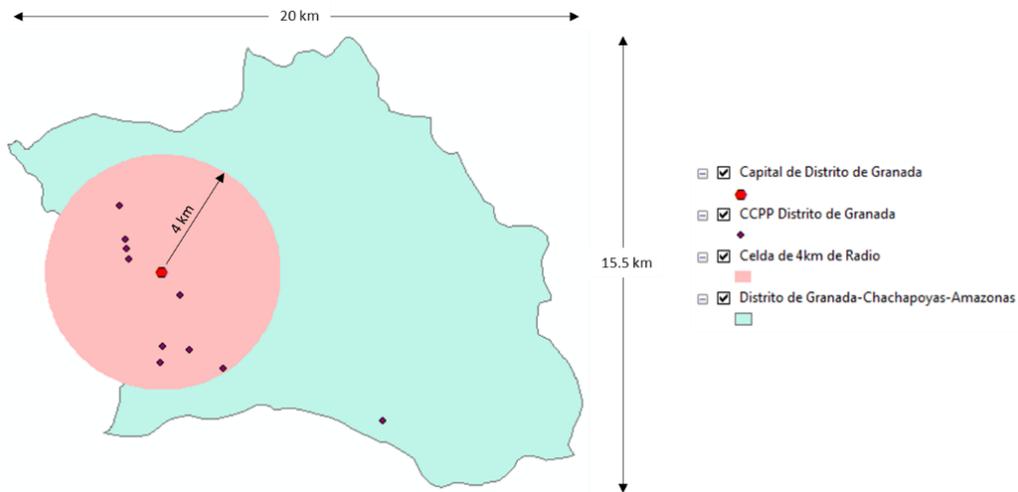
Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio - GPRC - OSIPTEL.

Asimismo, se está considerando que todos los distritos del Perú contarán con infraestructura 3G y 4G. De esta manera, en aquellos distritos en los que el tráfico cursado mensual (en GB), sea menor al tráfico promedio mensual (en GB) ofrecido por cada Estaciones Base Celular, se considerará al menos una EBC por cada operador. Así, dado que en nuestro país se cuenta con la presencia de 4 operadores, el modelo considera que como mínimo existirán 4 EBC por cada Distrito (sin considerar uso compartido de infraestructura).

Por ejemplo, si un distrito tiene muchos CCPP distribuidos en un área geográfica grande, y de las estimaciones se obtiene que dicho distrito necesita solo una EBC por operador para atender su demanda, se asumirá que la mayor parte de la población se encuentra ubicada

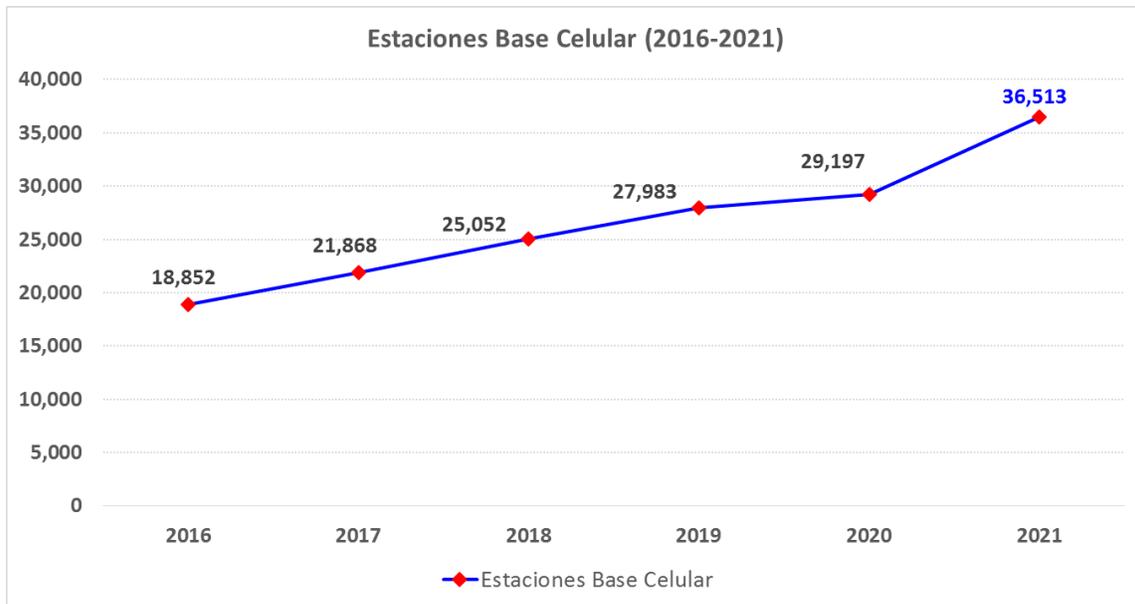
en el CCPP capital de distrito y en los CCPP cercanos a dicha capital de distrito que se encuentren dentro del área de cobertura de dicha EBC.

Figura N° 13.- Ejemplo de posible despliegue de una EBC por operador por distrito



Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio - GPRC - OSIPTEL.

Figura N° 14.- Estimación del número de Estaciones Base Celular al 2021



Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio - GPRC - OSIPTEL.

De esta manera, el modelo arroja como resultado que, para atender la demanda de Internet Móvil al año 2021, se requerirán **36,513** Estaciones Base Celular. Tal como se indicó en las secciones previas, dichas estaciones consideran servicios de Voz y Datos sobre redes

móviles. Además, la infraestructura de soporte de cada EBC tiene la potencialidad de albergar estaciones de tipo 2G.

Por otro lado, al someter el modelo a cambios en algunos parámetros de entrada, como en el Consumo Mensual de Internet Móvil o en la Tasa de Penetración, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 09.- Variación en los inputs del modelo

Variable	Cambio	Estaciones Base al 2021	Variación porcentual Estaciones Base
Consumo de Internet móvil (GB/mes) o Tasa de Penetración	Incremento de 10%	39,678	+ 8.7 %
	Caída de 10%	33,306	- 8.8 %

Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio - GPRC - OSIPTEL.

En el Anexo N° 01, se presenta un análisis considerando otros supuestos, en especial los despliegues de Fibra Óptica que se realizarán en el marco de los proyectos FITEL (proyectos regionales de banda ancha).

6. BRECHA DE ESTACIONES BASE CELULAR AL 2021 Y COMENTARIOS SOBRE LOS RESULTADOS

Al 2016-IV, los operadores móviles han reportado un total de 18,928 Estaciones Base Celular, y por tanto, la brecha de infraestructura del Perú al 2021 sería de **17,585** EBC. Asimismo, considerando el valor de 18,928 EBC al 2016-IV, se calculó que la brecha de infraestructura para el año 2017 sería de **2,940** EBC.

Tal como se precisó en el modelo, los cálculos se han realizado a nivel distrital y por operador. En la siguiente tabla se muestran los resultados a nivel departamental y la brecha existente por departamento respecto al número de EBC reportadas al 2016-IV.

Tabla N° 10.- Brecha por departamento al 2021

Departamento	EBC existentes (2016-IV)	EBC estimadas al 2021	% de Incremento requerido	Brecha al 2021
Amazonas	287	555	93%	268
Áncash	727	1,496	106%	769

Apurímac	319	588	84%	269
Arequipa	1,034	1,833	77%	799
Ayacucho	467	912	95%	445
Cajamarca	779	1,648	112%	869
Callao	536	942	76%	406
Cusco	828	1,453	75%	625
Huancavelica	309	628	103%	319
Huánuco	428	900	110%	472
Ica	533	887	66%	354
Junín	737	1,539	109%	802
La Libertad	1,053	2,497	137%	1,444
Lambayeque	586	1,402	139%	816
Lima	6,858	11,796	72%	4,938
Loreto	367	1,021	178%	654
Madre de Dios	121	216	79%	95
Moquegua	175	280	60%	105
Pasco	160	307	92%	147
Piura	863	1,850	114%	987
Puno	672	1,538	129%	866
San Martín	484	914	89%	430
Tacna	280	484	73%	204
Tumbes	145	267	84%	122
Ucayali	180	560	211%	380
Total	18,928	36,513	93%	17,585

Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio - GPRC - OSIPTEL.

Es importante mencionar que el valor calculado considera que cada operador desplegará una EBC de manera independiente del despliegue de los otros operadores, es decir, si para un determinado distrito los resultados del modelo requieren que cada operador deberá desplegar una (1) EBC, se tendrán cuatro (4) EBC para dicho distrito (una EBC por cada operador). Como se aprecia, dicha solución de despliegue no considera las diversas opciones de uso compartido de infraestructura (tanto pasiva como activa) que pueden emplear los operadores, para aprovechar sus sinergias y minimizar los costos de despliegue. En ese sentido, el valor calculado de EBC correspondiente a 36,513 debe considerarse como una cuota superior, ya que asume que el uso compartido de

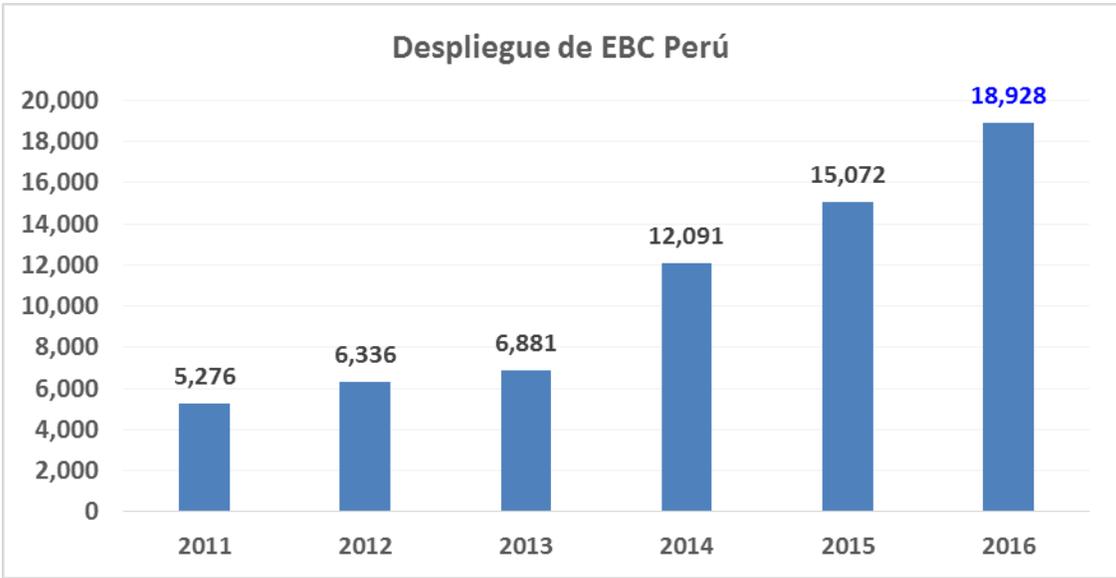
infraestructura es nulo y por tanto la cuota superior de brecha de infraestructura al 2021 se estima en 17,585 si lo comparamos con el despliegue alcanzado al 2016-IV.

Asimismo, es preciso aclarar que el cálculo considera que el operador hace un uso eficiente del espectro que tiene asignado a la fecha de elaboración del presente documento, siendo que el número total de EBC requeridas al 2021 podría disminuir si los operadores destinan más espectro a la tecnología LTE (y sus evoluciones, con mayor eficiencia espectral), ya sea mediante la adjudicación de nuevos bloques de espectro o mediante un *refarming* dentro de sus asignaciones de espectro.

7. DESPLIEGUE DE ESTACIONES BASE CELULAR EN EL PERÚ

Tal como se indicó en las secciones previas, al primer semestre del 2016 se tiene un total de 18,928 EBC en el Perú. Así, en los últimos 5 años (periodo 2012-2016), el CAGR del despliegue de EBC ha sido de 44%.

Figura N° 15.- Despliegue de EBC en el Perú (2011 - 2016)



Fuente: Empresas Operadoras. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio - GPRC - OSIPTEL.

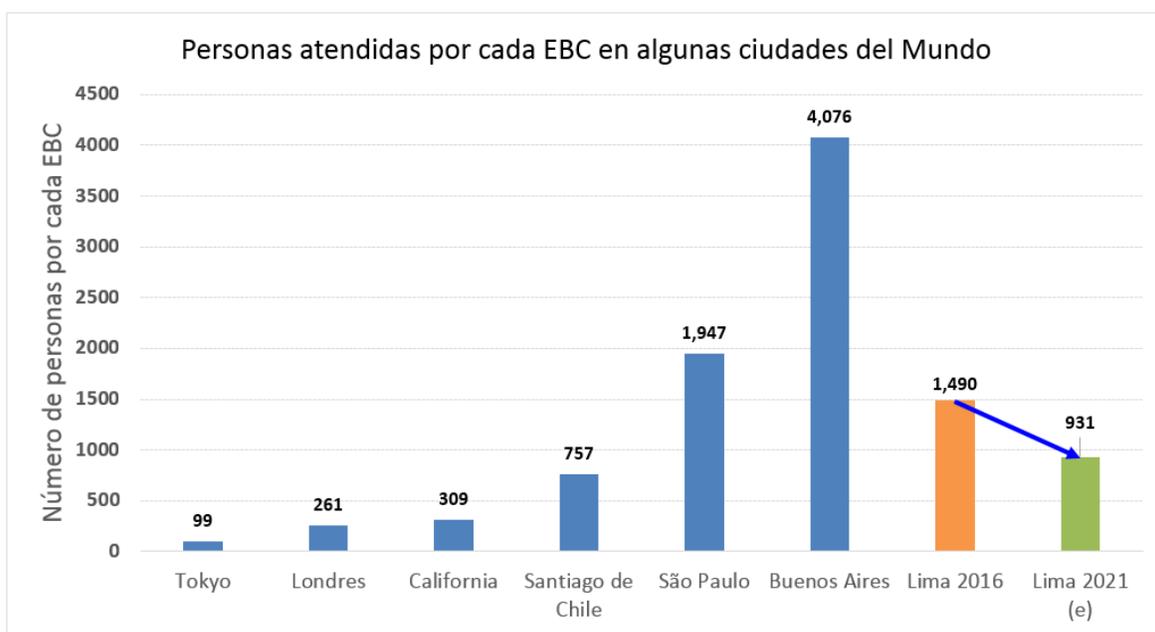
*Información reportada por los operadores mediante Resolución N° 096-2015-CD/OSIPTEL. Para los años 2014 y 2015, la información corresponde a la reportada en el marco de la Resolución 135-2103-CD/OSIPTEL y modificatorias (Reglamento de Cobertura).

8. DESPLIEGUE DE INFRAESTRUCTURA EN OTROS PAÍSES

De acuerdo a un reporte de GSMA¹³, publicado en noviembre de 2015, se requiere de un gran despliegue de infraestructura de telecomunicaciones, en especial Estaciones Base Celular, para atender la creciente demanda de servicios de voz y datos. Así, se tiene que en algunas ciudades, una EBC, en promedio, atiende a un número reducido de personas, mientras que en otras ciudades dicho valor es alto. Es preciso señalar que si una EBC atiende a un número reducido de personas, entonces los usuarios podrán experimentar un mejor nivel de servicio.

De esta manera, en un escenario en el que se despliegue el total del número estimado de EBC arrojado por el modelo; por ejemplo, para el caso del departamento de Lima, se pasaría de tener 1,490 personas por cada EBC a 931 por cada EBC, siendo que en cada EBC se tendría implementados tanto la tecnología 3G como la tecnología 4G.

Figura N° 17.- Número de personas por cada Estación Base Celular en algunas ciudades del mundo



Fuente: GSA. Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio - GPRC - OSIPTEL.

¹³ Reporte disponible en:
<http://www.gsma.com/latinamerica/es/despliegue-infraestructura>

9. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

- Para atender la **demanda** estimada de Internet Móvil al 2021, se requerirán **36,513** Estaciones Base Celular
- La brecha de infraestructura al 2021, con relación al despliegue que se tenía al 2016 es de 17,585 EBC. Dichos valores se consideran cotas superiores, toda vez que no consideran niveles de uso compartido de infraestructura entre los operadores.
- Se asume que el operador hace un uso eficiente de todas las bandas de espectro asignadas por el Estado, lo cual implica que, en todas las EBC se está usando el 100% del espectro asignado. Si se ajusta dicho porcentaje (con un menor porcentaje de uso del espectro asignado), el número de EBC requeridas se incrementaría.
- La estimación considera que en los próximos 5 años, no hay un reordenamiento completo de la Banda de 2.6 GHz. De ocurrir el reordenamiento, los resultados podrían variar.
- De acuerdo a los resultados del modelo, se estima que el tráfico de bajada de Internet Móvil en el Perú al 2021 será de 190 Peta Bytes (PB, 1PB=1,024 TB).
- Si se considera que los operadores harán uso de esquemas de uso compartido de infraestructura, el número de Estaciones Base Celular podría disminuir, toda vez que sobre la misma infraestructura (por ejemplo, torres, postes) se implementaría el equipamiento de telecomunicaciones de varios operadores.
- Así por ejemplo, si se asume que de la brecha de 17,585 EBC el 20% hace uso compartido de infraestructura, se tendría que la brecha al 2021 sería de 14,068 EBC.
- En ese sentido, existe un gran reto pendiente para fomentar que los operadores aceleren los escenarios de uso compartido de infraestructura pasiva y activa. A la fecha, el uso compartido de infraestructura pasiva (torres) entre operadores móviles (sin considerar a las empresas que proveen infraestructura de torres) es cercano al 2%.
- Dado que el modelo considera diversos supuestos y estimaciones realizados por otras organizaciones (INEI, Cisco, Ericsson, Analysys Mason), y considerando la dinámica del sector telecomunicaciones (cambios en los patrones de uso, nuevas licitaciones y/o transferencias de espectro, nuevas tecnologías, entre otros.) se recomienda actualizar y/o revisar esta estimación por lo menos cada dos años.

ANEXO 01: AJUSTE DE LOS CÁLCULOS CONSIDERANDO LA FIBRA ÓPTICA IMPLEMENTADA Y QUE SE IMPLEMENTARÁ EN LOS PRÓXIMOS AÑOS.

1. Información Estadística

De acuerdo al último reporte del INEI, al primer semestre de 2016, en el Perú se contabilizaron 102,152 Centros Poblados (CCPP) distribuidos en 24 departamentos y la Provincia Constitucional del Callao de la siguiente manera¹⁴.

Tabla N° A.1.- Distribución de los CCPP en el Perú

Departamento	Número de CCPP	Número de Distritos	Número de Provincias	Población 2007
Amazonas	3,272	84	7	375,993
Ancash	8,070	166	20	1,063,369
Apurímac	4,246	84	7	404,015
Arequipa	5,691	109	8	1,151,233
Ayacucho	7,878	119	11	611,824
Cajamarca	6,548	127	13	1,386,233
Callao	7	7	1	876,877
Cusco	10,083	111	13	1,171,402
Huancavelica	7,139	100	7	454,665
Huánuco	6,963	83	11	810,841
Ica	1,488	43	5	711,293
Junín	4,645	123	9	1,224,968
La Libertad	3,765	83	12	1,617,007
Lambayeque	1,530	38	3	1,112,881
Lima	5,561	171	10	8,443,064
Loreto	2,571	53	8	891,732
Madre de Dios	340	11	3	109,555
Moquegua	1,387	20	3	161,409
Pasco	3,010	29	3	280,671
Piura	2,940	65	8	1,676,275
Puno	10,000	109	13	1,268,441
San Martín	2,922	77	10	728,669
Tacna	891	28	4	288,781
Tumbes	199	13	3	200,253
Ucayali	1,006	17	4	431,655
Total	102,152	1,870	196	27,453,106

Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio - GPRC - OSIPTEL.

¹⁴ Información solicitada por el OSIPTEL al INEI mediante carta C.321-GPRC/2016 remitida el 13 de julio de 2016.

Es preciso señalar que en el último censo realizado el año 2007 se contabilizaron 195 provincias, 1,833 distritos y 98,011 CCPP, lo cual muestra un incremento tanto en el número de Provincias, Distritos como Centros Poblados.

Asimismo, la información del INEI muestra que en un número considerable de CCPP tenía cero (0) habitantes (16%) y más del 60% de CCPP tenía entre 1 a 100 habitantes.

Tabla N° A.2.- Distribución de CCPP por población

Habitantes	Número de CCPP	Porcentaje de CCPP
0	16,353	16.01%
1-100	61,590	60.29%
101-250	15,022	14.71%
251-500	5,796	5.67%
501-5000	3,021	2.96%
5,001-20,000	204	0.20%
20,001-50,000	70	0.07%
50,001 a 100,000	50	0.05%
100,001 a más	44	0.04%
Total	102,152	100.00%

Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio - GPRC - OSIPTEL.

2. Proyectos Regionales

El Estado peruano a través del FTEL está trabajando en la formulación y el diseño de 21 proyectos regionales de banda ancha. Dichos proyectos contemplan el despliegue de:

- i) Infraestructura de una red de transporte regional (a nivel departamental) de fibra óptica que llegará con un nodo de 1Gbps (capacidad ampliable de acuerdo a incrementos de demanda) a un número determinado de capitales de distrito, y;
- ii) Una red de acceso inalámbrica para llegar a un determinado número de centros poblados e instituciones públicas beneficiarias.

Se estima que los proyectos regionales permitirán conectar con fibra óptica a 1,516 capitales de distrito, beneficiando a 6,411 Centros Poblados y a una población aproximada de 5.1 millones de habitantes con una inversión aproximada de USD 1,162.3 millones. Asimismo, dichos proyectos beneficiarán a 6,979 Instituciones Educativas, 3,471 puestos de salud y 566 comisarías. Los 21 proyectos regionales contemplan el despliegue de

aproximadamente 31,716 km de fibra óptica, lo cual sumado a los 13,500 km de la RDNFO, hacen un total de más de 45,216 km de fibra óptica a nivel nacional.

Figura N° A.1.- Proyectos de Fibra Óptica impulsados por el Estado

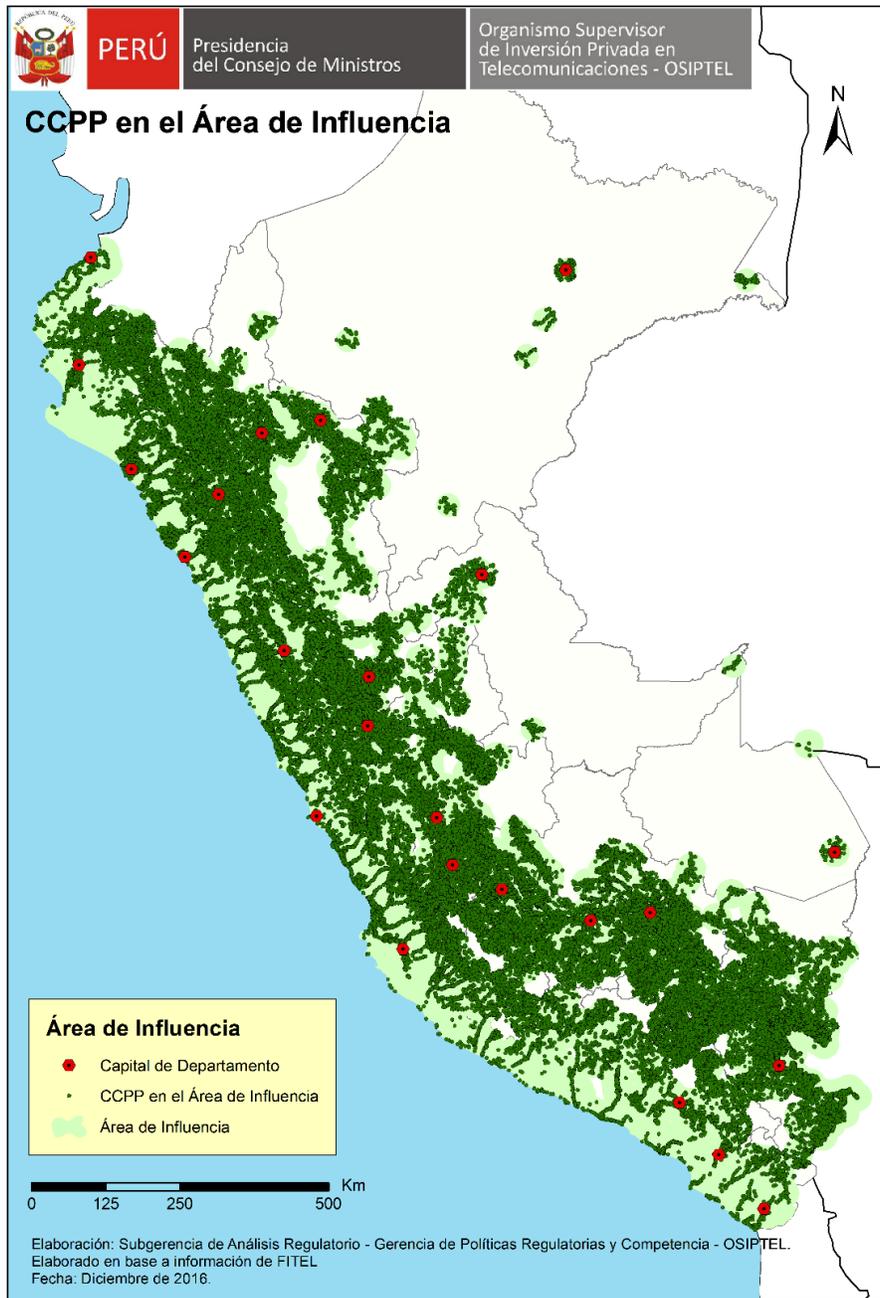


Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio - GPRC – OSIPTEL, en base a información de FITEL.

3. Cálculo del área de influencia de los proyectos estatales de Fibra Óptica

Considerando el mapa de la red de Fibra Óptica (Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica y Proyectos Regionales) es posible estimar el número de CCPP que, bajo ciertos criterios, podrían ser atendidos por la capacidad disponible en los nodos ópticos.

Figura N° A.2.- Área de influencia



Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio - GPRC – OSIPTEL, en base a información de FITEL.

De esta manera se calculará el área de influencia (buffer) al año 2021, considerando los siguientes supuestos:

- Todos los CCPP comprendidos en un radio de 25 km de los Nodos Óptico de los Proyectos Regionales (nodos ubicados en las capitales de distrito) tendrán acceso a Internet Móvil.
- Todos los CCPP comprendidos en un radio de 25 km de las capitales de provincia con acceso a la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica (Nodos de Distribución y Nodos de Conexión) tendrán cobertura de Internet móvil.
- Todos los CCPP comprendidos en un radio de 20 km de capitales de provincia que no tienen conexión con los nodos de los proyectos de fibra óptica, tendrán cobertura de Internet móvil.
- Dadas las facilidades de despliegue de redes terrestres (redes desplegadas por operadores privados), todos los CCPP de la región costa tendrán acceso a Internet Móvil.

Tabla N° A.3.- CCPP en el Área de Influencia

Departamento	CCPP involucrados	% de CCPP en el área de Influencia	Capitales de Distrito involucradas	% de Capitales de Distrito involucradas	Población involucrada (2007)	% de Población involucrada
Amazonas	3,006	91.9%	82	98%	336,631	89.5%
Ancash	8,070	100.0%	166	100%	1,063,369	100.0%
Apurímac	4,155	97.9%	84	100%	402,971	99.7%
Arequipa	5,136	90.2%	109	100%	1,146,008	99.5%
Ayacucho	7,277	92.4%	119	100%	607,245	99.3%
Cajamarca	6,533	99.8%	127	100%	1,385,115	99.9%
Callao	7	100.0%	7	100%	876,877	100.0%
Cusco	9,381	93.0%	110	99%	1,123,813	95.9%
Huancavelica	7,016	98.3%	100	100%	453,434	99.7%
Huánuco	6,713	96.4%	80	96%	774,034	95.5%
Ica	1,488	100.0%	43	100%	711,293	100.0%
Junín	4,447	95.7%	123	100%	1,193,053	97.4%
La Libertad	3,763	99.9%	83	100%	1,616,616	100.0%
Lambayeque	1,530	100.0%	38	100%	1,112,881	100.0%
Lima	5,558	99.9%	171	100%	8,443,059	100.0%
Loreto	453	17.6%	12	23%	554,138	62.1%
Madre de Dios	94	27.6%	3	27%	64,381	58.8%
Moquegua	1,090	78.6%	20	100%	159,389	98.7%
Pasco	2,948	97.9%	29	100%	276,668	98.6%
Piura	2,896	98.5%	65	100%	1,670,636	99.7%

Puno	9,717	97.2%	109	100%	1,258,556	99.2%
San Martin	2,815	96.3%	77	100%	719,550	98.7%
Tacna	713	80.0%	28	100%	287,563	99.6%
Tumbes	199	100.0%	13	100%	200,253	100.0%
Ucayali	436	43.3%	11	65%	361,692	83.8%
Total	95,441	93.4%	1,809	97%	26,799,225	97.6%

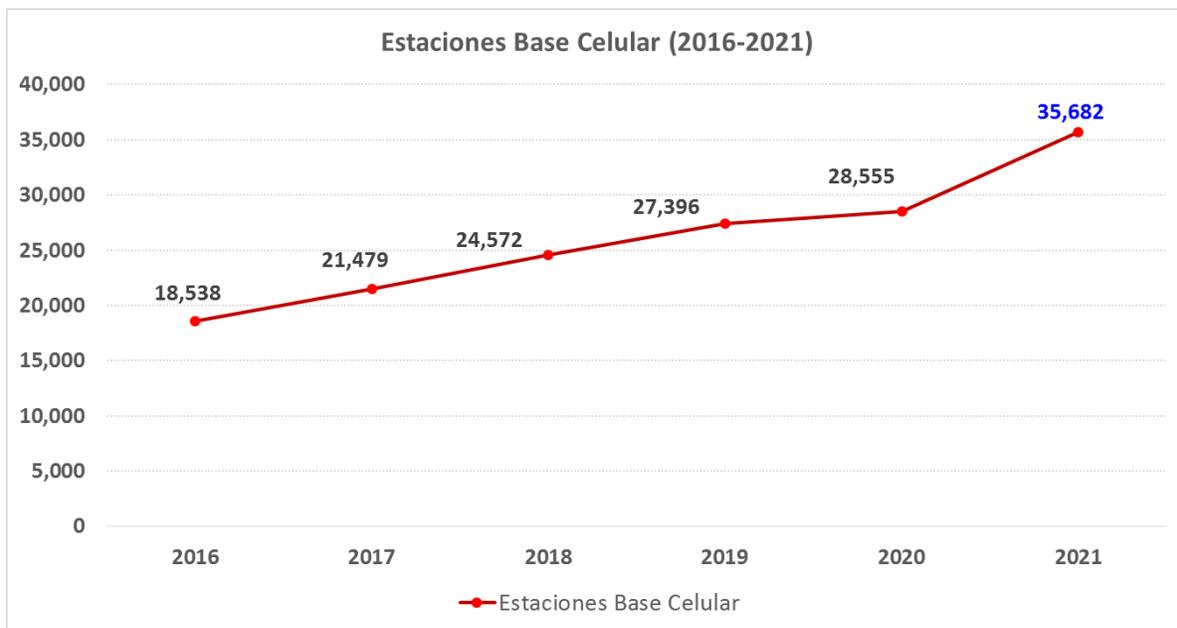
Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio - GPRC - OSIPTEL.

4. Estimación del número de Estaciones Base Celular requeridas al año 2021

Considerando todos los supuestos anteriores, y usando la metodología desarrollada a lo largo de las diversas secciones se obtiene que al año 2021, se requieren de **35,682** Estaciones Base Celular.

Es preciso señalar que dicha cifra difiere en 831 EBC del cálculo anterior, toda vez que considerando todos los distritos se obtuvo la cifra de 36,513 EBC al 2021.

Figura N° A.3.- Estaciones Base Celular requeridas al 2021



Elaboración: Subgerencia de Análisis Regulatorio - GPRC - OSIPTEL.