



Estimación del valor económico del uso no licenciado de la banda de 6GHz en Ecuador

Diciembre 2021

Autores

- **Raúl Katz** – PhD, Administración de Empresas y Ciencias Políticas y MS, Tecnología y Políticas de Comunicaciones - *Massachusetts Institute of Technology*, Maestría y Licenciatura, Ciencias de la Comunicación, Universidad de Paris y Maestría, Ciencias Políticas – Universidad de Paris – Sorbona. El Dr. Katz es Director de Investigación de Estrategia Empresaria en el *Columbia Institute for Tele-Information* (Universidad de Columbia), Profesor Visitante de la Universidad de San Andrés (Argentina) y Presidente de *Telecom Advisory Services, LLC* (URL: www.teleadvs.com). Antes de fundar *Telecom Advisory Services*, él trabajó durante veinte años en *Booz Allen Hamilton*, donde se desempeñó como Líder de la Práctica de Telecomunicaciones en las Américas y miembro del equipo de dirección de la firma.

- **Juan Jung** – PhD y Maestría en Economía, Universidad de Barcelona, Licenciatura en Economía, Universidad de la República (Uruguay). Especializado en econometría y análisis estadístico de las telecomunicaciones. Además de consultor de *Telecom Advisory Services, LLC*, el Dr. Jung es profesor de macroeconomía y microeconomía en la Universidad Complutense de Madrid. Antes de incorporarse a la firma, el Dr. Jung fue Director de Políticas Públicas en la Asociación Interamericana de Telecomunicaciones, y Director del Centro de Estudios de Telecomunicaciones de América Latina.

Telecom Advisory Services LLC (URL: www.teleadvs.com) es una firma de consultoría con personalidad jurídica registrada en el estado de Nueva York (EE. UU.) con presencia física en Nueva York, Madrid, Bogotá y Buenos Aires. Fundada en el 2006, la firma ofrece servicios de asesoría y consultoría a nivel internacional, especializándose en particular en el desarrollo de estrategias de negocios y políticas públicas en los sectores de telecomunicaciones y digital. Sus clientes incluyen operadores de telecomunicaciones, fabricantes de equipamiento electrónico, plataformas de Internet, desarrolladores de software, así como los gobiernos y reguladores de Argentina, Colombia, Ecuador, Costa Rica, México, y Perú. Asimismo, *Telecom Advisory Services* ha realizado numerosos estudios de impacto económico y planeamiento de tecnologías digitales para la GSMA, la NCTA (EE.UU.), *Cable Europe*, la CTIA (EE.UU.), y la Wi-Fi Alliance. En el ámbito de organizaciones internacionales, la firma ha trabajado con la Unión Internacional de Telecomunicaciones, el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo, la Corporación Andina de Fomento, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, y el Foro Económico Mundial.

Este estudio fue comisionado por la Dynamic Spectrum Alliance y realizado en diciembre de 2021; el mismo representa el punto de vista de los autores.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN EJECUTIVO

1. INTRODUCCIÓN

2. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES

2.1. El valor intrínseco del espectro no licenciado

2.2. Fuentes de valor económico de la banda 6 GHz para uso libre

2.3. Modelos seguidos a nivel internacional

3. ESTIMACIÓN DEL VALOR DE LA BANDA 6GHz PARA USO NO LICENCIADO EN ECUADOR

BIBLIOGRAFÍA

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo provisto por Michael Daum, Director - Política Tecnológica (Microsoft); Chuck Lukaszewski, Vice-presidente – Estrategia Inalámbrica y Estándares (HP Enterprise); Hassan Yaghoobi, Arquitecto Principal de Sistemas Inalámbricos – Estándares y Tecnología de Última Generación (Intel); Lester García, Líder de Política de Conectividad - Latam (Facebook); Chris Szymanski, Director - Mercadeo de Producto y Asuntos Gubernamentales (Broadcom); Alan Norman, Director - Políticas de Espectro (Facebook); Burhan Masood, Director Asociado - Línea de Producto (Broadcom); Carlos Rebellón, Director – Relaciones Gubernamentales, Américas (Cisco), y Mary Brown, Director Senior – Relaciones Gubernamentales (Cisco)

Se agradece asimismo a ABI Research por haber otorgado permiso para usar su información y datos en este estudio.

RESUMEN EJECUTIVO

El propósito del siguiente estudio es estimar el valor económico asociado con la designación de la banda de 6 GHz para uso libre en Ecuador. Las estimaciones del presente documento se basarán en calcular los efectos económicos derivados de la potencial asignación de la totalidad del espectro (o sea 1200 MHz) de esa banda para uso no licenciado.

La iniciativa Ecuador Digital 2.0, y en particular del Plan Nacional de Desarrollo de Banda Ancha, iniciado en 2012, han establecido importantes metas para impulsar la oferta de banda ancha, atendiendo al déficit de cobertura de servicios de conectividad en Ecuador. Entre las metas del plan destacan:

- Conectar a la mayoría de las parroquias rurales a redes de banda ancha fija (2015);
- Incrementar en al menos 50% los hogares de los quintiles 1 y 2 con acceso a banda ancha (2015);
- Triplicar el número de conexiones de banda ancha (2016);
- Alcanzar al menos el 75% de la población con acceso a banda ancha (2017).

A partir de estos objetivos comienza un ciclo de mejoramiento del entorno regulatorio y de infraestructura para el fomento a la entrada de nuevos operadores en el mercado de banda ancha, en particular en el segmento de banda ancha fija. El plan generó un muy significativo aumento de la cantidad de parroquias conectadas a la tecnología de banda ancha fija, en especial en áreas rurales y periurbanas. Si bien el plan permite mejorar las condiciones de mercado para todos los operadores mediante reducciones en la carga regulatoria y los costos de operación, el impacto más relevante fue la entrada de nuevos operadores pequeños y medianos en zonas de baja o nula presencia de operadores incumbentes. El bajo costo de capital inicial de la infraestructura de red, así como la facilitación de las condiciones y el costo del título habilitante, permite la entrada de más de 500 nuevos operadores de banda ancha fija entre 2012 y 2020.

Mediante el análisis regulatorio y diversas entrevistas realizadas a nuevos entrantes se comprueba que una de las claves al ingreso de nuevos operadores ha sido la posibilidad de utilizar enlaces inalámbricos de última milla en las radiofrecuencias de uso libre ya asignadas a un costo fijo nominal por la licencia, donde además existe una amplia oferta de equipamiento de red. En este contexto, la posibilidad de asignar 1,200 de MHz de la banda de 6 GHz para uso no licenciado puede constituir un impulso clave para llevar conectividad a zonas de baja densidad de población.

Dado que el objetivo del siguiente estudio es estimar el valor económico asociado con una potencial designación de 1,200 MHz de la banda de 6 GHz para uso no licenciado¹ en Ecuador, se han identificado al menos diez fuentes de valor económico, que sumadas, proporcionan

¹ Este estudio usa de manera indistinta los términos de “espectro no licenciado” y “espectro libre”.

un valor total que incluye la contribución al Producto Interno Bruto (PIB), así como los excedentes del productor² y del consumidor³ (ver cuadro A).

Cuadro A. Fuentes de Valor Económico de la Banda de 6 GHz en Ecuador

Fuentes de Valor	Contribución al PIB	Excedente del Productor	Excedente del Consumidor
Aumento de la cobertura y mejoramiento de la asequibilidad	Mejoramiento de la asequibilidad asociada con la provisión de servicio de banda ancha y aumento de la capacidad de compartición de líneas en el sector de WISP		Aumento de velocidad a abonados de WISP
Aumento de la velocidad de banda ancha mediante la reducción de la congestión de Wi-Fi	Beneficio resultado de la eliminación de cuellos de botellas en conexiones de alta velocidad a partir del aumento de velocidad de Wi-Fi		Excedente del consumidor resultado del aumento de velocidad de la banda ancha
Despliegue amplio de Internet de las Cosas	Derrame económico del Internet de las Cosas resultado de su despliegue en sectores de la economía local (p.e., alimenticia, logística, etc.)	Márgenes de empresas del ecosistema (hardware, software y servicios) involucradas en el despliegue de IoT	
Reducción de los costos de telecomunicaciones inalámbricas de empresas		Reducción de costos de empresas en el uso de telecomunicaciones inalámbricas	
Despliegue de soluciones de AR/VR	Derrame económico resultado del despliegue de AR/VR en la economía local	Márgenes de empresas del ecosistema relacionado con la industria de AR/VR	
Despliegue de Wi-Fi municipal y de Cabinas de Internet	Aumento del PIB como resultado de incremento en la adopción de banda ancha		Excedente del consumidor derivado del acceso a banda ancha a más alta velocidad
Despliegue de puntos de acceso de Wi-Fi gratuitos	Aumento del PIB como resultado de incremento en la adopción de banda ancha		Excedente del consumidor derivado del acceso a banda ancha a más alta velocidad
Alineamiento de la designación de espectro con las decisiones de otros países	Oportunidad potencial relacionada con el desarrollo de la manufactura de equipamiento de Wi-Fi	Beneficio relacionado con las economías de escala resultantes del alineamiento del país con otras naciones avanzadas (por ejemplo, Estados Unidos y Corea del Sur)	
Aumento de la capacidad de enrutamiento de tráfico celular		Reducción de la inversión de capital como resultado del enrutamiento de tráfico celular a puntos de acceso Wi-Fi	

² El excedente del productor es la diferencia entre el precio de mercado de un bien y su costo de producción

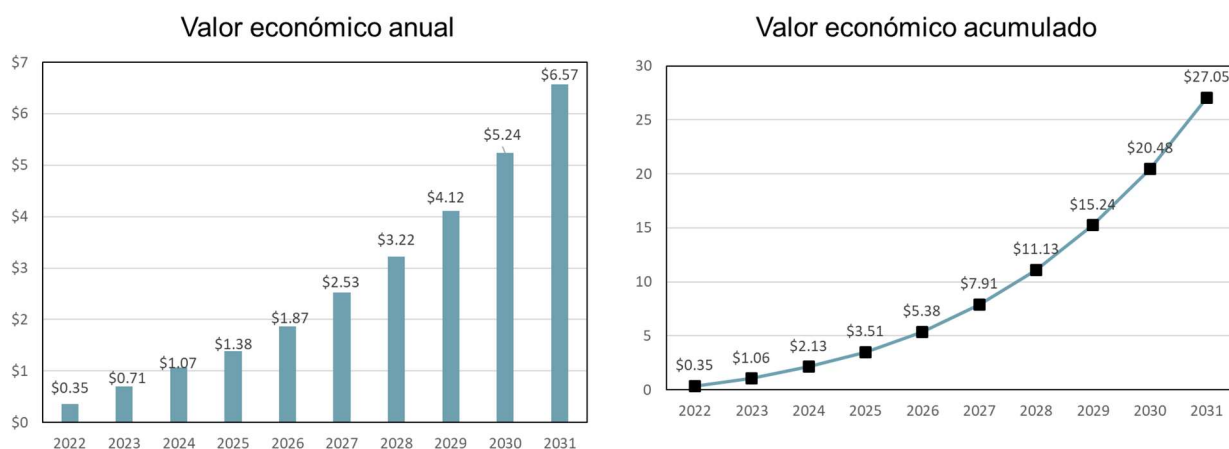
³ El excedente del consumidor es la diferencia entre la utilidad total que obtiene el consumidor de un bien o servicio y su precio de mercado.

Fuentes de Valor	Contribución al PIB	Excedente del Productor	Excedente del Consumidor
Equipamiento de Wi-Fi		Márgenes de empresas por la producción de equipamiento Wi-Fi	Excedente del consumidor resultado del uso del equipamiento Wi-Fi

Fuente: análisis Telecom Advisory Services

Se estima que el valor económico total representa \$27.05 billones acumulados entre 2022 y 2031. El mismo no es uniforme a lo largo de los años, sino que aumenta anualmente, con un aceleramiento significativo hacia el final del período considerado debido a la capacidad de apalancamiento de la banda de 6 GHz (ver gráfico A).

Gráfico A. Ecuador: Valor Económico de la designación de 1200 MHz en la banda de 6 GHz



Fuente: análisis Telecom Advisory Services

Adicionalmente al valor estrictamente económico, es importante mencionar un aspecto importante a tener cuenta en la designación de la banda de 6 GHz para uso libre. La experiencia de los últimos meses en el que el mundo se enfrentó al COVID-19 ha demostrado la importancia crítica de Wi-Fi para apoyar la infraestructura capaz de mitigar los efectos económicos y sociales de la pandemia⁴. El confinamiento en hogares ha puesto de manifiesto la importancia de la tecnología para apoyar la educación a distancia, el teletrabajo y hasta la telemedicina. En este marco, el aumento exponencial del tráfico de las telecomunicaciones residenciales ha impactado el uso de Wi-Fi, lo que ha demostrado la congestión experimentada por los enrutadores de Wi-Fi en el hogar, lo que requiere que estos tengan la capacidad de usar espectro en otras bandas de espectro no licenciado como la de 6 GHz.⁵

Como es fundamentado en este estudio, la designación de 1200 MHz en la banda de 6 GHz para uso no licenciado comienza a generar un beneficio económico desde el primer momento

⁴ Con respecto a la importancia de las telecomunicaciones para mitigar el impacto negativo de las pandemias, ver Katz, R.; Jung, J. and Callorda, F. (2020a). "Can digitization mitigate the economic damage of a pandemic? Evidence from SARS". *Telecommunications Policy* 44, 102044.

⁵ Para más referencia, consultar Katz, R.; Jung, J. and Callorda, F. (2020b). *COVID-19 and the economic value of Wi-Fi*. New York: Telecom Advisory Services. Retrieved at: https://www.wi-fi.org/download.php?file=/sites/default/files/private/COVID-19_Economic_Value_Wi-Fi_202012.pdf

a partir de la resolución de la congestión de enrutadores de Wi-Fi en el mercado residencial y del desarrollo y despliegue de múltiples casos de uso en el sector productivo. La alternativa – no innovar y esperar hasta que los operadores de telecomunicaciones inalámbricas (IMT) tengan necesidad de acceder a espectro adicional en esta banda – pospone la creación de valor económico con el consiguiente costo de oportunidad para la economía ecuatoriana.

1. INTRODUCCIÓN

La iniciativa Ecuador Digital 2.0, y en particular del Plan Nacional de Desarrollo de Banda Ancha. Dicho plan, iniciado en 2012, han establecido importantes metas para impulsar la oferta de banda ancha, atendiendo al déficit de cobertura de servicios de conectividad en el país. Entre las metas del plan destacan:

- Conectar a la mayoría de las parroquias rurales a redes de banda ancha fija (2015);
- Incrementar en al menos 50% los hogares de los quintiles 1 y 2 con acceso a banda ancha (2015);
- Triplicar el número de conexiones de banda ancha (2016);
- Alcanzar al menos el 75% de la población con acceso a banda ancha (2017).

A partir de estos objetivos comienza un ciclo de mejoramiento del entorno regulatorio y de infraestructura para el fomento a la entrada de nuevos operadores en el mercado de banda ancha, en particular en el segmento de banda ancha fija. El plan genera un muy significativo aumento de la cantidad de parroquias conectadas a la tecnología de banda ancha fija, en especial en áreas rurales y periurbanas. Si bien el plan permite mejorar las condiciones de mercado para todos los operadores mediante reducciones en la carga regulatoria y los costos de operación, el impacto más relevante es la entrada de nuevos operadores pequeños y medianos en zonas de baja o nula presencia de operadores incumbentes. El bajo costo de capital inicial de la infraestructura de red, así como la facilitación de las condiciones y el costo del título habilitante, permite la entrada de más de 500 nuevos operadores de banda ancha fija entre 2012 y 2020.

Mediante el análisis regulatorio y diversas entrevistas realizadas a nuevos entrantes se comprueba que una de las claves al ingreso de nuevos operadores es la posibilidad de utilizar enlaces inalámbricos de última milla en las radiofrecuencias de uso libre a un costo fijo nominal, donde además existe una amplia oferta de equipamiento de red. En este contexto, la posibilidad de asignar 1,200 de MHz de la banda de 6 GHz para uso no licenciado puede constituir un impulso clave para llevar conectividad a zonas de baja densidad de población.

El propósito del siguiente estudio es estimar el valor económico asociado con la designación de la banda de 6 GHz para uso libre en Ecuador. Las estimaciones del presente documento se basarán en calcular los efectos económicos derivados de la potencial asignación de la totalidad del espectro (o sea 1200 MHz) de esa banda para uso no licenciado.

El capítulo 2 presenta antecedentes y el marco teórico requerido para encuadrar el análisis, mientras que el capítulo 3 presenta los análisis y resultados de cálculo de valor económico para el caso de Ecuador.

2. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES

2.1. El valor intrínseco del espectro no licenciado

El espectro radioeléctrico no licenciado (es decir, el espectro que no es designado para uso privado mediante el otorgamiento de una licencia) existe desde 1930, aunque fue en 1985 cuando la Comisión Federal de Comunicaciones de Estados Unidos determinó formalmente la utilización libre para las bandas de 902-928 MHz, 2400-2483.5 MHz, y 5725-5850 MHz, las que fueron plataformas clave para el despliegue de dispositivos que usan estándares como Bluetooth y Wi-Fi. En 2003, la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones, reconociendo el valor creciente de la tecnología y las aplicaciones operando en bandas no licenciadas, decidió abrir más bandas de espectro para su uso libre. A partir de ese momento, la tecnología de Wi-Fi ha asumido una posición fundamental en el ecosistema de comunicaciones inalámbricas. El éxito de Wi-Fi y Bluetooth llevó a que el regulador de Estados Unidos designase más bandas para uso no licenciado: a finales del 2008, aproximadamente 955 MHz fueron designados en las bandas de 900 MHz, 2.4 GHz, 5.2/5.3/5.8 GHz, y arriba de 60 GHz. En el 2014, la FCC designó la banda de 5.8 GHz y recientemente la extendió a la parte inferior (45 MHz) de la banda de 5.9 GHz. Finalmente, en el 2020, la Comisión Federal de Comunicaciones designó para uso no licenciado 1200 MHz en la banda de 6 GHz. La tendencia de determinar el uso libre de la banda de 6 GHz se ha extendido a numerosos países, incluyendo hasta el momento el Reino Unido, Corea del Sur, y la Unión Europea. En América Latina, Chile, Colombia, Brasil, México, Argentina, Costa Rica y Honduras han tomado una decisión o se encuentran próximos a hacerlo.

El modo más eficiente de administrar espectro ha estado siendo debatido en los últimos sesenta años, sobre todo a partir del trabajo de Roland Coase (1959) sobre gestión de espectro. Un aspecto central de este debate se refiere a la porción del espectro para la cual no se otorgan licencias de uso exclusivo, sino que se las designa como de uso libre siempre y cuando los usuarios respetan ciertas reglas técnicas respecto a la interferencia. Los temas centrales de política pública se refieren a si el otorgamiento de licencias de uso exclusivo puede tener un impacto negativo en la innovación, o cuál es el impacto en los ingresos a las arcas del gobierno de la designación de espectro no licenciado (en la medida en que no se realizan subastas de licencias). A partir de ello, la investigación académica ha producido numerosas contribuciones en apoyo de la designación de espectro para uso libre (Milgrom et al, 2011; Carter, 2003; Cooper, 2011; Marcus et al, 2013; Crawford, 2011; Benkler, 2012; Calabrese, 2013). Si bien el debate ya ha puesto de manifiesto los efectos benéficos del espectro no licenciado - como ser el estímulo a la innovación, y la complementariedad de redes móviles - es solamente en los últimos años en los que la investigación se ha enfocado en la medición de su valor económico. Áreas exploradas analíticamente para ello incluyen los excedentes del productor y consumidor y la contribución al producto interno bruto (PIB).⁶

⁶ Este tipo de investigación se contraponen a la valoración de excedente del consumidor generado por el uso de espectro licenciado, como ha sido estudiada por Hazlett (2005) y Hausman (1997).

Parte de la dificultad en el análisis del valor económico de espectro libre reside en el hecho que, contrariamente al espectro licenciado, el cual es usado por unos pocos servicios homogéneos, las bandas de espectro no licenciado representan una plataforma para el despliegue de numerosos servicios y dispositivos heterogéneos. Adicionalmente, considerando la complementariedad entre aplicaciones que dependen del espectro licenciado y no licenciado, la estimación de su valor económico no es simple. Dicho sea esto, a pesar de la complejidad analítica, el debate alrededor de la gestión de espectro requiere la producción de evidencia del impacto económico, basada ésta en el cálculo riguroso del valor del espectro no licenciado.

En 2009, Richard Thanki produjo la primera estimación del valor del espectro no licenciado. El autor estimó que el valor de espectro libre en tres grandes aplicaciones (Wi-Fi residencial, Wi-Fi en hospitales, y RFID en la industria de indumentaria) en los Estados Unidos representaban un rango de entre US\$16 mil millones y \$36.8 mil millones. Al mismo tiempo, el investigador reconoció que estas estimaciones cubrían tan solo una fracción del valor económico total⁷ y que, eran muy conservadoras. Dos años más tarde, Milgrom et al. (2011) validaron los valores de Thanki, pero agregaron estimaciones en otras áreas y usos. Por ejemplo, los autores estimaron que el valor económico del iPad, la tableta de Apple cuyo funcionamiento estaba intrínsecamente ligado a la funcionalidad de Wi-Fi, debía ser incluido en la estimación de valor económico (US\$ 15 mil millones). Adicionalmente, los autores cuantificaron otros beneficios en Estados Unidos como el hecho de que Wi-Fi era una tecnología esencial para el enrutamiento de tráfico celular y, como consecuencia permitía a los operadores reducir su inversión de capital (en US\$ 25 mil millones). Otro beneficio adicional incluía el ahorro para consumidores que no dependían de planes de datos de operadores móviles al usar Wi-Fi para una porción de su tráfico (US\$ 12 mil millones). Finalmente, los autores hicieron referencia a otros beneficios no cuantificados como el uso de Wi-Fi para aplicaciones en empresas y en el acceso inalámbrico para ISP. Un año más tarde, Thanki (2012) produjo una nueva investigación en la que refinó su estimación de Wi-Fi residencial y estimó otros beneficios del espectro no licenciado. De acuerdo con estos cálculos, el autor consideró que el excedente del consumidor anual de Wi-Fi residencial representaba un rango de entre \$118 y \$228 por hogar (o sea un total de US\$ 15.5 mil millones para Estados Unidos). Adicionalmente, Thanki estimó el excedente del productor ocasionado por el ahorro de capital para operadores celulares ocasionado por el enrutamiento de tráfico a puntos de acceso Wi-Fi (US\$ 8.5 mil millones en Estados Unidos). Finalmente, el autor consideró el valor generado por la reducción de precios y consiguiente mayor asequibilidad relacionada con el despliegue de ISP que dependen de Wi-Fi para la entrega de servicios de banda ancha (los denominados WISP). El mismo año en el que Thanki produce su segunda investigación, Cooper (2012) calculó el valor económico estimando el número de radio bases que los operadores celulares estadounidenses podrían eliminar como resultado del enrutamiento de tráfico a puntos de acceso Wi-Fi (130,000), lo que resultaría en un ahorro de US\$ 26 mil millones. En la misma tesitura, el autor de este documento desarrolló numerosos estudios calculando el valor económico de espectro no licenciado en

⁷ Thanki estimo que el beneficio de las tres aplicaciones estudiadas representaba tan solo 15% del costo de los semiconductores usados para la fabricación de dispositivos operando en las bandas no licenciadas en los Estados Unidos en el 2014.

diferentes bandas en los Estados Unidos (Katz, 2014a, 2014b, 2018, 2020) y en otras economías avanzadas (Katz et al., 2018).

En resumen, la evidencia generada hasta el momento es suficientemente clara, fundamentando el valor de espectro libre como facilitador de numerosas aplicaciones servicios y dispositivos (ver ejemplos en el cuadro 2-1).

Cuadro 2-1. Espectro no licenciado: Normas y tecnologías complementarias facilitadas

Normas	Bandas de espectro	Rango geográfico	Tasa de transmisión	Dispositivos y aplicaciones
Wi-Fi (802.11b, 802.11ax)	<ul style="list-style-type: none"> • 2.4 GHz • 5 GHz • 6 GHz 	<ul style="list-style-type: none"> • interiores: 38 metros • exteriores: 125 metros 	<ul style="list-style-type: none"> • Hasta 1200 Mbps 	<ul style="list-style-type: none"> • Computadoras, impresoras, escáneres, tabletas • Smartphones • Dispositivos de AR/VR
Bluetooth (802.15.1)	<ul style="list-style-type: none"> • 2.4 GHz 	<ul style="list-style-type: none"> • Rangos reducidos en interiores 	<ul style="list-style-type: none"> • 1-3 Mbps 	<ul style="list-style-type: none"> • Redes de PC • Escáneres de código • Terminales para el pago de tarjetas de crédito
ZigBee (802.15.4)	<ul style="list-style-type: none"> • 915 MHz 	<ul style="list-style-type: none"> • 75 metros 	<ul style="list-style-type: none"> • 250 Kbps 	<ul style="list-style-type: none"> • Interruptores inalámbricos • Medidores de electricidad • Sistemas de gestión de tráfico
Wireless HART (802.15.4)	<ul style="list-style-type: none"> • 2.4 GHz 	<ul style="list-style-type: none"> • interiores: 60 -100 metros • exteriores: 250 metros 	<ul style="list-style-type: none"> • 250 Kbps 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo de equipamiento y procesos • Monitoreo ambiental, gestión de energía • Gestión de activos, mantenimiento predictivo, diagnóstico avanzado
Wireless HD	<ul style="list-style-type: none"> • 60 GHz 	<ul style="list-style-type: none"> • 30 pies 	<ul style="list-style-type: none"> • 28 Gbps 	<ul style="list-style-type: none"> • Dispositivos de electrónica de consumo de alta definición
WiGig (802.11ad)	<ul style="list-style-type: none"> • 60 GHz 	<ul style="list-style-type: none"> • 5 -10 pies 	<ul style="list-style-type: none"> • 6 Gbps 	<ul style="list-style-type: none"> • Smartphones, Tabletás • PCs & periféricos, TV & periféricos • Cámaras digitales, cámaras de video
RFID	<ul style="list-style-type: none"> • 50-500 KHz • 13.56 MHz • 0.9 to 2.5 GHz 	<ul style="list-style-type: none"> • Hasta 29 pies 	<ul style="list-style-type: none"> • Solo lectura: 8.75 kbps • Lectura-Escritura activa: 3 kbps 	<ul style="list-style-type: none"> • Trazabilidad de activos • Trazabilidad de ganado, pagos de tarjeta de crédito • Sensores de peaje • Gestión de cadenas de suministro

Fuente: Compilado por Telecom Advisory Services

El valor económico de espectro no licenciado puede ser categorizado en términos de cuatro dimensiones:

- **Complementariedad con tecnologías de banda ancha fija y móvil:** una tecnología complementaria es un recurso que, debido a sus características, compensa las limitaciones de otras. En el caso de la gestión de espectro, las bandas de espectro uso libre pueden aumentar la eficiencia de dispositivos que usan espectro licenciado. Por ejemplo, los puntos de acceso de Wi-Fi operando en bandas no licenciadas aumentan el valor de las redes celulares permitiendo a dispositivos móviles usar acceso

gratuito, con lo cual el usuario reduce su costo de acceso a Internet, aumentando la velocidad de descarga, en la medida de que los puntos de acceso Wi-Fi proporcionan una velocidad de acceso generalmente superior a aquella ofrecida por las redes celulares (aunque esta diferencia disminuye para las redes 5G).

Los operadores celulares pueden asimismo reducir su inversión de capital complementando las redes celulares con puntos de acceso Wi-Fi, los cuales son considerablemente más económicos aun cuando se considere que estos requieren una mayor densidad de despliegue. Al mismo tiempo, los operadores celulares pueden ofrecer servicio con una más alta velocidad de acceso, evitando la congestión de radio bases.

- **Desarrollando tecnologías alternativas, y consecuentemente expandiendo las opciones para consumidores:** adicionalmente al complemento de redes celulares, el espectro no licenciado provee una plataforma para operar tecnologías que son sustitutos a aquellas que operan bajo espectro licenciado, con lo cual se expande el rango de opciones para los consumidores. Al limitar el poder y depender de espectro con bajo nivel de propagación, las bandas no licenciadas evitan interferencia, lo cual transforma en irrelevante el concepto de derecho de propiedad del espectro. De hecho, algunas de las innovaciones más importantes en comunicaciones inalámbricas están vinculadas a Wi-Fi. Este concepto es especialmente relevante en el caso de la banda de 6 GHz y el desarrollo de dispositivos de muy bajo poder (en inglés, *Very Low Power devices*).
- **Proveer un entorno para el desarrollo de modelos de negocio:** al otorgar a consumidores la opción de poder usar otros servicios, el espectro libre también representa un entorno para el desarrollo de nuevos modelos de negocio innovadores. Esta relación de causalidad entre espectro no licenciado e innovación se manifiesta a diferentes niveles. En primer lugar, las empresas que desarrollan nuevas aplicaciones en un ecosistema basado en espectro no licenciado no necesitan la aprobación de operadores celulares para lanzar un producto. Alternativamente, si una firma intenta desarrollar un producto para operar en una banda de espectro licenciado a ciertos operadores celulares, esta puede enfrentarse a una barrera que los economistas denominan “fallos de coordinación” (Milgrom et al., 2011). Por ejemplo, si el producto requiere la aprobación y coordinación de múltiples propietarios de licencias, el innovador debe negociar con cada uno de ellos para evitar el problema de acceso restringido al mercado objetivo.
- **Expansión de acceso a servicios de comunicaciones:** adicionalmente al acceso a aplicaciones explicado arriba, las tecnologías que operan en espectro no licenciado pueden ayudar a resolver la falta de cobertura de servicio que determina parte de la brecha digital. Desarrollos tecnológicos en áreas como el acceso dinámico a espectro y las técnicas de geolocalización (Stevenson et al., 2009) han mejorado significativamente la calidad del servicio de comunicaciones inalámbricas basado en tecnologías que dependen de espectro libre, extendiendo el rango de cobertura

geográfica de la norma 802.11, y proporcionando así acceso a un costo reducido en zonas rurales.

2.2. Fuentes de valor económico de la banda 6 GHz para uso libre

El abordaje para ser usado para medir el valor económico de la banda de 6 GHz para uso libre se enfoca en primer lugar en el crecimiento económico a ser generado a partir de la creación de canales de espectro adicionales. Al incluir una medición de la contribución al producto bruto, se sigue a Greenstein et al. (2010) y otras investigaciones económicas enfocadas en estimar el valor económico de nuevos bienes. En este contexto, la medición en términos de la contribución directa al producto bruto es hecha considerando tan solo el efecto adicional resultante de la designación de espectro en este caso, dejando de lado tendencias endógenas de crecimiento económico.

Adicionalmente a la contribución al PIB, se incluye en este análisis la medición del excedente económico generado por la adopción de tecnologías operando en bandas no licenciadas. La premisa de este análisis es que la designación de espectro para su uso libre genera un desplazamiento tanto en las curvas de oferta y demanda como resultado de cambios en la función de producción de servicios (costos, inversión), así como en la voluntad de pago por parte de los usuarios. Por el lado de la oferta, la metodología mide los cambios en el valor de insumos en la producción de comunicaciones inalámbricas. El ejemplo más claro es la contribución de Wi-Fi a la reducción de capital de inversión y gastos de operadores celulares, aun en el contexto del creciente tráfico. Desde el punto de vista de la teoría económica, la industria celular puede así aumentar su producto, generando un incremento en el beneficio marginal en exceso del costo marginal. Este efecto conlleva una modificación en la curva de la oferta a raíz de la modificación de costos de producción. El concepto de excedente del productor es complementado con la estimación del excedente del consumidor. En este último caso, el valor económico está determinado por la utilidad de la tecnología (por ejemplo, una mayor velocidad de acceso a Internet, o la posibilidad de adquisición de nuevos dispositivos), medida está en términos de la voluntad de pago, en relación con el precio de adquisición de la misma.

En estos términos, las fuentes diferentes de valor económico pueden identificarse como se describe en el cuadro 2-2.

Cuadro 2-2. Fuentes de Valor Económico de la Banda de 6 GHz

Fuentes de Valor	Contribución al PIB	Excedente del Productor	Excedente del Consumidor
Aumento de la cobertura y mejoramiento de la asequibilidad	Mejoramiento de la asequibilidad asociada con la provisión de servicio de banda ancha y aumento de la capacidad de compartición de líneas en el sector de WISP		Aumento de velocidad a abonados de WISP
Aumento de la velocidad de banda ancha mediante la reducción de la congestión de Wi-Fi	Beneficio resultado de la eliminación de cuellos de botellas en conexiones de alta velocidad a partir del aumento de velocidad de Wi-Fi		Excedente del consumidor resultado del aumento de velocidad de la banda ancha
Despliegue amplio de Internet de las Cosas	Derrame económico del Internet de las Cosas resultado de su despliegue en sectores de la economía local (p.e., alimenticia, logística, etc.)	Márgenes de empresas del ecosistema (hardware, software y servicios) involucradas en el despliegue de IoT	
Reducción de los costos de telecomunicaciones inalámbricas de empresas		Reducción de costos de empresas en el uso de telecomunicaciones inalámbricas	
Despliegue de soluciones de AR/VR	Derrame económico resultado del despliegue de AR/VR en la economía local	Márgenes de empresas del ecosistema relacionado con la industria de AR/VR	
Despliegue de Wi-Fi municipal y de Cabinas de Internet	Aumento del PIB como resultado de incremento en la adopción de banda ancha		Excedente del consumidor derivado del acceso a banda ancha a más alta velocidad
Despliegue de puntos de acceso de Wi-Fi gratuitos	Aumento del PIB como resultado de incremento en la adopción de banda ancha		Excedente del consumidor derivado del acceso a banda ancha a más alta velocidad
Alineamiento de la designación de espectro con las decisiones de otros países	Oportunidad potencial relacionada con el desarrollo de la manufactura de equipamiento de Wi-Fi	Beneficio relacionado con las economías de escala resultantes del alineamiento del país con otras naciones avanzadas (por ejemplo, Estados Unidos y Corea del Sur)	
Aumento de la capacidad de enrutamiento de tráfico celular		Reducción de la inversión de capital como resultado del enrutamiento de tráfico celular a puntos de acceso Wi-Fi	
Equipamiento de Wi-Fi		Márgenes de empresas por la producción de equipamiento Wi-Fi	

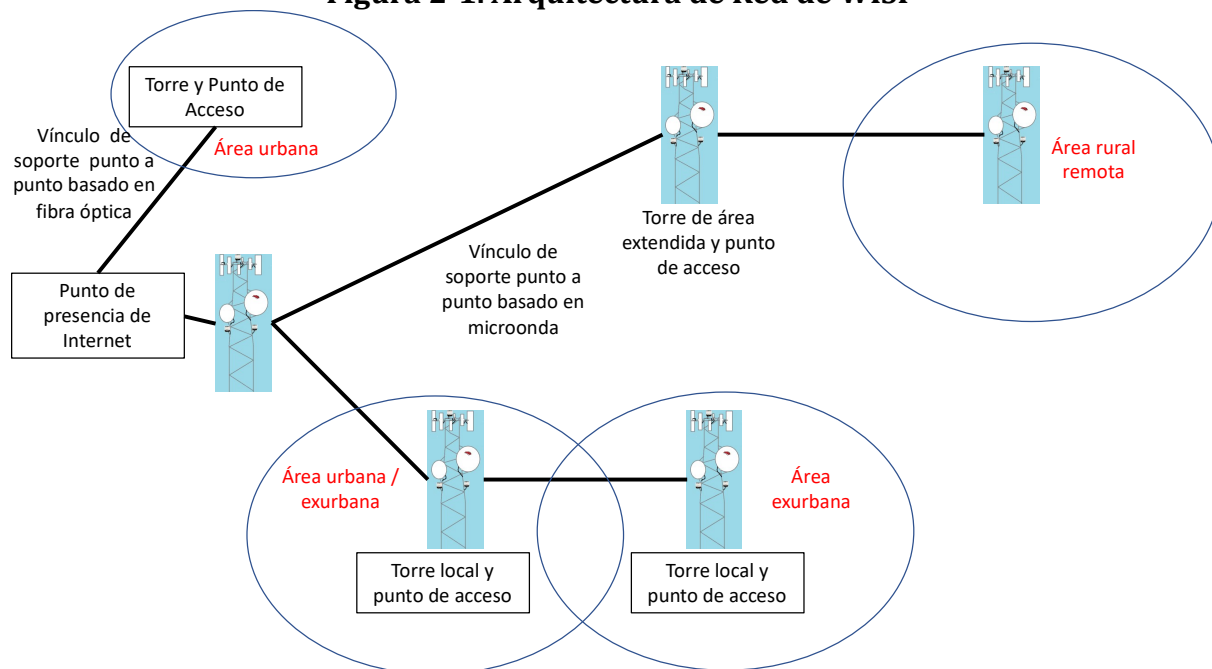
Fuente: análisis Telecom Advisory Services

A continuación, se detallan cada una de las fuentes de valor.

2.2.1 Aumento de la cobertura de banda ancha y mejoramiento de la asequibilidad

Este análisis está enfocado en la estimación del impacto de la designación de la banda de 6 GHz para uso libre en la industria de proveedores de acceso inalámbrico a Internet (WISP). Como es de esperar, la población que no ha adoptado banda ancha está concentrada en los sectores más vulnerables de la población urbana y en las zonas rurales, segmentos en los que tienden a enfocarse los WISP. La arquitectura de un operador WISP está compuesta de redes de soporte (en inglés, *backhaul*) basadas en fibra óptica o microondas, las que vinculan el punto de presencia de Internet a puntos de acceso locales. Cada punto de acceso depende de tecnología Wi-Fi para ofrecer servicio de banda ancha a usuarios finales (ver figura 2-1).

Figura 2-1. Arquitectura de Red de WISP



Fuente: Telecom Advisory Services

El acceso a espectro libre en la banda de 6 GHz representa una contribución económica importante al modelo operativo de un WISP en cuatro aspectos:

- **Ampliación de capacidad de las redes de soporte de microondas lo que permite al WISP aumentar su cobertura:** el vínculo entre puntos de acceso de WISP es provisto generalmente por tecnología de microondas, la cual, bajo condiciones espectrales actuales, presentan congestión y probabilidad de interferencia. Al trasladar vínculos de redes de soporte a la banda de 6 GHz sin limitación de poder, los WISP pueden extender su cobertura en áreas más remotas. Como es lógico, la distancia que podría extender la cobertura de WISP es función de la pérdida de poder de señal (*path loss*, en inglés) y tiene un impacto en la velocidad de banda ancha con la cual puede proveerse el servicio. Es así como, cuanto más elevado es el poder de la señal disponible, menor será la pérdida de calidad.

- **Aumento de la velocidad a los abonados actuales:** el beneficio para los abonados de WISP se incrementa a partir de la designación de la banda de 6 GHz para espectro libre en la medida de que esta aumenta la capacidad del punto de acceso, con el consiguiente aumento de velocidad de descarga. Adicionalmente, el aumento de capacidad permite una mayor eficiencia en la compartición de líneas entre abonados.
- **Aumento de cobertura por punto de acceso:** cuando depende de las bandas de 2.4 GHz y 5 GHz el rango de cobertura geográfica de WISP oscila entre 3.5 kms. en áreas urbanas y 12 kms. en áreas rurales. Como es de esperar, el radio de cobertura es función de la frecuencia y el poder de la señal. Para aumentar la cobertura bajo condiciones de poder estándar, un aumento de la misma podría alcanzarse mediante la consolidación de canales, una característica disponible en la banda de 6 GHz.
- **Más alta capacidad por punto de acceso:** en términos generales, un WISP tiene la capacidad de servir 50 abonados por canal de 20 MHz. El uso de la parte inferior de la banda de 6 GHz permitirá a estos operadores aumentar el número de abonados servidos por punto de acceso, particularmente en las áreas cercanas a la antena. El regulador británico Ofcom estima que la acumulación de espectro en las bandas de 2.4 GHz, 5.8 GHz y 6 GHz permitirá aumentar el número de usuarios por punto de acceso hasta por lo menos 200.

2.2.2 Aumento de la velocidad de banda ancha como resultado de la disminución de congestión de Wi-Fi

El valor económico asociado con la designación de la banda de 6 GHz para uso no licenciado reduce la congestión del enrutador de Wi-Fi, aumentando su capacidad, con un efecto neto de aceleramiento de la velocidad de banda ancha. Este efecto no se generaliza en todas las líneas fijas de banda ancha, sino tan solo en aquellas con alta capacidad, manifestándose en la velocidad recibida por cada dispositivo conectado a Internet. El aumento en velocidad de acceso a Internet se efectiviza con dos tipos de impacto económico: un crecimiento en el PIB (efecto conocido en la literatura como el “retorno a la velocidad”), y un aumento en el excedente del consumidor. La cadena de causalidad transitiva puede ser desagregada en tres efectos:

- Al eliminar la congestión en el enrutador de Wi-Fi, la velocidad de acceso aumenta para cada dispositivo conectado;
- El aumento de la velocidad para aquellos abonados a líneas de banda ancha de alta velocidad contribuye al crecimiento del PIB;
- El incremento de la velocidad de banda ancha aumenta la voluntad de pago de usuarios de banda ancha de alta velocidad.

La investigación en la contribución de la velocidad de banda ancha ha generado un volumen importante de evidencia empírica, fundamentando que el acceso a internet a altas

velocidades conlleva un impacto positivo en el producto bruto (Carew et al, 2018; Kongaut y Bohlin, 2014; Rohman y Bohlin, 2013; Briglauer y Gugler, 2018).

2.2.3 Despliegue acelerado del Internet de las Cosas

La disponibilidad de espectro radioeléctrico representa uno de los obstáculos a superar para maximizar el potencial de IoT. La designación de espectro en la banda de 6 GHz para el uso libre contribuirá a aumentar la disponibilidad de este recurso para acelerar su desarrollo.

El valor económico asociado con el mayor despliegue de IoT está determinado por dos fuentes: (i) el desarrollo de empresas locales dentro del ecosistema que generan un margen sobre sus ventas, equivalente al excedente del productor, y (ii) el derrame (spillover) de IoT en la productividad del sistema económico.

2.2.4 Reducción de costos de comunicaciones inalámbricas de empresas

El aumento de la capacidad de canales de espectro permite un despliegue significativo de conectividad inalámbrica al interior de edificios de empresas, fábricas y oficinas. Esto permite a establecimientos productivos utilizar la infraestructura de Wi-Fi y generar una reducción en el gasto por el uso de comunicaciones celulares.

Cuando la banda de 6 GHz es autorizada para uso libre y se suma a las bandas de 2.4 GHz y 5 GHz, el espectro combinado será capaz de proveer ocho canales de 160 MHz o tres de 320 MHz. El primer efecto asociado a este despliegue es la provisión de servicio de comunicaciones inalámbricas más rápido en interiores. Adicionalmente, los nuevos canales facilitarán el despliegue de nuevas aplicaciones y casos de uso con impacto en la productividad. Finalmente, el espectro adicional permitirá conectar un número mayor de dispositivos de diverso tipo. Por ejemplo, ciertas soluciones de Wi-Fi 6E pueden acomodar hasta 1,500 dispositivos, lo que las posiciona como una infraestructura ideal para aplicaciones de empresas.

2.2.5 Despliegue de soluciones de realidad aumentada y realidad virtual

El mercado de soluciones de AR y VR se está desarrollando a ritmo acelerado. La designación de la banda de 6 GHz para uso libre tendrá un impacto fundamental en el despliegue de aplicaciones y el crecimiento del ecosistema de empresas involucradas en el desarrollo de las mismas. La banda de 6 GHz, sobre todo para dispositivos de muy bajo poder, es un componente esencial de este desarrollo. Por ejemplo, la designación de la banda para uso no licenciado permite entregar hasta siete canales de 160 MHz o dos de 320 MHz, los cuales permiten aumentar exponencialmente la base de usuarios de aplicaciones o la introducción de soluciones que dependen de dispositivos de muy bajo poder.

El desarrollo y difusión de aplicaciones de AR/VR en el sector productivo está liderado por un ecosistema de empresas involucradas en el desarrollo de software y contenidos, así como los fabricantes de equipamiento. Los márgenes de estas empresas representan el excedente del productor. Por otro lado, como en el caso de IoT, la adopción de soluciones de AR/VR por

empresas locales conllevará un impacto en la productividad, contribuyendo de esta manera al crecimiento del PIB.

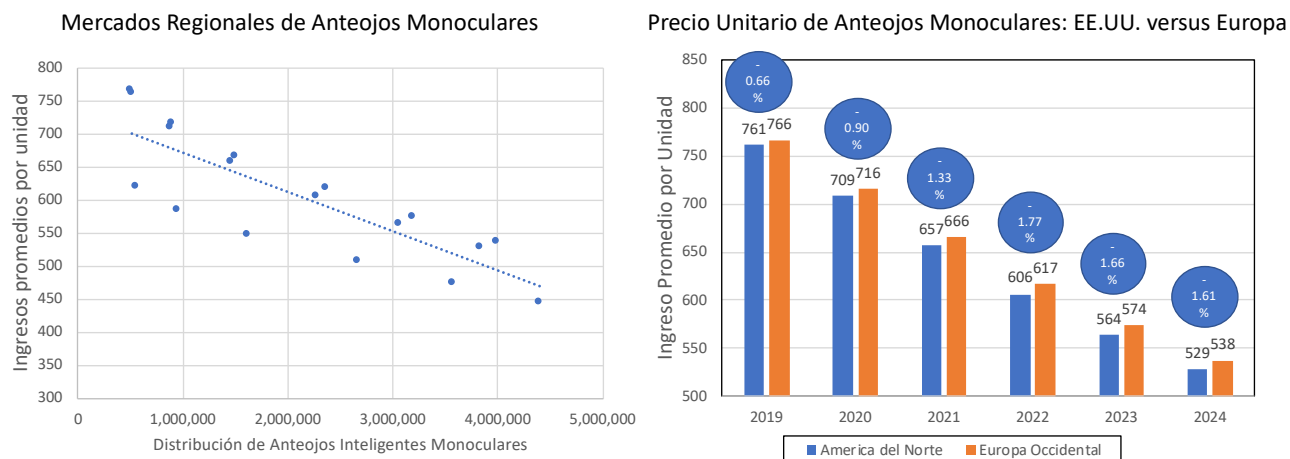
2.2.6 Despliegue de Wi-Fi municipal y puntos de acceso gratuitos

El despliegue de sitios públicos Wi-Fi que dependen solamente de espectro en las bandas de 2.4 GHz y 5 GHz están sujetos a la congestión del servicio, así como a la falta de capacidad para servir a una gran base de usuarios. Es por ello que los sitios públicos de Wi-Fi son una aplicación que presenta una necesidad crítica de acceder a mayor espectro para satisfacer el crecimiento en el número de usuarios, así como para resolver problemas de interferencia de dispositivos operando en frecuencias adyacentes. El beneficio económico de la designación de la banda de 6 GHz para tales sitios está guiado por la posibilidad de aumentar la velocidad del acceso (con el consiguiente impacto en el excedente del consumidor), así como proveer acceso a Internet a un mayor porcentaje de población vulnerable que no puede adquirirlo en el mercado (impactando así el PIB).

2.2.7 Alineamiento de modelo de designación con economías avanzadas

Al designar 1200 MHz en la banda de 6 GHz, Ecuador podrá no solo aliviar la presión resultante en las redes de Wi-Fi como resultado del crecimiento explosivo del tráfico en estas redes, sino que también estará tomando una decisión en lo referente al costo de insumos para las empresas del país y para la política industrial en el terreno tecnológico. Una comparación del precio de venta unitario promedio de equipamiento de AR/VR indica que los Estados Unidos poseen una ventaja económica (precios más bajos) sobre el continente europeo. Esta ventaja está probablemente determinada por economías de escala, aunque no se debería excluir un posible impacto impositivo (ver gráfico 2-2).

Gráfico 2-2. Ejemplo de Equipamiento AR/VR: Economía de la producción (*)



(*) Este cuadro presenta un ejemplo de precios de un segmento del mercado de equipamiento de AR/VR – anteojos inteligentes monoculares – con lo cual no presenta una evaluación del mercado en su conjunto.

Notas: 1) Cuadro en la izquierda presenta datos para América del Norte, Europa Occidental y Asia-Pacífico

2) El precio unitario del cuadro de la derecha ha sido calculado por *Telecom Advisory Services* dividiendo la proyección del mercado por el volumen de ventas (ambos datos provistos por *ABI Research*)

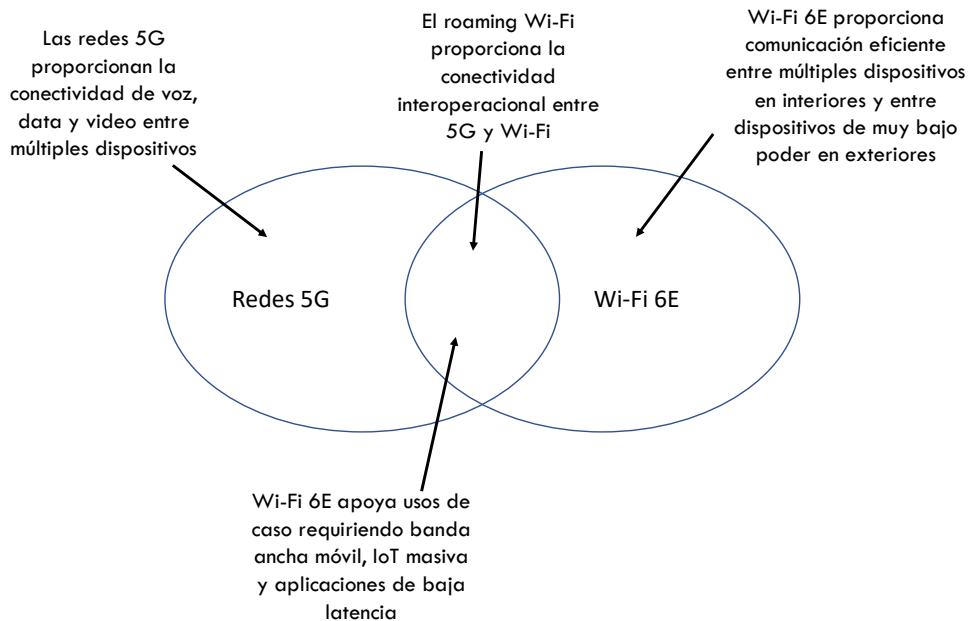
Fuentes: *ABI Research*; análisis *Telecom Advisory Services*

Como se indica en el gráfico de la izquierda, el precio de la producción de equipamiento de AR/VR (ejemplificado por los anteojos monoculares) está, como es de esperar, guiado por economías de escala. A mayor volumen distribuido en un mercado, menores los costos por unidad. Como resultado, el gráfico de la derecha presenta la ventaja en precios de América del Norte (altamente concentrada en los Estados Unidos). Consecuentemente, tendría sentido para Ecuador tomar una decisión en términos de la banda de 6 GHz que esté alineada con la decisión de Estados Unidos de acordar la totalidad de la banda para uso no licenciado.

2.2.8 Aumento de la capacidad de enrutamiento de tráfico celular

Desde una perspectiva del operador de redes celulares, Wi-Fi permite reducir la inversión de capital y los costos operativos para acomodar el tráfico de datos. El ahorro de los operadores celulares está basado en la premisa de que, bajo el escenario contrafactual de no existencia de bandas de espectro no licenciado, los operadores deberán desplegar infraestructura de radio bases adicionales. Este tipo de complementariedad existe aún entre Wi-Fi 6E y redes 5G (figura 2-2).

Figura 2-2. Complementariedad de Wi-Fi6 y 5G NR-U



Fuente: Adaptado de Suarez, M. (2020). Unlicensed spectrum access in the 6 GHz band. Presentación a ANATEL

De acuerdo con este esquema, basada en la complementariedad entre la tecnología Wi-Fi 6E y las redes 5G, la porción de tráfico enrutado a los sitios de Wi-Fi se incrementará sustancialmente en el momento de migración de las redes celulares a 5G. Esto es así porque las aplicaciones de alto uso de capacidad son usadas típicamente en interiores como el hogar y empresas. En consecuencia, el valor económico de la designación de la banda de 6 GHz para uso libre estará guiado no solo por la habilidad de reducir la inversión en 5G mediante el enrutamiento de tráfico a Wi-Fi, sino también en la posibilidad de evitar el riesgo de congestión por el uso en interiores de aplicaciones de alto requerimiento de banda.

2.2.9 Producción y adopción de equipamiento de Wi-Fi

Esta fuente de valor se basa inicialmente en que los consumidores reciben un excedente económico al adquirir dispositivos Wi-Fi a un precio más bajo que su disposición a pagar por ellos. El valor se calcula a partir de los dispositivos que pueden ser adquiridos en la banda de 6 GHz. Los productos de este ecosistema incluyen una gama completa de productos electrónicos de consumo, tales como altavoces inalámbricos, puntos de acceso, y enrutadores, entre otros.

Al mismo tiempo que se considera un excedente del consumidor por el consumo de equipamiento Wi-Fi, por el otro lado también se genera un excedente del productor por la fabricación de estos. Al estimar el excedente del consumidor se consideran los bienes que se consumen localmente sin importar el origen, mientras que al medir el excedente del productor se miden los bienes fabricados a nivel local, sin importar el país en el que se consume el bien.

2.3 Modelos seguidos a nivel internacional

La presente sección presenta detalles de los modelos que han sido aprobados o están siendo considerados en otros países.

El modelo estadounidense

En octubre del 2018, la Comisión Federal de Comunicaciones lanzó una Consulta Pública (*Notice of Proposed Rulemaking*, en inglés) recomendando la designación de la banda de 6 GHz para uso no licenciado. En particular, la Comisión solicitó comentarios para la designación de los 1200 MHz que componen la banda para ser usados por dispositivos no licenciados. En dicha consulta, la Comisión consideró dos clases de dispositivos:

- Puntos de acceso de poder estándar: puntos de acceso no licenciados serían autorizados en las sub-bandas de 5.925-6.425 GHz y 6.525-6.875 GHz para transmitir señales tanto al interior como al exterior de edificios, operando bajo un sistema de coordinación automática de frecuencias, con niveles de poder similares a los permitidos en la banda de 5 GHz.
- Dispositivos de bajo poder (restringidos a operar al interior de edificios): estos dispositivos operan con niveles de poder cuatro veces más bajos que la norma de Wi-Fi (o sea 250 milliwatts), lo que los excluye de la necesidad de coordinarse por el uso de frecuencia.

En abril del 2020, la Comisión votó unánimemente permitir a estas dos clases de dispositivos operar en la banda de 6 GHz. Los dispositivos de la primera clase (Puntos de acceso de poder estándar) serían permitidos a operar en 850 MHz en las sub-bandas descritas arriba. Los dispositivos de bajo poder serían permitidos a operar en los 1200 MHz de la banda. Como

resultado de esta medida, la capacidad espectral disponible para Wi-Fi se cuadruplicó, con lo cual la velocidad de transmisión sería mucho más elevada que la existente bajo la designación de las bandas de 2.4 GHz y 5 GHz. Por ejemplo, un Smartphone usando un canal de 160 MHz bajo el estándar Wi-Fi 6E podría recibir una transmisión de entre 1 y 2 Gbps. Bajo esta configuración, los enrutadores Wi-Fi tendrían acceso a siete canales de 160 MHz.

Simultáneamente con la decisión de permitir a dispositivos de poder estándar y de bajo poder el acceso a la banda de 6 GHz, la Comisión propuso la creación de una tercera categoría de equipamiento – dispositivos de Muy Bajo Poder (en inglés, *Very Low Power*) – autorizado a operar en niveles 160 veces más bajos que el de los dispositivos estándar. Estos podrían operar tanto al interior como al exterior de edificios en ciertas sub-bandas, y no requerirían coordinación de frecuencia. Los mismos podrían usar múltiples canales de 160 MHz con una latencia inferior al milisegundo. Esta categoría incluye auriculares y anteojos para realidad virtual y realidad aumentada, dispositivos para *streaming* de videos de ultra definición, conectividad de dispositivos requiriendo alta velocidades o dispositivos de entretenimiento en automóviles.⁸ Esta última propuesta no ha sido todavía votada por la Comisión.

La decisión de la Comisión para autorizar el uso no licenciado de los 1200 MHz en la banda de 6 GHz fue demandada judicialmente por los operadores de telecomunicaciones, pero los tribunales denegaron la posibilidad de interponerse a la decisión.⁹

El modelo coreano

En junio de 2020, el Ministerio de Ciencias y TIC (*Ministry of Science and ICT*, en inglés) presentó una propuesta de “modificación de normas técnicas” para consulta pública.¹⁰ La decisión a ser tomada hacia finales del 2020 planteaba el uso al interior de edificios de la totalidad de la banda de 6 GHz – o sea 5,925-7,125 MHz –. El uso en exteriores sería autorizado en el 2022.¹¹ En octubre del 2020, el Ministerio anunció que había aprobado el uso de 1200 MHz de espectro en la banda de 6 GHz para uso libre. De acuerdo con las pruebas realizadas por el propio Ministerio, el uso de Wi-Fi en la banda de 6 GHz alcanzaría velocidades de 2.1 Gbps, lo que es cinco veces más rápido que la velocidad actual de Wi-Fi en Corea del Sur, que registra entre 400 y 600 Mbps.¹² Para el país, esta autorización es la primera expansión de espectro para Wi-Fi en los últimos dieciséis años.

El modelo de Brasil

⁸ FCC ex parte notification from Apple Inc., Broadcom Inc., Facebook Inc., Google LLC, Hewlett Packard Enterprise, Intel Corp., Marvell Semiconductor Inc., Microsoft Corporation, Qualcomm Incorporated (July 2, 2019).

⁹ Law 360 (2020). *DC Circuit won't block new FCC rules on 6 GHz for now* (October 1)

¹⁰ Hetting, C. (2020). “South Korea could become Asia’s first 6 GHz nation”. *Wi-Fi News* (June, 27).

¹¹ Yonhap (2020). “Unlicensed frequency band to boost Wi-Fi speed, smart factory penetration: ministry”, *The Korea Herald*, (June, 27).

¹² Cho Mu-Hyun (2020). “South Korea makes 6 GHz band available for Wi-Fi”, *ZDNet* (October 16).

En mayo del 2020, ANATEL, la agencia reguladora de telecomunicaciones de Brasil aprobó el uso no licenciado de espectro en la banda de 6 GHz.¹³ En la decisión, el regulador estipuló que se estaban evaluando dos opciones: (i) designar la banda entera (o sea 1200 MHz) para uso libre, o (ii) designar tan solo 500 MHz. En diciembre del mismo año, el regulador lanzó una consulta pública en la que se formalizaba la designación de la totalidad de la banda. Esta decisión fue votada unánimemente por todos los comisionados.

El modelo del Reino Unido

La agencia reguladora de las comunicaciones del Reino Unido, Ofcom, decidió designar 500 MHz de la banda de 6 GHz (5925-6425 MHz) para uso no licenciado en interiores, uso limitado al exterior, así como para el traspaso de tráfico inalámbrico.¹⁴ Esta porción de la banda de 6 GHz es adyacente a la banda de 5 GHz, también de uso no licenciado, conteniendo características de propagación similares, con canales no superpuestos.

Ofcom estima que esta banda, combinada con las ya autorizadas en las frecuencias de 2.4 GHz y 5 GHz, puede aceptar entre 200 y 400 dispositivos por punto de acceso Wi-Fi con una velocidad teórica máxima de 6.6 Gbps. En junio 2020, Ofcom tomó la decisión final para el uso del espectro en bajo poder en interiores y muy bajo poder al exterior.¹⁵ La designación limitada a 500 MHz fue hecha para demostrar como Wi-Fi puede beneficiarse de la parte baja de la banda, para luego estudiar la posible designación de la porción restante.¹⁶ De acuerdo con el regulador, “seguiremos investigando el uso de la porción alta de la banda de 6 GHz para determinar cuál será su utilización óptima (en el futuro)”.¹⁷

El modelo chileno

En octubre del 2020, la Subsecretaría de Telecomunicaciones resolvió autorizar el uso de equipos de alcance reducido en los 1200 MHz de la banda de 6 GHz.¹⁸

El modelo europeo

En respuesta a un requerimiento de la Comisión Europea para investigar la designación de espectro entre 5,925 MHz y 6,425 MHz, la Conferencia Europea de Administraciones Postales y de Telecomunicaciones (CEPT) emitió un informe técnico sobre la factibilidad de uso de Wi-Fi en la banda de 6 GHz.¹⁹ El propósito de la recomendación es desarrollar un abordaje

¹³ ANATEL (2020). Análise No 29/2020/CB. Processo no 53500.012176/2019-58.

¹⁴ Blackman, J. (2020). “UK to release 6 GHz and 100 GHz spectrum for Wi-Fi in smart homes, offices, factories”. *Enterprise IoT insights* (January, 27).

¹⁵ Ofcom (2020). *Statement: improving spectrum access for wi-fi – spectrum use in the 5 and 6 GHz bands* (July 24).

¹⁶ Ebbecke, Ph. (2019). *Road to 6 GHz in Europe*. Presentation to WLPC Prague 2019

¹⁷ Ofcom (2020). *Improving spectrum access for Wi-Fi*. London, p.21.

¹⁸ Gobierno de Chile. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones; Subsecretaría de telecomunicaciones. *Modificación a la Resolución del 6 de Octubre de 2017*. Octubre 22, 2020.

¹⁹ Hetting, C. (2019). “Europe’s process to release 6 GHz spectrum to Wi-Fi on track, expert says”, *Wi-Fi Now* (June, 2).

armonizado para los 48 países integrantes de CEPT, lo que incluye a los 27 países de la Unión Europea, Suiza, Turquía y Rusia, entre otros. De acuerdo con la recomendación, los enrutadores de Wi-Fi deben tener acceso a tres canales de 160 Mbps. La justificación por la cual la CEPT sólo investigó la sub-banda entre 5,925 y 6,425 MHz se debió que los países europeos operan una cantidad de servicios críticos en la sub-banda alta (servicio fijos punto-a-punto, comunicaciones espaciales, sistemas inteligentes de gestión de tráfico y control de trenes, y algunos sitios de radio astronomía). Se espera que la designación de la porción inferior de la banda sea formalizada en enero de 2021.²⁰

* * * * *

El análisis de la experiencia internacional a la fecha indica que la designación de la banda de 6 GHz para uso libre se encuentra en un estado de transición. Los reguladores de telecomunicaciones de diferentes países ya están tomando decisiones en base a consultas públicas sobre el uso futuro de la banda. Un número importante de naciones se están inclinando por designar la banda completa, mientras que otros planean continuar estudiando el futuro uso de la porción alta de la banda (ver Cuadro 2-3).

Cuadro 2-3. Países que ya han aprobado o están estudiando la designación de la banda de 6 GHz para uso no licenciado (Diciembre 2021)

Continentes	Porción baja (5925-6425 MHz)		Banda Completa (5925-7125 MHz)	
	Adoptado	En estudio	Adoptado	En estudio
América		Argentina	Brasil, Canadá, Chile, Costa Rica, Guatemala, Honduras, Perú, Estados Unidos	Colombia, México
Europa	Unión Europea, Noruega, Reino Unido	Suiza, Turquía		
Estados Árabes	Emiratos Árabes Unidos	Omán	Arabia Saudita	Jordania, Qatar
Asia Pacífico		Nueva Zelanda	Corea del Sud	Australia, Japón, Malaysia
África	Marruecos	Egipto, Túnez		Kenia

Fuente: Compilado por Telecom Advisory Services de sitios de reguladores

²⁰ Hetting, C. (2020). "EU and CEPT countries 'highly likely' to release 6 GHz to Wi-Fi in early 2021, expert says". *Wi-Fi Now* (October 21).

3. ESTIMACIÓN DEL VALOR DE LA BANDA 6 GHz PARA USO NO LICENCIADO EN ECUADOR

Estudios previos llevados a cabo para Colombia, México, Kenia, Indonesia, Nigeria, Perú y Sudáfrica han permitido identificar el valor económico de asignar 1200 MHz de la banda de 6 GHz para uso no licenciado en esos países. La suma del valor económico de todos los mencionados países durante el período 2021-2030 equivale a \$ 503.76 billones, de acuerdo con lo reflejado en la Cuadro 3-1.

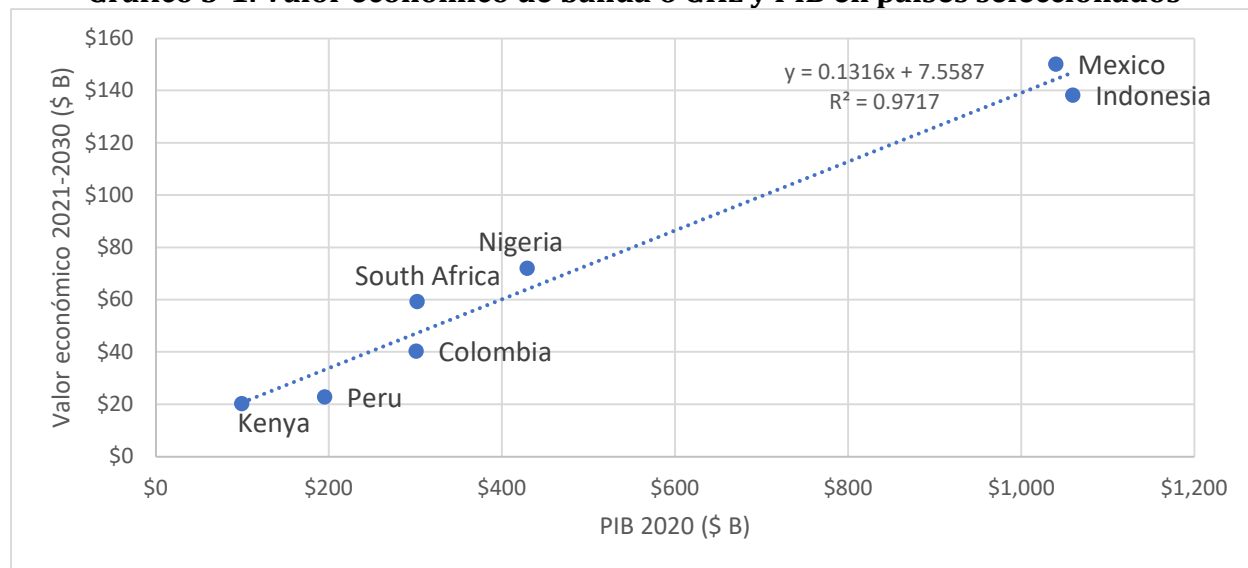
Cuadro 3-1. Valor económico de banda 6 GHz en países seleccionados

Country	Valor económico acumulado 2021-2030
Colombia	\$40.42
Indonesia	\$138.37
Kenia	\$20.29
México	\$150.27
Nigeria	\$72.14
Perú	\$22.87
Sudáfrica	\$59.40
TOTAL	\$503.76

Fuente: Telecom Advisory Services

El valor económico generado por asignar la banda de 6 GHz para uso no licenciado es proporcional al Producto Interno Bruto (PIB) de cada economía, como se puede apreciar en el Gráfico 3-1. Por lo tanto, es posible interpolar cuál sería el valor económico de designación de la banda de 6 GHz para uso libre para el período comprendido entre 2021 y 2030 para Ecuador.

Gráfico 3-1. Valor económico de banda 6 GHz y PIB en países seleccionados



Fuente: Telecom Advisory Services

De acuerdo a esta interpolación, el valor económico acumulado de asignar la banda de 6 GHz para uso no licenciado en Ecuador durante el período 2021 y 2030 equivale a \$ 20.56 billones:

$$\text{Valor Económico}_{21-}^{\text{Ecuador}} = 0.1316 * (\text{PIB}_{2020}^{\text{Ecuador}}) + 7.5587 = \$ 20.56 B$$

Sin embargo, este valor económico no cubre exactamente el período de análisis requerido en este estudio (2022-2031). Por lo tanto, utilizamos el valor calculado como un insumo para estimar el primer valor de la serie requerida, el del año 2022. Una vez estimado el valor económico atribuible en Ecuador para 2022, podemos extrapolar su evolución hasta el año 2031 aplicando sobre el mismo el promedio ponderado de las tasas de crecimiento anual de los restantes países analizados.

Para estimar el valor económico de 2022 en Ecuador, en primer lugar, hemos procedido a calcular que porcentaje del valor total representa el año 2022 para los restantes países analizados: ese porcentaje varía desde 1% (Nigeria) hasta 2.4% (Colombia), siendo 1.7% el promedio ponderado (Cuadro 3-2).

Cuadro 3-2. Valor económico de banda 6 GHz en países seleccionados - Ratio 2022 / total

País	Valor económico acumulado 2021-2030	Valor económico 2022	Ratio 2022 / Acumulado
Colombia	\$40.42	\$0.97	2.4%
Indonesia	\$138.37	\$2.10	1.5%
Kenia	\$20.29	\$0.28	1.4%
México	\$150.27	\$3.28	2.2%
Nigeria	\$72.14	\$0.70	1.0%
Perú	\$22.87	\$0.45	2.0%
Sudáfrica	\$59.40	\$0.90	1.5%
TOTAL	\$503.76	\$8.67	1.7%

Fuente: Telecom Advisory Services

Aplicando el porcentaje de 1.7% al valor total estimado para Ecuador de \$ 20.56 billones, es posible aproximar que el valor económico de la asignación potencial de la banda de 6 GHz band para uso no licenciado equivaldría a \$0.35 billones en 2022. Partiendo de ese nivel, extrapolamos la evolución del valor económico para Ecuador hasta 2031 aplicando la tasa de crecimiento ponderado de los restantes países cubiertos en estudios anteriores. Para la tasa de crecimiento entre 2030 y 2031, solo consideramos los casos de Indonesia y de Sudáfrica, dado que en solo estos dos países el análisis llevado a cabo en estudios anteriores se extendió hasta al año 2031 (Cuadro 3-3).

Cuadro 3-3. Valor económico estimado de banda 6 GHz en Ecuador (2022-2031)

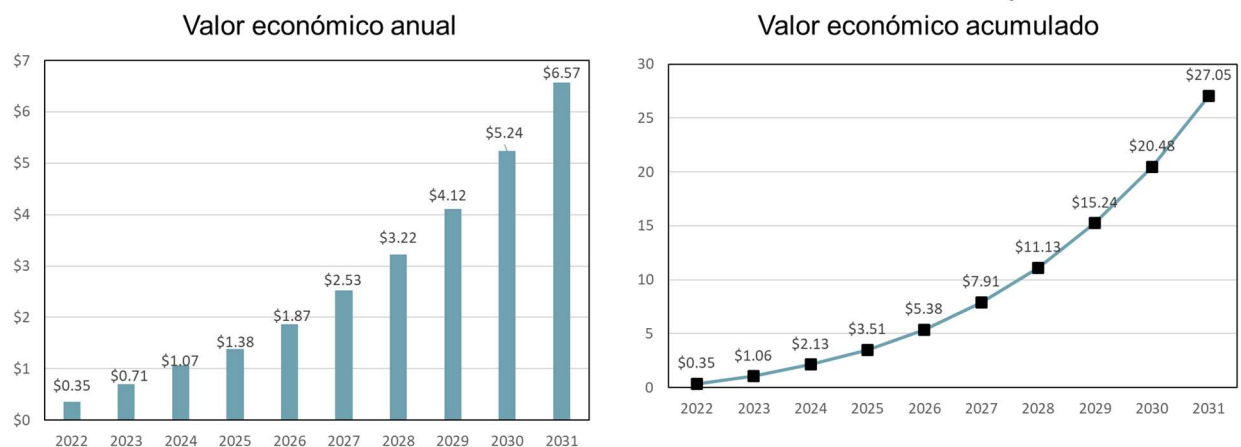
Indicador	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Tasa de crecimiento de valor económico (Colombia, Indonesia, Kenia, México, Nigeria, Perú, Sudáfrica)		99.4%	51.8%	29.2%	35.1%	35.2%	27.3%	27.9%	27.2%	25.4% (*)
Valor económico de asignar banda 6 GHz en Ecuador (aplicando la tasa de crecimiento de los otros países)	\$0.35	\$0.71	\$1.07	\$1.38	\$1.87	\$2.53	\$3.22	\$4.12	\$5.24	\$6.57

Note: () tasa de crecimiento solo considerando a Indonesia y Sudáfrica dado que solo para esos países el período de análisis incluye el año 2031.*

Fuente: Telecom Advisory Services

Tal como se describe en el Cuadro 3-3, el valor económico alcanzará a los \$6.57 billones en 2031, siendo el acumulado para 2022-2031 equivalente a los \$27.05 billones (Gráfico 3-2).

Gráfico 3-2. Valor económico de banda 6 GHz en Ecuador – anual y acumulado



Fuente: Telecom Advisory Services

Como es fundamentado en este estudio, la designación de 1200 MHz en la banda de 6 GHz para uso no licenciado comienza a generar un beneficio económico desde el primer momento a partir de la resolución de la congestión de enrutadores de Wi-Fi en el mercado residencial y del desarrollo y despliegue de múltiples casos de uso en el sector productivo. La alternativa – no innovar y esperar hasta que los operadores de telecomunicaciones inalámbricas (IMT) tengan necesidad de acceder a espectro adicional en esta banda – pospone la creación de valor económico con el consiguiente costo de oportunidad para la economía ecuatoriana.

BIBLIOGRAFÍA

ABI Research. *Augmented and Mixed Reality Market Data: devices, use cases, verticals and value chain*. MD-ARMR-103, QTR 4 2019

ABI Research, *Virtual Reality Market Data: devices, verticals, and value chain*. MD-VR-108, QTR 1 2020

ABRINT (2018). *Plano de modernização e expansão de acessos com implantação de redes FTTH*

ANATEL (2020). *Análise No 29/2020/CB*. Processo no 53500.012176/2019-58.

Benkler, Y. (2012). "Open wireless vs. licensed spectrum: evidence from market adoption". *Harvard Journal of Law & Technology*. Volume 26, Number 1 fall 2012

Blackman, J. (2020). "UK to release 6 GHz and 100 GHz spectrum for Wi-Fi in smart homes, offices, factories". *Enterprise IoT insights* (January, 27).

Bohlin, E. and Rohman, I. (2012). *Does Broadband Speed Really Matter for Driving Economic Growth? Investigating OECD Countries?* Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=2034284> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2034284>. , 2013

Briglauer, W. and Gugler, K. (2018). *Go for Gigabit? First evidence on economic benefits of (Ultra-) Fast broadband technologies in Europe*. Centre for European Economic Research Discussion Paper No. 18-020.

Calabrese, M. (2013). *Solving the "Spectrum Crunch": Unlicensed Spectrum on a High-Fiber Diet*. Washington, DC: Time Warner Cable Research program on Digital Communications.

Carew, D., Martin, N., Blumenthal, M., Armour, P., and Lastunen, J. (2018). The potential economic value of unlicensed spectrum in the 5.9 GHz Frequency band: insights for allocation policy. RAND Corporation (Rand study).

Carter, K. (2006) "Policy Lessons From Personal Communications Services: Licensed Vs. Unlicensed Spectrum Access," *CommLaw Conspectus* 93

Cho Mu-Hyun (2020). "South Korea makes 6 GHz band available for Wi-Fi", *ZDNet* (October 16).

Cooper, M. (2011). *The consumer benefits of expanding shared use of unlicensed radio spectrum: Liberating Long-Term Spectrum Policy from Short-Term Thinking*. Washington DC: Consumer Federation of America.

Crawford, S. (2011). *The FCC's job and unlicensed spectrum – Waldman report*. Statement to the FCC.

Ebbecke, Ph. (2019). *Road to 6 GHz in Europe*. Presentation to WLPC Prague 2019

FCC ex parte notification from Apple Inc., Broadcom Inc., Facebook Inc., Google LLC, Hewlett Packard Enterprise, Intel Corp., Marvell Semiconductor Inc., Microsoft Corporation, Qualcomm Incorporated (July 2, 2019).

Gobierno de Chile. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones; Subsecretaría de telecomunicaciones. *Modificación a la Resolución del 6 de Octubre de 2017*. Octubre 22, 2020.

Hausman, J. (1997). *Valuing the Effect of Regulation on New Services in Telecommunications*. Brookings Papers on Economic Activity, Economic Studies Program, 28(1997-1), pp. 1- 54.

Hetting, C. (2019). "Europe's process to release 6 GHz spectrum to Wi-Fi on track, expert says", *Wi-Fi Now* (June, 2).

Hetting, C. (2020). "EU and CEPT countries 'highly likely' to release 6 GHz to Wi-Fi in early 2021, expert says". *Wi-Fi Now* (October 21).

Hetting, C. (2020). "South Korea could become Asia's first 6 GHz nation". *Wi-Fi News* (June, 27).

Katz, R. (2014a). *Assessment of the economic value of unlicensed spectrum in the United States*. New York: Telecom Advisory Services. Retrieved from: wififorward.org/resources

Katz, R. (2014b). *Assessment of the future economic value of unlicensed spectrum in the United States*. New York: Telecom Advisory Services. Retrieved from: wififorward.org/resources

Katz, R. (2018). *A 2017 assessment of the current and future economic value of unlicensed spectrum*. Washington, DC: Wi-Fi Forward. Retrieved from: wififorward.org/resources

Katz, R. and Callorda, F. (2018). *The economic contribution of broadband, digitization and ICT regulation: Econometric modelling for the Americas*. Geneva: International Telecommunication Union. Retrieved from: <http://handle.itu.int/11.1002/pub/81377c7f-en>

Katz, R. (2018). *The global economic value of Wi-Fi 2018-2023*. New York: Telecom Advisory Services. Retrieved from: wi.fi.org

Katz, R. (2020). *Assessing the economic value of unlicensed use in the 5.9 GHz and 6 GHz bands*. Washington, DC: Wi-Fi Forward. Retrieved in: <http://wififorward.org/wp-content/uploads/2020/04/5.9-6.0-FINAL-for-distribution.pdf>.

Katz, R.; Jung, J. and Callorda, F. (2020a). "Can digitization mitigate the economic damage of a pandemic? Evidence from SARS". *Telecommunications Policy* 44, 102044.

Katz, R.; Jung, J. and Callorda, F. (2020b). *COVID-19 and the economic value of Wi-Fi*. New York: Telecom Advisory Services. Retrieved at: https://www.wi-fi.org/download.php?file=/sites/default/files/private/COVID-19_Economic_Value_Wi-Fi_202012.pdf

Katz, R. y Callorda, F. (2021). *Estimación del valor económico del uso no licenciado de la banda de 6 GHz en México*. Dynamic Spectrum Alliance (Enero).

Katz, R. y Callorda, F. (2021). *Estimación del valor económico del uso no licenciado de la banda de 6 GHz en Colombia*. Dynamic Spectrum Alliance (Enero).

Kongaut, Chatchai; Bohlin, Erik (2014). *Impact of broadband speed on economic outputs: An empirical study of OECD countries*, 25th European Regional Conference of the International Telecommunications Society (ITS), Brussels, Belgium, 22-25 June 2014,

Law 360 (2020). *DC Circuit won't block new FCC rules on 6 GHz for now* (October 1)

Liu, Y-H; Prince, J., and Wallsten, J. (2018). *Distinguishing bandwidth and latency in households' willingness-to-pay for broadband internet speed*.

Marcus, S. and Burns, J. (2013). *Study on Impact of Traffic off-loading and related technological trends on the demand for wireless broadband spectrum: a study prepared for the European Commission DG Communications Networks, Content & Technology*. Brussels: European Union

Milgrom, P., Levin, J., & Eilat, A. (2011). *The case for unlicensed spectrum*. Stanford Institute for Economic Policy Research Discussion paper No. 10-036, p. 2. Retrieved from <https://web.stanford.edu/~jdlevin/Papers/UnlicensedSpectrum.pdf>.

Nevo, A., Turner, J., and Williams, J. (Mar. 2016). "Usage-based pricing and demand for residential broadband", *Econometrica*, vol. 84, No.2, p. 441-443.

Ofcom (2020). *Statement: improving spectrum access for wi-fi – spectrum use in the 5 and 6 GHz bands* (July 24).

Ofcom (2020). *Improving spectrum access for Wi-Fi*. London, p.21.

Rohman, Bohlin, E. (2013). *Socio-economic effects of broadband speed*. Ericsson 3/221 01-FGB 101 00003.

Stevenson, C. et al. (2009). "IEEE 802.22: The first cognitive radio wireless regional area network standard," *Communications Magazine IEEE* 47 (1): 131.

Suarez, M. (2020). *Unlicensed spectrum access in the 6 GHz band. Presentation to ANATEL*

Thanki, R. (2009). *The economic value generated by current and future allocations of unlicensed spectrum*. United Kingdom: Perspective Associates

Thanki, R. (2012). *The Economic Significance of License- Exempt Spectrum to the Future of the Internet*. London

Yonhap (2020). "Unlicensed frequency band to boost Wi-Fi speed, smart factory penetration: ministry", *The Korea Herald*, (June, 27).