

Programa Ciudades Inclusivas, Sostenibles e inteligentes (CISI)

Redes 5G en América Latina

Desarrollo y potencialidades

Omar De León



Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL



Si desea recibir información oportuna sobre nuestros productos editoriales y actividades, le invitamos a registrarse. Podrá definir sus áreas de interés y acceder a nuestros productos en otros formatos.

Deseo registrarme



NACIONES UNIDAS



www.cepal.org/es/publications



www.instagram.com/publicacionesdelacepal



www.facebook.com/publicacionesdelacepal



www.issuu.com/publicacionescepal/stacks



www.cepal.org/es/publicaciones/apps

Redes 5G en América Latina

Desarrollo y potencialidades

Omar De León



Este documento fue preparado por Omar de León, Consultor de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), bajo la coordinación de Sebastián Rovira, Alejandro Patiño y Fernando Rojas, funcionarios de dicha División. El trabajo se realizó en el marco del proyecto “Ciudades inclusivas, sostenibles e inteligentes en el marco de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe”, clúster 2 “Tecnología y energía”, ejecutado por la CEPAL en conjunto con la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) y financiado por el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania. El proyecto forma parte del programa de cooperación CEPAL/BMZ-GIZ.

Este documento recibió apoyo del proyecto “Observatorio Regional de Desarrollo Digital”, del programa de la CEPAL y la Unión Europea, Mecanismo Regional para el Desarrollo en Transición.

Ni la Unión Europea ni ninguna persona que actúe en su nombre es responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en esta publicación. Los puntos de vista expresados en este estudio son de los autores y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Unión Europea.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de las Naciones Unidas o las de los países que representa.

LC/TS.2022/181/Rev.1

Distribución: L

Copyright © Naciones Unidas, 2023

Todos los derechos reservados

Impreso en Naciones Unidas, Santiago

S.23-00156

Esta publicación debe citarse como: O. De León, “Redes 5G en América Latina: desarrollo y potencialidades”, *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2022/181/Rev.1), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2023.

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Documentos y Publicaciones, publicaciones.cepal@un.org. Los Estados Miembros de las Naciones Unidas y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a la CEPAL de tal reproducción.

Índice

Introducción	5
I. Impacto que implican las redes 5G en las actividades económicas, productivas y sociales.....	7
A. Principales características de las redes 5G	7
B. Aspectos básicos de la aplicación de la 5G a las ciudades.....	9
C. Impacto de la 5G en las ciudades	12
II. Despliegue de redes 5G en América Latina y el Caribe	17
A. Resumen general de la situación en el mundo	17
B. Tendencias y condicionantes del despliegue de 5G	20
C. Estado del despliegue de redes 5G en América Latina y el Caribe	22
1. Argentina	24
2. Brasil	25
3. Colombia.....	26
4. Costa Rica.....	30
5. Chile	34
6. Ecuador	37
7. México.....	38
8. Perú.....	39
9. Uruguay.....	40
D. Resumen de la situación de los países.....	41
Bibliografía.....	45

Cuadros

Cuadro 1	Comparativo de bloques de espectro para la 5G	9
Cuadro 2	Redes comerciales activadas en el mundo	20
Cuadro 3	Apertura de redes LTE y 5G por país en LAC	22
Cuadro 4	Principales líneas de acción para la implementación y despliegue de 5G en el país	27
Cuadro 5	Bandas de frecuencias IMT sin asignar en Colombia	29
Cuadro 6	Cronograma de Espectro Radioeléctrico 2022-2027	31
Cuadro 7	Tenencia de espectro en Chile luego del concurso	35
Cuadro 8	Distribución de frecuencias en la banda 3.400 a 3.600 MHz	36
Cuadro 9	Etapas del despliegue de redes 5G en los países seleccionados.....	44

Gráficos

Gráfico 1	Cantidad de espectro (MHz) con mayor uso comercial 5G, según el estado de asignación del tipo de banda, mayo de 2021	32
Gráfico 2	Cantidad de espectro (MHz) con mayor uso comercial 5G, asignado por operador, por banda de frecuencia, mayo de 2021	32

Introducción

Este documento está orientado a mostrar las características más importantes de las redes 5G y su impacto en las Ciudades Inteligentes, así como el marco de despliegue actual en el mundo y en países seleccionados de la región Latinoamericana.

Esta nueva generación de redes móviles es más disruptiva que las anteriores ya que introduce, más que solamente un aumento importante de velocidad de transmisión de datos, sino que especificaciones altamente transformadoras en las comunicaciones inalámbricas móviles y fijas. Estas transformaciones, como el bajo retardo, la segmentación de redes virtuales configurables en vivo y la computación profunda en el borde, entre otras, habilitan y son impulsoras de otras tecnologías como la Inteligencia Artificial, la gestión de los Grandes Datos, la automatización, la virtualización de redes, y toda la gama de aplicaciones críticas. Por todas estas razones es esencial su despliegue en las Ciudades Inteligentes. Estos aspectos son analizados junto con las comparaciones ventajosas de costos en la prestación de la banda ancha fija, lo que agrega una alternativa importante frente a las redes cableadas en la universalización de la banda ancha, lo que es la base de la Ciudad Inteligente.

Su despliegue en las ciudades, le da sustento a la habilitación de aplicaciones críticas de la Internet de las Cosas, como todo lo relacionado al tráfico sofisticado y la automatización de procesos donde intervienen equipos ciber físicos, la optimización del uso de recursos de telecomunicaciones, la creación y gestión de un Centro de Operación Inteligente, la supervisión permanente del estado de las rutas, el estacionamiento inteligente, los sistemas altamente eficientes y automatizados de seguridad pública, entre otros. El despliegue de 5G son aún incipientes en la mayoría de los países de la región, con un par de avances importantes incluyendo la internalización del valor del espectro en la instancia de las asignaciones, con el objetivo de la universalización.

Esta situación se inserta en una disparidad similar a nivel internacional, por ejemplo Corea del Sur tiene la mayor cantidad de estaciones base 5G por habitante: 13 veces más que la UE y 20 veces más que los Estados Unidos, mientras que los Estados Unidos han asignado la mayor cantidad de espectro en la banda milimétrica: cuatro bandas en total, en comparación con una en la UE y ninguna en China.

En general se observa en el mundo, y especialmente en América Latina, que las políticas en los diferentes países siguen favoreciendo la culminación de despliegues de 4G, con mayor o menor grado de impulso a la 5G. Esta tendencia se debe en parte porque la aparición de las redes 5G han surgido versiones avanzadas de LTE como LTE-Advanced y LTE A Pro.

Todo esto sucede, además, en un marco de dificultades en que los usuarios de los servicios móviles 5G aún no aprecian las ventajas y, aparte de una relativa disconformidad, que se refleja en una baja propensión para pasar a pagar servicios de 4G a 5G. Al principio de los desarrollos de tecnologías nuevas es importante lograr rápidamente un conjunto abundante y robusto de aplicaciones que realmente le sean útiles a los usuarios y que en este caso estimulen el pasaje a 5G.

Además de todos estos aspectos surge la necesidad de que los marcos legales y regulatorios en general favorezcan el despliegue de estas redes, incluyendo asuntos relativos a la financiación.

En la sección II de este trabajo se efectúa un análisis detallado de la situación actual, la evolución, las dificultades y posibles soluciones para los despliegues y las diferentes modalidades de encarar este desafío en los diferentes países.

I. Impacto que implican las redes 5G en las actividades económicas, productivas y sociales

A. Principales características de las redes 5G

Se describen brevemente las principales características de los servicios prestado por, o a través, de las redes 5G.

La 5G, más que una evolución de la infraestructura de acceso y transporte de la información (voz, datos o, video) para que sea más veloz o con mayor capacidad, es un conjunto de tecnologías que desde el principio tuvo como objetivo del diseño la satisfacción de necesidades de comunicación que trascienden las generaciones anteriores de redes móviles. Busca satisfacer requerimientos propios de la IoT y de la digitalización en general, y su constelación de tecnologías y aplicaciones no pueden ser satisfechas por las tecnologías anteriores.

Igualmente, la velocidad mucho mayor que provee la llamada eMBB (Banda Ancha Móvil Mejorada), no solo permite la introducción de nuevos servicios OTT móviles (realidad aumentada, juegos, otros) sino también la provisión de grandes velocidades fijas competitivas con la Fibra Óptica, y con reducciones de costos en greenfield (donde no esté desplegada tecnología de gran capacidad de acceso). Por ser un acceso inalámbrico fijo (también nómada en las zonas de cobertura) no es necesario incurrir en grandes costos hundidos en el despliegue de una red, para generar sitios pasados previendo una conexión posterior al cliente. Es suficiente proveer cobertura con radiobases lo que reduce sustancialmente la inversión inicial.

Por esta razón 5G es una tecnología de acceso apta para reducir las brechas de acceso en zonas de media o baja densidad en las ciudades, especialmente en las ciudades pequeñas o pueblos, a los efectos de acelerar el acceso a Internet de alta velocidad sin incurrir en los costos de la Fibra Óptica. Y por supuesto es también competitiva en las zonas densamente pobladas. Aun cuando las redes cableadas (HFC y Fibra Óptica sean eficientes, la red inalámbrica puede servir para la densificación cubriendo zonas en que la red de cable no llega. La eficiencia surge de lo siguiente:

- La construcción de las redes fijas cableadas implica, a nivel de la “última milla”, el despliegue de red cuya estructura y capacidad deben prever la demanda futura, tanto en capacidad como en ubicación física. Así, aparte de los costos ineludibles, esta red puede quedar sub o sobredimensionada según la evolución final de la demanda. Esta inversión inicial incluye hasta las cajas que contengan las interfases finales a razón de una por cuadra o una o más por edificio en las zonas densas.
- Cuando el despliegue es inalámbrico lo que se instala es en realidad una “sombrija” de cobertura de clientes alrededor de la radiobase.

Los costos de despliegue (CAPEX) y los de operación (OPEX) de la solución inalámbrica son sensiblemente menores. Se puede estimar el costo de la instalación de una red de fibra óptica hasta el hogar, dependiendo del terreno, densidad y otros factores, en un promedio de US\$ 600 a US\$ 1.000¹ por cliente conectado. Para una red inalámbrica de acceso, según estudios recientes, los costos se encuentran en el orden de US\$ 100-US\$ 400 por cliente.

Otra ventaja de las redes inalámbricas es que requieren mucho menos tiempo que las cableadas en la obtención de los permisos, siempre que las municipalidades colaboren no adoptando políticas específicas que dificulten los trámites.

Los siguientes son algunos de los requerimientos mencionados de la IoT y la digitalización, así como de las nuevas tecnologías y aplicaciones, que impulsaron el diseño de la 5G, por no ser satisfechas total o parcialmente por las generaciones de redes móviles anteriores:

- Alta velocidad de transporte de datos del orden de más de 1 Gbps. en el tradicional “cuello de botella” como es el acceso inalámbrico al dispositivo final del usuario, sujeto al espectro asignado.
- Muy bajo retardo (o RTT) destinado a soportar aplicaciones críticas como la telemedicina, el control de procesos industriales precisos y de rápida respuesta, aplicaciones sobre móviles como ser los vehículos autónomos y sus controles en ciudades inteligentes, etc., en que son necesarios retardos del orden de 1 ms.
- Computación en el Borde (Edge Computing). Es uno de los procedimientos más efectivos para lograr los bajos retardos de procesamiento sin transitar hasta centros mayores de procesamiento. También la computación en el borde provee mayor seguridad al quedar la mayor parte de la información en un marco cerrado, y provee economías por la reducción del flujo de datos en el backhaul y core. Es esencial para la mMTC (Machine Type Communication crítica) como en todas las aplicaciones que requieren bajos retardos, como es el caso de la gestión vehicular.
- Es una red preparada para soportar importantes cantidades de dispositivos bajo la misma radiobase.
- Permite que corran aplicaciones distintas en los mismos tramos de la red, o con distintos requerimientos de calidad bajo una misma aplicación. Toda la red 5G está preparada para estos servicios variables en sus prestaciones, y con posibilidad de variar en forma casi instantánea frente a un cambio de los requerimientos de servicio en el mismo transporte y aplicación.
- Está estandarizada para disponer de un subconjunto completo de prestaciones para instalar redes privadas.

¹ Fuentes propias y “Capacitación de Nivel Avanzado sobre modelización de costos y fijación de precios para los países de Latinoamérica” - Managua, Nicaragua del 31 de agosto al 3 de septiembre 2015. Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones (BDT). UIT.

- Incorporación nativa y masiva de la digitalización y virtualización de la gestión de la red, las que permiten reconfiguraciones de redes y funciones permitiendo acelerar el provisionamiento y el transporte de la información, y reducir los costos.

De todas las prestaciones 5G la que más impacta en el ecosistema es la reducción del retardo. Es la que permite, en definitiva, las aplicaciones críticas que requieren retardos mínimos, tales como una latencia de extremo a extremo de 1 ms. con una confiabilidad de 99,99%².

En segundo lugar, en cuanto a impacto, está el aumento de la velocidad de datos, principalmente cuando se emplean bandas milimétricas. Y aquí surgen exigencias sobre el diseño y uso de las aplicaciones en las Ciudades Inteligentes debido a que cuanto más alta es la banda (por ejemplo las milimétricas) se tiene más capacidad, pero menos alcance y penetración de paredes en los edificios.

Como se observa en el cuadro referencial siguiente, cada una de las secciones del espectro tiene sus particularidades en cuanto al balance de alcance y capacidad.

Cuadro 1
Comparativo de bloques de espectro para la 5G

Banda de espectro atribuida	Ancho de banda de espectro que es posible asignar por operador	Velocidad máxima de datos por radiobase
Más altas de más de 20 GHz. Típicamente 26 GHz y 28 GHz u otros segmentos	Más de 1 GHz	Más de 10 Gbps
Bandas medias debajo de 6 GHz Por ejemplo 1.8, 2.1, 2.5, 3.5 GHz y otras	Del orden de 200 MHz	Del orden de 2 Gbps
Bandas bajas debajo de 1 GHz 600, 700, 900 MHz y otras	Del orden de 20 MHz	Del orden de 200 Mbps

Fuente: Valores referenciales elaborados por el consultor.

Es importante recordar que la 5G es un servicio (acceso de banda ancha móvil y fija) pero además es un poderoso vehículo para nuevas aplicaciones y servicios prestados sobre esta plataforma (automatización avanzada, salud, control de vehículos, ciudades inteligentes en general, otros).

Cuando se hace uso de la 5G en aplicaciones de Ciudades Inteligente, principalmente en los primeros años de despliegue, el sistema de gestión de la aplicación debe tomar en consideración la heterogeneidad de los accesos a la red y de las características de los equipos terminales. Esta atención al contexto dinámico y su registro y control centralizado es principalmente requerida en aplicaciones críticas, en que, si hay movilidad de los terminales, éstos pueden pasar de un área a otra con cambios de la red de acceso u operador, cambiar la velocidad de datos (por ejemplo, en la misma red pero con bandas distintas de frecuencias), e inclusive disponer de diferentes prestaciones en general como puede ser la calidad, la disponibilidad y otras.

B. Aspectos básicos de la aplicación de la 5G a las ciudades

Existe una progresiva concentración de la población en las ciudades que conduce a la congestión del tráfico, problemas de abastecimiento de agua y de saneamiento, polución, generación de brechas entre distintos estratos de la población y otros impactos que afectan negativamente la calidad de vida. Por

² Imtiaz Parvez, Student Member, IEEE, Ali Rahmati, Student Member, IEEE, Ismail Guvenc, Senior Member, IEEE, Arif I. Sarwat, Senior Member, IEEE, and Huaiyu Dai, Fellow, IEEE. "A Survey on Low Latency Towards 5G: RAN, Core Network and Caching Solutions". arXiv:1708.02562v2 [cs.NI] 29 May 2018.

otra parte, la necesaria evolución de la actividad económica y social requiere una infraestructura que incluya las comunicaciones avanzadas. En este contexto se acuña la expresión de “Ciudad Inteligente”, que implica el uso de un amplio espectro de tecnologías avanzadas para lograr la sostenibilidad de las ciudades. Solo la tecnología, y en particular la 5G, no es suficiente para este fin, pero hoy en día es necesaria para el avance hacia la sostenibilidad.

A nivel macro se observa, para la ciudad en particular, la misma estructura del uso de las redes de comunicaciones que para otros sectores, redes que sirven de nexo entre los terminales y las aplicaciones finales, en un esquema típico de capas como el siguiente:

- Capa de terminales sensores y actuadores que generan la información para las aplicaciones, o actúan bajo sus órdenes. En esta capa se encuentran los semáforos, los sensores de tránsito, los medidores de polución, las cámaras, los dispositivos de Internet de las Cosas en general, y otros.
- Todos estos dispositivos están conectados a la inteligencia de la red a través de enlaces inalámbricos y, en mucho menor grado, alámbricos. Es la capa más importante de la infraestructura que provee inteligencia a las ciudades y debe tener la calidad que requieren las aplicaciones que se habrán de instalar.
- La información generada en la primera capa, así como las órdenes que se les envían, son principalmente preprocesadas en sistemas generales de Operación y Mantenimiento, de anonimización de datos, de seguridad y otros, en lo que es el Centro de Operación Inteligente. Este Centro puede estar físicamente desagregado por razones operativas o económicas.
- Finalmente, en la capa más alta se encuentran todas las aplicaciones públicas y privadas que hacen uso de las funciones generales que provee el sistema.

Considerando la complejización que es posible lograr en el momento actual en todos los ámbitos de la digitalización, desde los sensores-actuadores a las aplicaciones, y tanto para la gestión de la ciudad en sí como para los procesos productivos y sociales, con requerimientos de alta capacidad de flujo de datos, bajos retardos, expansión de la cantidad de dispositivos en la capa 1 y otros factores, es importante considerar la importancia de la evolución progresiva de las redes fijas y móviles actuales hacia redes de la 5G. Esta generación ha sido especialmente diseñada tomando en consideración los requerimientos de la digitalización y la Internet de las Cosas, permitiendo, por ejemplo, la segmentación en redes independientes (“Network Slicing”), cada una con sus características especiales requeridas y con cambios dinámicos de calidad en la misma aplicación. Por otra parte, nativamente es definida por software (“Software Defined Network”) y sus funciones están virtualizadas y provistas a través de hardware genérico (“Network Functions Virtualization”). Es, por tanto, una red extremadamente apta para la prestación de servicios de alta complejidad y con provisionamiento dinámico, simple y rápido.

En el mismo sentido estas redes proveen alta velocidad de datos, soporte masivo de terminales en la misma radiobase, ultra confiabilidad, latencia extremadamente baja y muchas otras facilidades que, junto a otras tecnologías como la Inteligencia Artificial, la gestión de Grandes Datos, la computación en el borde o en la nube, la virtualización, el soporte a versiones avanzadas de la IoT (movilidad asistida, salud remota, etc.), permitirán el desarrollo económico y social y la mejor gobernanza de las ciudades.

Un punto para destacar es que en las Ciudades Inteligentes la información masiva obtenida tiene un valor incalculable para la Sociedad. Por ello es importante la anonimización de la información y la seguridad.

A continuación, se presenta un resumen de las principales prestaciones relacionadas a la implantación de la 5G, y sus aplicaciones y tecnologías relacionadas.

- La red 5G habilita un nivel superior de uso de la Internet de las Cosas (IoT), el de las cMTR³, al permitir el agregado de cantidades casi ilimitadas de dispositivos bajo una misma radiobase, la reducción drástica del retardo y las comunicaciones ultra confiables en valores compatibles con aplicaciones críticas (como los automóviles asistidos o controlados, y los sistemas de seguridad en el tránsito), altas capacidades de datos que permiten todas las aplicaciones con cámaras de alta definición, la automatización de los procesos productivos, entre otros. Esto se agrega a la provisión de servicios eMBB⁴ que mejoran la trama de comunicaciones de banda ancha, móviles y fijas de muy alta velocidad en la ciudad.
- Una de las principales prestaciones de una red totalmente 5G (5G Stand Alone), o sea que no se ancle al núcleo de la 4G, es la Segmentación de la Red (“Network Slicing”), que no está disponible en las generaciones anteriores, y que permite la creación de redes virtuales independientes de extremo a extremo sobre la misma infraestructura y para distintas aplicaciones. Así se pueden definir y personalizar por software los recursos de la red y sus funciones, editar o personalizar funciones de red y orquestar recursos de red. Permite de esta manera generar implícitamente el ahorro de la capacidad del espectro disponible. En una Ciudad Inteligente es posible usar esta red pública creando redes privadas eficientes para la gestión de la ciudad.
- La gestión de la creación y configuración rápida de estas redes virtuales permite que la ciudad pueda desarrollar el streaming de complejos eventos reduciendo al mínimo los recursos humanos, las demoras y los costos de los despliegues, como ser los eventos deportivos masivos.
- Esta autonomía de redes con diferentes prestaciones, como ser las relacionadas con la calidad, empleando en forma simple los recursos comunes de la red pública en una misma área (aeropuerto, estadio, otros) permite, por ejemplo, disponer simultáneamente de redes de alta velocidad y disponibilidad para servicios de salud, redes de gestión comercial e industrial, y de acceso del público en general con menores exigencias de calidad.
- Las redes 5G, desde sus especificaciones del 3GPP⁵, habilita la construcción de redes privadas. En este sentido existen múltiples opciones que van desde redes físicas privadas totalmente independientes, hasta redes privadas virtuales sobre una única red pública. Una alternativa de interés es la de una red físicamente privada que maneja información sensible, pero conectada a una red privada virtual o pública para intercambio de información no sensible. Las agencias gubernamentales y las empresas pueden ser usuarias calificadas para estas redes en las ciudades.
- La computación en el borde (“Edge Computing”, capacidad de cómputo en la red del usuario final o en un centro de datos muy próximo a la radiobase), si bien no es una tecnología propia de la 5G, ha sido impulsada fuertemente por ella. La 5G habilita aplicaciones críticas que requieren, según los casos, muy bajos retardos, soportar cantidades importantes de dispositivos de una misma aplicación en una radiobase, y volúmenes importantes de información y procesamiento con Inteligencia Artificial. La Computación en el Borde pasa a ser imprescindible en estas aplicaciones adquiriendo un importante nivel de desarrollo. La computación en la nube no es suficiente para prestar estos servicios, aunque mantiene sus funciones de soporte a través de la

³ cMTC. Comunicaciones críticas de tipo máquina a máquina. Estas comunicaciones se originan también en la IoT, pero con requerimientos superiores de baja latencia y muy alta confiabilidad (URLLC – Comunicaciones ultra confiables y de muy baja latencia). Solamente la 5G, en su versión SA, es decir incluyendo toda la red bajo los estándares 5G, es capaz de prestar estos servicios.

⁴ eMBB. Banda ancha móvil mejorada.

⁵ 3GPP. 3rd Generation Partnership Project. Reúne a siete de las principales instituciones estandarizadoras de las tecnologías móviles (ARIB, ATIS, CCSA, ETSI, TSDSI, TTA, TTC) y especialmente de la serie de 1G a 5G.

asignación dinámica del procesamiento entre el borde y la nube para la optimización de los tiempos de respuesta, la seguridad de los datos, y la minimización del costoso uso de la red de transporte. Las aplicaciones de las Ciudades Inteligentes requieren las prestaciones que surgen de esta tecnología para lograr el rápido despliegue y respuesta (accidentes, seguridad, otros), como en los casos de asistencia a la movilidad y la gestión del tránsito.

- La disponibilidad de una red 5G en una ciudad permite en todo el territorio el despliegue simple e integrado de las aplicaciones más exigentes (salud, tránsito, cámaras, control de luminarias, sensores y actuadores en general) que el gobierno desarrolle, manteniendo la centralización de su gestión en el Centro de Operación Inteligente (IOC) como un sistema nervioso de la ciudad. El IOC, que es el corazón de las ciudades inteligentes, aparte de la gestión de los sistemas físicos, desarrolla una función primordial de operar centralizadamente los datos, incluyendo la recolección, su preprocesamiento, y su almacenamiento, búsqueda y presentación para las demás aplicaciones.
- En niveles más avanzados de desarrollo en las ciudades en cuanto a la producción, los servicios, las costumbres de los habitantes y de la gestión de la ciudad, la Inteligencia Artificial también irá avanzando en sus prestaciones. En las ciudades comienza a desarrollarse el Aprendizaje Profundo (“Deep Learning”⁶) lo que permitirá a las autoridades un empleo más eficiente de las tecnologías de la Inteligencia Artificial para la toma de decisiones informadas y proveer servicios inteligentes.

C. Impacto de la 5G en las ciudades

A los efectos de crear un marco de los asuntos a analizar en esta sección, se considera que la Ciudad Inteligente se construye sobre un conjunto mucho mayor de normas, lineamientos, educación, financiamiento, infraestructura y servicios para su efectiva transformación digital. Por ejemplo, en primer lugar la educación formal y la continua, la seguridad de los datos para la confianza en su uso y puesta a disposición, su anonimización, almacenamiento y disponibilización para enriquecer otros servicios, la accesibilidad, el uso de la Inteligencia Artificial, el Blockchain y todas las Tecnologías de la Información, las normativas que hacen viable todos estos aspectos, entre otros, y en un marco de eficiencia, sostenibilidad, y principalmente con orientación a las personas.

Si bien no hay una definición universal o modelo de lo que se entiende por Ciudad Inteligente, surge de los desarrollos en diversos países y ciudades un conjunto de escenarios parciales de las ciudades que son impactados, o que se considera que serán impactados, por la 5G.

Lo que se ha descrito en las secciones anteriores tiene relación con las plataformas que pueden desarrollarse sobre la 5G debido a sus prestaciones especiales y que soportan muchos aspectos de las Ciudades Inteligentes.

Se analizan a continuación varios casos de impacto directo del despliegue de la 5G en las ciudades inteligentes. Es importante recordar que las aplicaciones que requieren bajo flujo de datos, o transmisiones esporádicas, como ser los medidores de polución, los controles de iluminación y similares, pueden correr en redes 3G y 4G, aunque la tendencia es hacia la convergencia de todas las aplicaciones sobre redes 5G, debido a la complementariedad de esas aplicaciones con otras más complejas, y a la eficiencia de la gestión centralizada. En general, estos avances implican inversiones muy importantes y un proceso de mediano y

⁶ Deep learning es una técnica de “Machine Learning” que enseña a las computadoras a hacer algo que es natural en los seres humanos como es el aprendizaje por el ejemplo.

largo plazo, principalmente para la región. Este trabajo apunta a mostrar la evolución esperada que luego se verá ajustada a las definiciones políticas de cada país en su estructura de prioridades.

- Tránsito público. El objetivo final es disponer de un transporte confiable, seguro, eficiente y amigable con el ambiente. Usualmente las municipalidades aplican sensores en los vehículos de movilidad colectiva a los efectos de conocer la posición empleando GPS, mejorando la gestión y el servicio a los ciudadanos. En los casos de mayores avances se emplea la 5G para llevar conectividad al interior de los vehículos públicos, de los vehículos con el exterior o V2X⁷, o desplegar aplicaciones para la construcción y mantenimiento de las redes viales o ferroviarias. Un ejemplo se observa en Suiza donde Rhomberg Sersa, una empresa líder en el campo de la construcción y mantenimiento de vías, en acuerdo con Swisscom⁸, está empleando profundamente la 5G desde la propia construcción hasta el mantenimiento, por ejemplo, empleando cámaras que detectan a 60 Kms/h. las posibles fallas de las vías, como ser una tuerca floja. De esta forma se reduce el mantenimiento preventivo periódico. Desde el punto de vista de los fabricantes y de las municipalidades, la producción de vehículos que soporten aplicaciones sobre 5G que permitan las comunicaciones V2X habilitará el camino hacia la movilidad autónoma.
- Más en general, la movilidad autónoma y no solamente la pública, ya se encuentra en el horizonte como se indica en un estudio⁹ del Instituto Swiss Re, el que analiza la convergencia de la oferta y la demanda por estos medios de transporte. Para esta movilidad la existencia de una red 5G totalmente ubicua en el área de operación, y trabajando en las bandas milimétricas, es esencial para poder usar su alta capacidad de datos, extremadamente bajos retardos y alta confiabilidad. Adicionalmente requiere también computadora a bordo y sensores extremadamente confiables, así como conectividad asegurada por GPS. La ciudad también debe desplegar sensores en forma masiva en las calles y principalmente en los cruces y entronques de ellas.
- Supervisión permanente de la movilidad diaria y del estado de la superficie de las calles, lo que ya puede hacerse sistemáticamente con cámaras como las descritas para las vías férreas.
- Estacionamiento inteligente. La búsqueda de un sitio para estacionar puede implicar tiempo y consumo innecesario de combustible. Este sistema permite conocer sitios libres sea en las calles o en edificios de estacionamiento, ayudar al conductor a acceder a esos sitios y facilitarle el pago correspondiente.
- Seguridad pública. La seguridad pública en cuanto a la salud en casos de accidentes, inundaciones, y otros hechos imprevisibles, se mejorará fuertemente con el despliegue de la red 5G y la computación En el borde o MEC¹⁰, principalmente para las primeras respuestas frente a la emergencia. Las comunicaciones permitirán un sistema más eficiente del Centro de Ayuda recibiendo información en línea, ubicando mejor a los respondedores, recibiendo imágenes y documentos, etc. La red permite también la asistencia remota a los respondedores por personal médico especializado y la consulta de ellos a las bases de datos. Es posible también que las atenciones de emergencia puedan estar asistidas por el control centralizado de tráfico para acelerar la llegada de los respondedores al lugar, actuando sobre la red de semáforos, y en un estado más avanzado también directamente con los vehículos.

⁷ Vehicle to Everything.

⁸ <https://www.swisscom.ch/en/about/news/2021/06/23-5g-beschleunigt-den-gleisbau.html#ms-multipageStep-newsletter>.

⁹ Autonomous mobility – How demand and supply are moving closer to equilibrium. <https://www.swissre.com/institute/research/topics-and-risk-dialogues/digital-business-model-and-cyber-risk/autonomous-mobility-demand-and-supply-moving-closer.html>.

¹⁰ Multi – Access Edge Computing.

- Otro aspecto del impacto en la salud es que la 5G facilita, por estar desarrollada para aplicaciones críticas, el monitoreo de pacientes a los cuales se les han colocado sensores o chips, la atención médica remota, incluyendo observación de imágenes y hasta cirugía remota asistida.
- En el ámbito de la seguridad y el combate al delito es posible desplegar redes más densas de cámaras de alta definición, el manejo de robots para tareas de investigación, localización y asistencia en lugares de peligro para las personas, facilitar y agilizar las tareas de identificación y seguimiento de personas y vehículos. La capacidad de datos de la 5G permite que las cámaras aumenten varias veces su velocidad de cuadros por segundo y por tanto su definición.
- Turismo en la ciudad. En aquellas ciudades con riqueza turística es posible automatizar los recorridos, las visitas a edificios o sitios extensos y a los grandes centros comerciales.
- Gestión de tráfico. Actualmente, y empleando las generaciones actuales de redes móviles, ya existen sistemas inteligentes que adaptan la red de semáforos a los requerimientos. En este caso el empleo de la 5G permitirá el uso de cámaras de alta definición para un mejor control, lo que en principio no tendrá un efecto importante en las funciones actuales.
- Edificios inteligentes. La gestión de estos edificios mejorará principalmente por la robustez del acceso 5G y la mejora importante en la seguridad frente a vandalismo (corte de la fibra o de la energía). Adicionalmente, si bien las viviendas individuales pueden aplicar la domótica sobre las redes WiFi, la disposición de una red de banda ancha sustitutiva en 5G permite expandir estas mismas funciones sobre una red centralizada con flexibilidad en múltiples áreas, que permita integrar servicios de seguridad frente al delito, servicios privados de gestión de la vivienda, atención remota de la salud y su prevención, supervisión de ancianos y niños, etc.
- Gestión de servicios públicos que ya pueden ser atendidos con la generación 4G, pero que con la 5G tendrán mayor capacidad incluyendo la supervisión remota con cámaras de alta definición.
- Las cadenas de suministro y la logística son dos aspectos esenciales en las ciudades y que pueden ser optimizados para mejorar su eficiencia empleando aplicaciones que se instalan en las redes 5G.
- La recolección y el reciclado de los residuos, un asunto extremadamente complejo en las ciudades y que impacta directamente en la calidad de vida, puede ser cambiado substancialmente desde la supervisión de los depósitos iniciales hasta la gestión del reciclaje y la deposición final de los residuos.
- Sistema centralizado de cámaras de alta definición, que puede prestar servicios a múltiples agencias del gobierno con una gestión configurable, fijas, usables en el cuerpo del personal (salud, seguridad física, etc.), en drones y otros. Pueden ser parte de un sistema de enlaces de doble sentido, como para la asistencia en casos de accidentes. A estos sistemas se le pueden agregar aplicaciones que permitan componer y gestionar imágenes de los mismos hechos, pero desde diferentes ángulos de visión, como puede ser en el caso de hechos de seguridad, el reconocimiento facial o de objetos peligrosos.

Se observa que los escenarios descritos son creados o gestionados por múltiples actores en el camino complejo y convergente hacia tener una Ciudad Inteligente. Las decisiones de desplegar las aplicaciones presentadas implican acciones de análisis de las carencias en orden de prioridad, de las tecnologías y sistemas a aplicar, los cambios en la normativa, la creación de las instituciones de gobernanza, la definición de objetivos y metas para generar las soluciones y la obtención de presupuesto.

Si bien hay gran cantidad de acciones transformadoras de las ciudades, no se dispone aún de estudios cualitativos y cuantitativos que abarquen todos los requerimientos de una Ciudad Inteligente, principalmente por la enorme diferencia de situaciones de partida y de los recursos disponibles. En un interesante trabajo académico de relevamiento sistemático de trabajos, publicado en 2022¹¹, se establece lo siguiente en sus conclusiones:

“Este es el primer análisis sistemático que se centra específicamente en el tema del uso de 5G en ciudades inteligentes. La mayoría de los estudios identificados en este SMS¹² solo demuestran el uso de 5G en ciudades inteligentes con ejemplos muy simples o estudios académicos (por ejemplo, simulaciones). El contexto del uso de 5G en ciudades inteligentes es bastante complejo y ciertos requisitos son difíciles de cumplir, lo que lleva a que el desarrollo de 5G en ciudades inteligentes generalmente sea caso por caso (es decir, falta de generalización) y hay muchas incertidumbres y problemas técnicos, de gestión y sociales que surgen en la práctica”.

En este marco de visiones de los escenarios en los que la 5G colabora con el desarrollo de Ciudades Inteligentes, en nuestra región, el 5 de abril de 2022 el Gobierno de Colombia ha aprobado una Resolución¹³ “Por la cual se establecen los lineamientos de transformación digital para las estrategias de ciudades y territorios inteligentes de las entidades territoriales, en el marco de la Política de Gobierno Digital”. En la que se busca comenzar a enmarcar estos aspectos a través de un Modelo de Madurez “de autodiagnóstico que permite a las alcaldías y a las gobernaciones generar una línea base en las seis dimensiones de ciudad (Personas, Gobernanza, Calidad de Vida, Desarrollo Económico, Medio Ambiente y Hábitat) e identificar las oportunidades donde se puede dar solución a retos y problemáticas sociales con el uso de las TIC”.

¹¹ Chen Yang (School of Artificial Intelligence, Shenzhen Polytechnic, Shenzhen, China / School of Computer Science, Wuhan University, Wuhan, China / IBO Technology (Shenzhen) Co., Ltd., Shenzhen, China), Peng Liang (School of Computer Science, Wuhan University, Wuhan, China), Liming Fu (School of Computer Science, Wuhan University, Wuhan, China), Guorui Cui (School of Computer Science, Wuhan University, Wuhan, China), Fei Huang (School of Computer Science, Wuhan University, Wuhan, China), Feng Teng (IBO Technology (Shenzhen) Co., Ltd., Shenzhen, China), Yawar Abbas Bangash (School of Computer Science, National University of Sciences and Technology, Islamabad, Pakistan). Using 5G in smart cities: A systematic mapping study. 2022. Publicado por Elsevier Ltd.

¹² Systematic mapping study.

¹³ <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/208739:Ministerio-TIC-establece-lineamientos-y-condiciones-para-impulsar-las-Ciudades-y-Territorios-Inteligentes-en-el-pais>.

II. Despliegue de redes 5G en América Latina y el Caribe

El empleo de redes 5G para desarrollar Ciudades Inteligentes un subdominio de los despliegues generales para todo tipo de cliente y servicio, en esta sección se analiza el comportamiento de los despliegues generales en varios países desde diversas ópticas. Podría argumentarse que el uso de redes físicas privadas (o sea las que se despliegan para una geografía y un uso específico, por ejemplo, en el puerto de una ciudad, no es necesariamente un subdominio, pero este trabajo tiene por foco su empleo en toda la geografía de las ciudades, así sean redes pequeñas o públicas extensas y con múltiples aplicaciones.

Las secciones A. Resumen general de la situación en el mundo y B. Visión general de tendencias y condicionantes del despliegue de 5G presentan el marco general de desarrollo de estas redes en el mundo y en la región, así como los primeros resultados de encuestas que permitan orientar la oferta mostrando las dificultades que están surgiendo. Esta información es fundamental para observar el entorno en el que se están desarrollando las políticas y los despliegues reales de estas redes en la región.

A. Resumen general de la situación en el mundo

Considerando las diferentes publicaciones recientes sobre el desarrollo de la 5G en el mundo, se han seleccionado como referencia el conjunto de informaciones provistas por el Observatorio Europeo de la 5G¹⁴, por 5G Americas¹⁵ y por la GSA¹⁶.

El primero incluye información actualizada con foco en Europa y de varios países referenciales en el mundo, publicado en enero de 2022. Por otra parte, 5G Américas provee información, actualizada al 15 de marzo de 2022, de redes mundialmente desplegadas y comercialmente activas usando la LTE y la 5G, con detalles por país y por operador para LAC. GSA presenta información sobre redes existentes, proyectos, declaraciones de despliegues y en construcción, tanto LTE como 5G dando una visión de la dinámica de la Industria.

¹⁴ <https://5gobservatory.eu/>.

¹⁵ <https://www.5gamericas.org/resources/deployments/>.

¹⁶ <https://gsacom.com/paper/evolution-from-lte-to-5g-global-market-status-october-2021/>.

En conjunto se presenta la información más destacada y actualizada sobre el despliegue de las redes LTE y 5G en Europa, en el mundo y en América Latina y el Caribe.

En cuanto a Europa, existe el Plan de Acción 5G lanzado tempranamente por la Comisión, en septiembre de 2016, para fortalecer los esfuerzos de la Unión Europea para el despliegue de redes 5G a lo largo del Mercado Único Digital que incluye, por ejemplo, corredores transnacionales 5G para habilitar aplicaciones críticas tales como los automóviles autónomos.

Los siguientes datos proveen una visión de la situación actual en los países de la UE27 y datos destacados, comparativos para Europa, de la situación internacional más avanzada.

Esta información referencial provee información básica para análisis posteriores en la región, obviamente considerando las diferencias estructurales. Por otra parte también se ve, y es conveniente ser tenido en consideración a la hora de definir despliegues, que parecen existir situaciones preocupantes en cuanto a despliegues excesivos, por ejemplo, en Corea, Japón y el Reino Unido.

Situación a enero de 2022 en los países de UE-27

El cuadro de indicadores 5G resume el estado de los lanzamientos comerciales 5G, las asignaciones de espectro y los corredores 5G en la UE-27. Hasta la fecha:

- Todos los países de la UE tienen servicio comercial 5G disponible al menos en una parte del país.
- 17 Estados miembros participan ahora en la preparación de doce corredores transfronterizos 5G con el objetivo de estimular el uso de 5G en los servicios de transporte, en particular para allanar el camino para la movilidad conectada y automatizada.
- Hubo un aumento del 5% en la cantidad total ponderada de bandas pioneras asignadas desde el último informe del Observatorio 5G.
- Un total de 112.000 estaciones base 5G están ahora activas en la UE (excluyendo Italia y Suecia, de las cuales los números no estaban disponibles en el momento de la publicación).
- El 50% de los hogares de la UE-27 estaban alcanzados por al menos una red 5G a finales de 2021.

Situación internacional (fuera de UE27) más avanzada a enero de 2022

La versión de análisis internacional del cuadro de indicadores detalla el estado de los lanzamientos comerciales de 5G y los planes de espectro en todo el mundo, incluidas métricas como "personas por estación base", que representa la población del país dividida por el número de estaciones base desplegadas. Se pueden destacar los siguientes desarrollos:

- China tiene casi 1 millón de estaciones base 5G instaladas: ocho veces más que la Unión Europea y 18 veces más que los Estados Unidos.
- Corea del Sur tiene la mayor cantidad de estaciones base 5G por habitante: 13 veces más que la UE y 20 veces más que los Estados Unidos.
- Los Estados Unidos han asignado la mayor cantidad de espectro en la banda milimétrica: cuatro bandas en total, en comparación con una en parte de la UE y ninguna en China.
- Todas las principales economías estudiadas han asignado espectro de banda baja 5G en 600 MHz o 700 MHz, excepto Corea del Sur y Japón.

No obstante en general, se observa en el mundo, y especialmente en América Latina, que las políticas en los diferentes países siguen favoreciendo la culminación de despliegues de 4G, con mayor o menor grado de impulso a la 5G. Esta tendencia se debe en parte a que frente a la aparición de la 5G han surgido versiones avanzadas de LTE como LTE – Advanced y LTE A Pro. En estas versiones se pone foco en tres tecnologías que aumentan el ancho de banda de acceso por radiobase: agregación de portadoras para disponer así de un espectro total más amplio, aunque no sea lo mismo que emplear una banda contigua, empleo de múltiples antenas en cada extremo (MIMO) para segmentar y optimizar el uso del espectro y una modulación más eficiente en la bajada (256 QAM). Usadas simultáneamente estas tres tecnologías, es posible llegar a altas velocidades por lo que se la suele llamar Gigabit LTE. Para poder aprovechar esta alta velocidad es necesario disponer de terminales con especificaciones de bajada de Categorías 16 o 18.

Para *septiembre de 2021* la situación general en el mundo es la siguiente según la GSA¹⁷, la que permite ver el dinamismo de los despliegues de LTE avanzados y de 5G. En las secciones correspondientes de este trabajo se observarán las políticas que favorecen eficientemente el desarrollo de la 5G, la que juega un papel fundamental en el desarrollo económico y social en coordinación con la aplicación que emplee sus prestaciones avanzadas.

- Hay 796 operadores de redes LTE para servicios móviles y fijos en 240 países o territorios en el mundo, lo que todavía significa un incremento respecto de octubre de 2019.
- 336 lanzaron redes LTE-Advanced en 151 países o territorios, de un total de 369 que están invirtiendo en esta tecnología en 159 países, o sea casi la mitad de las redes que ya disponen de LTE habrán evolucionado hacia LTE-Advanced. Se observa que el proceso de inversión en LTE continúa con un 10% en proceso de puesta en marcha.
- Por otra parte 464 operadores en 139 países están invirtiendo en 5G móvil o en banda ancha fija al hogar (FWA). Una cantidad del orden del doble que 2 años atrás.
- Para tener un panorama más completo de la evolución de la 5G para esta fecha, otros 180 operadores en 72 países han anunciado despliegue de servicios 5G compatibles con el 3GPP¹⁸.
- Finalmente, la GSA ha identificado a 89 operadores en 44 países que están invirtiendo en 5G SA¹⁹ para redes públicas bajo la forma de pruebas, planes, pago de licencias, despliegue o redes en operación.
- A marzo de 2022, 976 operadores en el mundo han publicado planes para invertir, o están activamente invirtiendo en LTE para redes públicas, incluyendo los que están evaluando o probando LTE, y aquellos que han pagado por licencias para el espectro adecuado. No se consideran los que usan exclusivamente 2G o 3G, ni los que usan otras tecnologías como CDMA EV-DO, los que son pocos. Por ello la cantidad de 976 es muy representativa de la totalidad de los operadores relevantes a los efectos de este análisis. También para esta fecha, ya existen 491 operadores invirtiendo en sus diversas etapas en 5G móvil o fija.

¹⁷ <https://gsacom.com/paper/evolution-from-lte-to-5g-global-market-status-october-2021/> Evolution from LTE to 5G: Global Market Status. GSA. Octubre de 2021.



¹⁸ 3rd Generation Partnership Project. Reúne a siete de las principales instituciones normalizadoras de las tecnologías móviles (ARIB, ATIS, CCSA, ETSI, TSDSI, TTA, TTC) y especialmente de la serie de 1G a 5G.

¹⁹ 5G Stand Alone. Es un despliegue de la 5G que no alcanza solamente a los accesos (radiobase – usuario), sino que incluye toda la red para 5G, permitiendo la provisión de servicios con todo el potencial de la 5G (Network Slicing, calidad de servicio a demanda, etc.).

Como conclusión, a nivel global se observa que el 50% de los operadores que disponen de redes LTE, o prevén de diversas maneras su despliegue, están en la misma situación en cuanto a despliegues de 5G. Esto muestra un dinamismo hacia esta nueva generación superior al observado un par de años antes.

A los efectos de tener otra óptica del avance relativo de las redes 5G, y principalmente en LAC, en el cuadro 2 se presenta la información al 15 de marzo de 2022, publicada por 5G Americas²⁰, sobre los despliegues de redes comerciales *activadas* de LTE y 5G a nivel mundial. En este sitio es posible conocer además los despliegues de cada empresa por país en las diversas regiones del mundo. Es conveniente observar que en esta información no se consideran las redes que aún no han sido comercialmente activadas²¹, las que sí se encuentran en la información anterior de la GSA.

Cuadro 2
Redes comerciales activadas en el mundo

Regiones			Porcentaje 5G/LTE
África	157	8	5
Asia	139	44	32
Europa	172	100	58
Latinoamérica	127	22	17
Medio Oriente	46	22	48
Oceanía	38	8	21
EE.UU. y Canadá	19	12	63
Total global	698	216	31

Fuente: Información publicada por 5G Americas al 15 de marzo de 2022.

Se observan dos cuestiones de interés:

- i) El porcentaje de redes 5G sobre las de LTE baja al 31% pues se consideran solamente las redes activas.
- ii) Latinoamérica se encuentra con un grado de despliegue de 5G inferior a los países más avanzados. No se dispone de información desagregada de redes planificadas, inversión en espectro, y demás etapas intermedias de despliegue. Las futuras asignaciones de espectro seguramente incrementarán estos porcentajes.

B. Tendencias y condicionantes del despliegue de 5G

Los despliegues que se han indicado anteriormente están generando experiencia acumulada sobre resultados, propensión a contratar, opinión de los usuarios y demás aspectos que condicionan el despliegue y su evolución temporal.

Se emplea como referencia un trabajo desarrollado por GSMA Intelligence²² y presentado en marzo de 2022 en el Latam Telco Vision Forum²³. Las principales conclusiones y desafíos que se han aprendido hasta este momento son las siguientes:

²⁰ <https://www.5gamericas.org/resources/deployments/>.

²¹ Se hace notar que algunas redes pueden estar declaradas como en operación comercial, pero están en prueba.

²² GSMA Intelligence es una fuente de información del mercado móvil que cubre la movilidad central y el análisis de ecosistemas, la previsión y la investigación, políticas y regulaciones, espectro, tecnologías emergentes, IoT, el consumidor digital y otros. <https://www.gsmainelligence.com/>.



²³ Pau Castells, Jefe de Análisis Económicos, GSMA. <https://www.telesemana.com/blog/webinar/latam-telco-vision-forum-dia-1/>.

- Las conexiones 4G se encuentran llegando a una meseta y comenzarían a caer en un par de años.
- En una encuesta de satisfacción de usuarios de 5G en varios países con despliegue comercial (Brasil, China, EEUU, Italia, Francia, Alemania, Reino Unido, Japón y Corea del Sur) se ha detectado:
 - Más de la mitad están satisfechos con su experiencia principalmente por la velocidad y mejor calidad de red.
 - Por otro lado, más de un 30% dice, considerando que algunos son despliegues muy recientes y que se irán ajustando, que no se han cubierto sus expectativas. Se destaca que Japón, Corea y Reino Unido son los países con más porcentaje de insatisfacción. Se destaca sobre todo la poca disponibilidad de nuevos servicios que realmente exploten la capacidad de la 5G.
 - Otra visión es conocer qué están dispuestos los usuarios a pagar por la 5G. Esa disposición a pagar por 5G es del orden del 10% más de lo que se paga por 4G, según el mercado. Esto plantea la incertidumbre de si esta propensión a pagar justifica las inversiones requeridas, lo que lleva a pensar que solamente con la oferta actual no se justifiquen. Entre otras cosas se requerirían reales nuevos servicios que exploten la 5G, un mayor aprovechamiento de la eficiencia de la 5G frente a la 4G en la transmisión de datos, entre otros. Podríamos estar nuevamente en la situación de unas tres décadas atrás en que los servicios de telecomunicaciones eran “technology driven” y no “customer driven”.
- Desafíos que se observan para tener despliegues exitosos de 5G.
 - Entender el contexto de mercado donde se despliega. En la última década los operadores han tenido presiones continuas para generar ingresos adicionales junto a presiones para invertir, incluyendo en el espectro, las que han ido aumentando.
 - Han generado nuevo valor en sus servicios, pero no ha sido capturado tanto por los operadores de infraestructura como por quienes usan sus redes.
 - La 5G se desarrolla en este contexto y es bueno analizar esta situación al momento de invertir.
- Alternativas para los operadores para resolver estos desafíos.
 - Es fundamental diversificar los ingresos como primera prioridad.
 - Se destaca allí la búsqueda del aumento de ingresos en el llamado “beyond core”, o sea en los negocios que van más allá de su negocio tradicional de comunicación. Deberían compensar el estancamiento de los negocios “core” con estos nuevos negocios sobre su propia red. La idea es en definitiva capturar la mayor proporción posible del valor adicional total (incluyendo los servicios que se prestan sobre la red, o OTT) que generen las redes 5G.
 - Ejemplos de estos servicios que podrían explotar los operadores para capturar más valor: IoT, cloud market, servicios financieros y salud, soluciones integradas, etc.
 - Con el despliegue de 5G SA se destacan ventajas para proveer otros servicios avanzados como “Network Slicing”, optimización de tráfico, redes privadas, automatización de sistemas, realidad aumentada, etc.
 - Las aplicaciones desarrolladas para las Ciudades Inteligentes generan parte de este valor que podría ser adicionalmente retenido por los operadores que trabajen en ellas.

C. Estado del despliegue de redes 5G en América Latina y el Caribe

Antes de un estudio más detallado de ciertos países, en el cuadro 3 se analiza la situación general en LAC de despliegues comerciales activados país por país, a partir de la misma fuente que el cuadro 1, en la cual, a su vez pueden abrirse por operador.

Cuadro 3
Apertura de redes LTE y 5G por país en LAC

Pais		
Anguilla	2	0
Antigua y Barbuda	3	0
Argentina	3	1
Aruba	2	0
Bahamas	2	0
Barbados	2	0
Belize	2	0
Bermuda	2	0
Bolivia (Estado Plurinacional de)	3	0
Brasil	6	4
Islas Caimán	2	0
Chile	4	3
Colombia	6	1
Costa Rica	3	0
Cuba	1	0
Curazao	2	0
Dominica	2	0
República Dominicana	3	1
Ecuador	3	0
El Salvador	4	0
Guayana Francesa	3	0
Grenada	3	0
Guadalupe	3	0
Guatemala	2	0
Guyana	1	0
Haití	2	0
Honduras	2	0
Jamaica	2	0
Martinica	3	0
Méjico	4	1
Nicaragua	2	0
Panamá	4	0
Paraguay	4	0
Perú	4	3
Puerto Rico	3	3
Saint Kitts & Nevis	2	0
Santa Lucía	2	0
San Vicente y las Granadinas	2	0
Saint-Martin	3	0
Saint Marteen	2	0
Suriname	1	1
Trinidad & Tobago	2	1
Uruguay	3	1
Venezuela (República Bolivariana de)	3	0
Islas Vírgenes (UK)	3	0
Islas Vírgenes (USA)	3	2
TOTAL	127	22

Fuente: Información al 15 de marzo de 2022, publicada por 5G Americas.

Como conclusión se ve que hay un fuerte impulso en los despliegues 5G, mucho mayor que el observado hace dos años atrás, aunque sin información precisa de alcance tanto geográfico doméstico como en prestaciones.

El objetivo de estos despliegues, vistos desde la óptica de los servicios tradicionales, es el de proveer servicios más rápidos, mejorar el comportamiento y lograr mayor eficiencia para bajar los costos. Recién cuando existan más aplicaciones propias de redes 5G se espera un impulso mayor, principalmente en LAC.

Habiendo realizado una revisión de la situación y tendencias internacionales de los despliegues de 5G a los efectos de proveer un marco de comparación para el análisis que sigue, se describen las cuestiones más relevantes en países seleccionados de América Latina y que muestran la disparidad de situaciones que existen: Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, Chile, Ecuador, México, Perú y Uruguay.

Se analizan los despliegues de 5G realizados o previstos, y sus principales características, así como las políticas y marcos regulatorios adoptados en cada país para su desarrollo.

Se presentan principalmente la atribución y la asignación de espectro adecuado para la 5G, o sus planes, incluyendo las bandas atribuidas en cada país y el estado actual de los procedimientos hasta la asignación. Es importante destacar que todo lo relativo al espectro, y especialmente la previsibilidad de su asignación, es de máxima prioridad para la planificación de los despliegues de redes de los operadores actuales o entrantes.

Considerando las inversiones requeridas en los despliegues de la 5G, tanto en infraestructura y capital de trabajo como en la compra de las licencias de uso del espectro, el procedimiento que se use para la asignación adquiere gran relevancia en el desarrollo final de estas redes. Cada país define su política a este respecto dependiendo de múltiples factores nacionales. Objetivamente se observan dos grandes tendencias y muchas alternativas intermedias: 1. Priorizar la recaudación para la Tesorería, y 2. Volcar la recaudación hacia inversiones adicionales en las redes (“Concurso de Belleza” o similares), quizás reteniendo un porcentaje para recuperar los costos de gestión del regulador.

Se estima conveniente considerar que un despliegue eficiente de la 5G requiere una combinación balanceada de bandas de frecuencia, debido a que cada segmento que se observa en el cuadro 1. *Comparativo de bloques de espectro para la 5G* tiene características muy especiales de propagación y alcance, así como de máximas capacidades disponibles por radiobase. Por ejemplo, la principal banda media de espectro, de 3,5 GHz (también llamada banda C), presenta en 5G un excelente equilibrio de capacidad por radiobase, y propagación que en general permite emplear los mismos sitios que se emplean en 4G en bandas inferiores de mayor propagación, reduciendo sensiblemente el costo del despliegue de la red de acceso²⁴. Esto se debe a que la nueva radio 5G (5G NR) hace un uso más eficiente del espectro. La planificación de esta banda es el resultado de varios ciclos de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones con intensos trabajos de armonización. La universalización más reciente de esta banda ha dado lugar a una economía de escala de producción y distribución que reduce los precios de los terminales. Se complementan estos beneficios considerando que en esta banda en general es posible asignar segmentos de espectro de 80 o más MHz por operador.

²⁴ Los alcances son similares en el trayecto descendente, aunque no en el ascendente. Para este último se podría combinar con trayectos ascendentes en otras bandas más bajas.

1. Argentina

La publicación en la página del regulador de los “Lineamientos de Gestión 2020/2023”²⁵ elaborados por el ENACOM (Ente Nacional de Comunicaciones) se entiende como el documento inicial para el proceso de despliegue de la 5G.

En el mismo se encuentran lineamientos con relación a la 5G: “Elaborar un Plan Nacional de Espectro, orientado en satisfacer la demanda creciente de datos móviles, y promover el desarrollo de nuevas redes móviles de última generación.

Declarar las bandas de frecuencias aptas para la implementación y despliegue de 5G en nuestro país. Durante 2022 y 2023 se prevé avanzar en el diseño de políticas públicas en materia de tecnologías de Quinta Generación”.

El 15 de marzo de 2021 el ENACOM dio comienzo a una semana de pruebas, testeos y demostraciones de la tecnología 5G para conexiones de banda ancha móvil²⁶. En esa semana se hicieron ensayos y pruebas de 5G a cargo de las principales compañías del sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en las instalaciones de ENACOM. Según declaró su presidente, Claudio Ambrosini, “La primera etapa sobre la que vamos a trabajar, y a la que apunta la tecnología 5G, es la educación, la salud, la telecirugía y la telemedicina, la industria del petróleo y del transporte. La economía necesita reforzarse, tanto en Argentina como en el mundo, por eso queremos empezar por el camino de la producción. ... Lo primero que debe hacer el Estado es un relevamiento de las potenciales aplicaciones del 5G, porque no importa solamente que sea más veloz la comunicación móvil, sino también en qué rubros implementarla, qué tipo de despliegue y presupuesto requiere, aunando el esfuerzo público/privado que tenemos que hacer para su desarrollo”.

En paralelo con estas definiciones, desde febrero de 2021 ya hay desplegadas radiobases 5G usando compartición de espectro DSS²⁷, en que, por ejemplo, Personal desplegó 10 radiobases en Buenos Aires y Rosario, las que a febrero de 2022 son 20 al incluir otras ciudades.

En diciembre de 2021 el ENACOM declaró las siguientes bandas de frecuencias aptas para la implementación y despliegue de 5G²⁸:

- Banda de 1500 MHz: 1427-1518 MHz
- Banda AWS-3: 1770-1780 MHz/2170-2200 MHz
- Banda de 2300 MHz: 2300-2400 MHz
- Banda de 3500 MHz: 3300-3600 MHz
- Banda de 26 GHz: 24,25-25,75 GHz
- Banda de 38 GHz: 37-43,5 GHz

Según anunció el (ENACOM) en febrero de 2022, si bien faltan algunas definiciones, los documentos de la subasta de espectro estarían prontos al inicio del segundo semestre de 2022. El Estado estima muy preliminarmente el objetivo de recaudar unos mil millones de dólares para 5G y unos ochocientos millones de un remanente de espectro de 4G de 2014. Resta aún migrar a otras bandas a operadores actuales de las bandas a licitar, y aprobar el reglamento. El ENACOM también tiene que valuar definitivamente las bandas y cuál va a ser la estrategia por seguir en cuanto al peso a dar a la recaudación y al despliegue en la evaluación final de los competidores.

²⁵ https://www.enacom.gob.ar/lineamientos-de-gestion-20202023_p4496.

²⁶ https://www.enacom.gob.ar/institucional/5g--un-paso-mas-hacia-la-tecnologia-del-futuro_n3073.

²⁷ La compartición dinámica de espectro (DSS) permite operar simultáneamente con radios 4G y 5G en la misma banda de espectro. Es una forma de reciclar radiobases o de prestar rápidamente servicios en 5G. Pero para ubicar la señal 5G donde antes había solo 4G es necesario dedicar recursos del canal de radio al control del planificador DSS. Este método reduce en hasta el 20% la capacidad que había disponible cuando solo se utilizaba 4G. Algunos operadores reconocen que con DSS se obtiene más o menos la misma velocidad con 5G DSS que con 4G.

²⁸ https://www.enacom.gob.ar/institucional/garantizando-el-acceso-a-internet-como-derecho-humano-basico_n3575.

2. Brasil

El desarrollo de la 5G en Brasil se inserta en una planificación detallada y de corto y largo plazo del sector de las telecomunicaciones. Dentro de esta planificación Brasil es el país que tiene más redes 5G operando comercialmente con cuatro redes a abril de 2022.

El 14 de junio de 2019 el Consejo Administrativo de la Agencia Nacional de Telecomunicaciones de Brasil (ANATEL) aprobó el Plan Estructural de Redes de Telecomunicaciones (PERT), que es instrumento fundamental para el proceso de desarrollo de las telecomunicaciones que incluye la 5G. ANATEL utiliza el PERT como una herramienta de planificación y control del sector, es actualizado anualmente y revisado cada 5 años. La última actualización es del 12 de julio de 2021²⁹, con datos del último trimestre de 2020.

Además del diagnóstico descriptivo del conjunto de la infraestructura de telecomunicaciones, el PERT muestra cuáles son las brechas en las redes de transporte y acceso en todo el país, presenta la lista de proyectos de inversión capaces de abordar las deficiencias identificadas en el diagnóstico y presenta las posibles fuentes de financiamiento a ser utilizadas por el Gobierno para la ejecución de dichos proyectos.

El 17 de junio de 2021 el Consejo de Administración de la ANATEL aprobó el Plan de Uso del Espectro Radioeléctrico en Brasil para el período 2021-2028³⁰, el que fue la base sólida para la elaboración de las condiciones para la subasta de espectro llamada “de 5G” (pues abarca más aspectos que la 5G, como ser 4G, fibra óptica, redes gubernamentales, otros). Este Plan fue desarrollado armónica e integradamente con la planificación operativa, táctica y estratégica de la ANATEL.

El Consejo Directivo de la ANATEL aprobó en setiembre de 2021 el anuncio de subasta de 5G³¹. Fue la mayor oferta de espectro en la historia de la ANATEL, y quizás del mundo, con la puesta a disposición de 3,7 GHz en las bandas de 700 MHz, 2,3 GHz, 3,5 GHz y 26 GHz, y expande en forma importante los recursos asignados de espectro para que los proveedores puedan ampliar sus redes. La subasta comenzó con la recepción de documentación de los interesados, el 27 de octubre de 2021, tuvo su última ronda el 5 de noviembre de 2021 y los contratos se firmaron el 7 de diciembre.

El valor final del espectro asignado llegó a R\$ 47,2 billones de R\$, unos US\$ 9.000³². La gran novedad de esta subasta es que solamente R\$ 4,8 billones van a la Tesorería en planes de pago de hasta 20 años. Se observa lo que podría ser el mejor ejemplo de aplicación de la internalización prioritaria del valor del espectro a través de los compromisos de inversión que se resumen más abajo, donde el 90% del valor del espectro fue convertido en compromisos de provisión de servicios y cobertura en todas las bandas, para municipios y carreteras, una red de Fibra Óptica para el Amazonas (Plan PAIS), redes de backhaul, y acceso para las escuelas, entre otros. Fue una licitación en que fueron bien estimados tanto el valor del espectro como los compromisos iniciales, y donde los precios ofertados que excedieron los estimados fueron convertidos parcialmente en más obligaciones.

La internalización del valor del espectro por R\$ 42,4 billones permitirá lograr, entre otros, estos objetivos de servicios y cobertura:

- Todas las sedes municipales con 5G.
- 1.174 municipios con más de 30 mil habitantes con por lo menos tres prestadoras.

²⁹ <https://www.gov.br/anatel/pt-br/dados/infraestrutura/PERT>.

³⁰ https://sei.anatel.gov.br/sei/modulos/pesquisa/md_pesq_documento_consulta_externa.php?eEP-wqk1skrd8hSlk5Z3rN4EVgguLJqrLYJw_gINcO6BuHjoiKJHd4hNrhRegQEYUEXyyFO8Qt71hHZd7kBOXrBIJUUsWe4VPVhk5Lp-8aeG4kZytozvyBtiL1NRoXeck.

³¹ <https://www.gov.br/anatel/pt-br/assuntos/noticias/anatel-aprova-o-edital-do-leilao-do-5g>.

³² <https://www.gov.br/anatel/pt-br/assuntos/noticias/leilao-da-tecnologia-de-quinta-geracao-alcanca-r-47-2-bilhoes>.

- 4.396 municipios con menos de 30 mil habitantes con por lo menos tres prestadoras.
- 1.700 localidades, que no son sede de municipio, con 5G.
- 7.430 localidades con 4G o superior.
- 2.349 trechos de carreteras conectadas, totalizando 35.784 Km (todas las carreteras federales pavimentadas).
- 530 sedes municipales con backhaul de fibra óptica.
- R\$ 3,1 billones para conectividad de las escuelas.

Esta experiencia previsiblemente exitosa merece ser analizada en detalle en cuanto al procedimiento para internalizar el valor del espectro en la propia industria para mayor eficiencia y beneficio para todos los ciudadanos.

En la siguiente sección III se analiza el respaldo económico actual para este tipo de subastas.

Los servicios 5G deben estar disponibles en todas las capitales estatales del país a más tardar el 31 de julio de 2022, continuando luego con ciudades con más de 500.000 habitantes para el 31 de julio de 2025; centros de población con más de 200.000 habitantes el 31 de julio de 2026; aquellos con más de 100.000 el 31 de julio de 2027 y aquellos con más de 30.000 habitantes el 31 de julio de 2028.

Un aspecto principal de este proceso ha sido lograr con mucha precisión una solución equilibrada que atiende a los ciudadanos, a los operadores y a los objetivos gubernamentales de desarrollo de las telecomunicaciones. Se destaca que las licencias tienen un período mayor de vigencia (en general serán 20 años) y la posibilidad de renovación ilimitada y pueden operarse en un mercado secundario del espectro, a partir de la Ley General de Telecomunicaciones promulgada el 3 de octubre de 2019³³.

En general se puede decir que los tres operadores grandes obtuvieron espectro en la banda de 3,5 GHz. y que hay seis entrantes, uno de ellos mayorista. Winity II Telecom obtuvo el lote de la banda de 700 MHz en todo el país y ofrecerá su infraestructura a otros operadores.

Recientemente, la ANATEL puso en consulta pública³⁴ la posibilidad de usar espectro milimétrico adicional en la banda de 28 GHz. analizando la convivencia con los satélites no geostacionarios.

Estos procesos claramente proinversión han sido acompañados de medidas impositivas de reducción de impuestos a la importación de equipamiento de telecomunicaciones. En 2021 se redujeron los aranceles de importación de un máximo de 16% a 14,4%, reducción que se renovó en marzo de 2022 llegando al máximo de 12,8%.

3. Colombia

En diciembre de 2019 el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC), rector de la industria, hizo público el "Plan 5G Colombia – El Futuro Digital es de Todos"³⁵, que plantea los lineamientos para la implementación y despliegue de 5G en el país, y establece los objetivos y estrategias de política a desarrollar en el cuatrienio.

El objetivo general es "Establecer los lineamientos de política pública y las estrategias para el despliegue de la tecnología 5G en el país".

³³ <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-13.879-de-3-de-outubro-de-2019-219922078>.

³⁴ https://sei.anatel.gov.br/sei/modulos/pesquisa/md_pesq_documento_consulta_externa.php?eEP-wqk1skrd8hSlk5Z3rN4EVgguLJqrLYJw_gINcO5lBPzeGBINcRdsEWRRoCRqVQnQUu_oHDaSLNR_g_lJBpjLlOIXMuVlS3R6gOoOtnOkVku2QDYl_cunTIFyoIY.

³⁵ https://mintic.gov.co/portal/715/articles-118058_plan_5g_2019120.pdf.

Los objetivos específicos incluyen:

- i) Identificar los retos en materia de política pública, regulatorios, o normativos para habilitar el despliegue y masificación de la tecnología 5G.
- ii) Promover la actualización de las políticas públicas, y del marco normativo y regulatorio para el adecuado despliegue y masificación de la tecnología 5G.
- iii) Estimular la demanda de aplicaciones y servicios que requieran las características ofrecidas por la tecnología 5G.
- iv) Identificar los lineamientos de seguridad digital para los nuevos modelos de negocio sobre la tecnología 5G.

Se destaca la importancia de estos cuatro objetivos, y principalmente los últimos tres:

- El ii) por establecer la actualización del marco general donde se va a desarrollar la 5G, que, por su impacto transversal junto a la Internet de las Cosas, constituye una cuestión ineludible en todos los mercados en el mundo.
- El iii) coloca el foco precisamente donde ya se han observado preocupaciones en el mundo como se analizan con cifras de muestreos en la sección “Visión general de tendencias y condicionantes del despliegue de 5G.
- El iv) puede ser considerado como esencial para el éxito de las aplicaciones que corran encima de la 5G, como encima de cualquier otra generación móvil, debido a que no pueden soportar fallas en ese sentido. Basta imaginar una falla de seguridad en un sistema remoto de salud o en uno de una Industria 4.0.

Define principalmente un conjunto de líneas de acción que se resumen a continuación y que están alineadas con las Mejores Prácticas:

Cuadro 4
Principales líneas de acción para la implementación y despliegue de 5G en el país

Línea de acción	Retos para superar
1.1	Identificar las necesidades de espectro radioeléctrico
1.2	Realizar pilotos de la tecnología 5G
1.3	Identificar barreras para el despliegue y operación de las redes 5G
2.1	Definir un nuevo modelo de administración de espectro para facilitar y agilizar el despliegue de la tecnología 5G
2.2	Establecer las características técnicas y de calidad que deben ofrecer los servicios de telecomunicaciones móviles
2.3	Actualizar los toques de espectro para habilitar el despliegue de redes 5G en todo el país
2.4	Actualizar y divulgar las estrategias para remover las barreras al despliegue de la infraestructura para la tecnología 5G
2.5	Actualización y revisión periódica de la normatividad y la regulación
3.1	Impulsar el desarrollo de aplicaciones o casos de uso en 5G
3.2	Identificar incentivos a la demanda de modelos de negocios que requieran las redes 5G
4.1	Definir los lineamientos de gestión y análisis de riesgos asociados a la tecnología 5G
4.2	Promover modelos de supervisión de seguridad y gobernanza interna frente a las nuevas tecnologías
4.3	Capacitar ciudadanos en el uso adecuado de las nuevas tecnologías

Fuente: “Plan 5G Colombia – El Futuro Digital es de Todos”.

En mayo de 2020 la Comisión de Regulación de las Comunicaciones (CRC), el organismo regulador, publicó un documento denominado “Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia”³⁶.

³⁶ https://www.crcm.gov.co/system/files/Biblioteca%20Virtual/Estudio%20sobre%20las%20condiciones%20regulatorias%20para%20favorecer%20la%20adopción%20de%20la%20tecnología%205G%20en%20Colombia/5-estudio_5g_publicar_vf.pdf.

En cuanto a las Líneas de Acción con que concluye este documento, se establece:

“En esta sección se presentan las líneas de acción en las temáticas regulatorias estudiadas en este documento en las que viene trabajando la CRC y que tendrían la potencialidad de incentivar la modernización de redes móviles avanzadas. También se identifican algunas temáticas que sería pertinente estudiar conforme avance la implementación de la tecnología 5G en el mundo y en Colombia.

- La CRC tiene contemplado hacer seguimiento y velar por el cumplimiento de los compromisos establecidos en los proyectos y estudios identificados en la Hoja de Ruta regulatoria para la modernización de las redes móviles, y en los que se han identificado en este informe, ya que contribuyen desde un enfoque regulatorio, con el despliegue y expansión de las redes móviles avanzadas en el país y con ello, al logro de una mayor conectividad, el cierre de la brecha digital y el desarrollo socioeconómico.
- En materia de Sandbox Regulatorio, la CRC tiene previsto adoptar la regulación que determine las reglas para su ejecución e incentivar la participación de los operadores en la convocatoria. Esto se hará con el fin de promover iniciativas innovadoras en cualquier aspecto de la prestación de sus servicios, incluyendo la tecnología 5G, y aprovechando el impulso al desarrollo de pilotos dado por MinTIC a través del Plan 5G.
- En relación con la regulación asociada a compartición de infraestructura pasiva y activa, como ha sido establecido en la Agenda Regulatoria 2020-2021, la CRC tiene contemplado desarrollar más adelante la fase II del proyecto de compartición de infraestructura pasiva, y la revisión de las condiciones de RAN en el servicio de voz móvil. Asimismo, la Comisión ha venido trabajando en dar continuidad a las actividades de divulgación y actualización de los lineamientos de buenas prácticas para el despliegue de redes, así como de los beneficios a los municipios por la remoción de barreras normativas al despliegue de redes.
- En materia de seguridad digital la CRC, en desarrollo del próximo CONPES de Confianza y Seguridad Digital 2020-2022, tiene contemplado acompañar la construcción de la hoja de ruta de seguridad digital que se desarrolle a nivel nacional, en lo concerniente a las facultades de la Comisión en la materia.
- A futuro, conforme avance el desarrollo de los pilotos 5G en el país, se realicen las asignaciones de espectro para despliegue comercial futuro y los PRST definan sus esquemas técnicos y comerciales para el lanzamiento de la tecnología, la CRC podrá analizar de la mano de los agentes del sector si surgen nuevas necesidades de ajuste en el marco regulatorio.
- De igual manera, se estima pertinente realizar más adelante un seguimiento a las discusiones y planteamientos en materia de normatividad asociada a la neutralidad de red, considerando las características técnicas de la tecnología 5G y la posibilidad que ofrece de realizar segmentaciones de la red, las cuales a la fecha sólo plantean interrogantes a nivel teórico. En esta misma línea, podrían analizarse a futuro los efectos que llegue a generar la tecnología 5G en los mercados de servicios móviles una vez se implemente en el país, considerando también en particular la interacción con otros actores que no son regulados por la Comisión. Bajo ese contexto prospectivo, se observa también recomendable explorar la apertura de espacios de investigación y estudios académicos que contribuyan con la literatura sobre 5G para el caso de Colombia”.

No obstante estos planes detallados y de avanzada en la región, la subasta de espectro que estaba programada para fines del 2021 se ha dilatado mientras los operadores continúan las pruebas piloto. Igualmente se estima que Colombia tendrá los primeros despliegues a fines de 2022.

De acuerdo con el lineamiento 1.2 del MinTIC ya existen 50 despliegues piloto de seis operadores en ocho ciudades, mientras el rector continúa trabajando en el marco técnico y jurídico para el objetivo del despliegue de la 5G. Se citan como ejemplos que Claro desplegó una red privada de 5G en Plaza Claro, Movistar ha desplegado una red privada en el Hospital Militar para telemedicina y Tigo, junto a Nokia, han realizado pruebas en un entorno subterráneo en una mina de Jericó (Antioquia). Estos operadores han hecho esas pruebas en la banda de 3500 MHz. que es la más requerida. DirecTV se encuentra prestando servicio fijo inalámbrico usando una red 5G con núcleo en la nube y MIMO³⁷ masiva.

Colombia ha identificado un conjunto de bandas para servicio móvil que aún no han sido asignadas, y que por tanto podrían ser empleadas para 5G. Las mismas se detallan en un documento³⁸ de la Agencia Nacional del Espectro (ANE) emitido para Consulta Pública en 2020 según el siguiente cuadro:

Cuadro 5
Bandas de frecuencias IMT sin asignar en Colombia

Banda	Frecuencias	Total de espectro (MHz)
600 (sujeta a apagón de TV analógico)	617-652/663-698	84
900	894-905/939-950	22
1400	1 427-1 518	91
AWS Extendida	1 755-1 780/2 155-2 180	50
2 300	2 300-2 400	100
3 500	3 300-3 700	400

Fuente: Agencia Nacional del Espectro. "Documento de consulta pública sobre las bandas de frecuencias disponibles para el futuro desarrollo de las telecomunicaciones móviles internacionales (imt) en Colombia".

La ANE considera también, en esta Consulta Pública, que a nivel mundial la banda de 26 GHz (24,25-27,5) es considerada pionera para 5G junto a la de 600 y la de 3.500.

En noviembre de 2021 la ministra de TIC anunció³⁹ que Colombia podría licenciar unos 400 MHz en la banda de 3.500, de acuerdo con lo indicado en la Consulta Pública.

En diciembre de 2021 el MINTIC publicó para comentarios⁴⁰ un proyecto de decreto que actualiza los topes de espectro con el objetivo de habilitar anchos de banda adecuados para la 5G. Los topes pasarían ser de:

- 50 MHz para las Bandas Bajas (entre 698 MHz y 960 MHz).
- 100 MHz para las Banda Medias (entre 1710 MHz y 2690 MHz).
- 80 MHz para las Bandas Medias Altas (entre 3300 MHz y 3700 MHz).

Mientras tanto se están realizando despliegues de la tecnología 4G a partir de la subasta de 2019 en que, el 20 de febrero de 2020⁴¹, el MinTIC expidió nueve resoluciones de asignación de espectro a Claro, Tigo y Partners, con la que se espera llegar a 3.658 localidades rurales.

³⁷ Tecnología que emplea múltiples antenas para obtener mayor rendimiento del espectro y por tanto mayor ancho de banda.

³⁸ <https://www.ane.gov.co/Documentos%20compartidos/ArchivosDescargables/noticias/Consulta%20p%C3%BAblica%20sobre%20las%20bandas%20disponibles%20para%20el%20futuro%20desarrollo%20de%20las%20IMT%20en%20Colombia.pdf>.

³⁹ <https://www.bnamericas.com/es/noticias/colombia-abre-consulta-publica-sobre-limites-de-espectro-y-5g>.

⁴⁰ <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/195456:MINTIC-publica-para-comentarios-el-nuevo-proyecto-de-Decreto-que-actualiza-los-topes-de-espectro-y-habilita-la-asignacion-de-espectro-para-5G>.

⁴¹ https://www.mintic.gov.co/micrositios/asignacion_espectro-imt/742/w3-propertyvalue-217982.html.

Estas asignaciones equivalen a compromisos de inversión por 2,24 billones de pesos en los próximos 5 años.

Claro: 1.348 localidades a desplegar entre el 2020 y el 2025.

Tigo: 1.636 localidades a desplegar entre el 2021 y el 2025.

Partners: 674 localidades a desplegar entre el 2020 y 2021.

De acuerdo con este cronograma aún dos de los operadores se encuentran cumpliendo compromisos de inversión en 4G, logrando una pisada antes de la 5G, al igual que la mayoría de los países de la región.

Entre los operadores en Colombia, existen opiniones no coincidentes entre avanzar rápidamente con 5G o cumplir primero con los compromisos de cobertura en 4G.

4. Costa Rica

En abril de 2021, el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT) publicó el informe denominado "La ruta 5G, el camino de Costa Rica hacia las redes IMT-2020"⁴². En este documento se presenta la ruta con los pasos que esta institución ha seguido para desarrollar las tecnologías móviles de quinta generación (5G) en Costa Rica, y las acciones que serán claves para el periodo 2021-2022.

A este informe le sigue el documento maestro de Costa Rica para la industria, denominado "Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones 2022 a 2027"⁴³, también elaborado por el MICITT como organismo rector, y que estuvo en consulta pública hasta el 26 de noviembre de 2021.

Es un documento rector de gran valor para el desarrollo de las telecomunicaciones en Costa Rica, y en especial de la 5G. Según lo establecido en su introducción, el PNDT "es el resultado de la experiencia legada producto de 13 años de apertura, además de un proceso exhaustivo de análisis y revisión de la información documental existente sobre el estado de las telecomunicaciones en Costa Rica, un examen de la experiencia internacional en este campo y de la realización de talleres, entrevistas y sesiones de trabajo con representantes de diversos sectores vinculados al sector telecomunicaciones.

En este documento se presentan los principales objetivos, metas y acciones estratégicas que guiarán el desarrollo y la evolución de las telecomunicaciones, así como el marco estratégico, su modelo de gestión, el proceso de seguimiento, evaluación y modificación, constituyéndose en la hoja de ruta que el país seguirá los próximos seis años, confirmando así el deseo del Estado, de hacer de las telecomunicaciones un instrumento al servicio del desarrollo regional y nacional y la generación de oportunidades y beneficios para todos los sectores de la sociedad".

Entre los aspectos centrales de este Plan Nacional, relativos a la 5G, se han planificado los segmentos de espectro que se indican en el cuadro 6, introduciendo un cronograma de mucha utilidad de corto, mediano y largo plazo a los efectos de dar previsibilidad para los inversores.

⁴² https://www.micitt.go.cr/sites/default/files/la_ruta_5g_el_camino_de_costa_rica_hacia_las_redes_imt-2020_v10_1.pdf.

⁴³ <https://www.micitt.go.cr/micitt/publicaciones/construccion-plan-nacional-desarrollo-las-telecomunicaciones-2022-2027>.

Cuadro 6
Cronograma de Espectro Radioeléctrico 2022-2027

Plazo para otorgar	Banda de frecuencias	Ancho de banda aportado por banda de frecuencias	Ejecución del proceso de concurso público	Cantidad total de ancho de banda por otorgar por plazo
Bandas por otorgar en el corto plazo	700 MHz	90 MHz	2022-2023	3 930 MHz
	2 300 MHz	100 MHz		
	2 600 MHz	Hasta 190 MHz		
	3 300-3 400 MHz	100 MHz		
	3 500 MHz	Hasta 200 MHz		
	26 GHz (I)	1 250 MHz		
	28 GHz	2 000 MHz		
Bandas por otorgar en el mediano plazo	850 MHz	20 MHz	2024-2025	8 724 MHz
	900 MHz	14 MHz		
	1 400 MHz	90 MHz		
	3 600-3 700 MHz	100 MHz		
	26 GHz (II)	2 000 MHz		
	40 GHz	6 500 MHz		
Banda por otorgar en el largo plazo	47 GHz	1 000 MHz	Posterior a 2025	1 000 MHz

Fuente: <https://www.micitt.go.cr/micitt/publicaciones/construccion-plan-nacional-desarrollo-las-telecomunicaciones-2022-2027>.

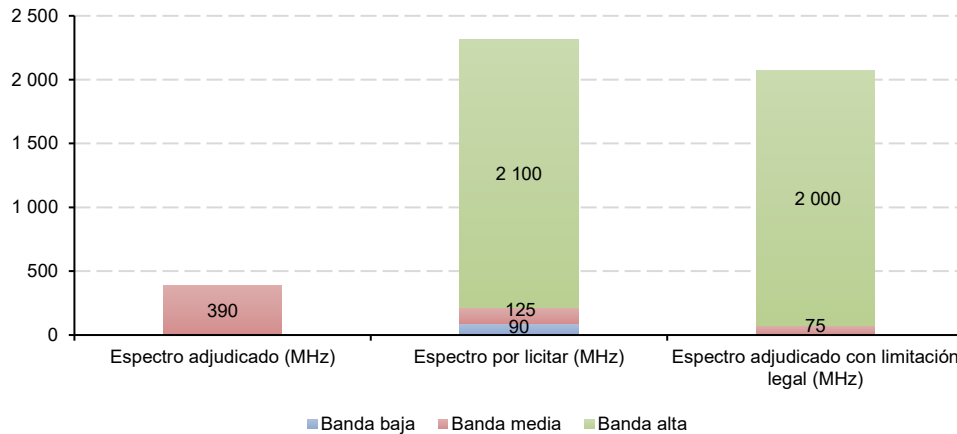
En abril de 2022, existe un conflicto acerca del uso de la banda de 200 MHz indicada en el cuadro, de 3.425 MHz a 3.625 MHz, banda n78, que ya se ha visto que es primordial por sus características especiales de alcance y capacidad.

Con respecto a este tema, la Dirección General de Competencia del Organismo Regulador, la Superintendencia de Telecomunicaciones (SUTEL), presentó para la valoración del Consejo de la SUTEL un "Informe sobre la asignación de espectro para despliegue futuro de redes 5G desde la perspectiva de la competencia"⁴⁴, que se publicó en mayo de 2021. Es un documento completo y profundo sobre las implicancias de un despliegue de redes 5G que tiene su origen en solicitudes del MICITT a la SUTEL en 2018, 2019, 2020 y 2021. Se hace notar que en Costa Rica se ha establecido un régimen sectorial de competencia a cargo de la SUTEL, por el que debe velar por que los actos y resoluciones administrativas no generen restricciones que afecten el desempeño eficiente del mercado de telecomunicaciones. Incluye secciones sobre el despliegue de 5G a nivel mundial, el estado actual en Costa Rica especialmente con relación al espectro y las necesidades de espectro para el desarrollo futuro.

El siguiente gráfico presenta información sobre el estado actual de asignación de espectro con mayor uso comercial en 5G.

⁴⁴ 19 de mayo del 2021, 04225-SUTEL-OTC-2021, "INFORME SOBRE ASIGNACIÓN DE ESPECTRO PARA DESPLIEGUE FUTURO DE REDES 5G DESDE LA PERSPECTIVA DE LA COMPETENCIA." https://www.sutel.go.cr/sites/default/files/04225-sutel-otc-2021_informe_opinion_sobre_asignacion_espectro_desarrollo_redes_5g.pdf.

Gráfico 1
Cantidad de espectro (MHz) con mayor uso comercial 5G, según el estado de asignación del tipo de banda, mayo de 2021



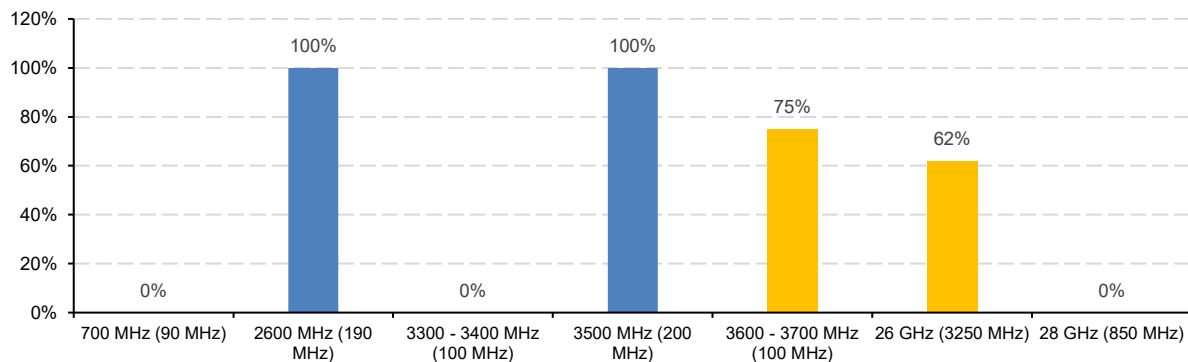
Fuente: SUTEL-OTC-2021, "Informe sobre asignación de espectro para despliegue futuro de redes 5G desde la perspectiva de la competencia." https://www.sutel.go.cr/sites/default/files/04225-sutel-otc-2021_informe_opinion_sobre_asignacion_espectro_desarrollo_redes_5g.pdf.

Este informe indica a este respecto que: "La cantidad de espectro disponible podría ser licitado inmediatamente, y con esto allanar el camino al 5G. Aunque se debe notar que un futuro concurso se concentraría en el espectro de las bandas altas, de tal forma que, sin la eventual recuperación de espectro ocioso, manejado de manera ineficiente o con impedimentos legales, en dichos concursos existiría una pobre cantidad de espectro a licitar en las bandas medias (las de mayor auge en el mundo para la implementación de la nueva tecnología)".

Complementariamente el documento presenta la asignación por operador.

Indica también que: "La escasa cantidad de espectro a licitar en bandas medias es aún más marcada al realizar la comparación con lo que ya está adjudicado. Dicha situación podría comprometer que se logre satisfacer la demanda futura del mercado y del despliegue de redes 5G, sobre todo al considerar, como están distribuidas las bandas por operador (cuadro 2), situación a la que se debe prestar mayor atención al distinguir el uso actual dado al espectro."

Gráfico 2
Cantidad de espectro (MHz) con mayor uso comercial 5G, asignado por operador, por banda de frecuencia, mayo de 2021
(Distribución porcentual)



Fuente: Ibid.

Este documento indica al pie de esta gráfica: “En particular, de la asignación de las bandas identificadas para servicios IMT, cabe destacar i) que las empresas del Grupo ICE concentran la mayor cantidad de espectro en todas las bandas asignadas hasta el momento, ii) ni Claro, ni Telefónica poseen espectro en ninguna de las bandas y iii) debido al uso consignado en el título habilitante no puede utilizarse para la implementación de sistemas IMT las bandas 3600-3700 MHz y 26 GHz, aunque éstas ya estén asignadas”.

En el punto 15 de las conclusiones de este documento se establece: “En virtud de las conclusiones indicadas de previo, se recomienda al Consejo de la SUTEL valorar remitir al MICITT las siguientes recomendaciones, haciendo de conocimiento del MICITT:

- Iniciar de manera inmediata, en aplicación del artículo 22 de la Ley 8642, las acciones necesarias para que todos los operadores móviles que prestan servicios en el mercado puedan tener acceso a las bandas de frecuencias de 2600 MHz y 3500 MHz, con el objetivo de que todos los proveedores de servicios de telecomunicaciones móviles puedan competir en igualdad de condiciones en la prestación de servicios 5G.
- Recuperar en el menor plazo posible el espectro no utilizado o cuyo uso sea ineficiente en las bandas de 2600 MHz y 3500 MHz, para lo cual se deberá tener en consideración que la necesidad de espectro ideal requerida por los operadores para el despliegue de 5G en bandas medias es de 80-100 MHz de espectro continuo.
- Poner a disposición del mercado en el corto plazo el espectro recuperado en las bandas de 2600 MHz y 3500 MHz para prevenir que se presenten distorsiones a la competencia del mercado de telecomunicaciones móviles, dada la situación de asimetría que existe actualmente en materia de espectro radioeléctrico para la prestación de servicios IMT.
- Instruir el eventual concurso para el despliegue de redes IMT-2020 una vez que se inicien los procesos correspondientes dispuestos en el artículo 22 de la Ley 8642 para la recuperación del espectro sin uso o utilizado de manera no eficiente en las bandas de 2600 MHz y 3500 MHz.
- Realizar las acciones necesarias para evitar que continúen presentándose situaciones en las cuales un operador particular tenga más espectro del realmente requerido para la provisión de servicios IMT, esto con el objetivo de prevenir que dicha situación se convierta en una barrera de entrada para los despliegues 5G de otros operadores, para lo cual debe iniciar la revisión de la adecuación del Grupo ICE y sus empresas de conformidad con las recomendaciones de la Contraloría General de la República.
- Incorporar en una eventual instrucción de un proceso concursal para redes del tipo IMT-2020 el establecimiento de topes de espectro para evitar que el ICE pueda acceder a más espectro del que posee actualmente en las bandas medias requeridas para el despliegue de redes 5G.
- Brindar certeza al mercado sobre la atribución y asignación de espectro, contando con un plan que incorpore fechas y acciones concretas que les permita dar certeza jurídica a los agentes del mercado”.

Como continuación de este proceso, el Poder Ejecutivo anunció en marzo de 2022⁴⁵ que el Presidente de la República y la Ministra de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones “designaron un órgano director del procedimiento para establecer la verdad real de los hechos sobre posibles incumplimientos investigados, en relación con la concesión, el uso y explotación de este segmento de frecuencias, concesionado a la empresa Radiográfica Costarricense Sociedad Anónima”.

⁴⁵ <https://www.presidencia.go.cr/comunicados/2022/03/5g-ejecutivo-ordena-procedimiento-administrativo-contra-racsa-por-posibles-incumplimientos-en-uso-de-concesion/>.

El MICITT tiene actualmente, de acuerdo con el mismo anuncio, “disponibilidad registral para un futuro concurso de espectro en bandas bajas, en 700 MHz; medias, en 2300 MHz y 3500 MHz (ampliada a 3300 MHz-3400 MHz); y altas, en 26 GHz y 28 GHz; sin demérito de que se puedan incorporar otras bandas antes de que se realice un eventual concurso”.

Costa Rica, junto a otros países de América Central, se encuentran trabajando en el ordenamiento del espectro y anunciando procesos de subastas todavía para este año 2022.

5. Chile

Chile dispone actualmente de tres redes operando comercialmente y en pleno desarrollo en todo el país.

El 19 de noviembre de 2020 se efectuó la apertura del Concurso Público 5G⁴⁶ que tiene por objeto otorgar concesiones de servicio público de telecomunicaciones que se instalen, operen y exploten sobre una red inalámbrica de alta velocidad para las siguientes porciones de espectro, incluyendo con estas asignaciones, al igual que en Brasil, obligaciones de cobertura 5G en zonas extremas, rurales y urbanas no rentables:

- 20 MHz comprendida en las bandas de frecuencia de 703-713 MHz y 758-768 MHz. (LTE Advanced Pro + 5G o superior).
- 30 MHz comprendida en las bandas de frecuencia de 1.755-1.770 y 2.155-2.170 MHz (AWS). (LTE Advanced Pro + 5G o superior).
- 150 MHz comprendido en las bandas de frecuencias de 3,30-3,40 GHz y 3,60-3,65 GHz. (Exclusivamente 5G o superior).
- 400 MHz, comprendida en la banda de frecuencias de 25,90-27,50 GHz. (Exclusivamente 5G o superior).

El documento de las bases de este concurso establecía:

“Las concesiones que se otorguen podrán corresponder, según soliciten los postulantes, a un servicio público de telecomunicaciones o bien a un servicio intermedio de telecomunicaciones de transmisión y conmutación. Las concesiones tendrán una duración de 30 años. La zona de servicio corresponderá al área de cobertura total de las estaciones base comprometidas por el postulante en su proyecto técnico, dentro de la cual se incluye una cobertura por comunas del país y una cobertura complementaria en polígonos georreferenciados (aeropuertos y aeródromos, centros de interés científico, instituciones de educación superior y puertos marítimos).

Las concesiones se asignarán al postulante que obtenga el mayor puntaje en la evaluación de los proyectos técnicos. Esta evaluación tiene por finalidad determinar cuál de todas las postulaciones en competencia ofrece las mejores condiciones técnicas que aseguren una óptima transmisión o excelente servicio, lo cual se medirá por el tiempo de despliegue de la red, la población beneficiada y la cobertura mínima comunal comprometida. En caso de igualdad de condiciones entre dos o más postulaciones, el concurso se resolverá mediante el mecanismo de licitación previsto en el artículo 13 C de la Ley General de Telecomunicaciones”.

Los concursos preveían la posibilidad de hacer subasta económica si se igualaban las ofertas técnicas. En la banda de 26 GHz no fue necesaria la subasta económica ya que había cuatro bloques y quedó desierto uno de ellos. Finalmente, la recaudación fue de US\$347 millones por la banda de 3,5 GHz, US\$82 millones por la de 700 MHz y US\$22 millones por la AWS. Los resultados finales de este concurso son los siguientes:

- WOM obtuvo los segmentos únicos de 20 MHz en 700 MHz y 30 MHz en AWS.

⁴⁶ <https://www.subtel.gob.cl/concursos5g/>.

- Movistar, Entel y WOM obtuvieron cada una de ellas un segmento de 50 MHz en la banda de 3,5 GHz.
- Claro, Entel y WOM obtuvieron cada una de ellas 400 MHz en la banda de 26 GHz en 34, 20 y 15 comunas respectivamente.

Complementariamente a estas asignaciones, parte del espectro ya está concesionado de oportunidades anteriores a través de adjudicaciones, transferencias o asociaciones estratégicas.

Aparte de los pagos anuales por derecho de uso del espectro de aproximadamente US\$ 6.000.000 anuales, las inversiones comprometidas ascienden a unos US\$ 4.000 millones.

Tras las licitaciones de espectro 5G, se configura la siguiente tenencia de espectro por los operadores:

Cuadro 7
Tenencia de espectro en Chile luego del concurso

Macro banda	Banda	Total MHz ^a	Situación actual (MHz)							Capacidad		
			Entel	Movistar	Claro	WOM	VTR	CNT	LIBRE	Porcentaje	MHz	
Bajas Menor a 1 GHz	700 MHz	160	30	20	20	20 ^b					32%	51
	850 MHz			25	25							
	900 MHz		20 ^c									
Media-baja 1 a 3 GHz	1,9 GHz	360	60	30	30						30%	108
	1,7/2,1 GHz "AWS"					90	30					
	2,6 GHz		40	40/12 ^d	40		36/24/12 ^e					
Media 3-6 GHz	3,5 GHz	350	150	50 ^b	50	50 ^b	50 ^f	50 ^f			30%	105
Media-alta 6-24 GHz	n.d.	n.d.	Diversos servicios atomizados (satélites, enlaces punto a punto, etc.)							Sin cap.	Sin cap.	
Alta + 24 GHz	26 GHz ^g	1 600	400 ^b		400 ^b	400 ^b				400	25%	n.d.
Total (sin licencias regionales o comunitarias)		870	300	165	165	160	80 ^b					

Fuente: SUBTEL, "Informe resultado de los concursos públicos 5G (700 MHz – AWS – 3,5 GHz – 26 GHz)".

^a Se excluyen las bandas compartidas, enlaces punto a punto, satelitales, radiodifusión y los otorgados en los concursos del fondo de desarrollo de las telecomunicaciones.

^b En trámite concesional tras concursos 5G: WOM 20 MHz en banda 700 MHz, 30 MHz en AWS y 50 MHz en 3,5 GHz; Entel 50 MHz en banda 3,5 GHz y Movistar 50 MHz en banda 3,5 GHz.

^c A través de filial (servicio intermedio). Mediante Decreto N° 240 de 2010 del MTT, y Res. Exenta N° 1825 de 2011, ese espectro fue destinado a servicio móvil pero no fue considerado por la Corte Suprema como tal.

^d Movistar tiene 12 MHz más en RM a través de una Concesión de Servicio Intermedio.

^e VTR: 36 MHz, servicio intermedio en La Serena y Coquimbo, 24 MHz en Osorno, Iquique, Pirque, Puente Alto, San Bernardo y Colina; Ciudades de Valdivia, P. Montt, Temuco y Santiago y 12 MHz en Valparaíso, V. Mar y Concepción.

^f Bandas regionales que se suman como una sola a nivel nacional.

^g Licencias comunales en 25,9-27,5 GHz.

A fines de setiembre de 2021 la Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL) anunció que la Contraloría General de la República tomó conocimiento de los decretos de concesión adjudicados, autorizando el inicio del proceso de despliegue de la nueva red 5G.

A partir de recibir los decretos de concesión en octubre los operadores contaron con 30 días para las etapas finales antes de la puesta en operación, y necesitaban inicialmente unas 200 estaciones para prestar el servicio en ciudades grandes como Santiago, Valparaíso o Concepción.

En abril de 2022 las tres empresas que obtuvieron diferentes bandas de espectro 5G, incluyendo la codiciada 3,5 GHz, WOM, Movistar y ENTEL, están prestando servicios comerciales de esta tecnología. WOM inició su operación comercial en marzo de 2022 en tres regiones (Bío Bío, Valparaíso y Metropolitana) prometiendo completar el despliegue en todas las regiones para fines de 2023 y hasta un 50% de clientes en 5G en cuatro años. Movistar y ENTEL iniciaron la operación comercial en diciembre de 2021. ENTEL ha desplegado su red actualmente en nueve provincias (Tarapacá, Antofagasta, Valparaíso, Metropolitana, Maule, O'Higgins, Bío Bío, Araucanía y Los Ríos). Movistar anunció que ya tiene presencia en todas las regiones. Claro obtuvo espectro en la banda de 26 GHz. y está desplegando la red, pero a mediados de abril no lanzó aún el servicio comercial. Un punto importante es que ya existe en Chile una abundante oferta de terminales 5G.

Considerando la situación resultante del espectro como se ve en el cuadro 5, adicionalmente a este proceso, la SUBTEL emitió a fines de 2021 una Consulta Pública⁴⁷ para el Reordenamiento de Espectro Radioeléctrico en la banda 3.400-3.600 MHz, con cierre de la misma el 22 de enero de 2022, y en la cual hubo acuerdo para el reordenamiento eficiente. Su objetivo es:

“Conocer la opinión de la ciudadanía, incluyendo empresas, organizaciones y personas naturales, involucradas o interesadas en participar en los temas de telecomunicaciones de nuestro país. Se plantea la problemática de la actual distribución del espectro y se desea conocer las implicancias que conllevaría realizar un reordenamiento de la banda 3.400-3.600 MHz. Cabe señalar que, en esta banda, para cumplir con un fallo judicial, se realizó una devolución parcial de espectro de tres operadores. Además, para cumplir con el límite de tenencia máxima de espectro, se realizó la transferencia de una concesión entre operadores, por lo que, y como resultado de ambos eventos, dicha banda quedó bastante dispersa, lo que dificulta introducir en ella servicios modernos como 5G.” La idea de este proceso es juntar cada segmento de espectro de un mismo operador, en consideración a que las primeras concesiones en dicha banda fueron otorgadas hace casi 20 años atrás con operación FDD en bloques no contiguos, siendo que en la actualidad hay disponibilidad de tecnologías modernas muy eficientes que aprovechan mejor el espectro con operación TDD. Y principalmente asignar espectro en segmentos continuos.

Las asignaciones actuales de estos segmentos de espectro en la banda de 3.400 a 3.600 MHz se observan en el cuadro 8.

Cuadro 8
Distribución de frecuencias en la banda 3.400 a 3.600 MHz

Banda en MHz	Concesionario	Observación
3 400-3 425	Entel	Originalmente asignada a Entel en concurso regional
3 425-3 440	Claro	Recientemente adquirida a Entel
3 440-3 450	-	Devuelto
3 450-3 475	VTR Telefónica del Sur	Regiones de Arica y Paríacota hasta La Araucanía Regiones de Los Ríos y Los Lagos Libre en regiones de Aysén y Magallanes
3 475-3 495	Claro	Originalmente asignada en concurso nacional al predecesor de Claro
3 495-3 500	-	Devuelto
3 500-3 525	Entel	Originalmente asignada a Entel en concurso regional
3 525-3 540	Claro	Recientemente adquirida a Entel
3 540-3 550	-	Devuelto
3 550-3 575	VTR Telefónica del Sur	Regiones de Arica y Paríacota hasta La Araucanía Regiones de Los Ríos y Los Lagos Libre en regiones de Aysén y Magallanes
3 575-3 585	Claro	Originalmente asignada en concurso nacional al predecesor de Claro
3 585-3 600	-	Devuelto

Fuente: SUBTEL.

⁴⁷ <https://www.subtel.gob.cl/participacion-ciudadana/consultas-ciudadanas/>.

En conclusión, en los próximos meses, en paralelo con los despliegues de servicios comerciales, se estaría mejorando la eficiencia del uso del espectro en Chile.

Últimamente se agrega el cambio de Gobierno, lo que podría dar lugar a una revisión del decreto de reordenamiento de la banda de 3,5 GHz que no estaba aprobado formalmente.

6. Ecuador

La política “Ecuador Digital”⁴⁸ se puso a disposición de la ciudadanía el 17 de mayo de 2019, y por la cual “El Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (MINTEL) busca consolidar la Sociedad de la Información y del Conocimiento a fin de lograr la transformación digital —progresiva— de las instituciones públicas y de los diferentes sectores de la economía; permitiendo el incremento de la productividad y la competitividad de las empresas”.

Antes de la pandemia el MINTIC planificaba extender fuertemente la cobertura 4G para el año 2021 y disponer de servicios 5G entre 2021 y 2022 en la banda de 3,5 GHz.

En el segundo semestre de 2019 la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL) otorgó permisos precarios en la banda de 3,5 GHz para que Claro, Movistar y la CNT pudieran desarrollar pruebas de acceso inalámbrico fijo 5G.

En noviembre de 2019, el Ministro de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información informó que la asignación de espectro en 700 MHz, 1700 MHz, 2,5 GHz y 3,5 GHz tendría lugar en el 2020 tanto para aumentar el despliegue de 4G como para lanzar 5G comercialmente en el 2022.

El 26 de febrero de 2021 la Corporación Nacional de Telecomunicaciones E.P (CNT EP) acordó con Nokia el despliegue de la primera red 5G NSA⁴⁹ con sitios en Guayaquil y Manta, junto con la modernización de la red 4G y la preparación de 500 sitios para recibir la 5G NSA. En estos primeros sitios habilitados la CNT EP planificará los servicios a desplegar en 5G.

En abril de 2021 se habilitaron tres áreas de experimentación con esta tecnología y a fines de ese mes la CNT EP lanzó su primera zona de prueba 5G en el centro de Guayaquil.

En el correr del año 2021 se adoptaron medidas que favorecen la inversión en el despliegue de las redes de telecomunicaciones y su uso como la eliminación del pago de las empresas por concentración de mercado a partir de 2023, la simplificación regulatoria sobre la cual siguen trabajando, redireccionamiento hacia proyectos de conectividad del 50% del pago del 1% por servicio universal y por uso del espectro, el aumento del plazo de las concesiones de 15 a 20 años, la reducción drástica de los aranceles de importación para equipamiento de las redes de los operadores (fibra, antenas, otros) y de terminales de los usuarios (computadoras, otros), reducción del ISD (Impuesto a Salida de Divisas) de 0,25% trimestral hasta 4% en 2022 y la obligatoriedad de adecuar el Reglamento de Tarifas a estándares internacionales con orientación a los costos administrativos de gestión del espectro.

En diciembre de 2021 el Gobierno adoptó otra medida de estímulo al despliegue de redes y su uso eliminando el Impuesto a los Consumos Especiales que se aplicaba a los usos de telefonía fija y móvil por un monto de 10% a los usuarios individuales post pago y de 15% a los empresariales.

Otro aspecto esencial para continuar con el proceso de despliegue de 5G ha sido la aprobación, publicada el 16 de febrero de 2022, de la Actualización Integral del Plan Nacional de Frecuencias por parte de la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL). En cuanto a las bandas para Telecomunicaciones Móviles se pasó de 12 a 16 bandas, agregando 24,25-27,5 GHz, 37-43,5 GHz, 47,2-48,2 GHz y 66-71 GHz.

⁴⁸ <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/25693-2/>.

⁴⁹ NSA. Non Stand Alone. Es un tipo de despliegue de la Nueva Radio 5G NR anclada en la red de 4G en la radiobase. En esta configuración se aprovecha solamente las características del nuevo enlace de radio pero con los mismos servicios que 4G.

Con el objetivo de establecer las reglas para las nuevas asignaciones de espectro se resolvió efectuar su valuación basada en criterios técnico-económicos y con asesoramiento de organismos internacionales, lo que favorecería el interés de la industria en el espectro actualmente disponible para asignar para 5G.

Considerando las acciones proinversión adoptadas para el sector, si bien para abril de 2022 no ha avanzado en el despliegue de nuevas redes 5G, se estima que próximamente se iniciarán los procesos competitivos de asignación.

7. México

El 7 de octubre de 2021 el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT), según comunicado 84/2021⁵⁰, anuncia la conformación de un Comité Técnico en materia de despliegue de 5G, como un órgano técnico de apoyo al Instituto de naturaleza consultiva y no vinculante, cuyo objetivo será generar contribuciones que impulsen el desarrollo y despliegue de 5G en México.

Un aspecto esencial para estos trabajos que desarrollan los países, en que ha habido malas experiencias en la región porque alguna autoridad no actuó junto a todas las partes interesadas, es que éste es un comité inclusivo ya que “Ante la importancia que representa el servicio público de telecomunicaciones en el desarrollo del país y el impacto que tendrá 5G en la transformación digital, dicho mecanismo permitirá la interacción entre el Instituto, la industria, la academia, los entes públicos y cualquier otra persona interesada, para exponer las necesidades, estrategias, prospectiva y estudios de 5G actuales y futuros”.

También se definen las reglas de trabajo y se crean seis grupos de trabajo en temas centrales para el despliegue de la 5G:

- Asignación oportuna de espectro para 5G.
- Despliegue y disponibilidad de infraestructura para 5G.
- Aplicaciones y servicios vinculados a 5G (casos de uso e innovación tecnológica).
- Aspectos regulatorios para 5G.
- Ciberseguridad.
- Experimentación y pruebas con 5G.

El 17 de diciembre el Comité celebró su primera reunión, con el Comisionado Javier Juárez Mojica en la Presidencia del Comité y el Titular de la Unidad de Espectro Radioeléctrico, Alejandro Navarrete Torres como Secretario Técnico. Ambos durarán en el cargo dos años, los cuales podrán prorrogarse por periodos iguales. A su vez se abrió un llamado a interesados para integrar este Comité.

En el segundo semestre de 2022 tendría lugar la primera licitación de espectro preferente para 5G (llamada Licitación IFT-12) y aceptará competidores que vengan de otras industrias pero que su objeto de negocio sí pueda estar relacionado al uso de estas bandas. Incluye cinco bandas: 600 MHz, 800 MHz, 850 MHz, 1.5 GHz y 3.5 GHz. En septiembre saldrían las bases a consulta pública. No se impondrá el uso en 5G manteniendo la neutralidad tecnológica. El espectro de las bandas bajas va a ser ofrecido por Áreas Básicas de Servicio (ABS) y no por Regiones Celulares, a los efectos de favorecer la participación de operadores de menor tamaño, incluyendo los operadores locales. Una particularidad de México es que tiene la banda de 600, Dividendo Digital de 663 a 698 MHz, totalmente liberada. El espectro de 1,5 será la Banda L extendida de 1.427 a 1.518 MHz y se podrá vincular con la de 3,5 de 3.300 a 3.800 o Banda C n77. Los oferentes podrán ser personas físicas o jurídicas y consorcios.

⁵⁰ <http://www.ift.org.mx/comunicacion-y-medios/comunicados-ift/es/el-ift-conforma-el-comite-tecnico-en-materia-de-despliegue-de-5g-en-mexicocomunicado-842021-7-de>.

El IFT considera aún la posibilidad de reservar bandas para usos verticales, como ser empresas (uso privado) que se podrán asignar por subasta pública u otros mecanismos.

AT&T con su tráfico propio, y el que cursa para Movistar desde 2019⁵¹, anunció el 8 de diciembre de 2021 el inicio de sus operaciones comerciales en 5G en la banda de 2,5 GHz con la conexión de los cincuenta primeros clientes, y su despliegue en los “principales mercados” en los próximos tres años. Necesita la autorización del IFT para poder usar los 50 MHz de que dispone en 3,5 GHz.

Mientras tanto el 9 de febrero de 2022 el IFT aprobó modificar 18 títulos de concesión de TELCEL para poder ofrecer servicios 5G⁵², para “usar, aprovechar y explotar bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico que opera en el segmento 3450-3550 MHz con la finalidad de que pueda proporcionar el servicio de acceso inalámbrico en su modalidad móvil (ya que tenía únicamente autorizada la modalidad de acceso inalámbrico fijo). De igual forma, se autorizó el cambio de bandas de frecuencias de tal manera que las 18 concesiones operen en el segmento 3,350-3,450 MHz.” De esta forma podrá prestar el servicio en la misma banda a nivel nacional. TELCEL dispone además de un segmento en la banda de 2,5 GHz que podría usar para 5G. El espectro de 2,5 GHz fue comprado hace dos años a TELMEX y AXTEL.

Al momento actual TELCEL tiene los 2/3 de las frecuencias de 3,5 GHz adjudicadas y AT&T 1/3.

8. Perú

Perú ha asignado 680 MHz de espectro a las empresas de telecomunicaciones móviles, pero en este momento, y considerando las nuevas tecnologías móviles como la 5G y la eficiencia en su uso, requiere de un reordenamiento que ya está siendo considerado por sus autoridades.

El 31 de octubre de 2018 se publicó el Decreto Supremo N° 016-2018-MTC⁵³, que aprueba el Reglamento Específico para el Reordenamiento de una Banda de Frecuencias (en general) sobre la cual ya existan derechos asignados. El reordenamiento es obligatorio siempre que el espectro no haya sido adjudicado mediante concurso público y respeta los topes de espectro establecidos. Este Reglamento establece los procedimientos y condiciones generales para proceder al reordenamiento.

En junio de 2019 el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) aprobó por Resolución Viceministerial⁵⁴ el reordenamiento de la banda de frecuencias de 2.500 a 2.690 MHz.

Posteriormente, considerando la importancia de la banda de 3.500 y que su uso requiere del orden de 80 a 100 MHz contiguos, y el hecho de que en parte está asignada, pero en forma desordenada, se comenzó el proceso de reordenamiento.

El 25 de octubre de 2019 se inicia el reordenamiento de la banda de frecuencias 3.400-3.600 MHz adecuándola a la canalización de la banda de frecuencias de 3.300-3.800 MHz, mediante la Resolución Directoral 358-2019-MTC/27⁵⁵. De acuerdo con el cronograma, la emisión de la Resolución Viceministerial con el reordenamiento de esta banda estaba previsto para el 8 de junio de 2020. Finalmente, el 3 de enero de 2020 mediante Resolución Directoral N° 464-2019-MTC/27 se aprueba la propuesta de Reordenamiento de la banda 3.400-3.600 MHz.

El 5 de marzo de 2020, por R.D. N° 095-2020-MTC/27⁵⁶ se dejan sin efecto las R.D. N° 358-2019-MTC/27 y R.D. N° 464-2019-MTC/27⁵⁷, que reordenaban el espectro de 3.400-3.600 GHz,

⁵¹ Telefónica Movistar ya migró el 80% de su tráfico a la red de AT&T y considera culminar la migración antes del despliegue masivo de 5G.

⁵² <http://www.ift.org.mx/comunicacion-y-medios/comunicados-ift/es/el-pleno-del-ift-aprueba-modificar-18-titulos-de-concesion-de-telcel-para-ofrecer-servicios-5g-o>.

⁵³ <https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/308756-016-2018-mtc>.

⁵⁴ https://portal.mtc.gob.pe/comunicaciones/regulacion_internacional/regulacion/documentos/servicios_publicos/RVM_405-2019-MTC-03.pdf.

⁵⁵ https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/409961/R.D._N_358-2019-MTC_27.pdf.

⁵⁶ <https://www.gob.pe/institucion/mtc/colecciones/548-reordenamiento-de-frecuencias-banda-de-3400-3600-mhz>.

⁵⁷ https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/472021/RD_N%C2%BA_464-2019-MTC-27.pdf.

atendiendo a comentarios del Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones (OSIPTEL) relativos a la competencia. En los considerandos se establece: "Que, de la evaluación legal, técnica y económica realizada por el MTC, a través de los órganos competentes, del análisis integral de los comentarios de las empresas operadoras y del OSIPTEL, y teniendo en cuenta que el espectro radioeléctrico es un recurso natural escaso, y un medio para la prestación de los servicios públicos de telecomunicaciones, se determina que es necesario realizar estudios complementarios para optar por una alternativa regulatoria suficientemente desarrollada bajo los criterios de eficacia y eficiencia, como la realización de un concurso público, que tenga como finalidad optimizar el uso de la banda de frecuencias 3.400-3.600 MHz".

Por lo expuesto, el espectro central de la 5G, el de 3.500 MHz, queda pendiente de asignación y reordenamiento por un procedimiento a determinar.

Por otra parte, por Resolución Ministerial⁵⁸ de abril de 2021 se declaran en reserva las bandas de frecuencias 24,25-25,7 GHz y 26,9-27,5 GHz. que integrarían la próxima adjudicación para el 2022.

A principios de 2021 Claro, Telefónica y ENTEL solicitaron al MTC autorización para empezar a usar las frecuencias que tienen asignadas en las bandas AWS, 2,5 GHz y 3,5 GHz, para el despliegue de servicios LTE y 5G NR NSA. El MTC aprobó esta petición con base en el principio de la neutralidad tecnológica, para las empresas con la concesión vigente. Primero se autorizó a Claro y ENTEL la prestación de servicio de acceso fijo en la banda ya asignada de 3,5 GHz, y un mes después⁵⁹ se autorizó a esas tres empresas la prestación de servicios móviles con 5G NSA en los bloques ya disponibles de AWS, 2,5 y 3,5 GHz. De esta forma, y considerando la cobertura territorial del espectro asignado, América Móvil tiene una extensa cobertura del Perú, ENTEL tiene principalmente en la costa y Telefónica del Perú en Lima.

Las tres empresas se encuentran realizando despliegues y puesta en servicio en sus zonas de cobertura.

9. Uruguay

El 5 de abril de 2019 la Unidad Reguladora de Servicios de Comunicaciones (URSEC) publicó una Resolución⁶⁰ por la que autoriza al operador estatal ANTEL el despliegue de servicios móviles en el sub-bloque 27,5-28,35 GHz. Esta autorización hace referencia a una autorización anterior, de 2006, de uso de esa banda para servicios de transmisión de datos usando LMDS. A partir de esta autorización ANTEL despliega unas 10 estaciones en dos pequeñas localidades usadas para pruebas en acceso fijo inalámbrico.

En junio de 2021 América Móvil anunció sus pruebas en 5G en la banda milimétrica n257 luego de obtener la autorización de la URSEC igual que aconteció en el mismo momento y en similares condiciones con ANTEL y Movistar a quienes se les dio autorización provisoria para pruebas en esa banda y en la n258.

La última licitación de espectro fue realizada en diciembre de 2019 asignando un total de 120 MHz de espectro en bloques de las bandas 2.600 MHz (90 MHz), 1.800 MHz y AWS a las tres empresas Claro, Movistar y ANTEL. El procedimiento establece, como es habitual en Uruguay, que se reservan bloques para el operador estatal ANTEL, quien no compite y luego paga de acuerdo con lo que pagan los operadores privados. Claro obtuvo 20 MHz en AWS-3 y Movistar 40 MHz en 2.600 MHz. ANTEL obtuvo 50 MHz en la banda de 2.600 y 30 MHz en la banda de 1.800. Quedaron sin asignar 10 MHz en AWS. En Montevideo ya se encuentran encendidas radiobases 5G en los bloques de 2.600 asignados en esa fecha.

Movistar y ANTEL no han podido desplegar plenamente sus servicios en la banda de 2.600 debido a inconvenientes técnicos generados por uso preexistente del segmento 2.572-2.620 MHz por sistemas

⁵⁸ <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1861732/Resoluci%C3%B3n%20Ministerial%20nro%20373-2021-MTC/01.pdf>.

⁵⁹ <https://www.gob.pe/institucion/mtc/noticias/482361-mtc-autoriza-el-despliegue-de-tecnologia-5g-para-servicios-moviles>.

⁶⁰ <https://www.gub.uy/unidad-reguladora-servicios-comunicaciones/institucional/normativa/resolucion-n-34019-autorizar-despliegue-sistemas-telecomunicaciones-moviles>.

MMDS en varias zonas del país. Se han ajustado los pagos y la validez de las licencias (con total de 25 años) a esta situación postergando el inicio de las operaciones en cinco departamentos del país, y también se han adoptado medidas para que la operación MMDS —TV por suscripción— de los diversos sistema pueda efectuarse, migrando al segmento 2400-2500 MHz o, en caso de mantenerse en el segmento de la banda de 2500 MHz se modifiquen las condiciones de recepción de la terminal de abonado de los sistemas MMDS de forma que no existan inconvenientes para la provisión de ambos servicios.

Se estima que próximamente se liciten bloques que están libres en Uruguay tanto en la banda de 3.500 MHz, que es además la banda más importante para despliegues iniciales de la 5G, como en la banda de 26 GHz.

En mayo de 2022 se habilitan los tres operadores a realizar pruebas técnicas en la banda de 3,5 GHz.

D. Resumen de la situación de los países

Se observa una situación bastante dispar entre los países analizados. Las siguientes conclusiones pueden ser analizadas con mucho mayor detalle en la sección de cada país.

Argentina ha elaborado lineamientos que incluyen acciones para el despliegue de la 5G, desde principios de 2021 está realizando pruebas y dispone de un despliegue limitado usando DSS. A fines de 2021 designó como aptas para 5G a un conjunto de bandas de espectro y considera realizar la subasta en el segundo semestre de 2022. Existe una estimación del valor de ese espectro, pero aún no se ha definido el peso a dar a la recaudación y al despliegue que se comprometa.

Brasil publicó en 2019 un Plan Estructural de Redes de Telecomunicaciones (PERT) que es una poderosa herramienta de planificación y control que guía todo el proceso de desarrollo de las telecomunicaciones, el que es actualizado anualmente y revisado cada cinco años. En junio de 2021 la ANATEL elaboró el Plan de Uso del Espectro Radioeléctrico en Brasil para el período 2021-2028. En setiembre de ese año anuncia la subasta que puso a disposición un récord de capacidad de 3,7 GHz en las bandas de 700 MHz, 2,3 GHz, 3,5 GHz y 26 GHz, y los contratos se firmaron el 7 de diciembre. Se destaca esta subasta ya que el 90% del valor del espectro fue convertido en compromisos de provisión de servicios y cobertura en todas las bandas, para municipios y carreteras, una red de Fibra Óptica para el Amazonas (Plan PAIS), redes de backhaul, y acceso para las escuelas, entre otros. Para el 10% restante la Tesorería permite el pago en cuotas durante la duración de la concesión. Los servicios 5G deben estar disponibles en todas las capitales estatales del país a más tardar el 31 de julio de 2022, y de allí en adelante existen compromisos anuales de cobertura. Adicionalmente se han reducido los aranceles de importación de equipamientos de telecomunicaciones. Actualmente tiene cuatro redes operando comercialmente en 5G.

Colombia también ha seguido una planificación detallada y avanzada que se inicia en 2019 con el "Plan 5G Colombia - El Futuro Digital es de Todos", que plantea los lineamientos para la implementación y despliegue de 5G en el país, y establece los objetivos y estrategias de política a desarrollar en el cuatrienio. Plantea cuatro objetivos, de los cuales tres son esenciales: actualización del marco general, estimular la demanda por aplicaciones y servicios que requieran 5G y proveer lineamientos para la seguridad digital. Ya en 2020, la CRC publicó un documento denominado "Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia", incluyendo un muy amplio espectro de las líneas de acción en todos los asuntos esenciales para el desarrollo de la 5G. Una de estas líneas de acción es la relativa a los Sandbox Regulatorios para el desarrollo de aplicaciones y servicios sobre 5G, asunto en que Colombia es pionera en el mundo. Otra importante es la regulación de la compartición de infraestructura y la de beneficiar a los municipios que faciliten el despliegue de redes. Se mantendrá además atenta a los requerimientos de la industria en cuanto a modificación regulatoria. La subasta del espectro se ha dilatado, pero aún se estiman los primeros despliegues comerciales en

2022, mientras existen 50 despliegues piloto de seis operadores en ocho ciudades con algunos de ellos orientados a aplicaciones específicas de la 5G.

Costa Rica. El MICITT ha publicado dos importantes documentos para orientar la política respecto de la 5G: “La ruta 5G, el camino de Costa Rica hacia las redes IMT-2020” en abril de 2021, y el “Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones 2022 a 2027” que estuvo a consulta hasta fines de 2021. Para dar previsibilidad, este último incluye una clasificación de las bandas de frecuencias en tres plazos para llamar a concurso: 2022-2023, 2024-2025 y luego de 2025. En abril de 2022, existe un conflicto acerca del destino actual de la banda de 200 MHz de 3.425 MHz a 3.625 MHz, prevista para el primer plazo, la que tiene una asignación anterior y está siendo cuestionada por la Dirección General de Competencia del Organismo Regulador (SUTEL) debido a su uso actual, el que no sería eficiente, y que por otra parte obstaculizaría una competencia en el mercado de servicios 5G. Como continuación de este proceso, el Poder Ejecutivo anunció en marzo de 2022 que el Presidente de la República y la Ministra de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones “designaron un órgano director del procedimiento para establecer la verdad real de los hechos sobre posibles incumplimientos investigados, en relación con la concesión, el uso y explotación de este segmento de frecuencias, concesionado a la empresa Radiográfica Costarricense Sociedad Anónima”.

Chile se encuentra en el segundo lugar de la región con tres redes operando comercialmente sobre bandas asignadas por concurso y en pleno desarrollo en todo el país. El 19 de noviembre de 2020 se efectuó la apertura del Concurso Público 5G que tuvo por objeto otorgar concesiones de servicio público de telecomunicaciones que se instalen, operen y exploten sobre una red inalámbrica de alta velocidad, en las bandas de 700 MHz, AWS, 3,5 GHz y 26 GHz, con las dos últimas exclusivamente para 5G. La zona de servicio corresponde al área de cobertura total de las estaciones base comprometidas por el postulante en su proyecto técnico, dentro de la cual se incluye una cobertura por comunas del país y una cobertura complementaria en polígonos georreferenciados. Los concursos preveían la posibilidad de hacer subasta económica si se igualaban las ofertas técnicas. En la banda de 26 GHz no fue necesaria la subasta económica ya que había cuatro bloques y quedó desierto uno de ellos. Finalmente, la recaudación fue de US\$347 millones por la banda de 3,5 GHz, US\$82 millones por la de 700 MHz y US\$22 millones por la AWS. A fines de setiembre de 2021 la Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL) anunció que la Contraloría General de la República tomó conocimiento de los decretos de concesión adjudicados, autorizando el inicio del proceso de despliegue de la nueva red 5G. En abril de 2022 las tres empresas que obtuvieron diferentes bandas de espectro 5G, incluyendo la codiciada 3,5 GHz, WOM, Movistar y ENTEL, están prestando servicios comerciales de esta tecnología. A fines de 2021 la SUBTEL emitió una Consulta Pública para el Reordenamiento de Espectro Radioeléctrico en la banda 3.400-3.600 MHz considerando que se han otorgado sucesivas concesiones, se han realizado transferencias entre operadores y devoluciones de espectro, por lo que el uso actual de esta banda no es el más eficiente considerando inclusive las tecnologías TDD. El Decreto de este reordenamiento aún no ha sido aprobado oficialmente.

En Ecuador, antes de la pandemia el MINTIC planificaba extender fuertemente la cobertura 4G para el año 2021 y disponer de servicios 5G entre 2021 y 2022 en la banda de 3,5 GHz. En el segundo semestre de 2019 la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL) otorgó permisos precarios en la banda de 3,5 GHz para que Claro, Movistar y la CNT EP pudieran desarrollar pruebas de acceso inalámbrico fijo 5G. En febrero de 2021 la CNT EP inició un despliegue limitado de la primera red 5G NSA en Guayaquil y Manta para planificar los servicios a desplegar en 5G. En el correr del 2021 se adoptaron una importante cantidad de medidas que favorecen la inversión en el despliegue de las redes de telecomunicaciones y su uso, como la eliminación del pago de las empresas por concentración de mercado, la simplificación regulatoria sobre la cual se sigue trabajando, el aumento del plazo de las concesiones de 15 a 20 años, la eliminación del Impuesto a los Consumos Especiales, y otras. En febrero de 2022 se actualizó el Plan Nacional de Frecuencias, agregando, por ejemplo, bandas milimétricas para los servicios móviles. Estas y otras medidas proinversión permiten considerar que próximamente se iniciarían procesos de asignación.

México. El 7 de octubre de 2021 el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) anuncia la conformación de un Comité Técnico en materia de despliegue de 5G, como un órgano técnico de apoyo al Instituto de naturaleza consultiva y no vinculante, cuyo objetivo será generar contribuciones que impulsen el desarrollo y despliegue de 5G en México. Un aspecto esencial es que es inclusivo en cuanto a que establece la interacción entre el Instituto, la industria, la academia, los entes públicos y cualquier otra persona interesada, para exponer las necesidades, estrategias, prospectiva y estudios de 5G actuales y futuros. En el segundo semestre de 2022 tendría lugar la primera licitación de espectro preferente para 5G (llamada Licitación IFT-12) y aceptará competidores que vengan de otras industrias pero que su objeto de negocio sí pueda estar relacionado al uso de estas bandas. Incluye cinco bandas: 600 MHz, 800 MHz, 850 MHz, 1.5 GHz y 3.5 GHz. El IFT considera aún la posibilidad de reservar bandas para usos verticales, como ser empresas (uso privado) que se podrán asignar por subasta pública u otros mecanismos. AT&T anunció el 8 de diciembre de 2021 el inicio de sus operaciones comerciales en 5G en la banda de 2,5 GHz, y su despliegue en los “principales mercados” en los próximos tres años. El 9 de febrero de 2022 el IFT aprobó modificar 18 títulos de concesión de TELCEL para poder ofrecer servicios 5G móvil en el segmento 3450-3550 MHz en el que ya opera en la modalidad de acceso inalámbrico fijo.

Perú. Ha asignado 680 MHz de espectro a las empresas de telecomunicaciones móviles, pero especialmente en este momento, y considerando las nuevas tecnologías móviles como la 5G y la eficiencia en su uso, está requiriendo un reordenamiento que ya ha sido considerado por sus autoridades a partir de 2018. En 2018 se aprueba el Reglamento Específico para el Reordenamiento de una Banda de Frecuencias sobre la cual ya existan derechos asignados, donde establece los procedimientos y condiciones generales para proceder al reordenamiento. En junio de 2019 el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) aprobó por Resolución Viceministerial el reordenamiento de la banda de frecuencias de 2.500 a 2.690 MHz. Posteriormente, en 2019, considerando la importancia de la banda de 3.500 y que su uso requiere del orden de 80 a 100 MHz contiguos, y el hecho de que en parte está asignada, pero en forma desordenada, se comenzó el proceso de reordenamiento. El 5 de marzo de 2020 se dejan sin efecto las Resoluciones que reordenaban el espectro de 3.400-3.600 GHz, atendiendo a comentarios del Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones (OSIPTEL) relativos a la competencia. A principios de 2021 Claro, Telefónica y ENTEL solicitaron al MTC autorización para empezar a usar las frecuencias que tienen asignadas en las bandas AWS, 2,5 GHz y 3,5 GHz, para el despliegue de servicios LTE y 5G NR NSA. El MTC aprobó esta petición con base en el principio de la neutralidad tecnológica, para las empresas con la concesión vigente, y las mismas se encuentran desplegando sus redes.

Uruguay. La operadora estatal ANTEL hizo un primer despliegue de prueba de unas 10 radiobases en dos ciudades pequeñas, y para servicio fijo, en 2019. En junio de 2021 América Móvil anunció sus pruebas en 5G en la banda milimétrica n257 luego de obtener la autorización de la URSEC igual que aconteció en el mismo momento y en similares condiciones con ANTEL y Movistar, a quienes se les dio autorización provisoria para pruebas en esa banda y en la n258. La última licitación de espectro fue realizada en diciembre de 2019 asignando un total de 120 MHz de espectro en bloques de las bandas 2.600 MHz (90 MHz), 1.800 MHz y AWS a las tres empresas Claro, Movistar y ANTEL. En Montevideo ya se encuentran encendidas radiobases 5G en los bloques de 2.600 asignados en esa fecha. Se estima que próximamente se liciten bloques que están libres en Uruguay tanto en la banda de 3.500 MHz, que es además la banda más importante para despliegues iniciales de la 5G, como en la banda de 26 GHz. En mayo de 2022 se habilitan los tres operadores a realizar pruebas técnicas en la banda de 3,5 GHz.

A partir de lo analizado en este documento se observa que existen varias condiciones requeridas para habilitar y propiciar el despliegue de redes 5G. La más destacada de ellas es la asignación del espectro necesario en las principales tres franjas de bandas: bajas, y principalmente medias y altas, cada una de ellas con un destino y prestaciones muy específicas, como se observa en el cuadro 1. Comparativo de bloques de espectro para la 5G. Los países analizados se encuentran en distintas etapas de despliegue de redes 5G, desde la identificación de las bandas adecuadas para la 5G hasta la etapa de despliegue comercial activo. El cuadro 9 provee un resumen a mayo de 2022 de la situación en cada país de referencia.

Cuadro 9
Etapas del despliegue de redes 5G en los países seleccionados

Países	Estado de identificación, atribución o asignación de las bandas para, u orientadas a, la 5G			Fecha de asignación de espectro	Estado de despliegues 5G	Alcance geográfico
	Bajas < 1 GHz	Medias > 1GHz	Milimétricas			
Argentina		Atribuidas en dic. 2021: 1 500, AWS-3, 2 300 y 3 500 MHz.	Atribuidas en dic. 2021: 24,25-25,75 GHz y 37-43,5 GHz.	Subasta prevista para 2S22.	Cantidad limitada de radiobases 5G DSS. Pruebas demostrativas limitadas.	Radiobases 5G DSS en varias ciudades. Pruebas 5G localizadas.
Brasil	Asignadas en dic 2021: 700 MHz.	Asignadas en dic 2021: 2 300 y 3 500 MHz.	Asignadas en dic 2021: 26 GHz. A estudio: 28 GHz.	Subastadas en 2021.	Pleno despliegue con cronograma preestablecido en la subasta.	Todo el país. Prioridad de ciudades, municipios, localidades, escuelas y carreteras.
Colombia	Identificación en 2020: 600 y 900 MHz.	Identificación en 2020: 1 400, AWS ext., 2 300 y 3 300-3 700 MHz.	Identificación en 2020: 24, 25-27,5 GHz.	Subasta prevista para 2S22. En 2021 se estima licenciar 400 MHz. en 3 500.	Se han realizado 50 despliegues piloto de seis operadores en 3 500 MHz. Un operador presta FWA 5G.	Ocho ciudades, con pruebas de modelos de negocio.
Costa Rica	Plan Nacional. Corto plazo: 700 MHz. Mediano plazo: 850 y 900 MHz.	Plan Nacional. Corto plazo: 2 300, 2 600, 3 300-3 400, 3 500 MHz. Mediano plazo: 1 400 y 3 600-3 700 MHz.	Plan Nacional. Corto plazo: 26 (I) y 28 GHz. Mediano plazo: 26 (II) y 40 GHz. Largo plazo: 47 GHz.	Trabajando en el reordenamiento y procesos de subasta anunciados para 2022.		
Chile	703-713 y 758-768 MHz	AWS: 1 755-1 770 y 2 155-2 170 MHz. 3 300-3 400 y 3 600-3 650 MHz	25,90-27,50 GHz	Octubre de 2021	Los tres operadores que obtuvieron espectro están en pleno despliegue y oferta comercial	Todo el país.
Ecuador	Identificada en 2019: 700 MHz.	Identificadas en 2019: 1 700, 2 500 y 3 500 MHz.	Actualizadas en febrero de 2022: 24,25-27,5 GHz, 37-43,5 GHz, 47,2-48,2 GHz y 66-71 GHz.	Se adoptaron varias medidas pro inversión previas al procedimiento de asignación.	Pruebas en 2019. En abril de 2021: Pruebas de acceso inalámbrico de los tres operadores en tres zonas. En febrero de 2021 la CNT EP acuerda desplegar sitios 5G NSA con un proveedor.	CNT EP acuerda despliegue de sitios en Guayaquil y Manta.
México	663-698, 800 y 850 MHz.	Banda L extendida (1 427-1 518 y banda C (3 300-3 800 MHz.). Posible reserva para verticales.		Licitación prevista para 2S22 (IFT-12). Acepta competidores de otras industrias relacionadas. Neutralidad tecnológica. Ya existen bandas asignadas.	En diciembre de 2021 AT&T comenzó despliegue en 2 500 y espera autorización para 50 MHz en 3 500. En febrero de 2022 se autoriza a TELCEL usar 100 MHz. en 3 500. Dispone también de un segmento en 2 500 MHz. Son segmentos ya asignados antes de la IFT-12.	Varias ciudades.
Perú		Claro, ENTEL y Telefónica autorizadas en 2021 a prestar servicio móvil 5G en bloques ya asignados de AWS, 2.500 y 3 500 MHz.	Reserva de abril de 2021: 24,25-25,7 GHz y 26,9-27,5 GHz.	Reordenamiento previo: en 2019 la banda de 2 500-2 690 MHz y pendiente la de 3 400-3 600 MHz. A asignar: 3 500 MHz y 26 GHz.	Despliegues en curso de las tres empresas indicadas.	Según cobertura territorial del espectro asignado, América Móvil tiene una extensa cobertura del Perú, ENTEL tiene principalmente en la costa y Telefónica del Perú en Lima.
Uruguay		3 500 MHz.	28 GHz y probablemente 26 GHz.	Estimado para 4S de 2022.	Los tres operadores se encuentran efectuando pruebas. ANTEL ya tiene asignación en 28 GHz.	Localizadas.

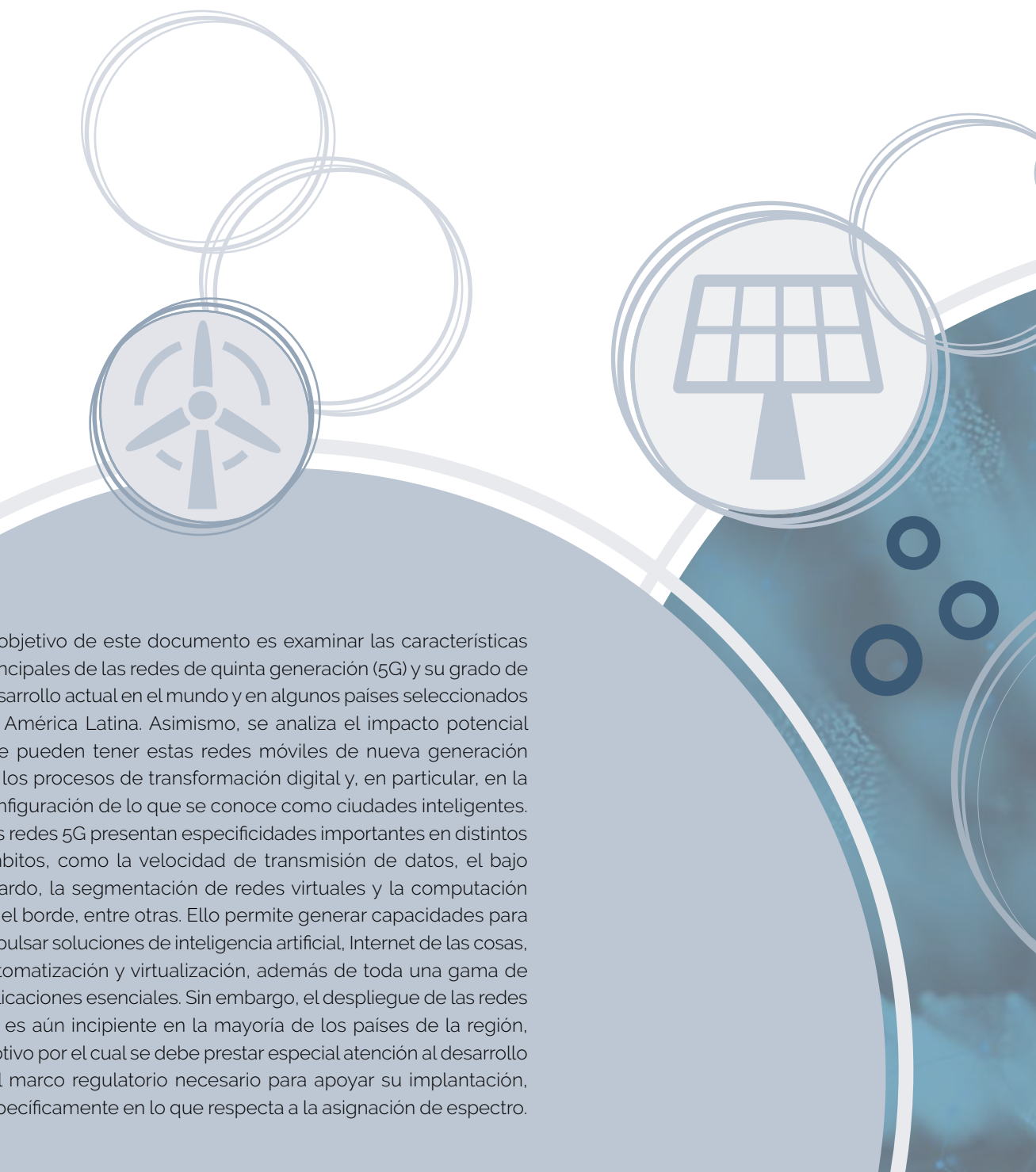
Fuente: Resultados de la investigación del consultor.

Bibliografía

- Agencia Nacional del Espectro (2020), "Documento de consulta pública sobre las bandas de frecuencias disponibles para el futuro desarrollo de las telecomunicaciones móviles internacionales (imt) en Colombia" [en línea] <https://www.ane.gov.co/Documentos%20compartidos/ArchivosDescargables/noticias/Consulta%20p%C3%BAblica%20sobre%20las%20bandas%20disponibles%20para%20el%20futuro%20desarrollo%20de%20las%20IMT%20en%20Colombia.pdf>.
- BDT, Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones (2015), "Capacitación de Nivel Avanzado sobre modelización de costos y fijación de precios para los países de Latinoamérica" - Managua, Nicaragua del 31 de agosto al 3 de septiembre 2015 [en línea] <https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/Americas/Documents/EVENTS/2015/0831-NI-cosydir/Invitation-Letter-SP.pdf>.
- BNAmericas (2021), "Colombia abre consulta pública sobre límites de espectro y 5G" [en línea] <https://www.bnamericas.com/es/noticias/colombia-abre-consulta-publica-sobre-limites-de-espectro-y-5g>.
- Chen Yang C., Liang P., Fu L., Cui G., Huang F., Teng F., Abbas Bangash Y. (2022), Using 5G in smart cities: A systematic mapping study. Publicado por Elsevier Ltd. <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/208739:Ministerio-TIC-establece-lineamientos-y-condiciones-para-impulsar-las-Ciudades-y-Territorios-Inteligentes-en-el-pais>.
- Comisión de regulación de comunicaciones, Colombia (2020), "Estudio sobre las condiciones regulatorias para favorecer la adopción de la tecnología 5G en Colombia" [en línea] <https://www.crcm.gov.co/es/biblioteca-virtual/estudio-sobre-las-condiciones-regulatorias-para-favorecer-adopcion-tecnologia-5g>.
- 5G Americas (2022), "5G & LTE Deployments" [en línea] <https://www.5gamericas.org/resources/deployments/>.
- Diario Oficial de Union (2019), "Ley Nº 13.879, del 3 de octubre de 2019", Brasil [en línea] <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-13.879-de-3-de-outubro-de-2019-219922078>.
- ENACOM, Empresa Nacional de Computación Chile Ltda. (2022), "Lineamientos de Gestión 2020/2023", Chile [en línea] https://www.enacom.gob.ar/lineamientos-de-gestion-20202023_p4496.
- _____(2022), "5G, un paso más hacia la tecnología del futuro", Chile [en línea] https://www.enacom.gob.ar/institucional/5g--un-paso-mas-hacia-la-tecnologia-del-futuro_n3073.
- _____(2022), "Garantizando el acceso a internet como derecho humano básico", Chile [en línea] https://www.enacom.gob.ar/institucional/garantizando-el-acceso-a-internet-como-derecho-humano-basico_n3575.

- Gobierno del Perú (2021), “Resolución Ministerial”, Perú [en línea] <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1861732/Resoluci%C3%B3n%20Ministerial%20nro%20373-2021-MTC/01.pdf>.
- GSACom, Global mobile Suppliers Association (2022), “LTE to 5G: Global Market Status. GSA” [en línea] <https://gsacom.com/paper/evolution-from-lte-to-5g-global-market-status-october-2021/Evolution>.
- Instituto Federal de Telecomunicaciones (2022), “EL PLENO DEL IFT NOMBRA A SU SÉPTIMO CONSEJO CONSULTIVO” [en línea] <https://www.ift.org.mx/comunicacion-y-medios/comunicados-ift/es/el-ift-conforma-el-comite-tecnico-en-materia-de-despliegue-%20de-5g-en-mexico-comunicado-842021-7-de>.
- Ministerio de Comunicaciones (2022), “Plan Estructural de Redes de Telecomunicaciones – PERT”, Brasil [en línea] <https://www.gov.br/anatel/pt-br/dados/infraestrutura/pert>.
- _____ (2022), “Anatel aprueba aviso de licitación 5g y fijó fecha de subasta”, Brasil [en línea] <https://www.gov.br/anatel/pt-br/assuntos/noticias/anatel-aprova-o-edital-do-leilao-do-5g>.
- _____ (2022), “Subasta para tecnología 5G alcanza R\$ 47,2 mil millones”, Brasil [en línea] <https://www.gov.br/anatel/pt-br/assuntos/noticias/leilao-da-tecnologia-de-quinta-geracao-alcanca-r-47-2-bilhoes>.
- MINTIC, Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia (2022), “MINTIC publica para comentarios el nuevo proyecto de Decreto que actualiza los topes de espectro y habilita la asignación de espectro para 5G” [en línea] <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/195456:MINTIC-publica-para-comentarios-el-nuevo-proyecto-de-Decreto-que-actualiza-los-topes-de-espectro-y-habilita-la-asignacion-de-espectro-para-5G>.
- _____ (2020), “MinTIC expidió las resoluciones que asignan los permisos de uso de los bloques de espectro”, Colombia [en línea] https://www.mintic.gov.co/micrositios/asignacion_espectro-imt/742/w3-property-value-217982.html.
- _____ (2019), “Plan 5G Colombia - El Futuro Digital es de Todos”, Colombia [en línea] https://mintic.gov.co/portal/715/articles-118058_plan_5g_2019120.pdf.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2021), “MTC autoriza el despliegue de tecnología 5G para servicios móviles”, Perú [en línea] <https://www.gob.pe/institucion/mtc/noticias/482361-mtc-autoriza-el-despliegue-de-tecnologia-5g-para-servicios-moviles>.
- _____ (2020), “Reordenamiento de Frecuencias - Banda de 3400 - 3600 MHz”, Perú [en línea] <https://www.gob.pe/institucion/mtc/colecciones/548-reordenamiento-de-frecuencias-banda-de-3400-3600-mhz>.
- _____ (2019), “Disponen publicación de la Resolución Directoral que aprueba la propuesta de Reordenamiento de la banda 3 400 – 3 600 MHz”, Perú [en línea] https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/472021/RD_N%C2%BA_464-2019-MTC-27.pdf.
- _____ (2018), “Decreto Supremo N° 016-2018-MTC”, Perú [en línea] <https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/308756-016-2018-mtc>.
- _____ (2018), “Aprueban el Reordenamiento de la bande de frecuencias 2500 – 2690 MHz”, Perú [en línea] https://portal.mtc.gob.pe/comunicaciones/regulacion_internacional/regulacion/documentos/servicios_publicos/RVM_405-2019-MTC-03.pdf.
- MICITT, Ministerio de ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones (2022), “Plan Nacional Desarrollo de las Telecomunicaciones 2022-2027”, Costa Rica [en línea] <https://www.micitt.go.cr/plan-nacional-desarrollo-de-las-telecomunicaciones-2022-2027/>.
- _____ (2020), “Ruta 5G El camino de Costa Rica hacia las redes IMT-2020”, Costa Rica [en línea] https://www.micitt.go.cr/wpcontent/uploads/2022/04/la_ruta_5g_el_camino_de_costa_rica_hacia_las_redes_imt-2020_v10_1.pdf.
- Parvez I, Rahmati A., Guvenc I., Sarwat A. and Huaiyu Dai, “A Survey on Low Latency Towards 5G: RAN, Core Network and Caching Solutions”. [online] May 2018, <https://www.swisscom.ch/en/about/news/2021/06/23-5g-beschleunigt-den-gleisbau.html#ms-multipageStep-newsletter>.
- Pau Castells, Jefe de Análisis Económicos, GSMA. <https://www.telesemana.com/blog/webinar/latam-telco-vision-forum-dia-1/>.

- PRESIDENCIA (2022), "5G: Ejecutivo ordena procedimiento administrativo contra racsa por posibles incumplimientos en uso de concesión" [en línea] <https://www.presidencia.go.cr/comunicados/2022/03/5g-ejecutivo-ordena-procedimiento-administrativo-contra-racsa-por-posibles-incumplimientos-en-uso-de-concesion/>.
- SUBTEL (2022), "Concurso Público" [en línea] <https://www.subtel.gob.cl/concursos5g/>.
- _____(2022), "Participación ciudadana" [en línea] <https://www.subtel.gob.cl/participacion-ciudadana/consultas-ciudadanas/>.
- SUTEL-OTC (2021), "Informe sobre asignación de espectro para despliegue futuro de redes 5G desde la perspectiva de la competencia." [en línea] https://www.sutel.go.cr/sites/default/files/04225-sutel-otc-2021_informe_opinion_sobre_asignacion_espectro_desarrollo_redes_5g.pdf.
- Swiss Re Institute (2021), " Movilidad autónoma: cómo la demanda y la oferta se están acercando al equilibrio" [en línea] <https://www.swissre.com/institute/research/topics-and-risk-dialogues/digital-business-model-and-cyber-risk/autonomous-mobility-demand-and-supply-moving-closer.html>.
- TELECOMUNICACIONES (2022), "Ecuador digital" [en línea] <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/25693-2/>.
- Unidad Reguladora de Servicios de Comunicaciones (2022), "Resolución N° 34/019 -Autorizar el despliegue de sistemas de Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT) en el sub-bloque de frecuencias 27,50 a 28,35 GHz", Uruguay [en línea] <https://www.gub.uy/unidad-reguladora-servicios-comunicaciones/institucional/normativa/resolucion-n-34019-autorizar-despliegue-sistemas-telecomunicaciones-moviles>.



El objetivo de este documento es examinar las características principales de las redes de quinta generación (5G) y su grado de desarrollo actual en el mundo y en algunos países seleccionados de América Latina. Asimismo, se analiza el impacto potencial que pueden tener estas redes móviles de nueva generación en los procesos de transformación digital y, en particular, en la configuración de lo que se conoce como ciudades inteligentes. Las redes 5G presentan especificidades importantes en distintos ámbitos, como la velocidad de transmisión de datos, el bajo retardo, la segmentación de redes virtuales y la computación en el borde, entre otras. Ello permite generar capacidades para impulsar soluciones de inteligencia artificial, Internet de las cosas, automatización y virtualización, además de toda una gama de aplicaciones esenciales. Sin embargo, el despliegue de las redes 5G es aún incipiente en la mayoría de los países de la región, motivo por el cual se debe prestar especial atención al desarrollo del marco regulatorio necesario para apoyar su implantación, específicamente en lo que respecta a la asignación de espectro.