



**INFOTEC CENTRO DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN
EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y
COMUNICACIÓN**

**“Diseño de una infografía para la
consolidación de la implementación de la
tecnología 5G en México”**

SOLUCIÓN ESTRATÉGICA

Que para obtener el grado de

**MAESTRA EN DERECHO DE LAS TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y
COMUNICACIÓN**

Presenta:

Andrea Fernanda González Verde

Asesor:

Dr. Jaime Serrano López

Ciudad de México, febrero de 2024



Agradecimientos

A la joven de 23 años que se vio inspirada en estudiar la MDTIC y que en ese tiempo no tuvo la oportunidad económica de acceder a dicha maestría pero que gracias a la pandemia sus pensamientos despertaron en ella de nueva cuenta el interés por estudiar dicha maestría.

A Carlos que es mi motor, mi inspiración y mi fuerza y el primero en apoyar la idea de seguir preparándome, el primero en abrazarme y tranquilizarme cuando la carga de trabajo y tarea me superan, él que entendió el apoyo que yo necesitaba en esos momentos y a quien amo con todo mi corazón.

A mi familia que amo y adoro. A mi mamá que, aunque le costó trabajo entender que la cara de sueño y las pocas visitas es el esfuerzo de una estudiante de maestría y que cada persona encuentra su felicidad en diferentes cosas, a mis hermanos (Alfredo y Martín) por quererme y entender que todo conlleva sacrificios.

A mis suegros por siempre apoyarnos a Carlos y a mí en todo lo que nos proponemos.

A mis amigas, Karen, Erika y Dulce. Erika gracias por toda la información que me proporcionaste y que me ayudo para la presente investigación, a Dulce por tu gran participación pues con tus conocimientos se pudo concretar la infografía.

A mis amigas digitales: Lucero, Aidé y Alejandra. Aidé sin tu apoyo, no hubieran aperturado la especialidad en telecomunicaciones y mi sueño se hubiera visto frustrado, gracias por apoyarme en cada paso que dimos para lograrlo, a veces uno espera que las instituciones den las soluciones, pero tú y yo fuimos las que las dimos.

A Jorge Bravo amigo que me ayudo a no olvidar mi pasión y a quién admiro por su gran aportación a la industria con sus críticas severas y su análisis sobre las telecomunicaciones.

A mi perrita Zoa, que llegó a mi vida a mitad de esta aventura y la que me acompañó en cada tarea en mis pies y en mis brazos y la que no soltó la rienda en esperarme en cada desvelada, siempre comprensiva, siempre atenta y siempre apoyándome.

A mis profesores de la maestría en especial a mi asesor por ayudarme a enfocar la investigación y sobre todo por el tiempo dedicado a la lectura y revisión.

A mí misma por siempre seguir adelante, por querer lograr este sueño después de más de 10 años de tenerlo en la cabeza, pero sobre todo a mi pasión por las telecomunicaciones que comenzó en un despacho y que descubrí en una consultora y que a pesar de que el timón de mi vida giró a distinto puerto las telecomunicaciones viven en mi corazón.

Tabla de Contenido

Introducción	1
Capítulo 1. Marco general de las telecomunicaciones móviles en México	5
1.1 Aspectos generales de las Telecomunicaciones	5
1.1.1. Esbozo histórico de las telecomunicaciones en México	6
1.1.2. Servicio de telecomunicaciones móviles	10
1.1.3. Evolución tecnológica (2G, 3G y 5G)	12
1.2. Tecnología 5G.....	16
1.2.1. Características de la tecnología 5G.....	18
1.2.2. Seguridad en la tecnología 5G	21
1.2.3. Elementos esenciales	23
1.3. Requerimientos técnicos de la tecnología 5G	26
1.4. Usos de la tecnología 5G	29
1.5. Objetivos de la tecnología 5G	30
Capítulo 2. 5G su implementación regulatoria en México y en dos países de Latinoamérica	30
2.1. Estado actual de la tecnología 5G en México.....	30
2.1.1. Casos de uso generalizados.....	32
2.1.2 Marco regulatorio.....	36
2.1.3 Pago por el espectro radioeléctrico	44
2.2. Implementación regulatoria de la tecnología 5G en Colombia	46
2.2.1 Casos de Uso	46
2.2.2 Marco regulatorio.....	48
2.2.3 Pago por el espectro radioeléctrico	50

2.3. Implementación regulatoria de la tecnología 5G en Argentina	51
2.3.1. Casos de Uso	51
2.3.2. Marco regulatorio.....	52
2.4. Hallazgos.....	57
2.4.1. Regulación.....	57
2.4.2. Pruebas	58
2.4.3. Identificación de bandas de frecuencia	58
2.4.4. Plan de Ruta.....	60
2.4.5. Implementación	60
2.4.6. Compartición de Infraestructura.....	60
Capítulo 3. Retos para la implementación de la tecnología 5G en México	80
3.1. Determinación de espectro radioeléctrico.....	81
3.2. Contraprestación por el uso, aprovechamiento y explotación de espectro radioeléctrico	86
3.3. Compartición de Infraestructura	90
3.4. Arrendamiento de espectro	92
3.5. Aplicaciones	94
3.6 Infografía para la consolidación de la implementación de la tecnología 5G en México.	96
Conclusiones	82
Bibliografía	89

Índice de imágenes

Imagen 1. Cronología del desarrollo y despliegue de las IMT	15
Imagen 2. Características de las redes 5G	19

Índice de Tablas

Tabla 1. Concesiones otorgadas en 1989 y 1990 para el servicio móvil	9
Tabla 2. Cobertura 5G en México.....	35
Tabla 3. Disposición de espectro de la banda 700Mhrz en países de Latinoamérica	38
Tabla 4. Tipos de acceso al espectro radioeléctrico	40
Tabla 5. Bandas incluidas en la modificación al Programa anual de uso y aprovechamiento del espectro radioeléctrico propicias para IMT	42
Tabla 6. Licitación para servicios 5G en Colombia	48
Tabla 7. Bandas de espectro para despliegue 5G en Argentina	53
Tabla 8. Licitación para servicios 5G en Argentina	56
Tabla 9. Comparativo México, Colombia y Argentina	63
Tabla 10. Espectro para tecnología 5G en México	82

Siglas y abreviaturas

AEPT	Agente Económico Preponderante en Telecomunicaciones
ANE	Agencia Nacional de Espectro
ATT	AT&T Comunicaciones Digitales, S. de R.L. de C.V. y AT&T Comercialización Móvil, S. de R.L. de C.V.
COFETEL	Comisión Federal de Telecomunicaciones
DOF	Diario Oficial de la Federación
ENACOM	Ente Nacional de Comunicaciones
IFT	Instituto Federal de Telecomunicaciones
IMT	Recomendaciones y estándares de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales
IoT	Internet de las cosas
LFTR	Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión
MINTIC	Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia
OMV	Operador (es) Móvil(es) Virtual(es)
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
STEFI	Reglamento General del Servicio de Telecomunicaciones Fiables e Inteligentes
TELCEL	Radio Móvil Dipsa, S.A. de C.V.
TELMEX	Teléfonos de México
TIC	Tecnologías de la Información y Comunicación
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Cultura, las Ciencias y la Educación

Glosario

“A”

Agente Económico Preponderante: Es la calidad que determina el IFT hacia un agente ya sea en el sector telecomunicaciones o radiodifusión, cuando este cuente de manera directa o indirecta con una participación nacional mayor al 50% en número de usuarios, suscriptores, audiencia, por el tráfico en sus redes o por la capacidad utilizada de las mismas de conformidad con el artículo 262 de la LFTR.

“B”

Banda de frecuencias: “Porción del espectro radioeléctrico comprendido entre dos frecuencias determinadas”.¹

“C”

Concesionario: “Persona física o moral, titular de una concesión”.²

“E”

Espectro Radioeléctrico: “Espacio que permite la propagación, sin guía artificial, de ondas electromagnéticas cuyas bandas de frecuencias se fijan convencionalmente por debajo de los 3,000 gigahertz”.³

“F”

Frecuencia: “Número de ciclos por segundo que efectúa una onda del espectro radioeléctrico, cuya unidad de medida es el Hertz”.⁴

“H”

¹ Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, México, 2014, artículo 3, fracción V.

² *Ibidem.*, artículo 3, fracción XIV.

³ *Ibidem.*, artículo 3, fracción XXI.

⁴ *Ibidem.*, artículo 3, fracción XXIII.

Hertz: Es la unidad de medida de los ciclos de las ondas de espectro radioeléctrico.

“I”

Infraestructura: elementos de redes de telecomunicaciones.

Infraestructura pasiva: “Elementos accesorios que proporcionan soporte a la infraestructura activa, entre otros, bastidores, cableado subterráneo y aéreo, canalizaciones, construcciones, ductos, obras, postes, sistemas de suministro y respaldo de energía eléctrica, sistemas de climatización, sitios, torres y demás aditamentos, incluyendo derechos de vía, que sean necesarios para la instalación y operación de las redes, así como para la prestación de servicios de telecomunicaciones y radiodifusión”.⁵

“N”

Network slicing: mecanismo que permite que las redes se puedan dividir, para que dichas divisiones sean configuradas de forma específica para proporcionar diversos servicios, lo que ayuda a eficientar el uso y administración de la red.

“S”

Servicio mayorista de telecomunicaciones: “Servicio de telecomunicaciones que consiste en el suministro de acceso a elementos individuales, a capacidades de una red o servicios, incluyendo los de interconexión, que son utilizados por concesionarios o comercializadores para proveer servicios de telecomunicaciones a los usuarios finales”.⁶

Servicios públicos de telecomunicaciones y radiodifusión: “Servicios de interés general que prestan los concesionarios al público en general con fines comerciales, públicos o sociales de conformidad con lo dispuesto en la presente Ley y la Ley Federal de Competencia Económica”.⁷

⁵ *Ibidem.*, artículo 3, fracción XXVII.

⁶ *Ibidem.*, artículo 3, fracción LXII.

⁷ *Ibidem.*, artículo 3, fracción, LXV.

“T”

Tecnología 5G: es una cadena de tecnologías del sector de servicios de telecomunicaciones móviles para el intercambio de información que demanda mayor capacidad, mayor velocidad y mayor conexión de dispositivos.

Telecomunicaciones: “Toda emisión, transmisión o recepción de signos, señales, datos, escritos, imágenes, voz, sonidos o información de cualquier naturaleza que se efectúa a través de hilos, radioelectricidad, medios ópticos, físicos u otros sistemas electromagnéticos, sin incluir la radiodifusión”.⁸

⁸ *Ibidem.*, artículo 3, fracción, LXVIII.

Introducción

Actualmente México se encuentra en una fase de identificación técnica, jurídica y económica para la implementación de la tecnología 5G, es por ello, que el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) está llevando a cabo acciones que permitan identificar aquellos hitos necesarios para el despliegue de dicha tecnología.

En concordancia con lo anterior, el IFT ha llevado a cabo ciertas acciones para poder concretar la implementación de la tecnología 5G, por ejemplo, ha emitido un documento en virtud del cual establece el estatus de las bandas de frecuencia de espectro radioeléctrico adecuadas para dicha tecnología y conformó un Comité Técnico en materia de despliegue de tecnología 5G en México.

Es así como, el presente trabajo abarca la identificación y características de la 5G; así como, el marco regulatorio en México y aquellos hechos que a nivel autoridad y de política pública se han realizado. Por su parte este trabajo también identifica las mejores prácticas en despliegue de 5G que se han llevado a cabo en Colombia y Argentina, y finalmente se determinan los retos que enfrenta México para la consolidación de la 5G tomando en cuenta el benchmarking realizado.

El presente trabajo está conformado por 3 capítulos, el primero de ellos se enfoca en establecer la evolución de las telecomunicaciones en México; así como, de la importancia que fue tomando el espectro radioeléctrico para el servicio de telecomunicaciones móviles.

Por su parte se establece un marco sobre el mercado nacional; es decir, se mencionan a los competidores del sector del servicio móvil desde sus inicios hasta el día de hoy, contemplando el surgimiento de Operadores Móviles Virtuales (OMV).

Por su parte, se presenta un bosquejo de la evolución tecnológica desde la 2G a la 5G, y como es que la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) ha exigido a través de recomendaciones a la industria la evolución tecnológica con el objeto de que se logren nuevos servicios con mayor velocidad y capacidad, en beneficio de la población.

En ese orden de ideas se establecen las características de las redes 5G, las cuales entre otras cosas tendrán; mayor ancho de banda, mayor latencia, comunicaciones máquina a máquina, mayor capacidad de transmisión, y mayor conexión de dispositivos, trayendo consigo un impacto en el desarrollo de los sectores; productivo, salud, educativo, así como, el impulso de las ciudades inteligentes.

El segundo capítulo señala que el IFT al tener a su cargo el uso y administración del espectro radioeléctrico debe considerar la evolución tecnológica, y tomar como obligatorio la introducción de la tecnología 5G.

Asimismo, se identifica como uno de los principales retos para hacer factible el despliegue de la tecnología 5G la administración de espectro radioeléctrico, ello quiere decir que se necesita: determinar las bandas de frecuencias adecuadas (bandas bajas, medias o altas) y la armonizar en el uso de este. Asimismo, México debe de tomar en cuenta las buenas prácticas internacionales de países de Latinoamérica.

Es así como, en México los principales operadores móviles llevaron a cabo pruebas en la banda de 3.5 y actualmente se encuentran prestado el servicio móvil con tecnología 5G en dicha banda. Por su parte, uno de los usos que se han determinado para la 5G son redes privadas que ayudan a las industrias críticas como la de la salud, la educación y automotriz.

En este sentido, se determina al espectro radioeléctrico como insumo esencial del despliegue de la 5G, y, por lo tanto, se estudian las formas de acceso a este. Por su parte existen instrumentos de política pública que determinan el uso del espectro, tales como: el Programa Nacional de espectro Radioeléctrico, el

Programa Anual del Uso y Aprovechamiento del Espectro Radioeléctrico, y el Programa Anual de Trabajo del IFT.

Por su parte se identifica como uno de los grandes retos, el acceso de espectro por el pago que se debe de realizar en su adjudicación y el pago anual contemplado en la Ley Federal de Derechos.

Lo anterior, aunado a que la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) interviene en la determinación de la contraprestación tomando en cuenta el valor de mercado de las bandas a nivel nacional y a nivel internacional.

Se estudian como referentes dos países de Latinoamérica; Colombia y Argentina para identificar mejores prácticas que puedan ser aplicadas en México.

Por su parte el último capítulo contempla los retos que se identifican para la consolidación de la implementación de la tecnología 5G en México. Se establecen las figuras jurídicas que conforme a la regulación hacen factible el acceso a espectro radioeléctrico.

En el tema de identificación de las bandas adecuadas se analiza el estatus de a banda 3.5 para la IFT-12; asimismo, se indica que se tome en cuenta la banda de 28Ghz para realizar pruebas en México.

En cuanto al pago del uso y aprovechamiento de espectro, si bien es cierto se critica de manera absoluta que la SHCP quiera subir el precio de las bandas adecuadas para el despliegue de 5G y se sugiere al IFT poder incluir como contraprestación en la adjudicación de espectro, obligaciones de hacer, tomando como referencia en caso de Colombia.

La oferta del Agente Económico Preponderante en Telecomunicaciones (AEPT) se ve como un beneficio para que otros concesionarios o autorizados presten a la población servicios móviles en 5G, aunque ello puede provocar efectos negativos que también se tratan en este capítulo.

Otra figura que puede ayudar a la consolidación es le arrendamiento de espectro y la compartición de infraestructura con tecnología que permita hacer un

uso eficiente del espectro para servicios específicos, por lo tanto, estas son algunas acciones que permiten impulsar el despliegue e implementación de la tecnología 5G en México.



Capítulo 1

Generalidades sobre el derecho de acceso a las Tecnologías de la Información y la Comunicación

Capítulo 1. Marco general de las telecomunicaciones móviles en México

1.1 Aspectos generales de las Telecomunicaciones

El término telecomunicaciones fue acuñado por primera ocasión en Francia por Édouard Estaunié en 1904, quien señaló que se debía entender a las telecomunicaciones como; las comunicaciones a distancia⁹.

Ahora bien, la definición de telecomunicaciones ha ido evolucionando, pues, a esta se incorporó, el tipo de comunicación y los medios (infraestructura) en virtud de los cuales se puede dar esta comunicación; es así como, en México, de conformidad con el artículo 3, fracción LXVIII de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión (LFTR), las telecomunicaciones se definen como; "... toda emisión, transmisión o recepción de signos, señales, datos, escritos, imágenes, voz, sonidos o información de cualquier naturaleza que se efectúa a través de hilos, radioelectricidad, medios ópticos, físicos u otros sistemas electromagnéticos, sin incluir la radiodifusión".¹⁰

En virtud de las telecomunicaciones, se pueden prestar diversos servicios como son: i) servicios de telefonía (fija y móvil), ii) servicio de Internet y iii) televisión restringida. Estos servicios son considerados como servicios de interés general y son prestados por concesionarios con fines comerciales, públicos o sociales.¹¹

⁹ Pérez Yuste, Antonio, "Sobre la etimología de las telecomunicaciones", *Foto Histórico de las Telecomunicaciones*, Madrid, España, abril-mayo 2006, p. 77-79, de <https://www.coit.es/sites/default/files/archivobit/pdf/77-79.pdf>. Consultado el 28 de octubre de 2022. p. 78.

¹⁰ Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, *op. cit.*, artículo 3, fracción LXVIII.

¹¹ *Ibidem.*, artículo 3, fracción LXV.

1.1.1. Esbozo histórico de las telecomunicaciones en México

Actualmente, es muy sencillo para los usuarios de telecomunicaciones tomar un teléfono y realizar una llamada, conectarse a Internet, navegar para buscar información, pedir algún producto o servicio mediante alguna aplicación, mandar mensajes instantáneos; es decir, las comunicaciones casi inmediatas son posibles, ello, gracias a la evolución de los servicios de telecomunicaciones que actualmente hacen las vidas un poco más sencillas, ya que, se han convertido en catalizadores y facilitadores de otro tipo de derechos.

Es así como, para llegar al tipo de comunicaciones con el que actualmente contamos en México, han pasado 174 años, contados a partir de la emisión de la primera concesión en materia de telégrafos electrónicos en 1849.¹² Ya que, con ello, comenzó el auge de la telegrafía y en 1867 se creó el sistema de telégrafos públicos “Líneas Telegráficas del Supremo Gobierno”.

Para el año de 1878 se instaló la primera línea telefónica, la cual comunicaba el Castillo de Chapultepec y Palacio Nacional,¹³ en tal virtud, el Constituyente de 1917 establece como excepción al monopolio, la telegrafía y fue en 1921 que comenzó la radiotelefonía la cual provocó interferencia en los servicios, esto debido a que no estaban asignadas frecuencias para los diversos servicios. Con lo anterior, comenzó el establecimiento de frecuencia específicas radioeléctricas para cada tipo de servicio.

Ahora bien, es preciso mencionar que la obligación de interconexión a cargo de las empresas de vías generales de comunicación estaba establecida tanto en la Ley Sobre Vías Generales de Comunicación y Medios de Transporte (de 1931) y la Ley de Vías Generales de Comunicación (de 1931),¹⁴ esta obligación de interconectarse por parte de los operadores, fue importante para que los usuarios

¹² Álvarez González de Castilla, Clara Luz, *Telecomunicaciones y radiodifusión en México*, Ciudad de México, Santo Ediciones, 2018. p. 25.

¹³ *Ibidem.* p.29.

¹⁴ *Ibidem.* p. 34.

podrían comunicarse con usuarios de otras redes, con lo cual se logró una ampliación de las comunicaciones.

En 1931 en México sólo existían dos empresas que prestaban el servicio de radiotelefonía; sin embargo, estas no se habían interconectado, pero el gobierno les requirió el cumplimiento de dicha obligación; sin embargo, no se interconectaron, pues, solicitaron una fusión, lo que trajo consigo la creación de la empresa Teléfonos de México (Telmex) a la cual se le otorgó su título de concesión en 1976.

Por su parte, en 1940, se expide la Ley de Vías Generales de Comunicación que establece que las líneas telefónicas y el espacio aéreo eran considerados como vías generales de telecomunicaciones.¹⁵

Es preciso señalar que los operadores de telecomunicaciones en México surgen como entes privados, después pasan a ser entes públicos, y posteriormente se privatizaron, y al ser privados surge la necesidad de contar con un órgano regulador que pueda supervisar la competencia en el sector de las telecomunicaciones.

Es así como, en 1995 se expide la Ley Federal de Telecomunicaciones, que contemplaba entre otras cosas, libertad tarifaria, procesos de licitaciones a cambio de contraprestación, y se ordena la creación de un órgano regulador para las telecomunicaciones; es decir, se le quitan ciertas atribuciones a la Secretaría de Comunicación y Transportes (SCT) y se crea la extinta Comisión Federal de Telecomunicaciones (COFETEL).

Telefonía Móvil

A partir de lo que establece la Ley de Vías Generales de Comunicación de 1940, y la Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones de 1971 por la UIT sobre las frecuencias adecuadas para el servicio telefónico móvil, se da pie al desarrollo de este servicio en México. Es así como, en 1976 se publica en el Diario Oficial de la Federación (DOF) las Características Técnicas de los Sistemas

¹⁵ *Ibidem.* p.37.

Radiotelefónicos Móviles y Terrestres y ese mismo año se asignan frecuencias para prestar dicho servicio.¹⁶

Si bien, en 1984 se otorgó a Radio Móvil Dipsa, S.A de C.V. (Telcel), una concesión para prestar el servicio móvil en auto, con cobertura en la Ciudad de México con el objeto de prestar servicios entre usuarios de telefonía fija y móvil, lo cierto es que el servicio de telefonía móvil da inicio con “... una invitación publicada en el Diario Oficial de la Federación en 1989 para que cualquier empresa interesada ofreciera este servicio. Desde entonces, cada cambio tecnológico nos ha permitido contar con más y mejores servicios”.¹⁷

Con lo anterior, el territorio mexicano se dividió en 9 regiones celulares, y se otorgaron las siguientes concesiones:

Empresa Concesionario	Año de otorgamiento de Concesión	Cobertura (Ciudades/Región)
SOS Telecomunicaciones, S.A. de C.V.	1989	Ciudad de México Estad de México Morelos Hidalgo
Radio Móvil Dipsa, S.A. de C.V.	1989	Tijuana Baja California
Baja Celular Mexicana, S.A. de C.V. (Propiedad de Motorola)	1990	Región 1

¹⁶ Procuraduría Federal de Consumidor (PROFECO), “Evolución y cambio en la oferta de servicios de Telecomunicaciones”, PROFECO, México, 2020, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/551880/Evolucion_y_Cambio_en_oferta_de_servicios_de_Telecomunicaciones_Profeco.pdf. Consultado el 26 de julio de 2023. p. 30.

¹⁷ *Ibidem*. p. 1.

Movitel del Noroeste, S.A. de C.V. (Propiedad de Motorola)	1990	Región 2
Telefonía Celular de Norte, S. A. de C.V. (Propiedad de Motorola)	1990	Región 3
Celular de Telefonía, S.A. de C.V. (Propiedad de Motorola)	1990	Región 4

Tabla 1. Concesiones otorgadas en 1989 y 1990 para el servicio móvil

Fuente: ¹⁸

De conformidad con la tabla anterior, es preciso mencionar que las empresas que pertenecían a Motorola fueron adquiridas por Movistar en el año 2000, tomando esta empresa el segundo lugar como operador en ese tipo de servicio; asimismo, en ese mismo año, entró al mercado Unefon quien en 2007 se fusionó con Iusacell y se convirtió en el tercer operador más grande en México; por su parte este tercer jugador fue adquirido por ATT tras la apertura de inversión extranjera gracias a la Reforma en Telecomunicaciones de 2013.

Asimismo, la Reforma en Telecomunicaciones de 2013 trajo consigo mayor competencia y con ello la incursión de los Operadores Móviles Virtuales (OMV), que surgieron desde 2016 y a 2019 se encontraban operando 19.¹⁹ Los OMV nacen con el objeto de ser los principales competidores de los tres grandes concesionarios (Telcel, Movistar, ATT), es decir, como una alternativa de servicios para los usuarios.

Por su parte, en 2014, el IFT otorgó la calidad de AEPT al Grupo de Interés Económico del que forman parte Telmex, Telnor, Telcel, América Móvil, Grupo

¹⁸ *Ibidem.* p.32

¹⁹ *Ibidem.* p.39.

Carso y Grupo Financiero Inbursa,²⁰ y con ello, se le impone regulación asimétrica incluyendo aquella que tiene que ver con la prestación del servicio móvil.

Partiendo de lo anterior, fue necesario regular el sector para que no hubiera fallas en el mercado, y existiera competencia efectiva, se garantizaron los derechos e intereses de los usuarios, como lo es, el derecho de acceso a las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y las telecomunicaciones, lo cual sirvió para tener mejores servicios y precios.

Asimismo, fue necesario una regulación que hiciera factible lo anterior para que el sector estuviera regulado por una autoridad con independencia; estructural, financiera y funcional, como lo hace actualmente el IFT.

Finalmente, es preciso mencionar que existen organizaciones internacionales y regionales que emiten recomendaciones en el sector de telecomunicaciones y que ponen sobre la mesa los retos que presenta el sector en temas regulatorios con el objeto de generar política pública que terminen en estructuras normativas adecuadas para el desarrollo del sector.

1.1.2. Servicio de telecomunicaciones móviles

El servicio de telecomunicaciones o telefonía móvil es aquel en virtud del cual un usuario se conecta a una red inalámbrica a través de equipos terminales móviles que no tienen una ubicación geográfica determinada.²¹

²⁰ Instituto Federal de Telecomunicaciones, “Versión pública del acuerdo P/IFT/EXT/060314/76”, IFT, México, 06 de marzo 2014, de https://www.ift.org.mx/sites/default/files/p_ift_ext_060314_76_version_publica_hoja.pdf. Consultado el 26 de julio de 2023. p. 1.

²¹ Instituto Federal de Telecomunicaciones, Lineamientos para la comercialización de servicios móviles por parte de operadores móviles virtuales, artículo 3, fracción XIV, Diario Oficial de la Federación el 09 de marzo de 2016, de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5429202&fecha=09/03/2016#gs.c.tab=0. Consultado el 30 de octubre de 2022.

A partir del servicio móvil, los usuarios pueden recibir llamadas, mensajes de texto, navegar por Internet y con dicho servicio tener acceso a aplicaciones que permiten el acceso a información y operaciones de manera casi inmediata.

El servicio de telefonía móvil funciona a través de celdas móviles a las cuales se les brinda la conectividad por medio de las estaciones de radiocomunicaciones, lo que permite al usuario tener movilidad y dependiendo de la célula donde se ubique es atendido por una estación que ampara cobertura en ese lugar, por lo que, este usuario no pierde comunicación.²²

Es así como, el servicio de telefonía móvil requiere de: dispositivos móviles, estaciones de radiocomunicaciones (radiobases) y centros de conmutación de móviles.

“La telefonía móvil convierte el tráfico (voz, datos, texto, mensajes multimedia etc.) en señales de radiofrecuencia (RF), las cuales viajan a través del aire (espectro radioeléctrico) hasta llegar a su destino”;²³ es decir, el espectro es un insumo necesario para las comunicaciones móviles, por lo que, es importante que la administración de este elemento sea eficiente y adecuado para cada servicio de telecomunicaciones.

En México las bandas de frecuencia que se utilizan para el servicio de telefonía móvil son: la banda de 800 MHz (814-849 MHz / 859-894 MHz); banda PCS (1850-1910 MHz / 1930-1990 MHz) y banda AWS (1710-1780 MHz / 2110-2180 MHz).²⁴

²² Rodríguez Gámez, Orlando, *et al.*, “Telefonía móvil celular: orígenes, evolución, perspectivas”, *Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba*, Holguín, Cuba, 2005, pp. 1-8, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181517913002>. Consultado el 30 de octubre de 2022. p. 3.

²³ Instituto Federal de Telecomunicaciones, “Lo que debes saber de tu celular”, de <https://www.ift.org.mx/conocenos/pleno/integrantes-del-pleno/telefonía-movil>. Consultado el 30 de octubre de 2022.

²⁴ *Idem.*

En virtud de lo anterior, la principal característica del servicio móvil es poder tener acceso a llamadas, SMS y datos, sin importar la ubicación geográfica del usuario, y por tal motivo se requiere de bandas de frecuencia de espectro específicas para poder lograr esto.

1.1.3. Evolución tecnológica (2G, 3G y 5G)

Con el objeto de que los servicios móviles puedan ser más eficientes la UIT como organismo especializado de las Naciones Unidas en tecnologías de la información y comunicación, emite diversas recomendaciones y estándares, entre ellas las de sistemas de telecomunicaciones móviles (IMT) que establecen altas velocidades de transmisión para el futuro, y prevén la diversificación de los servicios.

2G

A través de la implementación de la tecnología 2G, se permitió a los usuarios tener servicios de: voz, SMS, llamadas en espera, conferencias, transmisión de datos por SMS, y correo electrónico, todos en baja velocidad. Las tecnologías que se utilizaron para prestar servicios a través de 2G, son las siguientes:

- ✓ TDMA (por sus siglas en inglés), Acceso Múltiple por División en el Tiempo, con anchura de canal en 30 KHz, lo que logró mayor multiplexación por cada canal había 6 canales de voz a velocidad media y a velocidad completa por cada canal de radiofrecuencia había 3 canales.
- ✓ GSM (por sus siglas en inglés), Sistema Global para Comunicaciones Móviles, el cual se introduce como servicio de comunicación personal (PCS por sus siglas en inglés). Tecnología digital, donde por cada canal de radiofrecuencia había 8 canales, definiendo su ancho de banda de radiofrecuencia en 200 KHz por canal.
- ✓ CDMA (por sus siglas en inglés), Código de División de Acceso Múltiple, con anchura de canal en 1,23 MHz, donde por cada canal de radiofrecuencia habría 52 canales de voz.

Por su parte, la UIT señaló que las telecomunicaciones móviles para el año 2000 debían de lograr 2 Mbps y con ello se dio paso a la tecnología 3G.

3G

Para lograr lo anterior, se agregó al GSM un módulo para la transmisión de datos, este módulo GPRS (por sus siglas en inglés), Servicio General de Paquetes vía Radio, generó aumento en la velocidad de la red y se conoció como 2.5G; es decir, con esto no se cumplió el cometido para alcanzar la 3G, por lo que se recurrió a introducir un GPRS evolucionado con el nombre de EDGE (por sus siglas en inglés), Tarifas de Datos realizadas para evolución de GSM.

Posteriormente surge en 2002 el UMTS (por sus siglas en inglés), Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles, con lo que se logra la velocidad establecida por la UIT para la 3G (2 Mbps).

Por lo anterior, los servicios que se prestan en la tecnología 3G aumentaron su velocidad de transmisión, y ello favoreció a la introducción de nuevos servicios, como: GPS, multimedia y video; asimismo, se modernizaron los teléfonos y surgieron nuevas experiencias.

4G

Al igual que lo que estableció la UIT para lograr el 3G, esta organización determina que las redes móviles deben de lograr 1000 Mbps en enlace descendente y 1000 Mbps en reposo, para ello se utilizó la tecnología LTE (por sus siglas en inglés), Evolución a Largo Plazo, y para lograr el objetivo de la velocidad solicitada por la IUT se integró el EPC (por sus siglas en inglés), núcleo de paquetes evolucionados dentro de la red, por su parte, el LTE evoluciono a LTE Advance Pro, con lo que se prestan los servicios en 4G y las velocidades mejoraron en comparación con la 3G, por lo que se logró; 1) conectar más dispositivos, 2) menor tiempo en respuestas, y 3) mayor eficiencia en la transmisión de datos.

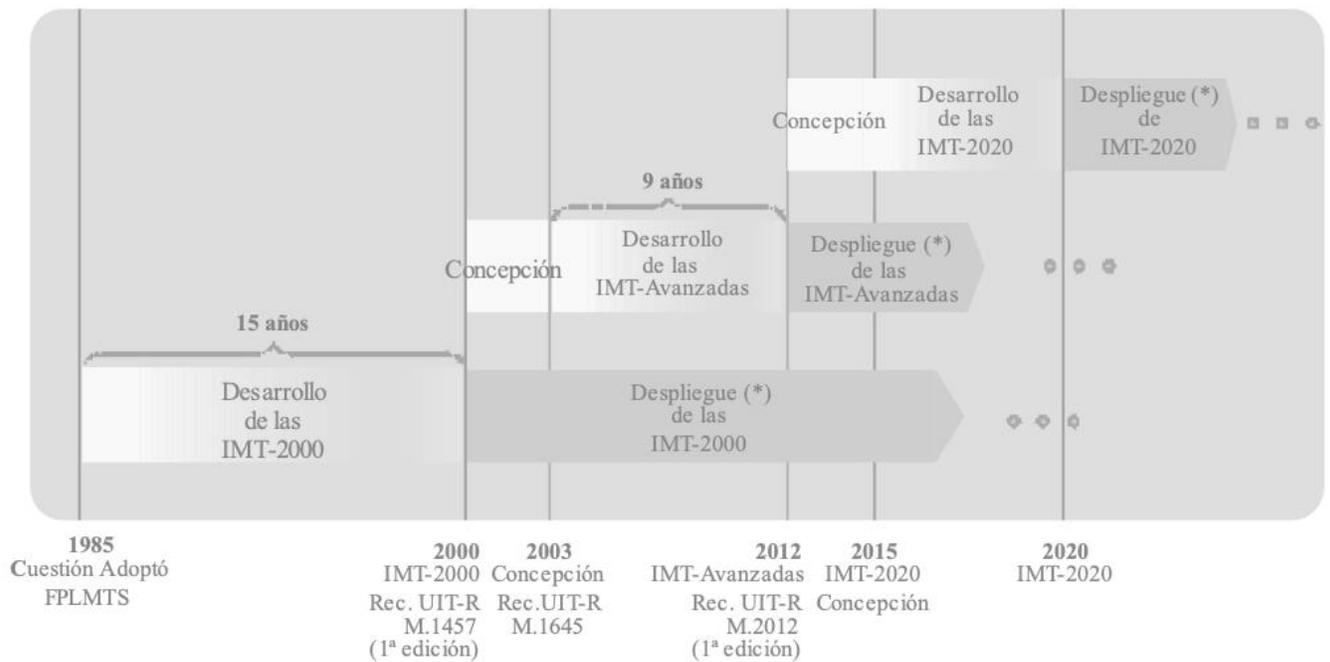
Por su parte, la UIT emitió la IMT para 2020 que determina que para la tecnología 5G se requeriría;

“... banda ancha móvil mejorada (eMBB, por sus siglas en inglés), comunicaciones ultra confiables de baja latencia (uRLLC, por sus siglas en inglés), y Comunicaciones masivas entre maquinas (mMTC, por sus siglas en inglés), lo cual se constituirá en catalizador para la aparición de nuevos servicios y el desarrollo de tecnología como: video UHD, Home Broadband, Smart Manufacture, Smart Grid, Connected Card, Samrt Healthcare, Smart Por, Smart city, Augmented Reality and Virtual Reality, entre otros.”²⁵

A partir de lo anterior, es que la UIT contempla el inicio de la introducción de las redes 5G y con ello la implementación de esta tecnología en los países, lo que significa para esto, tener el espectro y los equipos adecuados; así como, la inversión por parte de la industria.

²⁵ Centro de Estudios Avanzados de Banda Ancha para el Desarrollo (CEABAD), Nueva gestión del espectro, Modulo 1 “introducción y conceptos básicos de 5G: ¿Por qué es relevante en Latinoamérica?”, s.f., p.9

A continuación, se presenta un esquema cronológico del avance de las IMT desde 1985 a la fecha:



(*) El momento del despliegue puede variar según el país.

M.2083-01

Imagen 1. Cronología del desarrollo y despliegue de las IMT

Fuente: ²⁶

Del esquema anterior, podemos observar que el desarrollo y despliegue de la evolución tecnológica móvil ha llevado años, pues cumplir objetivos de velocidad y de eficiencia en redes es un trabajo que deben hacer los países en conjunto con las empresas que prestan los servicios y las que desarrollan equipos, así como, el gobierno que debe fungir como el impulsor y facilitador de diálogo y de política pública que ayuden a implementar de manera adecuada redes de tecnología de punta.

²⁶ Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), “Recomendación ITU-R M.2383-0”, UIT, Ginebra Suiza, 29 de septiembre de 2015, <https://www.itu.int/rec/R-REC-M.2083-0-201509-l/es>. p. 11.

1.2. Tecnología 5G

Una de las acepciones que la Real Academia Española realiza sobre tecnología, es la que indica que por tecnología se debe entender "... al conjunto de los instrumentos y procedimientos industriales de un determinado sector o producto".²⁷

Al respecto, es importante mencionar que: "... el determinismo tecnológico comprende por lo tanto dos elementos: sostiene que 1) la tecnología se desarrolla autónomamente, siguiendo una lógica interna que es independiente a las influencias externas; y 2) que la tecnología configura a la sociedad a partir de su impacto económico y social".²⁸ Al aplicar lo anterior a la evolución de la tecnología de los servicios de telecomunicaciones móviles, se puede considerar que esta ha tenido un impacto importante en la sociedad, ya que, la ha transformado, pues actualmente, las comunicaciones se dan en su mayoría a través de las telecomunicaciones móviles (acceso de información a través de Internet móvil y aplicaciones).

Ahora bien, la tecnología 5G ha sido definida como la próxima generación de tecnología móvil, la cual continúa el desarrollo de las generaciones anteriores de tecnología móvil 3G y 4G. Asimismo, también se puede entender como una cadena de tecnologías del sector de servicios de telecomunicaciones móviles para el intercambio de información que demanda mayor capacidad, mayor velocidad y mayor conexión de dispositivos.

Por su parte, para el experto en telecomunicaciones, el Dr. Jorge Bravo, el 5G no es una tecnología, sino "... una cadena de tecnologías, todas ellas integradas:

²⁷ Real Academia Española, Diccionario de la Lengua Española, "Tecnología", Real Academia Española, 23ª edición, octubre de 2014, de <https://dle.rae.es/tecnolog%C3%ADa>. Consultado el 03 de julio de 2022.

²⁸ Bijker Wiebe, E, "¿Cómo y por qué es importante la tecnología?", *Redes*, Argentina, vol. 11, núm. 21, Mayo 2005, p. 22, de <https://www.redalyc.org/pdf/907/90702101.pdf>. Consultado el 03 de julio de 2022.

frecuencias, nube, fibra óptica, edge computing, internet de las cosas, semiconductores (chips)".²⁹

Por lo anterior, se puede indicar que la tecnología 5G es una cadena de tecnologías del sector de servicios de telecomunicaciones móviles para el intercambio de información.

Al respecto, es importante mencionar las aportaciones de las redes 2G, 3G y 4G. La red 2G permitió una mejor calidad en las llamadas y la transmisión digital a una muy baja velocidad, la red 3G mejoró la velocidad de transmisión y permitió la utilización de los teléfonos inteligentes, y la red 4G logró una descarga de datos de aproximadamente 12MB/S, mientras, que la red 5G ofrece una velocidad 100 veces más rápida que la red de cuarta generación.³⁰

Lo anterior es importante, ya que, de acuerdo con la evolución de las tecnologías los servicios de telecomunicaciones móviles han cambiado; es decir, han ido desde la posibilidad de recibir llamadas, mandar mensajes de texto, enviar imágenes, enviar archivos en sus diferentes formatos; hasta el uso de aplicaciones que nos permiten interactuar de manera inmediata con una o más personas ya sea por texto, voz o video llamada.

“Es así como, las nuevas necesidades que implican las redes 5G estarán relacionadas con un mayor volumen de tráfico, mayor número de dispositivos con diversos requisitos de servicios, una mejor percepción de calidad por el usuario y mayor asequibilidad gracias a la reducción progresiva del costo; tanto de los sistemas de red, como de

²⁹ Bravo Torres Coto, Jorge, “Imagina 5G”, *El Economista*, México, 21 de enero de 2022, de <https://www.eleconomista.com.mx/opinion/Imagina-5G-20220121-0031.html>. Consultado el 28 de octubre de 2022.

³⁰ De la Torre Bañuelos, Geovana del Carmen, “Iniciativa con proyecto de Decreto por el que se reforma y adiciona el artículo 118 de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, en materia de inclusión de las personas usuarias a la red 5G”, *Sistema de Información Legislativa*, pp. 4-5, de https://infosen.senado.gob.mx/sgsp/gaceta/65/1/2022-07-13/1/assets/documentos/Inic_PT_Sen_Banuelos_Lucero_Padilla_art_118_LFTyR.pdf. Consultado el 28 de octubre de 2022.

la amplia gama de dispositivos que se esperan.³¹

Por lo anterior, México tiene la necesidad de implementar la tecnología 5G de una forma eficaz, pues de ello depende que se logre eficientar el tráfico y la hiperconectividad de sujetos y objetos sin que conlleve a un costo elevado para el usuario.

1.2.1. Características de la tecnología 5G

De conformidad con la UIT-R M.2083 (IMT-2020), las características que deben de cumplir las redes 5G son las siguientes:

- ✓ Mayor ancho de banda (eMBB, Enhanced Mobile Broadband Acces).
- ✓ Menor latencia (URLLC, Ultra Reliable Low Latency communications), hasta 1 ms.
- ✓ Comunicación masiva tipo maquina (mMTC, Massive Machine Type Communications).
- ✓ Mayor capacidad de transmisión de datos.
- ✓ Mayor conexión de dispositivos

Lo anterior, la UIT lo ha graficado de la siguiente forma:

³¹ Instituto Federal de Telecomunicaciones, *op. cit.* p.10.

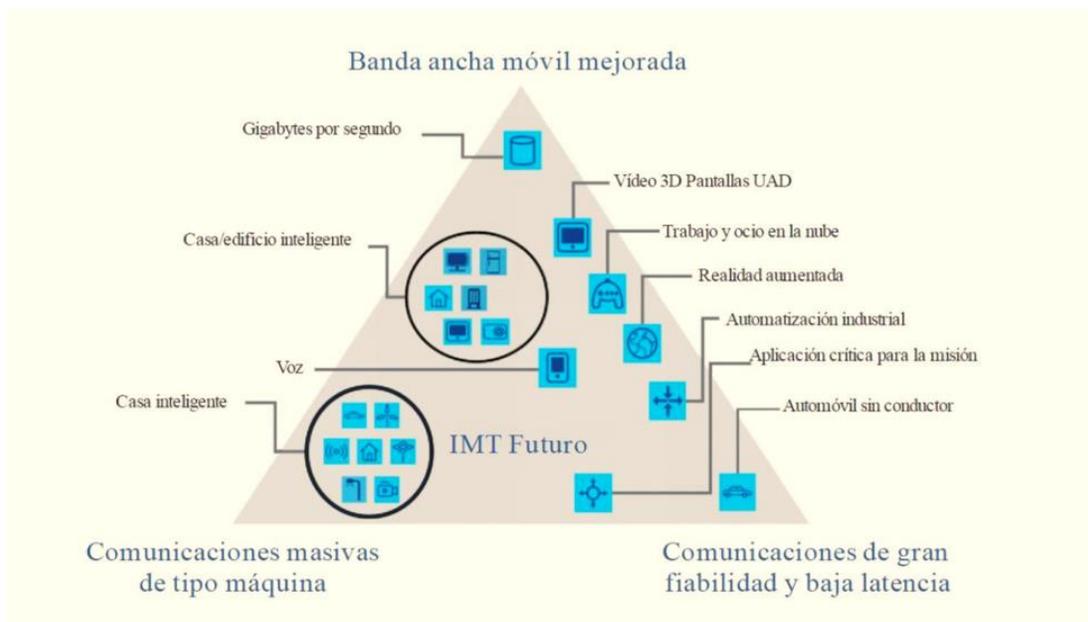


Imagen 2. Características de las redes 5G

Fuente:³²

Es decir, las redes de tecnología avanzada o redes 5G deberán contar con alta velocidad, mayor fiabilidad, baja latencia, y deberán permitir un mayor número de dispositivos contactados y con ello surgirán nuevas aplicaciones y servicios que permitan estar hiperconectados, es decir se deberá cumplir con lo siguiente:

1. Aumento en el volumen del tráfico de datos móviles. El aumento del volumen del tráfico dependerá de cada país y a su vez de cada región de país, ya que existen factores socioeconómicos que implican que aun exista brecha digital y falta de adopción de tecnologías, por lo que, de ello también dependerá el aumento en el volumen del tráfico de datos, ya que, "... se prevé que el tráfico mundial de la IMT se multiplicará por 10-100 veces de 2020 a 2030".³³
2. Aumento en número de dispositivos que acceden a la red. El aumento de los dispositivos conectados ha crecido en los últimos años, por dar un ejemplo,

³² Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), "Recomendación...", *op.cit.* p.13.

³³ *Ibidem.* p.6.

la infraestructura que antes soportaba 100 dispositivos conectados, con la 5G deberá soportar 1000, esto provoca una sobre saturación que afecta de manera directa el servicio; es decir, en este ejemplo pueden existir usuarios que no se puedan conectar o que tarden mucho en conectarse; es por ello que se requiere de equipos específicos y de determinadas ondas electromagnéticas que permitan que existan mayores dispositivos sin que ello implique deficiencia en los servicios, sino todo lo contrario, que se pueda hacer un uso eficiente que permita mayor velocidad y menor latencia.

3. Aparición de aplicaciones de IoT (internet de las cosas). Actualmente no solo tenemos teléfonos inteligentes conectados a redes fijas y móviles, sino que existen otro tipo de dispositivos que se conectan a Internet y con ello el usuario puede a través de aplicaciones revisar el estado de sus herramientas, por ejemplo, con un refrigerador conectado a IoT el usuario a distancia puede revisar que alimentos están contenidos en su refrigerador y con ello tener una administración eficiente de sus alimentos. Por lo anterior, la tendencia es que cada vez más aparatos electrónicos se conecten a Internet para hacerlos más funcionales y eficientes.

En virtud de la tendencia antes indicada, las redes deben tener la capacidad de soportar un mayor número de dispositivos conectados de manera simultánea.

4. Aplicaciones. El surgimiento de nuevas aplicaciones que resuelvan problemas de la vida cotidiana ya sea en el ámbito educativo, cultural o laboral, tendrán nuevas exigencias que requerirán un mayor intercambio de datos, para lo que se requiere una menor latencia y una mejor velocidad, ello aunado a los dispositivos que están conectados y que están demandando de estas aplicaciones información de subida y bajada de manera constante, esto incluye aplicaciones de realidad virtual y realidad aumentada que se utilizan en el ámbito del entretenimiento pero que también se están comenzando a utilizar como herramientas educativas.

1.2.2. Seguridad en la tecnología 5G

Uno de los grandes cambios que trae consigo la tecnología 5G es el aumento de dispositivos conectados a las redes; es decir, el aumento del IoT, que se utiliza tanto en el ámbito residencial como en el empresarial y para uso cotidiano.

Por lo anterior, es importante que estos dispositivos que se conectan tanto por vía bluetooth como por wifi, tengan ciertas protecciones (seguridad en dispositivos); asimismo, es importante que el software de dichos dispositivos puedan actualizarse para efectos de corregir errores y vulnerabilidades. Lo anterior, ya que los dispositivos al estar conectados pueden ser atacados.

En ese sentido, se requieren se cumplan con las disposiciones o normas de homologación de equipos; asimismo, no solo en equipos móviles, si no que otro tipo de equipos cuenten con certificados de seguridad, por lo que este trabajo será multistakeholders, pues en muchos casos se sale de la esfera jurídica del derecho de las telecomunicaciones.

Por su parte, las redes también deben de cumplir con ciertas características de seguridad, como contar con el protocolo HTTPS, una capa de seguridad de transportes TLS, certificaciones digitales y formas de autenticación.

Algunas amenazas en contra de las redes pueden ser:

“Los ataques de los botnets controlan una red de dispositivos conectados para llevar a cabo un ataque cibernético masivo.

La denegación de servicio distribuido (DDoS) sobrecarga una red o un sitio web para desconectarlo.

Los ataques de intermediarios (MiTM) interceptan y cambian silenciosamente las comunicaciones entre dos partes.

El seguimiento de la ubicación y la interceptación de llamadas se puede hacer si alguien sabe aunque sea un poco sobre los protocolos

de búsqueda de emisiones.”³⁴

Es así como, al existir una mayor capacidad en las redes 5G, eso trae consigo una mayor cantidad de datos e información que se transmite, para estos efectos es importante que las redes como ya se indicó trabajen con el protocolo HTTPS; asimismo, es necesario el cifrado de información punta a punta para garantizar la confidencialidad y privacidad de la información.

En este sentido, el comisionado del IFT, Arturo Robles Rovalo ha señalado:

*“... desde el Comité 5G del Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT), se han detectado riesgos a partir del despliegue de estas redes como: ataques a componentes de conectividad o antenas, lo que tendría como consecuencia fallas o interrupción de los servicios; control por parte de un tercero a los núcleos de la red 5G; retraso en la identificación de los problemas de seguridad y aplicación oportuna de las medidas de mitigación; así como la fuga masiva o robo de datos personales”.*³⁵

Si bien, la importancia de la seguridad no nace con la tecnología 5G, sino que está ya existía, cobra relevancia en la implementación de la tecnología 5G, precisamente por las características de este tipo de redes; mayor velocidad, mayor capacidad y mayor transferencia de datos, en dicho sentido existe un riesgo más alto de presentar un ataque que vulnere la confidencialidad de la información, es por ello que el trabajo colaborativo ayudará a que se minimicen los riesgos a los que se pueden enfrentar las redes de telecomunicaciones de quinta generación.

³⁴ Kaspersky, “¿Es peligrosa la tecnología 5G? pros y contras de la tecnología 5G”, Kaspersky, s.f., España, de <https://www.kaspersky.es/resource-center/threats/5g-pros-and-cons>. Consultado el 05 de abril de 2024.

³⁵ Robles Rovalo, Arturo, “Seguridad y protección de datos en tiempos de 5G”, Cámara periodismo legislativos, 14 de julio de 2022, México, de https://comunicacionsocial.diputados.gob.mx/revista/index.php/en-opinion-de/seguridad-y-proteccion-de-datos-en-tiempos-de-5g_20220614_143755. Consultado el 05 de abril de 2024.

1.2.3. Elementos esenciales

Adicional a lo anterior, las redes 5G requerirán de elementos esenciales como lo es el espectro radioeléctrico, la banda ancha y latencia.

1.2.2.1. Espectro radioeléctrico

Los servicios de telecomunicaciones y radiodifusión necesitan del espectro radioeléctrico para poder realizar su objeto, ya que, a través de las ondas electromagnéticas viaja la información para proveer los servicios, y se debe entender a este como el “Espacio que permite la propagación, sin guía artificial, de ondas electromagnéticas cuyas bandas de frecuencias se fijan convencionalmente por debajo de los 3,000 gigahertz”.³⁶

De lo anterior, se puede advertir que lo que existe dentro del espectro radioeléctrico son ondas electromagnéticas que viajan a una frecuencia.

Por su parte, las ondas de frecuencia se fijan convencionalmente por debajo de los 3000 gigahertz que se propagan por el espacio sin guía artificial,³⁷ asimismo, la frecuencia es el número de ciclos que la onda realiza por segundo cuya unidad es el Hertz (Hz), en virtud de lo anterior, las bandas de frecuencia tienen características específicas.

En México, de acuerdo con la LFTR, el IFT es el encargado de administrar el uso y aprovechamiento del espectro radioeléctrico de una forma eficiente, considerando la “evolución tecnológica en materia de telecomunicaciones y radiodifusión, particularmente la de radiocomunicación y la reglamentación en materia de radiocomunicación de la UIT”³⁸, en virtud de lo anterior, México debe cumplir con

³⁶ Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, *op. cit.*, artículo 3, fracción XXI.

³⁷ Unión Internacional del Telecomunicaciones, Reglamento de Radiocomunicaciones, UIT, edición 2020, Sección 1, numeral 1.5, de <https://www.itu.int/es/publications/ITU-R/pages/publications.aspx?lang=es&media=electronic&parent=R-REG-RR-2020>. Consultado el 30 de octubre de 2022.

³⁸ Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, *op. cit.*, artículo 56.

la implementación de la tecnología 5G, tomando en cuenta las características de las bandas de frecuencia.

Es así como, en 2021, el IFT creó el Comité Técnico en Materia de despliegue de 5G en México (Comité), como “un órgano técnico de apoyo al Instituto, de naturaleza consultiva y no vinculante, que permitirá la interacción entre el Instituto, la industria, la academia, los entes públicos y cualquier persona interesada, para exponer las necesidades, estrategias, prospectiva y estudios de 5G actuales y futuros, con el propósito de elaborar contribuciones que servirán como insumo, para que el Instituto propicie un desarrollo eficiente de 5G en México”.³⁹

Lo anterior, ya que se requiere conocer a nivel institución las necesidades y aportaciones del público en general que le permitan al IFT implementar la tecnología 5G de la mejor manera, esto implica poder designar las bandas de frecuencias adecuadas para los requerimientos de esta tecnología y diseñar el marco jurídico adecuado en concordancia con la normativa internacional y tomando en cuenta las mejores prácticas internacionales, con el objeto de que exista una armonización de frecuencias que eviten la interferencia en los servicios.

1.2.2.2. Banda ancha móvil

En 2010 se creó la Comisión de la Banda Ancha para el Desarrollo digital por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la cultura (UNESCO) y la UIT.

A partir de la Reforma en Telecomunicaciones, México incluye en el artículo 6º constitucional, que el Estado debe garantizar el acceso a la banda ancha que es

³⁹ “El comité técnico se estableció el 06 de octubre de 2021 por acuerdo P/IFT/061021/497 y entró en operación el 21 de octubre de 2021”, de Instituto Federal de Telecomunicaciones, Comité Técnico en Materia de Despliegue de 5G en México, Instituto Federal de Telecomunicaciones, “Comité técnico en del documento, país, año, página oficial del IFT, de <https://comite5g.ift.org.mx/pages/generalidades>. Consultado el 23 de octubre de 2022.

la capacidad con la que cuenta una red para ofrecer servicios. Por su parte, la banda ancha móvil es:

“... la conexión inalámbrica a la red pública de telecomunicaciones a través de tecnologías de acceso LTE o superiores, para transmitir y recibir información, que permite el acceso a Internet a velocidad de descarga iguales o superiores a 10 Mbps y velocidades de carga iguales a superiores a 5Mbps”.⁴⁰

Por lo anterior, podemos indicar que las características de la banda ancha móvil son: la conexión y la transmisión de carga y baja de información y que en virtud de cómo se utilizan los servicios se deben garantizar los parámetros mínimos de banda ancha. Asimismo, “... la banda ancha móvil es aquella que utiliza radio bases para permitir la conexión por medio de redes 3G, 4G y 4.5G en teléfonos y dispositivos móviles”.⁴¹

Con un buen ancho de banda móvil, los servicios son más eficientes, pues la carga de información es mucho más rápida y se evita que ocurran desconexiones en caso de que varios dispositivos estén conectados; es decir, el servicio del proveedor también puede verse afectado por la cantidad de suscriptores que tiene una determinada cobertura.

1.2.2.3. Latencia

La tecnología 5G requiere que exista una menor latencia en la transmisión de datos, es decir, la latencia es el tiempo de respuesta de un servicio entre dos

⁴⁰ Instituto Federal de Telecomunicaciones, “Anteproyecto de lineamientos que establecen los parámetros mínimos de banda ancha a que deberán sujetarse los prestadores de servicio de acceso a internet”, artículo 4 IFT, de <https://www.ift.org.mx/sites/default/files/industria/temasrelevantes/11337/documentos/anteproyectolineamientosbandaancha002.pdf>. Consulta de 30 de octubre de 2022.

⁴¹ Telcel, “¿Cómo funciona el internet de banda ancha?”, de <https://www.telcel.com/empresas/tendencias/notas/como-funciona-internet-banda-ancha>. Consulta de 30 de octubre de 2022.

puntos (origen y destino) en una red y su medición se efectúa a partir de un protocolo UDP considerando el tiempo de ida y vuelta de los paquetes de datos enviados.⁴²

La latencia tiene que ver con las bandas de frecuencia que se utilicen para brindar los servicios, ya que las bandas de frecuencia altas pueden brindar menor cobertura, pero mayor capacidad y baja latencia.

“Uno de los objetivos principales de las bandas de frecuencia altas, es que deberán contar con un nivel de armonización suficiente para fomentar el desarrollo de las economías de escala y por ende obtener precios asequibles”.⁴³ Lo anterior, ayudará a poder implementar la tecnología 5G, ya que se necesitará que los servicios se presten con baja latencia, para lo cual se requieren bandas de frecuencia específicas.

1.3. Requerimientos técnicos de la tecnología 5G

Uno de los objetivos que establece la Constitución de la UIT, es que los recursos como el espectro al ser recurso limitados, se utilicen de forma racional, eficaz y económica y aplicar los últimos adelantos tecnológicos.⁴⁴ En cuanto a requerimientos técnicos la IMT-2020, establece los siguiente:

Para mejoramiento de eficiencia espectral⁴⁵:

⁴² Instituto Federal de Telecomunicaciones, Lineamientos que fijan los y parámetros de calidad a que deberán sujetarse los prestadores del servicio fijo, artículo 6, Diario Oficial de la Federación el 25 de febrero de 2020, de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5587373&fecha=25/02/2020#gsc.tab=0índices. Consultado el 30 de octubre de 2022.

⁴³ Instituto Federal de Telecomunicaciones, “Panorama del espectro radioeléctrico en México para servicios móviles de quinta generación”, *Unidad de Espectro radioeléctrico*, marzo, 2019, p. 35, de <https://www.ift.org.mx/sites/default/files/panoramadelespectroradioelectricoenmexico para5g.pdf>. Consultado el 28 de octubre de 2022.

⁴⁴ Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), Constitución de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, Ginebra Suiza, Artículo 44. p. 49, de <https://www.itu.int/en/council/Documents/basic-texts/Constitution-S.pdf>. Consultado el 26 de julio de 2023.

⁴⁵ Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), “Recomendación...”, *op.cit.* p.7

- ✓ Esquemas de acceso múltiple (FOODM)
- ✓ Modulación multiportadora de banco de filtros (FBMC)
- ✓ Acceso múltiple por división de patrones (PDMA)
- ✓ Acceso múltiple de código disperso (SCMA)
- ✓ Accesos múltiples por división entre lazado y
- ✓ Dispersión de baja latencia

Para tecnología de antenas⁴⁶:

- ✓ Haz 3D (3D-BF)
- ✓ Sistemas de antenas activos (SAA)
- ✓ MIMO masivo
- ✓ MIMO de red

Se requerirá de mayor número de antenas MIMO, las cuales servirán para multiplicar la capacidad de radio y ayuda de manera directa a eficientar el espectro radioeléctrico, ya que, permite el aumento de la velocidad de transmisión de información.

Tecnología de red⁴⁷:

- ✓ Software (SDN)
- ✓ Virtualizaciones de funciones de red (NFV)

Tecnología para banda ancha⁴⁸:

- ✓ Redes multitramo basadas en la retransmisión

Con la implementación de las tecnologías antes mencionadas, el principal objetivo es poder eficientar el espectro radioeléctrico; sin embargo, también se

⁴⁶ *Idem.*

⁴⁷ *Idem.*

⁴⁸ *Ibidem.* p.8.

busca mejorar la eficacia en las redes y en la operación, así como, eficientar la transmisión de contenido.

Adicional a lo anterior, también se requiere mayor cantidad de espectro y espectro contiguo que pueda soportar el crecimiento de volumen de tráfico esperado; es así como, las bandas de frecuencia altas pueden ser las mejores en el sentido de que son de mayor capacidad y propiciarían el desarrollo de la redes 5G; es así como, la IMT-2020 establece que las bandas entre 6 y 100 Ghz son propicias para el desarrollo de dicha tecnología pues se requerirá de hasta 1GHz de espectro para poder cumplir con la demanda de tráfico que se prevé fluctuará.

Sin duda, algo sumamente importante para la tecnología 5G es la armonización del espectro, ello quiere decir, que el uso de las bandas de frecuencia esté destinado para los mismos servicios a nivel internacional, y con ello se puedan evitar interferencias en los servicios, sobre todo en países vecinos, por lo tanto, "... la armonización del espectro de las IMT permitiría homogeneizar el equipo y obtener así economías de escala y una mayor asequible habilidad del equipo".⁴⁹

Por su parte, otro elemento importante que requerirán la tecnología 5G es fibra óptica, la cual deberá ser tendida hasta el nivel de antena para lograr un aumento en la velocidad de transmisión.

En ese mismo orden de ideas, se requerirá que se implemente el mecanismo de *network slicing*⁵⁰ que "... permite garantizar la optimización y uso de los recursos

⁴⁹ *Ibidem.* p. 10.

⁵⁰ "La Virtualización de funciones de red resulta muy relevante en el contexto de la evolución de las redes inalámbricas, donde se ha concebido a las redes 5G como aquellas a través de las cuales los servicios y aplicaciones pueden tener una variedad de diferentes requerimientos de funcionalidades, desempeño o incluso usuarios. En ese contexto, *network slicing* se presenta como una de las características principales de esta nueva generación, entendida como la posibilidad de que una red se pueda dividir mediante particiones lógicas, cada una con configuración específica para cumplir con requerimientos de diversos servicios y aplicaciones" de Instituto Federal de Telecomunicaciones, Lineamientos para la gestión de tráfico y administración de red a que deberán sujetarse los concesionarios y autorizados que presten el servicio de acceso a Internet, Diario Oficial de la Federación, México, 2021, de

disponibles, al tiempo que satisface los requerimientos particulares de conectividad de manera dinámica de cada una de las aplicaciones”;⁵¹ es decir, con este mecanismo la red se divide según se requiera el servicio, lo que ayuda a mejorar el rendimiento de la red pues el espectro se utiliza dependiendo de la aplicación o servicio que lo requiera; sin embargo, es importante destacar que en algunos países este mecanismo ha causado ruido en el sentido de poder afectar la neutralidad de la red, por lo que habrá que considerar reglas específicas que no vayan en contra de lo que establece la regulación en cuestiones de neutralidad.

1.4. Usos de la tecnología 5G

Los servicios de telecomunicaciones son una fuente importante de desarrollo económico en los países, pues afectan de manera directa los sectores productivos como el de la agricultura y el industrial; asimismo, el sector de salud y educativo mejoran con la evolución tecnológica e impactan en el crecimiento económico de los países que impulsan las TIC y las telecomunicaciones, en ese sentido, es importante mencionar algunos usos de la tecnología 5G.

La tecnología 5G facilitará la economía, ya que surgirán nuevos aplicativos que permitirán una mayor transmisión de datos, con esto los procesos de las industrias podrán ser más rápidos y eficientes, lo que ayudará en el ahorro costos. Asimismo, surgirán nuevos modelos de negocios pues habrá un aumento en los datos y por lo tanto ese manejo de *Big Data* propiciará nuevas formas de diseñar perfiles de usuarios para la venta de productos y servicio, esto por medio del análisis de información en menor tiempo.

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5622965&fecha=05/07/2021#gs.c.taCuevas b=0. Consultado el 26 de julio de 2023.

⁵¹ Cuevas Ruíz, José Luis, “Análisis y evaluación de las alternativas, para gestionar de manera eficiente el espectro utilizado en el marco de las redes de 5G en México”, Instituto Federal de Telecomunicaciones, México, julio 2022, de <https://centrodeestudios.ift.org.mx/admin/files/estudios/1669919344.pdf>. Consultado el 26 de julio de 2023. p.28

En el ámbito educativo, mejorará la forma de enseñanza siendo esta más interactiva, implementando la realidad virtual y la educación a distancia.

Por su parte, ayudará a que las redes electrónicas sean inteligentes ya que al implementarse el M2M (comunicación máquina a máquina) esto permite la eficiencia de energía pues estas máquinas determinan su estado de reposo para ahorrar energía.

Las redes 5G serán útiles en la ciber salud, sobre todo cuando se ejecuten acciones a distancia, como lo son cirugías o atención médica de urgencia, en cuyo caso se requiere de muy baja latencia y de una respuesta casi instantánea, asimismo, en el tema de transmisión de datos médicos que, en virtud de su naturaleza, es información pesada que puede tardar en llegar o incluso puede perderse en el transcurso de la transmisión.

1.5. Objetivos de la tecnología 5G

Es así como, los objetivos establecidos en la IMT-2020 sobre la tecnología 5G son los siguientes:

1. Velocidad:
 - ✓ Banda ancha móvil mejorada 10Gbs/s y en ciertas condiciones 20Gbs/s
 - ✓ Zona urbana y suburbana 100Mbs/s
 - ✓ Zona de acceso inalámbrico 1Gb/s en interiores
2. Eficiencia espectral 3 veces mayor que los IMT- Avanzadas
3. Capacidad de tráfico de 10Mbit/s m²
4. Latencia radioeléctrica de 1 ms
5. Movilidad de hasta 500 km/h con un QoS aceptable
6. Densidad de conexión de hasta 10⁶/km²

7. Comunicaciones M2M masivas (mMTC). Hasta un millón de conexiones por km², así como el uso de algoritmos y tecnología que permite que la duración de la batería alcance hasta 10 años en dispositivos IoT.⁵²

Asimismo, los factores⁵³ a tomar en cuenta son:

- ✓ Tendencias del usuario, requisitos y demanda
- ✓ Capacidades técnicas y desarrollo tecnológico
- ✓ Desarrollo de normas y mejoras de estas
- ✓ Aspectos relacionados con el espectro
- ✓ Consideraciones reglamentarias
- ✓ Despliegue de sistemas

Es así como, los países, incluido México deberán tomar en cuenta estos objetivos como parámetro en la implementación de la tecnología 5G, por lo cual deberán como primera instancia determinar el espectro adecuado para poder lograr la velocidad, eficiencia y latencia determinada, para ello, se deberá establecer el panorama actual del espectro y de las redes, así como, los usos para los cuales la tecnología 5G ayudará en el desarrollo económico contemplando el costo-beneficio de adopción de dicha tecnología.

⁵² *Ibidem.* p. 15

⁵³ *Ibidem.* p.19



Capítulo 2

5G su implementación regulatoria en México y en dos países de Latinoamérica

Capítulo 2. 5G su implementación regulatoria en México y en dos países de Latinoamérica

2.1. Estado actual de la tecnología 5G en México

En México, a partir de la reforma constitucional en el sector de Telecomunicaciones, se reconoce el derecho de acceso a las tecnologías de la información y comunicación; así como, a los servicios de telecomunicaciones.

Por su parte, de acuerdo con la LFTR el IFT es el encargado de administrar el uso y aprovechamiento del espectro radioeléctrico de una forma eficiente, considerando la “evolución tecnológica en materia de telecomunicaciones y radiodifusión, particularmente la de radiocomunicación y la reglamentación en materia de radiocomunicación de la UIT”,⁵⁴ es así como, México deber cumplir con la implementación de la tecnología 5G pues es la evolución de la tecnología 4G.

En concordancia con lo anterior, el IFT emitió el documento denominado Panorama del espectro radioeléctrico en México, la Hoja de ruta del IFT (2022-2025)⁵⁵ y creo el Comité Técnico en Materia de despliegue de 5G en México (Comité), como:

“un órgano técnico de apoyo al Instituto, de naturaleza consultiva y no vinculante, que permitirá la interacción entre el Instituto, la industria, la academia, los entes públicos y cualquier persona interesada, para exponer las necesidades, estrategias, prospectiva y estudios de 5G actuales y futuros, con el propósito de elaborar contribuciones que servirán como insumo, para que el Instituto propicie un desarrollo

⁵⁴ Ley Federal de Telecomunicaciones..., *op cit.* artículo 56.

⁵⁵ Instituto Federal de Telecomunicaciones, Infografía 5G Regulación de las Redes, de <https://sensor5g.ift.org.mx/regulacion>, Consultado el 13 de febrero de 2023.

eficiente de 5G en México".⁵⁶

Asimismo, el IFT ha identificado los retos para la implementación de un marco regulatorio y se señalan los siguientes: reducción de barreras a la inversión, disponibilidad, estandarización global y costos del espectro.⁵⁷

Es así como, uno de los temas y retos de mayor importancia para poder hacer factible la tecnología 5G en México es la administración del espectro radioeléctrico, por lo que, se deben seleccionar las bandas de frecuencias adecuadas para su despliegue. Lo anterior, cobra relevancia, ya que, la tecnología 5G está relacionada "con un mayor volumen de tráfico, mayor número de dispositivos con diversos requisitos de servicio, una mejor percepción de calidad por el usuario y mayor asequibilidad gracias a la reducción progresiva del costo; tanto de los sistemas de red, como de la amplia gama de dispositivos que se esperan".⁵⁸

Por lo anterior, se requiere que México tome en cuenta las recomendaciones de la UIT respecto de las bandas de frecuencia para operar las redes de quinta generación, con el objeto de que exista una armonización global en el uso de las bandas, asimismo, se deberá considerar las características de estas; es decir, si son bandas bajas (mayor cobertura y capacidad limitada) o bandas altas (menor cobertura y mayor capacidad y baja latencia), así como, el estado actual de estas en México, pues algunas ya están ocupadas y asignadas para ciertos servicios, lo que ocasionaría un reordenamiento en las bandas para liberar espectro con el objeto de desplegar de manera eficiente las redes 5G.

⁵⁶ El comité técnico se estableció el 06 de octubre de 2021 por acuerdo P/IFT/061021/497 y entró en operación el 21 de octubre de 2021, de Instituto Federal de Telecomunicaciones, Comité Técnico en Materia de Despliegue de 5G en México, de <https://comite5g.ift.org.mx/pages/generalidades>. Consultado el 13 de febrero de 2023.

⁵⁷ *Instituto Federal de Telecomunicaciones*, Infografía 5G..., op.cit.

⁵⁸ Instituto Federal de Telecomunicaciones, Panorama del espectro radioeléctrico en México para servicios móviles de quinta generación, marzo, 2019, p.10, de <https://www.ift.org.mx/sites/default/files/panoramadelespectroradioelectricoenmexicopara5g.pdf>. Consultado el 13 de febrero de 2023.

En el mismo tenor, México requiere identificar cómo los países de Latinoamérica están o han implementado las redes 5G, con el objeto de tomar en cuenta las mejores prácticas internacionales tanto; económicas, técnicas y jurídicas.

2.1.1. Casos de uso generalizados

En enero de 2022 el IFT a través de su titular de la Unidad de Espectro Radioeléctrico anunció que en el segundo semestre de 2022 publicaría la Licitación IFT- 12, sobre las bandas de frecuencia para la prestación de servicios a través de tecnología 5G, en donde se mencionaron las proporciones de bandas de 600 megahertz, 800 megahertz, 850 megahertz, porciones de la banda “L” de mil 418 a mil 527 megahertz y también porciones entre 3.3 y 3.45 gigahertz, sin embargo, dicha publicación no se llevó a cabo.⁵⁹

Por su parte, dicho Instituto otorgó concesión de uso privado para fines experimentales en la banda de 3.5 GHz a ATT y TV Azteca para pruebas de tecnología 5G; asimismo, ese Instituto ha indicado que sigue analizando las bandas para tomar una decisión de cuales utilizar para la implementación de tecnología 5G.⁶⁰ En ese sentido, ATT en 2021 anunció el inicio de despliegue de tecnología 5G en una banda de 3.5 GHz.

En febrero de 2022, el IFT aprobó la modificación a los 18 títulos de concesión de Radiomovil Dipsa S.A. de C.V., con el objeto de usar, aprovechar y explotar las bandas de frecuencia en el segmento 3,350-3,450 MHz, para proporcionar servicios

⁵⁹ Instituto Federal de Telecomunicaciones, “Entrevista del titular de la UER Alejandro Navarrete a Negocios en Imagen de Imagen Radio. Tema: Licitación IFT 12”, de <https://www.ift.org.mx/conocenos/pleno/entrevistas/otros-funcionarios/entrevista-del-titular-de-la-uer-alejandro-navarrete-negocios-en-imagen-de-imagen-radio-tema>. Consultado el 23 de febrero de 2022.

⁶⁰ Laínez Izaguirre, Carlos, *et al.*, “Visión y prospectiva de la conectividad 5G”, México, IFT, octubre 2021, de <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/comunicacion-y-medios/otros-documentos/visionyprospectivadelaconectividad5g.pdf>. Consultado el 11 de febrero de 2022.

inalámbricos móviles, con esto se consideró no perjudicar con interferencia a los servicios satelitales que operan en el segmento de 3,400 a 3,700 MHz.⁶¹

A finales de ese mismo año, Movistar anunció sus servicios en dicha tecnología para lo cual utiliza la infraestructura de ATT. La cobertura de estos tres competidores en México, así como, las bandas de frecuencia que están utilizando se pueden observar en la siguiente tabla:

Empresa	Ciudades con cobertura	Fecha de lanzamiento 5G	Bandas de frecuencia utilizadas
Telcel	Tijuana Hermosillo Ciudad Juárez Chihuahua Torreo Saltillo Monterrey Sal Luis Potosí Querétaro Puebla Mérida Ciudad de México Toluca León Guadalajara Durango	2022	segmento 3,350-3,450 MHz

⁶¹ Instituto Federal de Telecomunicaciones, “El pleno del IFT aprueba modificar 18 título de concesión de Telcel para ofrecer servicio 5G”, México”, 09 de febrero de 2022, de <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-0>. Consultado el 11 de febrero de 2023.

	<p>Mazatlán</p> <p>Culiacán</p>		
ATT	<p>Ciudad de México</p> <p>Guadalajara</p> <p>Monterrey</p> <p>Morelia</p> <p>Saltillo</p> <p>Torreón</p> <p>Hermosillo</p> <p>Culiacán</p> <p>Tijuana</p> <p>Mexicali</p> <p>Ciudad Juárez</p> <p>Mazatlán</p> <p>Ciudad Obregón</p> <p>Navojoa</p> <p>Guasave,</p> <p>Ensenada</p> <p>Puesto Peñasco</p> <p>Guamúchil</p>	2022	3.5 GHz
Movistar	<p>Ciudad de México</p> <p>Culiacán</p> <p>Hermosillo</p> <p>Guadalajara</p>	2022	2.5/3.5 GHz

	Monterrey		
--	-----------	--	--

Tabla 2. Cobertura 5G en México

Fuente: Elaboración propia con información periodística referente a Telcel⁶², ATT⁶³ y Movistar⁶⁴

Ahora bien, el Comité dirigido por el IFT se creó en octubre de 2021 y en diciembre de ese año comenzaron a sesionar las 6 mesas de trabajo que se dividen de la siguiente manera:

Mesa I. Asignación oportuna del espectro

Mesa II. Despliegue y disponibilidad de infraestructura para 5G

Mesa III. Aplicaciones y servicios vinculados

Mesa IV. Aspectos Regulatorios para 5G

Mesa V. Ciberseguridad

Mesa VI. Experimentación y pruebas con 5G

Dentro de la mesa de trabajo III, comenzaron las reuniones de trabajo y los primeros temas que los asistentes manifestaron es el uso de las redes privadas, para lo cual se presentó un estudio sobre estas.

⁶² Hernández, Gonzalo, “Telcel 5G: aquí el mapa de cobertura por ciudad de México de la red de nueva generación, México, 22 de febrero de 2022, de <https://www.xataka.com.mx/telecomunicaciones/telcel-5g-aqui-mapa-cobertura-ciudad-mexico-red-nueva-generacion>. Consultado el 11 de febrero de 2023.

⁶³ Hernández, Gonzalo, “ATT aumenta cobertura 5G en México: estas son las ciudades que ahora tienen conexión a la red de nueva generación, 20 de septiembre de 2022, de <https://www.xataka.com.mx/telecomunicaciones/at-t-aumenta-su-cobertura-5g-mexico-estas-ciudades-que-ahora-tienen-conexion-a-red-nueva-generacion>. Consultado el 11 de febrero de 2023.

⁶⁴ Lucas Bartolo, Nicolás, “Movistar busca acelerar su red 5G en México con 33 ciudades para marzo de 2023”, El Economista, México, 15 de diciembre de 2022, de <https://www.economista.com.mx/empresas/Movistar-busca-acelerar-su-red-5G-en-Mexico-en-33-ciudades-para-marzo-de-2023-20221215-0065.html>. Consultado el 20 de marzo de 2023.

Las redes privadas 5G son:

*“...aquellas redes desarrolladas, implementadas, desplegadas y gestionadas con el fin de ofrecer un servicio en específico, ya sea al sector privado o académico, cuyo giro no necesariamente está enfocado a prestar servicios públicos de telecomunicaciones y/o radiodifusión, sino a responder requerimientos de comunicación, automatización y/o telemetría que satisfacen necesidades específicas de telecomunicaciones, mejorando procesos de producción, calidad y distribución de sus productos o servicios...”*⁶⁵

Es importante señalar que las industrias que adoptan este tipo de redes privadas son aquellas que contemplan procesos críticos tanto en el sector público y sector privado. Asimismo, se “...han identificado oportunidades en el despliegue de redes privadas, telemedicina, transporte conectado, automóviles autónomos y ciudades inteligentes. Los principales operadores y fabricantes ya tienen investigaciones y pruebas en curso relacionadas con este ámbito, pero las aplicaciones concretas comenzarán a observarse en 2023.”⁶⁶

2.1.2 Marco regulatorio

2.1.2.1 Constitución

Por mandato constitucional le corresponde al IFT la regulación, promoción supervisión del uso, aprovechamiento y explotación del espectro radioeléctrico como un bien originario de la nación; asimismo, se establece que se puede acceder a dicho recurso se mediante concesión o asignación directa cuando se trate de concesiones para uso social o público de acuerdo con el artículo 28 constitucional.

⁶⁵ Cérdenas Moreno, Cristóbal Abdaler,” Despliegue de Redes Privadas 5G”, México, octubre, 2022, p.1.

⁶⁶ Contreras García, Violeta, “Los cambios políticos destrabarán 5G como palanca para la productividad, DPL News, México, 15 de marzo de 2023, de <https://dplnews.com/predicciones-dpl-los-cambios-politicos-destrabaran-5g-como-palanca-para-la-productividad/>. Consultado el 20 de marzo de 2023.

A propósito de la reforma en telecomunicaciones, esta contempló en su transitorio quinto la liberación de la banda de 700 MHz y en consecuencia los concesionarios y permisionarios debían devolver el espectro que ya tenía concesionado, ello con el objeto de garantizar el uso óptimo de esa banda de frecuencia.

Es así como, la constitución en temas de espectro radioeléctrico contempla que deberá existir un Programa Nacional de Espectro Radioeléctrico que incluya un programa de uso óptimo de las bandas de 700 MHz y 2.5 GHz bajo los principios de acceso universal, no discriminatorio, compartido y continuo.⁶⁷

En ese sentido 90 MHz de la banda de 700 MHz fueron otorgado a Promtel para la operación de la Red Compartida y este recurso es el que aportó en arrendamiento a la Asociación Público-Privada que se llevó a cabo junto con Altán Redes, es preciso mencionar que la banda de 700 MHz por su propagación permite una mayor cobertura de los servicios móviles y por ello se cree que podría potencializar el desarrollo de la tecnología 5G.

La situación de la banda antes mencionada en algunos países de Latinoamérica aun tiene espectro con capacidad de acuerdo con la tabla siguiente:

País	Banda	Espectro Potencial
Argentina	700 MHz	20 MHz
Brasil	700 MHz	20 MHz
Colombia	700 MHz	10 MHz
Costa Rica	700 MHz	90 MHz
Ecuador	700 MHz	60 MHz

⁶⁷ Constitución Política de los Estados Unidos de México, México, 1917. Décimo Séptimo transitorios.

México	600 MHz	70 MHz
--------	---------	--------

Tabla 3. Disposición de espectro de la banda 700Mhz en países de Latinoamérica

Fuente:⁶⁸

Es importante mencionar que, aunque esta banda tiene cobertura, pertenece a una banda baja que posee poca velocidad y capacidad limitada, y esto puede afectar en la implementación de la tecnología 5G que requiere velocidad y capacidad en la transmisión de datos.

Por su parte, aunque la banda de 700 MHz en Latinoamérica se utiliza para servicios móviles, en Estados Unidos de América (EUA) que es el país colindante con México en el norte, utiliza esa banda para temas de seguridad pública; derivado de ello, se han presentado interferencias entre estos dos; sin embargo, la UIT indica que esto se puede solucionar de forma técnica y llegando a algún acuerdo entre países, lo anterior es un ejemplo de la importancia en la armonización del uso de espectro a nivel internacional.

2.1.2.2 Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión

De conformidad con el artículo 1º de LFTR uno de los objetos que tiene es regular el uso y aprovechamiento de espectro radioeléctrico para lo cual se establecen 3 formas de poder tener acceso al espectro radioeléctrico, el cual es, el recurso imprescindible para el despliegue de la tecnología 5G, las cuales son: concesión, autorización para uso secundario y espectro libre. A continuación, se presenta una tabla resumen sobre los tipos de acceso a espectro:

⁶⁸ Páez Jiménez, Efrén, “Bandas de 600 Mhz y 700 Mhz tienen potencial para el desarrollo de 4G/5G en zonas rurales”, DPL News, México, 28 de mayo de 2021, de <https://dplnews.com/bandas-de-600-mhz-y-700-mhz-tienen-potencial-para-desarrollo-de-4g-5g-en-zonas-rurales/#:~:text=El%20estudio%20indica%20que%20con,para%20el%20desarrollo%20de%205G>. Consultado el 27 de marzo de 2023.

Licitación para concesión de espectro radioeléctrico	Autorización para Uso secundario del espectro radioeléctrico ⁶⁹	Espectro libre
<p>Para uso determinado</p> <p>Tipo de concesión:</p> <ul style="list-style-type: none"> Comercial Público Privado (comunicación privada y experimentación) Uso social <p>Plazo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Las concesiones comerciales tendrán una vigencia de 20 años y se asignan por medio del proceso de licitación Para la concesión de uso privado de comunicación se asigna por medio de licitación Para la concesión de uso privado de experimentación tiene como vigencia 2 años improrrogables y la asignación es directa 	<p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> El uso no debe causar interferencia a los servicios de uso primario y secundarios No se puede reclamar protección contra la interferencia No son para comercializar servicios públicos de telecomunicaciones y/o radiodifusión <p>Tipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Para eventos específicos Actividades comerciales o industriales (ACI) <p>Limites:</p>	<p>Bandas que pueden ser utilizadas por el público en general</p> <p>Existe un inventario de Bandas de Frecuencia clasificadas como espectro libre⁷⁰</p> <p>Especificaciones técnicas que se deben de cumplir en el uso de espectro libre</p> <p>No se requiere concesión u autorización</p> <p>No se realiza pago</p>

⁶⁹ “El IFT ha otorgado seis constancias de autorización de uso secundario, de las cuales cinco han sido solicitadas por diversas empresas que forman parte de la Industria Minera ..., monitorear y operar en tiempo real sus equipos y maquinaria a través de redes de radiocomunicación (particularmente IoT)”, de Cardenas Moreno, Cristobal Abdaler, “Despliegue de Redes Privadas 5G...”, *op.cit.* p.6.

⁷⁰ Instituto Federal de Telecomunicaciones, inventario de Bandas de Frecuencia Clasificadas como espectro libre, México, marzo 2023, de <https://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/espectro-radioelectrico/inventariodebandasdefrecuenciasclasificadascomo-espectro-libre-marzo2023.pdf>. Consultado el 29 de marzo de 2023. p 32.

Licitación para concesión de espectro radioeléctrico	Autorización para Uso secundario del espectro radioeléctrico ⁶⁹	Espectro libre
<ul style="list-style-type: none"> Las de uso público y social son asignaciones directas y tiene vigencia de 15 años prorrogables por plazos iguales <p>Se requiere: Concesión Única que se otorga en el mismo acto</p> <p>Pago: Se realiza un pago por el uso y aprovechamiento del espectro</p>	<ul style="list-style-type: none"> Se llevan a cabo en áreas específicas. El concesionario no debe tener cobertura efectiva dentro del área geográfica solicitada <p>Vigencia: 5 años</p> <p>Beneficios:</p> <ol style="list-style-type: none"> Acceso a espectro radioeléctrico bajo la modalidad de uso secundario, y La compartición del espectro que previamente ha sido concesionado <p>Pago: Se realiza un pago por el uso y aprovechamiento del espectro</p>	

Tabla 4. Tipos de acceso al espectro radioeléctrico

Fuente: Elaboración propia con información de la LFTR⁷¹

Es importante indicar que, si bien es cierto, los tres operadores más importantes en México han comenzado a dar servicios móviles con tecnología 5G en la banda de 3.5, lo cierto es que, se podría seguir experimentado con otro tipo de bandas de frecuencia, por ejemplo, con bandas altas cuyas características son:

⁷¹ Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, *op. cit.*

alta velocidad en transmisión de datos, ultra banda ancha y ultra baja latencia (menos de 1 ms).

Como se pudo observar de la tabla de “Tipos de acceso al espectro radioeléctrico”, las concesiones para uso experimental del espectro se puede concesionar de forma directa y la vigencia será de 2 años los cuales no se pueden prorrogar,⁷² mientras que para el uso secundario del espectro, el problema es la interferencia que puede llegar a existir y que solo se puede obtener permiso donde el concesionario no tenga cobertura garantizada.

Es por ello por lo que para el tema de la experimentación de la tecnología 5G se busca en estos casos “... que el Instituto valore la posibilidad de otorgar espectro en su modalidad de uso primario, sin la necesidad de hacer un supuesto de concesión.”⁷³

Lo anterior, ya que las redes privadas pueden ser útiles para la experimentación por ejemplo podrían servir para Sandboxes regulatorios que actualmente no son contemplados en la regulación.

2.1.2.3 Programa anual de uso y aprovechamiento del espectro radioeléctrico

El Programa anual de uso y aprovechamiento del espectro radioeléctrico (Programa) es el documento que emite el IFT que da visibilidad al público en general sobre las frecuencias y bandas de frecuencia que se pueden asignar de manera directa o a través de licitación, así como sus usos, categorías y cobertura, ello de conformidad con el artículo 59 de la LFTR que señala que dicho Programa se debe publicar a más tardar el 31 de diciembre de cada año.

En esa misma tesitura algunos de los propósitos del Programa son: el uso eficiente del espectro y la introducción de nuevos servicios. El Programa para el año 2023 fue publicado el 19 de septiembre de 2022 en el DOF, y se modificó el 23 de

⁷² Ley Federal de Telecomunicaciones..., *op. cit.* artículo 76.

⁷³ Cardenas Moreno, Cristobal Abdaler, “Despliegue de Redes Privadas 5G...”, *op. cit.* p.9.

diciembre de ese mismo año en donde se incluyeron las siguientes bandas de frecuencia para servicios de quinta generación:

Banda	Servicios	Observaciones
24.25-27.5 GHz	Servicios de banda ancha móvil de última generación para uso comercial	<ul style="list-style-type: none"> • Identificada como propicia para las IMT. • Banda milimétrica • Especificaciones técnicas de la interfaz aérea NR bajo el perfil n258 para el segmento 24.25-27.5 GHz y parcialmente en el perfil n257 para el segmento 26.5-29.5 GHz.
42-43.5 GHz	Servicio de acceso inalámbrico para uso comercial	<ul style="list-style-type: none"> • Identificada como propicia para las IMT • Especificaciones técnicas de la interfaz aérea NR bajo el perfil n259 para el segmento 39.5-43.5 GHz

Tabla 5. Bandas incluidas en la modificación al Programa anual de uso y aprovechamiento del espectro radioeléctrico propicias para IMT

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del Programa Anual de uso y aprovechamiento del espectro radioeléctrico⁷⁴

Por su parte en la modificación al Programa se indicó que en cumplimiento al resolutive noveno de la resolución P/IFT/090222/33 donde se autorizó la modificación de los 18 títulos de concesión de la empresa Radiomóvil Dipsa, S.A. de C.V. para cambiar de rango de frecuencia y de servicio, al servicio de acceso inalámbrico en la modalidad de servicio móvil en los rangos de 3350 a 3450 MHz (ancho de banda de 100 MHz) y que en virtud de tal hecho esta empresa esta brindando el servicio móvil con tecnología 5G, se determinó que por el momento no

⁷⁴ Instituto Federal de Telecomunicaciones, “Programa Anual de Uso y Aprovechamiento de Bandas de Frecuencias 2023”, México, 13 de noviembre de 2023, https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5708399&fecha=13/11/2023#gsc.tab=0. Consultado el 28 de marzo de 2023.

se podría incluir en el Programa el segmento 3.4-3.6 GHz ya que no existen condiciones en el mercado.⁷⁵

Por su parte, para el despliegue de servicios móviles con tecnología 5G se ha establecido en el Programa Anual de Trabajo (PAT) del IFT la licitación IFT-12 que contempla lo siguiente:

Bandas de frecuencia a licitar:⁷⁶

- 614-698 MHz
- 3300-3450 MHz
- 1427-1518 MHz
- 814-824/859-869 MHz,
- 824- 849/869-894 MHz
- 2550-2570/2670-2690 MHz
- 1755-1760/2155- 2160 MHz
- 1850-1915/1930-1995 MHz

Si bien, se contempla que la licitación salga en 2023, lo cierto es que el PAT señala que durante el año 2023 se hará el proceso de consulta y se trabajaran las bases de licitación, lo anterior pese a que desde enero de 2022 el IFT ha tenido la iniciativa de sacar dicha licitación a concurso; asimismo, se pueden observar que las bandas a considerar para dicha licitación son bandas bajas; sin embargo, el Programa si contempla bandas milimétricas para licitación IFT-12 de tecnología 5G.

⁷⁵ “Noveno.- Se instruye a la Unidad de Espectro Radioeléctrico para que, como consecuencia del cambio de bandas de frecuencias autorizado en el Resolutivo Tercero de la presente Resolución, realice los análisis y consideraciones que correspondan en la elaboración del Programa Anual de Uso y Aprovechamiento de Bandas de Frecuencias 2023”, del Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones, “Resolución P/IFT/0922/33”, México, 9 de febrero de 2022, de <https://www.ift.org.mx/sites/default/files/conocenos/pleno/sesiones/acuerdoliga/vp09022233.pdf>. Consultado el 28 de marzo de 2023. p.38.

⁷⁶ Instituto Federal de Telecomunicaciones, Programa Anual de Trabajo 2023, https://www.ift.org.mx/sites/default/files/pat_2023.pdf. Consultado el 29 de marzo de 2023. p.11.

2.1.3 Pago por el espectro radioeléctrico

De conformidad con lo que establecen los artículos 99 y 100 de la LFTR el IFT determina la contraprestación del uso y goce del espectro radioeléctrico tomando en cuenta la opinión de la SHCP y lo siguiente:

- Banda de frecuencia del espectro radioeléctrico
- Cantidad de espectro
- Cobertura de la banda de frecuencia
- Vigencia de la concesión
- Referencias del valor de mercado de la banda de frecuencia, tanto nacionales como internacionales, y
- Los establecido en los artículos 6o. y 28 de la Constitución; así como de lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo y demás instrumentos programáticos.

Por su parte, los concesionarios deben realizar un pago anual de conformidad con lo que establece la Ley Federal de Derechos, y dicho pago se considera por: rango de frecuencia, cobertura y Kilohercio, lo que ocasiona que los precios sean variados y que el total a pagar por un concesionario sea un precio elevado en comparación con sus ingresos.

Bajo la premisa anterior, en octubre de 2020 el IFT emitió un documento sobre los efectos de la iniciativa de reforma a la Ley Federal de Derechos en donde se señala a grandes rasgos que pese a que dicho Instituto había enviado ya una iniciativa a la SHCP para la reducción de los costos de espectro en contraste con la inversión de los concesionario, dicha SHCP presentó la iniciativa de reforma que incluye el aumento en costos del espectro en las bandas de 800 Mhz, 850 Mhz, 600 Mhz, Banda L y 3.3. a 3.6 Mhz⁷⁷. Es importante destacar que la banda de 3.3. a 3.6

⁷⁷ Instituto Federal de Telecomunicaciones, Efectos y alternativas de la iniciativa de reforma a la Ley Federal de Derechos para 2021 en materia de espectro radioeléctrico, Instituto Federal de Telecomunicaciones, México, 01 de octubre de

Mhz son bandas medias que se han identificado como propicias para el despliegue de la tecnología 5G.

Es así como, la iniciativa de reforma para el aumento de pago derechos de espectro radioeléctrico idóneo para 5G, desincentiva la participación de empresas en las nuevas licitaciones de espectro, claro ejemplo de ellos, es la devolución de espectro radioeléctrico para servicios móviles de las empresas ATT y Movistar, pues mientras que ATT pagó en 2022 por espectro en las IMT móvil un total de \$7,677.31 (millones de pesos) lo que representó el 13.6% de sus ingresos, Telcel como parte del AEPT pago \$9,173.20 (millones de pesos) lo que representó un 4.4% de sus ingresos⁷⁸, por lo que, existe una desventaja competitiva en razón del cobro del espectro y es por ello, que son pocos los actores que pueden participar en la puja del espectro de la IFT-12 para el año 2023 para desplegar redes 5G, esta licitación se puede ver comprometida pues el contexto económico indica que ATT y Movistar prestarán sus servicios a través de la infraestructura del AEPT como ya lo hacen en ciertas regiones del país y que no están dispuestas a adquirir espectro radioeléctrico adicional.

Es así como, en el evento de GSMA que se llevó a cabo el pasado 30, 31 de mayo y 01 de junio de 2023 en la Ciudad de México, los representantes de ATT y Movistar indicaron que derivado al alto costo de espectro en México, van a ensanchar la red de ATT y compartirán el costo del espectro para construir una red conjunta y compartida como necesidad para las redes 5G, con lo que se facilitarán los procesos entre estas.

2020, de https://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/espectro-radioelectrico/efectosyalternativasdelainiciativadereformaalaleyfederaldederechospara2021enmateriadeespectroradioel_0.pdf. Consultado el 29 de marzo de 2023. p. 2.

⁷⁸ Instituto Federal de Telecomunicaciones, Oficio IFT/222/UER/090/2022, Instituto Federal de Telecomunicaciones, México, 27 de junio de 2022, de <https://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/espectro-radioelectrico/ift222uer-0902022propuestaslfd2023.pdf>. Consultado el 29 de marzo de 2022, p.5.

2.2. Implementación regulatoria de la tecnología 5G en Colombia

2.2.1 Casos de Uso

En el caso de Colombia, este país comenzó en 2018 con pruebas de la tecnología 5G por parte del operador Claro, las cuales se realizaron en la banda de 28 Ghz (banda alta), alcanzando una velocidad de transmisión de 10 veces más rapidez en comparación con la ofrecida en ese momento, y se logró una latencia menor a 1 milisegundo

Por su parte, en junio de ese mismo año el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicación (MINTIC), autoridad de comunicaciones en Colombia, formalizó las pruebas en virtud de una asignación y autorización de la banda de 3.500 Mhz (banda media) por un periodo de 6 meses prorrogables por un periodo igual, en las ciudades de; Bogotá, Medellín, Cali, Barrancabermeja, en donde los casos de uso fueron: terminales móviles de personas por Internet medio de Banda Ancha Mejorada (eMBB), terminales fijas de hogares para acceso fijo inalámbrico (FWA), red privada, salud, educación, transporte, y ciudades inteligentes.⁷⁹

Al respecto, el caso que se probó en el sector salud es el estudio de análisis de imágenes de tomografías computarizadas, en donde se transmitieron entre 300 y 400 tomografías en menos de un minuto, las cuales son analizadas y procesadas en la nube con alto nivel de precisión en una red 5G,⁸⁰ este es un caso que puede replicarse en otros sectores, ya que nos habla de como una red 5G nos ayudará en la transmisión masiva de datos en un mínimo de tiempo y del procesamiento en la nube.

Es así como, en 2019 el MINTIC lanzó una consulta pública sobre manifestación de interés en el proceso de realización de prueba piloto de tecnologías móviles 5G en bandas de frecuencias superiores a 3300 MHz, en dicho

⁷⁹ Claro, "Tecnología 5G en Colombia ya estamos en pruebas", Claro, de <https://www2.claro.com.co/empresas/sectores/noticias-interes/5g-colombia/>. Consultado el 13 de abril de 2023.

⁸⁰ *Idem*.

documento se incluyen las siguientes industrias para casos de uso: agricultura, educación, media y entretenimiento, realidad virtual, e-salud, seguridad pública, transporte, y ciudades inteligentes⁸¹, al respecto es importante destacar que pese a que en 2018 la prueba realizada por el prestador Claro la llevo a cabo en la banda alta de 28 Ghz (banda alta), este proceso de prueba piloto se convocó para bandas medias cuyas características son distintas.

Los resultados de la convocatoria anterior, arrojó 76 manifestaciones de interés en donde las bandas de frecuencia con más solicitudes fueron las de 3.5-3.7 Mhz y los principales casos de uso indicados fueron; ciudades inteligentes y educación. En abril de 2020 se abrió el proceso para el otorgamiento de pruebas piloto de 5G para usos de bandas del espectro radioeléctrico a cambio de una contraprestación con pago al fondo único de TIC y en julio de ese mismo año se emitió la resolución mediante la cual se otorgaron permisos a 4 empresas para la realización de pruebas 5G en la banda de frecuencia de 3500 MHz - 3600 MHz.

Colombia cerró diciembre del 2023 con la licitación para servicios 5G, donde se subastó la banda de 3500 Mhz en cuatro bloques en donde existieron 4 empresas participantes mismos que resultaron adjudicados de la siguiente manera:

Empresa	Bloques	Precio pagado (dólares)
Claro	1	104 millones
Movistar -Tigo	2	80.8 millones por bloque
Wow	1	80.8 millones
	Total:	330.7 millones

⁸¹ Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicación, “Resolución 03209”, Colombia, 05 de diciembre de 2019, de https://mintic.gov.co/micrositios/plan_5g//764/articles-162285_recurso_1.pdf. Consultado el 13 de abril de 2023. p.2.

Tabla 6. Licitación para servicios 5G en Colombia

Fuente: Elaboración propia con información de nota periodística⁸²

Cabe resaltar que respecto del pago que hagan estas empresas el 50% será en obligaciones de hacer, este tipo de contraprestación puede ser un referente a nivel Latinoamérica, para que lo tome en cuenta México.

2.2.2 Marco regulatorio

La Constitución Política de Colombia contempla en su artículo 75, que el espectro radioeléctrico es “un bien público inajenable e imprescriptible, sujeto a la gestión y control del Estado”;⁸³ asimismo, se considera patrimonio de dicha nación.

Por su parte, la Ley 1341/2009 indica dentro de su objeto el uso adecuado y eficiente del espectro, por lo que su asignación, gestión, planeación y administración⁸⁴ es por medio de permiso emitido por el MINTIC; asimismo, dentro de las atribuciones del MINTIC está la determinación de la contraprestación por el uso del espectro lo cual debe realizar tomando como referencia la inversión, bienestar social, la brecha digital, el ancho de banda, los usuarios potenciales y la disponibilidad.

Cabe resaltar que el MINTIC acepta como contraprestación por el uso y aprovechamiento del espectro en un 60% obligaciones de hacer, por lo que estas pueden ser para: ampliar la calidad, capacidad y cobertura del servicio que beneficie a las poblaciones pobres y/o vulnerables. Asimismo, para efecto del cumplimiento

⁸² La Republica, “Claro se lleva la mayor tajada en subasta 5G de Colombia”, El Economista, México, 20 de diciembre de 2023, de <https://www.economista.com.mx/empresas/Claro-se-lleva-la-mayor-tajada-en-subasta-5G-de-Colombia-20231220-0099.html>. Consultado el 02 de febrero de 2024.

⁸³ Constitución Política de Colombia, Colombia, 1991, de <https://pdba.georgetown.edu/Constitutions/Colombia/colombia91.pdf>. Artículo 75. Consultado el 13 de abril de 2023.

⁸⁴ Ley 1341/2009, Colombia, 2009, de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=36913>. Artículo 17. Consultado el 13 de abril de 2023.

de dichas obligaciones el MINTIC supervisa y solicita un informe anual de resultados.

Por otra parte, la Agencia Nacional del Espectro (ANE) que funge como unidad administrativa especializada adscrita al MINTIC, es quien lleva a cabo los estudios de valoración por el derecho de uso de espectro radioeléctrico, es así como, el MINTIC es quien al final determina el precio tomando en cuenta la opinión de la ANE y con ello también genera la política pública al respecto.

En ese sentido, al ser el espectro un elemento esencial para el despliegue de la tecnología 5G, el MINTIC en 2019 emitió documento denominado Plan 5G que marca el mapa de ruta con las acciones a desarrollar para el despliegue de dicha tecnología.

El Plan 5G se basa en un objetivo general de política pública para el despliegue y 4 objetivos específicos que consisten en; identificar y promover actualizaciones de políticas públicas y normativas, incitar al uso de nuevas aplicaciones y servicios ofrecidos en 5G, y seguridad digital para los nuevos modelos de negocio que traerá dicha tecnología.

Asimismo, se tiene un plan de acción o eje de ruta a seguir del cual podemos mencionar a grandes rasgos que se centra en: 1) identificación de espectro, tomando en cuenta la cantidad y el tipo de bandas (bajas, medias y altas); 2) pruebas pilotos en ambientes controlados que permitirán obtener conclusiones respecto de casos de uso y ofertas comerciales; 3) identificación de barreras para el despliegue; 4) nuevo modelo de administración del espectro (cálculo del precio del espectro); 5) característica técnicas y de calidad de servicios en tecnología 5G; 6) remoción de barreras para el despliegue de infraestructura de tecnología 5G; 7) revisión de normativa y en su caso actualización, 8) impulso de aplicaciones y nuevos modelos de negocio funcionales con 5G; 9) seguridad digital en las redes 5G; y 10) empoderamiento de usuarios en nuevas tecnologías.

Por su parte, el MITIC en diciembre de 2022 lanzó al público interesado la consulta pública que pretende conocer los posibles interesados sobre el permiso

para el uso de espectro radioeléctrico en las bandas de 700 Mhz (10 Mhz), 1900 Mhz (10 Mhz), 2500 Mhz (30 Mhz), 3500 (400 Mhz), 26 Ghz (2.8 Ghz), en las cuales se implementará la tecnología 5G; ⁸⁵ de esto se desprende que el MITIC esta contemplando bandas bajas, medias y altas con el objeto de que la prueba pueda arrojar resultados que permitan determinar las bandas idóneas para el despliegue de la tecnología 5G.

Es de destacar que en el marco del despliegue de la tecnología 5G en Colombia, el 15 de marzo de 2023 se llevó a cabo el encuentro sobre 5G más grande de Latinoamérica denominado “Inclusión Digital en Colombia”, en el cual se indicó por parte del MINTIC que “... se espera que para el primer trimestre de 2023 se estructure el proceso de selección objetiva y para el segundo trimestre del año se publique para comentarios el proyecto de resolución de apertura del proceso de asignación del espectro...”,⁸⁶ al respecto, la tendencia de la licitación es para bandas medias y altas; por su parte, no se encontró normatividad específica para la tecnología 5G.

2.2.3 Pago por el espectro radioeléctrico

Por su parte, en cuanto a la contraprestación que se debe de pagar por el espectro, la Ley 1341 en su numeral 7, establece que la ANE tiene la función de estudiar los parámetros de valoración por el derecho al uso del espectro radioeléctrico y la estructura de contraprestaciones.

Es así como, para concretizar las acciones de las pruebas de espectro en 2020 para la tecnología 5G, el MINTIC tuvo a bien, modificar la resolución 290 de

⁸⁵ Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicación, “Resolución 04543”, Colombia, 21 de diciembre de 2022, de https://www.mintic.gov.co/portal/715/articles-273592_recurso_1.pdf. Consultado el 13 de abril de 2023. p.2.

⁸⁶ Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicación, “Inició el evento más importante de 5G en Colombia liderado por MinTIC”, Colombia, 15 de marzo de 2023, de <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/274424:Inicio-el-evento-mas-importante-de-5G-en-Colombia-liderado-por-MinTIC#:~:text=Es%20importante%20destacar%20que%20el,de%205G%20en%20el%20pa%C3%ADs'..> Consultado el 13 de abril de 2023. p.2.

2010 en su numeral 6.5 que contempla el valor de la contraprestación del espectro para uso de pruebas, el cual quedó como un pago único igual a $0.42 \cdot P$ (P: factor de precio base que para el 2020 tuvo un valor de \$859.584,41 COP) ⁸⁷, con esto podemos advertir que la ANE reconoce la importancia que tiene el costo de espectro para los operados incluso para realizar pruebas en esta tecnología.

Ahora bien, de acuerdo con la página de speedtest en febrero de 2023 en banda ancha móvil en Colombia se tiene una descarga de 11.94 Mbps y subida 9.55 Mbps.⁸⁸

2.3. Implementación regulatoria de la tecnología 5G en Argentina

2.3.1. Casos de Uso

En 2021 el Ente Nacional de Comunicaciones (ENACOM) llevó la muestra 5G donde se reunieron con los diferentes prestadores de servicios móviles y stakeholders de la industria de telecomunicaciones, con el objeto de identificar los casos de uso de la tecnología 5G.

Dentro de los resultados de dicha reunión se establecieron los siguientes casos de uso; educación interactiva, realidad virtual y realidad aumentada, industrias críticas, situaciones de emergencia, aplicaciones industriales por medio de robots (procesos productivos), entretenimiento (e-sports y e-gaming, etc.), cloud computing, software en la nube, entre otros.

⁸⁷ Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicación, “Resolución 0468”, Colombia, 09 de marzo de 2020, de https://mintic.gov.co/micrositios/plan_5g//764/articles-162290_recurso_1.pdf. Consultado el 13 de abril de 2023. p.2.

⁸⁸ Speedtest, “Speed Global Index Colombia”, de <https://www.speedtest.net/global-index/argentina#mobile>. Consultado el 12 de abril de 2023.

Es de resaltar, que las empresas Ericsson y Movistar llevaron a cabo pruebas de 5G en la banda de 28 Ghz en la ciudad de Buenos Aires a una velocidad de 20 Gbps,⁸⁹ es decir, se probó con una banda alta en la principal ciudad de Argentina.

2.3.2. Marco regulatorio

De acuerdo con lo que establece la Ley Argentina Digital (Ley Digital) el espectro radioeléctrico es un recurso de dominio público cuya administración, gestión y control es del Estado, la cual ejerce a través del ENACOM "... que es el autárquico y descentralizado que funciona en el ámbito de la Jefatura de Gabinete de Ministros de la Nación."⁹⁰

La Ley Digital establece en su artículo 6º inciso g), que los servicios TIC son "...aquellos que tienen por objeto transportar y distribuir señales o datos, como voz, texto, video e imágenes, facilitados o solicitados por los terceros usuarios, a través de redes de telecomunicaciones. Cada servicio estará sujeto a su marco regulatorio específico."⁹¹ Y para la prestación de dichos servicios se requiere de uso de frecuencias del espectro radioeléctrico al cual se puede acceder por medio de licitación o concurso público.

En 2021 el ENACOM emitió la resolución 2199/2021 donde considero como bandas de frecuencia óptimas para la tecnología 5G las siguientes:

Bandas de Frecuencia
1500 MHz (1427 MHz -1518 MHz)
AWS-3

⁸⁹ Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicación, "Plan 5G", Colombia, diciembre de 2019, de https://mintic.gov.co/micrositios/plan_5g//764/articles-162230_recurso_1.pdf. Consultado el 13 de abril de 2023. p.2.

⁹⁰ Ente Nacional de Comunicaciones, "Qué es ENACOM," de https://www.enacom.gob.ar/institucionales_p33. Consultado el 23 de abril de 2023.

⁹¹ Ley Argentina Digital, 2015, Argentina, de <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-27078-239771/actualizacion>. Consultado el 10 de abril de 2022.

(1770 MHz-1780 MHz apareada asimétrica con 2170 MHz-2200 MHz)
2300 MHz (2300 MHz – 2400 MHz)
3500 MHz (3300 MHz – 3600 MHz) Prioritaria para despliegue de 5G
26 GHz (24,25 GHz – 27,50 GHz) Prioritaria para despliegue de 5G
8 GHz (37,0 GHz – 43,5 GHz)

Tabla 7. Bandas de espectro para despliegue 5G en Argentina

Fuente: Elaboración propia basada en la resolución 2199/2021 emitida por ENACOM⁹²

Con lo anterior, ENACOM comenzó a sentar las bases para el despliegue de la tecnología 5G identificando las bandas de frecuencia que considera adecuadas para la licitación y estableciendo plazos para que los licenciatarios de esas bandas migren sus servicios.

Por su parte, en 2022 se emitió el Reglamento General del Servicio de Telecomunicaciones Fiables e Inteligentes (STeFI), este es aplicable a los licenciatarios de TIC que tiene registro de STeFI, e identifica a este tipo de servicios como aquellos "... servicio de TIC inalámbrico fijo y móvil, que mediante el empleo de tecnologías de acceso digital de alta eficiencia espectral y arquitecturas flexibles de redes, soporta aplicaciones de banda ancha móvil mejorada, comunicaciones de alta fiabilidad y baja latencia, y comunicaciones masivas de tipo máquina, entre

⁹² Ente Nacional de Comunicaciones, "Resolución 2199/2021", 31 de diciembre de 2021, Argentina, de <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-2199-2021-359089/texto>. Consultado el 12 de abril de 2023.

otras”,⁹³ al respecto, aunque el Reglamento los llama STeFI a este tipo de servicios, por las características descritas en su definición, podemos concluir que se refieren a servicios de tecnología 5G.

En ese mismo sentido, los requisitos tecnológicos mínimos contenidos en el Reglamento para los STeFI son los siguientes:⁹⁴

- Canales de ancho de banda de 100 MHz con tecnología Massive MIMO. Con una velocidad de bajada de 6Gbps y de subida 150 Mbps.
- Soportar canales de ancho de banda de 100 Mhz para frecuencias de 6 Ghz
- Canales de hasta 400 MHz, para frecuencias mayores a 6 GHz
- Soportar usuarios desplazándose con velocidad de hasta 500 Km/h
- Latencia menor a 15 milisegundo en la red de acceso
- Interoperabilidad
- Itinerantica

De lo anterior, es importante destacar que los requisitos se basan en capacidad, velocidad, y latencia; asimismo, el Reglamento contempla entre otras cosas que los prestadores que quieran proporcionar STeFI deben solicitar licencia y registro cuyo limite será un área geográfica determinada y de acuerdo con las bandas de frecuencia adjudicadas, esto a cambio de una contraprestación por el espectro y para inversión del fondo fiduciario del servicio universal.

Por su parte, el Reglamento también indica que en caso de que haya servicio de itinerancia⁹⁵ la calidad del servicio debe ser similar a la contratada con su

⁹³ Reglamento General del Servicio de Telecomunicaciones Fiables e Inteligentes (STeFI), artículo 2º, de <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-2385-2022-377240/texto>. Consultado el 10 de abril de 2023.

⁹⁴ *Ibidem*. Artículo 5. Consultado el 10 de abril de 2023.

⁹⁵“Itinerancia Automática: es la funcionalidad propia de las redes de telecomunicaciones móviles, que permite proveer los servicios disponibles a los usuarios, sin intervención directa de los mismos, cuando se encuentren fuera del área de cobertura de la red del Prestador a la que pertenecen, a través de la red de otro Prestador, mediante un acuerdo previo entre los mismos, de Reglamento General del Servicio de Telecomunicaciones Fiables e Inteligentes (STeFI)”, de

prestador; asimismo se establece que se puede compartir infraestructura activa para cumplir con las disposiciones del Reglamento.

Es de resaltar que ENACOM pretendía publicar la licitación para la tecnología 5G en los primeros meses de 2023 con lo cual se contempla fijar precios para el espectro.

Cabe destacar, que en la misma resolución por virtud de la cual se expide el Reglamento, también se incluye el apartado 1.26 del artículo 1º del Régimen de Derechos y Aranceles Radioeléctricos que establece el pago que deben abonar los Prestadores de las STeFI, el cual se determina de la siguiente manera:

“1.26. Servicio de Telecomunicaciones Fiables e Inteligentes (STeFI):

Por las terminales de usuario ya sea fija o móvil se abonará:

Por cada peso percibido y/o facturado por los prestadores, lo que fuera anterior, en concepto de comunicación y/o servicio comercializado bajo cualquier modalidad de pago, por mes, ONCE DIEZ MILÉSIMOS dividido el valor de la U.T.R., todo ello multiplicado por VEINTICINCO CON CINCO MIL CIENTO SIETE DIEZ MILÉSIMOS de unidad de tasación radioeléctrica (0,0011/U.T.R.) X (25,5107 U.T.R.) ...” ⁹⁶

Es decir, el abono se debe realizar por el prestador en temporalidad mensual, independientemente de la forma de pago y la modalidad, ya sea fija o móvil; asimismo, en Argentina el pago del espectro es un costo fijo determinado en dólares, mismo que ha aumentado a un 10% de los ingresos anuales de los

Reglamento General del Servicio de Telecomunicaciones Fiables e Inteligentes (STeFI), Artículo 2º, de <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-2385-2022-377240/texto>. Consultado el 10 de abril de 2023.

⁹⁶ Ente Nacional de Comunicaciones, “Resolución 2385/2022”, 28 de diciembre de 2022, Argentina, de <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-2385-2022-377240/texto>. Consultado el 12 de abril de 2023.

prestadores, cuando en 2015 representaba un 2% de los ingresos; ⁹⁷ es así como, se observa que uno de los principales problemas para el despliegue de la tecnología 5G es el costo del espectro como insumo esencial.

Fue en octubre de 2023 cuando ENACOM llevó a cabo la licitación para servicios 5G, de la cual se desprende que se subastó la banda de 3300 - 3600 MHz en dos lotes de 100 MHz y un lote de 50 MHz (250 MHz en total) en donde existieron 3 participantes mismos que resultaron adjudicados de la siguiente manera:

Empresa	Mhz	Banda	Precio pagado (dólares)
Claro	100Mhz	3300-3400	350.052.000
Telecom	100Mhz	3400-3500	350.052.000
Telefónica	50Mhz	3550-3600	350.052.000
Total:			875.091.000

Tabla 8. Licitación para servicios 5G en Argentina

Fuente: Elaboración propia de la licitación que llevó a cabo ENACOM en octubre de 2023⁹⁸

Ahora bien, de acuerdo con la página de speedtest en febrero de 2023 en banda ancha móvil en Argentina se tiene una descarga de 23.96 Mbps y subida 7.06

⁹⁷ GSMA, “El impacto de los precios del espectro en Argentina”, GSMA, Argentina, 14 de noviembre de 2022, de https://www.gsma.com/latinamerica/wp-content/uploads/2022/11/El-impacto-de-los-precios-del-espectro-en-Arg_GSMA_2pager.pdf. Consultado el 12 de abril de 2023. p. 2.

⁹⁸ Ente Nacional de Comunicaciones, “El Estado Argentino licitó la banda 5G por más de 875 millones de dólares”, 24 de octubre de 2023, de <https://bibliotecas.unam.mx/index.php/desarrollo-de-habilidades-informativas/como-hacer-citas-y-referencias-en-formato-apa>. Consultado el 02 de febrero de 2024.

Mbps y una latencia de 30 ms, siendo el proveedor de servicio móviles Personal, quien registró una latencia más baja de 40ms en el cuarto trimestre de 2022.⁹⁹

2.4. Hallazgos

Derivado de lo que se ha establecido de México, Colombia y Argentina se puede observar como han sido los avances de cada uno de esos países para la implementación de la tecnología 5G, que acciones han realizado, cómo las han realizado y cuáles son los siguientes pasos para la implementación de dicha tecnología. A continuación, se presentan los hallazgos identificados en 6 rubros.

2.4.1. Regulación

En los tres países se considera que el espectro radioeléctrico es un bien de dominio público que pertenece al Estado, esto se indica en la constitución de cada país.

Por su parte, los países cuentan con regulación secundaria que establece los medios por los cuales se puede acceder a espectro radioeléctrico, así como, la forma de calcular su costo.

Es importante indicar que México y Colombia no poseen regulación específica en 5G, por su parte Argentina si cuenta con un Reglamento específico de servicios de telecomunicaciones fiables e inteligentes que establece las características tecnológicas que deben de cumplir este tipo de servicios. Al respecto, se considera que las tecnologías avanzan tan rápido que tener normatividad tan específica puede contemplar cosas que en pocos años queden obsoletas de acuerdo con lo que establezca la UIT para las IMT.

⁹⁹ Speedtest, “Speed Global Index Argentina”, de <https://www.speedtest.net/global-index/argentina#mobile>. Consultado el 12 de abril de 2023.

2.4.2. Pruebas

Para poder identificar las bandas de frecuencia de espectro radioeléctrico adecuadas para la tecnología 5G, los países implementaron pruebas piloto para poder determinar las bandas a licitar.

En México se llevaron a cabo pruebas en bandas medias (3.5 GHz), por su parte en Colombia se realizaron pruebas en bandas medias y altas (3.5 a 3.7 MHz y 28 GHz) y en Argentina solo se utilizó la banda 28 GHz (banda alta) al respecto no existe documento oficial en ninguno de estos países que indique cuáles fueron los resultados de esas pruebas.

2.4.3. Identificación de bandas de frecuencia

Pese a que las pruebas en el caso de México se realizaron en bandas medias, el Programa para licitar la IFT-12 que servirá para la implementación de 5G, solo contempla bandas altas, ello puede ser debido a que los 3 grandes competidores ya están brindando servicios móviles con tecnología 5G a través de bandas medias (3.5 GHz) e incluso el propio regulador indicó que no existen condiciones comerciales para licitar espectro en la banda antes indicada. Lo anterior, puede ocasionar un efecto contrario al considerar que las pruebas se hicieron en bandas medias y que la implementación se ha realizado en esa banda, pues no hay experiencia en bandas altas para 5G en México, pero pese a ello son las que se están contemplando para la IFT-12.

Por su parte Argentina ha identificado bandas bajas, medias y altas para licitar, considerando que la tecnología 5G tiene requerimientos específicos que pueden funcionar de forma distinta en cada una de las bandas.

2.4.3.1. Licitación

Los medios para acceder al espectro radioeléctrico son a través de licitación, y para ello, algo importante que ha realizado Colombia es el lanzamiento de consulta pública para conocer que empresas están interesadas en ser adjudicantes de espectro para tecnología 5G, así como, las bandas que más se requieren para ello por lo que la consulta se realizó para bandas bajas, medias y altas.

Por su parte, ni Argentina ni México han implementado mecanismos para saber que tipo de bandas son las que requiere la industria para implementar 5G, por lo que en el caso de México se han establecido para la próxima licitación bandas altas y en el caso de Argentina bandas medias y bandas altas, cabe resaltar que la prueba que se llevó a cabo fue en banda alta.

2.4.3.2. Barreras a la entrada

Las empresas que están interesadas en explotar espectro radioeléctrico no solo deben de concursar en la licitación, sino que una vez que hayan resultado como ganadoras deberán llevar a cabo el pago por el espectro asignado, este pago representa una barrera a la entrada para los nuevos entrantes en el mercado y para los ya consolidados que requieren de más espectro.

2.4.3.3. Pago por el uso del espectro

En el caso de México el precio del espectro es determinado por el IFT con opinión de la SHCP, y para ello se toma en cuenta las bandas, la cantidad de espectro, cobertura, vigencia de concesión, y la referencia de valor en el mercado de la banda de frecuencia.

Algo importante en el caso de México, es el pago de derecho anual que deben de pagar las empresas que tienen asignado espectro, este pago anual encarece el espectro y representa un pasivo sobre el porcentaje de los ingresos de las empresas, y ello puede conllevar a que las empresas salgan del mercado, o devuelvan espectro.

Adicional a lo anterior, existen iniciativas para aumentar el precio del espectro en bandas idóneas para la tecnología 5G, y esto también es un desincentivo para las empresas que quieran participar en las licitaciones que concursen dichas bandas.

Por su parte, Colombia contempla como pago por la asignación de espectro un 60% en obligaciones de hacer, mismas que son supervisadas por la autoridad de comunicaciones, el MINTIC, estas obligaciones pueden servir para que se invierta

en infraestructura que permita tener mayor cobertura y mejores servicios, aunque la supervisión puede representar un gasto para la autoridad.

En el caso de Argentina, el precio que se paga por la asignación va directo al fondo fiduciario del servicio universal, un dato importante es que el precio del espectro ha aumentado desde 2015, pasando de un 2% de los ingresos a un 10%.

2.4.4. Plan de Ruta

Los países han emitido documentos que plasman las acciones realizadas, así como el rumbo de estas para la implementación de la tecnología 5G.

En el caso de México se implementó un Comité 5G, donde se establecieron diversas mesas de trabajo con el objeto de que la autoridad, la industria y la sociedad pudieran interactuar para que se establecieran las bases de la implementación 5G.

Colombia tiene un plan de ruta con objetivos específicos para identificar el espectro, su administración, las características de tecnologías 5G, nuevos modelos de negocio entre otros.

En Argentina no se tiene un plan de ruta, pero se emitió el Reglamento de STeFI que indica el cumplimiento de obligaciones para aquellas empresas que presten servicios en tecnología 5G.

2.4.5. Implementación

En el único país, donde ya se están prestando servicios móviles con tecnología 5G, de los tres países estudiados, es México. En el caso de Colombia y Argentina, aunque ya han identificado las bandas de espectro para licitar, aún no lanzan este concurso y las empresas solo han llevado a cabo pruebas, por lo que se espera que estos tres países lancen en 2023 el concurso sobre las bandas específicas para 5G

2.4.6. Compartición de Infraestructura

En el caso de México, con el objeto de evitar el costo de espectro, las empresas se han unido para poder fortalecer la infraestructura de una red y optar por la

compartición de infraestructura, devolución de espectro y división de pago de espectro, en ese mismo sentido el Reglamento de STeFI de Argentina contempla que las empresas podrán hacer uso de la compartición de infraestructura para prestar ese tipo de servicios.

País	México	Colombia	Argentina
Regulación	<p>Constitución</p> <p>LFTR</p> <p>Programa Nacional de Espectro Radioeléctrico</p> <p>Programa anual de uso y aprovechamiento de espectro radioeléctrico</p> <p>Programa Anual de Trabajo del IFT</p> <p>Ley Federal de Derechos</p> <p>“Bien de dominio público”</p> <p>No hay regulación específica en 5G</p>	<p>Constitución</p> <p>Ley 1341/2009</p> <p>Resolución 0468 de 09 de marzo de 2020</p> <p>“Bien de dominio público”</p> <p>No hay regulación específica en 5G</p>	<p>Ley Argentina Digital</p> <p>Reglamento STeFI</p> <p>Resolución 2199/2021 emitida por ENACOM</p> <p>Regulación específica para 5G</p>
Pruebas	Bandas: 3.5 MHz	Bandas: 28 GHz, 3.5 MHz	Bandas: 28 GHz
Implementación	Bandas: 3.5MHz, 3,340-3,450	Sin implementación	Sin implementación

Plan de Ruta	Programa de espectro radioeléctrico Comité Técnico en Despliegue 5G	Plan 5G Identificación de espectro Consulta de interés para licitación	Identificación de espectro Emisión de Reglamento de Stefi
Pago de espectro	Pago por asignación Pago anual de derechos de acuerdo con el tipo banda El pago lo determina IFT con opinión de la SHCP (organismo especializado en temas financieros y fiscales)	Pago por asignación: 60% en obligaciones de hacer que son supervisadas El pago lo determina el MINTIC tomando en cuenta el estudio de la ANE (agencia especializada)	Pago por asignación
Compartición de infraestructura	Es la solución que han tomado algunas empresas para evitar el pago anual de derechos	No se indica	Se contempla como parte de Reglamento STeFI
Licitación para 5G	No	Si Banda 3500MHz	Si Banda 3300-3600 MHz

		Pago total: 330.7 millones USD (50% obligaciones de hacer) Empresas: Claro, Telefónica-Tlgo, Wom, Telecall	Pago total: 875.091.000 USD Empresas: Claro, Telecom, y Telefónica
--	--	---	---

Tabla 9. Comparativo México, Colombia y Argentina

Fuente: Elaboración propia con información del Capítulo 2 del presente trabajo



MDTIC

Maestría en Derecho de las Tecnologías
de Información y Comunicación

Capítulo 3

Retos jurídicos de la implementación de la tecnología 5G

Capítulo 3. Retos para la implementación de la tecnología 5G en México

Como se ha visto a lo largo del presente trabajo uno de los aspectos más importantes para que los países puedan iniciar con la implementación de la tecnología 5G para la prestación de servicios de telecomunicaciones, es el acceso al espectro radioeléctrico.

Al respecto, el espectro radioeléctrico es catalogado como un bien de la nación y se sujeta al régimen de concesión para su uso, aprovechamiento y explotación.

Por su parte el o los adquirentes de espectro radioeléctrico deben realizar el pago correspondiente por la asignación del espectro; sin embargo, este espectro tiene un valor económico que se determina de acuerdo con el mercado. En el caso de México existen dos pagos, un pago que se requiere al ganador de una licitación y otro por concepto de pago de derechos anuales.

Lo anterior, ha ocasionado que los concesionarios devuelvan espectro y no quieran participar en las nuevas licitaciones para acceder a espectro, por lo tanto, es importante determinar las opciones para acceder a este elemento esencial sin que los concesionarios se aten al proceso de licitación. Las opciones para acceder a espectro ayudan a minimizar un poco el efecto de los pagos anuales de derecho por el uso, aprovechamiento y explotación de este, esto basado en un principio de compartición.

Asimismo, se ha detectado que en temas regulatorios, la legislación de México contempla figuras jurídicas que permiten la compartición de espectro por lo que es necesario regular de manera específica la tecnología 5G, sino que se debe identificar que elementos son indispensables para el despliegue 5G, y si la LFTR

contempla ya regulación que permita a los concesionarios comenzar con la implementación de la 5G.

3.1. Determinación de espectro radioeléctrico

Como se ha podido observar a lo largo del presente trabajo el reto al que se enfrentan los países es el de determinar las bandas de frecuencias idóneas para poder desplegar infraestructura que permita prestar servicios de telefonía móvil a través de tecnología 5G.

Por consiguiente, en México se ha determinado que las bandas a ocupar sean bandas milimétricas, de acuerdo con lo que se vió en el capítulo 2, ya que, son bandas altas cuyas características son: alta velocidad de transmisión, ultra banda ancha, y ultra baja latencia, con poco alcance.

Por su parte el mismo IFT en el documento que elaboró sobre el panorama del espectro radioeléctrico en México para servicios móviles de quinta generación, contempla bandas bajas, media y altas; sin embargo, el Programa anual de uso y aprovechamiento del espectro electrónico determinó las bandas milimétricas. Para mayo referencia, se presenta la siguiente tabla:

Bandas determinadas por el IFT en el documento Panorama del espectro radioeléctrico en México para servicios móviles de quinta generación	Bandas establecidas en el Programa Anual de uso y aprovechamiento del espectro radioeléctrico, para desplegar 5G	Programa Anual de Trabajo del IFT	Bandas en las cuales se esta prestando el servicio móvil con tecnología 5G
51 GHz 48 GHz 41 GHz	24.25-27.5 GHz 42-43.5 GHz	614-698 MHz 3300-3450 MHz	3.5 GHz

38 GHz		1427-1518 MHz	
26 GHz		814-824/859-869 MHz,	
3.5 GHz		824-849/869-894 MHz	
2.5. GHz		2550-2570/2670-2690 MHz	
7000 Mhz		1755-1760/2155-2160 MHz	
600 MHz		1850-1915/1930-1995 MHz	

Tabla 10. Espectro para tecnología 5G en México

Fuente: Elaboración propia basada en el panorama del espectro radioeléctrico en México para servicios móviles de quinta generación¹⁰⁰, el Programa Anual de uso y aprovechamiento del espectro electrónico¹⁰¹ y Programa anual de trabajo del IFT¹⁰²

Con respecto a lo que se muestra en la tabla anterior, es preciso señalar que: 1) aunque el IFT realizó un estudio para determinar el estado del espectro radioeléctrico y su idoneidad para el despliegue de la 5G, el mismo fue tomado en cuenta de forma parcial para determinar las bandas a licitar para dicho despliegue; ya que en las conclusiones solo se mencionó como idónea la banda de 26 Ghz, y

¹⁰⁰ Instituto Federal de Telecomunicaciones, “Panorama del espectro ...”, *op.cit.*

¹⁰¹ Instituto Federal de Telecomunicaciones, “Programa Anual de Uso y Aprovechamiento de Bandas de Frecuencias ...”, *op.cit.*

¹⁰² Instituto Federal de Telecomunicaciones, “Programa anual de trabajo...”, *op.cit.*

no así la de 42-43.5 GHz; y 2) que pese a que los tres concesionarios más grandes ya están ocupando la banda 3.5 Ghz para prestar sus servicios móviles en 5G, el IFT no tomó en cuenta esta banda para la próxima licitación porque a su consideración no existen las condiciones comerciales adecuadas actualmente (*ver Capítulo 2*).

Respecto de la banda de 26 GHz (segmentos 24.25 -27.5 GHz) es preciso analizar sus atribuciones¹⁰³:

- ✓ Segmento 24.25 - 24.45 GHz atribuido a los servicios de radionavegación a título primario. **Espectro protegido**¹⁰⁴
- ✓ Segmento 24.45-24.65 GHz está atribuido a los servicios de satélites y radionavegación a título primario. **Espectro protegido**
- ✓ Segmento 24.65- 24.75 GHz atribuido entre satélites y radiolocalización por satélite a título primario.
- ✓ Segmento 24.75- 25.25 GHz atribución al servicio fijo por satélite a título primario, servicio de frecuencias patrón y señales horarias por satélite a título secundario.
- ✓ Segmento de 25.5-27 GHz atribuido a servicios por satélite, exploración de Tierra por satélite, fijo e investigación espaciales a título primario, así como, a servicios de frecuencia de patrón y señales horarias por satélite a título secundario. **Espectro protegido**
- ✓ Segmento de 27-27.5 GHz cuenta con atribuciones a los servicios entre satélites, fijo por satélite a título primario.

¹⁰³ Instituto Federal de Telecomunicaciones, “Panorama del espectro ...”, *op.cit.* p. 36-37

¹⁰⁴ “*Espectro protegido: Son aquellas bandas de frecuencia atribuidas a nivel mundial y regional a los servicios de radionavegación y de aquellos relacionados con la seguridad de la vida humana, así como cualquier otro que deba ser protegido conforme a los tratados y acuerdos internacionales. El Instituto llevará a cabo las acciones necesarias para garantizar la operación de dichas bandas de frecuencia en condiciones de seguridad y libre de interferencias perjudiciales...*”. Ley Federal de Telecomunicaciones..., *op cit.* Artículo 55, fracción III.

Con lo anterior, se advierte que en los servicios móviles tendrán que convivir con los diversos servicios para los cuales ya están destinados estos segmentos, y se tendrá que evitar la interferencia que pueda surgir entre los mismos y sobre todo cuidar la parte de los segmentos de espectro protegido.

Es importante destacar que el estudio del IFT no contempló la banda de 26GHz pues estaban esperando que en la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2019 (CMR-19) se estableciera como banda óptima para la 5G y ello aconteció en la nota:

5.532AB La banda de frecuencias 24,25-27,5 GHz está identificada para su utilización por las administraciones que deseen introducir la componente terrenal de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT). Dicha identificación no impide la utilización de esta banda de frecuencias por las aplicaciones de los servicios a los que está atribuida y no implica prioridad alguna en el Reglamento de Radiocomunicaciones. Se aplica la Resolución 242 (CMR-19). (CMR-19).¹⁰⁵

Al respecto es importante mencionar que aunque se armonizó dicha banda lo cierto es que para ese año (2019) se había establecido que no existían equipos que funcionaran en dicha banda, asimismo, México debe tomar en consideración las acciones que ha tomado Estados Unidos pues dicho país ha optado por utilizar la

¹⁰⁵ Agencia Nacional del Espectro, “Análisis de la banda 26Ghz y propuesta de condiciones técnicas de la banda 3.5 Ghz”, de <https://www.ane.gov.co/Sliders/archivos/gesti%C3%B3n%20t%C3%A9cnica/Estudios%20de%20gesti%C3%B3n%20y%20planeaci%C3%B3n/An%C3%A1lisis%20bandas%20para%20IMT/1.%20Documentos%20para%20consulta/DocumentoAnálisisBandas3.5Y26GHz.pdf>. p.22

banda de 28GHz,¹⁰⁶ lo anterior, incluso considerando que México aún se encuentra en miras a la licitación IFT-12, y que al ser vecinos puede existir conflicto, en caso de no tener armonizadas las bandas.

Por su parte resulta extraño, que el IFT haya determinado la banda de 42-43.5 GHz, si esta no se había contemplado en el estudio como óptima para el despliegue de 5G, de hecho, en dicho documento, se determinó que en México no existe asignación; asimismo, a nivel internacional el Reglamento de Radiocomunicación tiene identificadas esas bandas para atribuciones de servicios fijo, fijo por satélite, móvil salvo móvil aeronáutico y radioastronomía a título primario.

Asimismo, como también ya se ha mencionado que las pruebas que se realizaron en México fueron con la banda 3.5 GHz, misma banda que se está ocupando actualmente para prestar los servicios móviles con tecnología 5G; también en Colombia y Argentina también se utilizó esa banda ya que a nivel internacional los segmentos de esta banda son los más utilizados para pruebas 5G. Lo anterior en concordancia con lo que establece la CRM-15 que identificó el segmento 3.4.-3.6 para ser utilizada para implementar sistemas IMT.¹⁰⁷

Por lo anterior, es preciso indicar que la banda 3.5 GHz es la más adecuada porque cuenta con capacidad y cobertura necesarias para cumplir con los objetivos de la 5G; sin embargo, el IFT no la ha considerado para la próxima licitación IFT-12, ya que a su consideración no hay condiciones de mercado para licitarla, sin embargo, esto es discutible, en el sentido de que, incluso para poder licitar las bandas milimétricas se considera que tampoco existen las condiciones pues, de los tres grandes concesionarios, dos de ellos han declarado abiertamente que no participarán en la próxima licitación, ello debido a los elevados costos anuales que

¹⁰⁶ Pautasio, Leticia, “*CMR-19: lo que nos deja la mayor reunión sobre espectro*”, Telesemana, 2019, Argentina, de <https://www.telesemana.com/blog/2019/11/25/cmr-19-lo-que-nos-deja-la-mayor-reunion-sobre-espectro/>. Consultado el 28 de julio de 2023.

¹⁰⁷ Instituto Federal de Telecomunicaciones, “Panorama del espectro ...”, *op.cit.* p. 33.

deben de pagar por el uso y explotación del espectro e incluso, lo que ha provocado devolución de este recurso por parte de estos concesionarios.

En ese sentido, se considera que el IFT debe de realizar la licitación IFT-12, y esperar los resultados que de ella deriven, asimismo, se podría tomar encuentra el integrar la banda 3.5 GHz, para que puedan acceder a ella los pequeños concesionarios al considerar como idónea la misma para el despliegue 5G.

3.2. Contraprestación por el uso, aprovechamiento y explotación de espectro radioeléctrico

A lo largo del presente trabajo se ha determinado que una barrera a la entrada de los concesionarios es el acceso a espectro y sobre todo el pago que se debe realizar por su uso, aprovechamiento y explotación, tanto en la puja de la licitación como en el caso de derechos anuales.

Es así como, en México, Colombia y Argentina el precio del espectro representa un problema para los concesionarios, por lo que, en México, el IFT ha realizado diversas solicitudes a la SHCP con el objeto de que tome en cuenta bajar los precios anuales.

Lo anterior, al parecer no ha sido suficiente y es una situación que ha afectado de manera directa el inicio del proceso de licitación IFT-12 en la cual se espera se liciten las bandas de frecuencia para el despliegue de las redes 5G.

Sin embargo, la visión de la SHCP ha sido totalmente recaudadora al igual que la del IFT, pues en las licitaciones a cargo de dicho Instituto, la puja es a través de un precio cierto en dinero. Al respecto, se podría tomar como referencia

internacional el caso de Colombia que establece como contraprestación un porcentaje en obligaciones de hacer.

Al respecto cabe destacar que si bien la LFTR establece en sus artículos 99 y 100 lo siguiente:

“Artículo 99. Todas las contraprestaciones a que se refiere esta Ley requerirán previa opinión no vinculante de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, misma que deberá emitirse en un plazo no mayor de treinta días naturales. Transcurrido este plazo sin que se emita dicha opinión, el Instituto continuará los trámites correspondientes

Artículo 100. Para fijar el monto de las contraprestaciones por el otorgamiento, la prórroga de la vigencia o los cambios en los servicios de las concesiones, así como por la autorización de los servicios vinculados a éstas tratándose de concesiones sobre el espectro radioeléctrico, el Instituto deberá considerar los siguientes elementos:

...” ¹⁰⁸

Con base en lo anterior, se puede aplicar de manera supletoria a la LFTR el artículo 2,062 del Código Civil Federal el cual indica:

“ARTICULO 2,062.- Pago o cumplimiento es la entrega de la cosa o cantidad debida, o la prestación del servicio que se hubiere prometido.”

De conformidad con lo anterior, el pago no se limita a un tema pecuniario, por lo que se considera que el IFT también puede cambiar este aspecto y el pago que hacen los concesionarios al adquirir espectro a través de licitación pública podría ser híbrido, parte económica y parte obligación de hacer sobre todo contemplando que sigue existiendo brecha digital en nuestro país y con el objeto de modernizar las redes públicas de telecomunicaciones.

¹⁰⁸ *Ibidem.* Artículo 99.

Ahora bien, el IFT como se ha mencionado está esperando a que la SHCP le conteste su último oficio para ver si dicha autoridad cambia de parecer en cuanto a los pagos anuales de espectro, es decir retrasará 3 meses más el proceso, ello quiere decir, que en dicho sentido está sujetando su autonomía al arbitrio de lo que establezca la SHCP.

Lo anterior, ya que el IFT contempla que Telcel sea el único participante en la licitación IFT-12, lo que podría provocar que la licitación se declare desierta en caso de no existir una oferta válida más alta al término de presentación de ofertas.¹⁰⁹

Sin embargo, si el IFT quiere reforzar sus argumentos sobre el elevado costo de los derechos anuales del espectro, es importante que siga con el proceso de licitación y presente ante la SHCP los resultados de la licitación, con el objeto de indicar a dicha autoridad que el espectro en sí mismo no tiene un costo intrínseco, sino que ese costo se lo establece el mercado; sin embargo, en México al contemplar los servicios de telecomunicaciones como servicios públicos, el IFT y la SHCP para determinar el pago de la contraprestación y el pago por el uso y aprovechamiento del espectro, deben observar los objetivos del artículo 6 y 28 de la Constitución que son:

- ✓ Garantizar el derecho de acceso a las tecnologías de la información y comunicación, servicios de radiodifusión, telecomunicaciones, banda ancha e Internet.
- ✓ Los servicios públicos de telecomunicaciones se deben prestar en condiciones de competencia, calidad, pluralidad, cobertura universal,

¹⁰⁹ Instituto Federal de Telecomunicaciones, “Bases de licitación pública para concesión del uso, aprovechamiento y explotación comercial de segmentos de espectro radioeléctrico disponibles en la Banda de Frecuencias 410-415/420-425 Mhz para la prestación de Servicio Móvil de Radiocomunicación especializada en flotillas (licitación No. IFT-11), de <https://www.ift.org.mx/sites/default/files/industria/espectro-radioelectrico/telecomunicaciones/2022/3/basesdelicitacionift-11.pdf>, México. Consultado el 29 de julio de 2023. p. 59.

interconexión, convergencia, continuidad, acceso libre y sin injerencias arbitrarias

- ✓ Las licitaciones de espectro deben asegurar el menor precio al usuario final
- ✓ El factor determinante para elegir al ganador en una licitación de espectro no debe ser solo el económico
- ✓ El IFT emitirá sus resoluciones con plena independencia

Es por lo anterior, que el IFT debería incluir como contraprestación del espectro, obligaciones de hacer, pues como se puede observar la legislación lo permite y ello sumado a que de acuerdo con la Constitución y la LFTR la opinión que dicta la SHCP no es vinculante.

Asimismo, para la IFT-12, el IFT también podrá contemplar el esquema de costo por área básica de servicio que ya ha aplicado en otra licitación, "... al tiempo que se abre la oportunidad para que nuevos interesados puedan acceder a espectro en zonas geográficas específicas, lo que promueve mayor competencia y alienta la existencia de un mayor número de prestadores de los servicios en beneficio de los habitantes del país." ¹¹⁰

Al respecto, como lo indican los artículos 6º y 20 Constitucional, el IFT para determinar el pago de la contraprestación de una licitación de espectro no puede tomar en cuenta solo el aspecto económico, ya que el espectro que no se quiera utilizar por los concesionarios y autorizados pierde valor no solo como parte de la recaudación del Estado, sino que los habitantes son los que pierden el acceso a los servicios bajo tecnologías de punta, y no solo eso, sino que establecer un costo elevado de espectro va en contra de los objetivos mencionados en la Constitución, mismos que ya se indicaron.

¹¹⁰ "Las regiones celulares 5 a 9 contienen 37 Áreas Básicas de Servicio o ABS, que son subdivisiones geográficas de las regiones celulares, conformadas por varios municipios", de Instituto Federal de Telecomunicaciones, Instituto Federal de Telecomunicaciones, "Comunicado de prensa No.065/2020", IFT, México, 01 de septiembre de 2020, de <https://www.ift.org.mx/sites/default/files/comunicacion-y-medios/comunicados-ift/comunicado65ift.pdf>. Consultado el 29 de julio de 2023. p. 1.

3.3. Compartición de Infraestructura

Ahora bien, como ya se vio el costo del espectro es caro, por lo que se desincentiva la participación de los concesionarios en los procesos de licitación de bandas de frecuencia, al respecto la legislación mexicana contempla la figura de compartición de infraestructura pasiva.

Para el caso del Agente Económico Preponderante en Telecomunicaciones (AEPT), ¹¹¹ la compartición de infraestructura pasiva es una obligación de asimétrica, por lo que debe poner a disposición oferta de referencia para que cualquier concesionario que solicite dicha compartición.

Esta figura ayuda a los pequeños concesionarios en caso de que su red sea muy pequeña y quieran ampliar su cobertura pues no tienen que realizar una inversión grande pues aprovechan la infraestructura de otro concesionario a cambio de ciertas tarifas.

Asimismo, las redes públicas de telecomunicación con participación pública están obligadas a compartir su infraestructura y a vender sus servicios de manera desagregada, esto también es una ayuda para los concesionarios pues se pueden montar sobre estas redes y tener mayor alcance en sus servicios, el único problema es que estas redes tienen que cumplir ciertos hitos en temas de cobertura universal por lo que no están enfocadas al despliegue de tecnología 5G aunque tengan la banda de espectro de 700 MHz óptima para el despliegue.

¹¹¹ *“Para el caso de telefónica móvil, quien presenta la oferta de referencia es Operadora de Sites Mexicanos, S.A. de C.V. y Banco Actinver, S.A., Institución de Banca Múltiple, Grupo Financiero Actinver, División Fiduciaria...”*, de Instituto Federal de Telecomunicaciones, “Informe trimestral de cumplimiento a las medidas y regulación asimétrica impuesta al Agente Económico Preponderante en el sector de Telecomunicaciones, OCTUBRE_DICIEMBRE 2021, IFT, diciembre 2021, México, de [Phttps://rpc.ift.org.mx/vrpc/pdfs/informes/ITC_Telecom_T42021.pdf](https://rpc.ift.org.mx/vrpc/pdfs/informes/ITC_Telecom_T42021.pdf). p.47.

Asimismo, el AEPT también está obligado a dar el servicio de comercialización y reventa de servicios OMV a los concesionarios que lo soliciten, que incluyen los servicios de voz, mensajes de texto (SMS) y datos, "... de manera que les permita comercializar o revender a sus usuarios finales servicios de telecomunicaciones móviles mediante el uso de las tecnologías disponibles en la red pública de telecomunicaciones del AEPT."¹¹²

Lo anterior es un beneficio para los concesionarios que no tengan las mismas tecnologías que el AEPT pero que quieran comercializar los servicios tal cual como los ofrece el AEPT, esto ayuda a que el AEPT pueda tener mayores ingresos y con ello seguir manteniendo su infraestructura y que ello sea en beneficio de la inversión de este agente en nuevas tecnologías y en el despliegue de estas como es la tecnología 5G.

Asimismo, esto representa que el concesionario que ocupe los servicios de comercialización y reventa de servicios de Operador Móvil Virtual (OMV), pueda competir a la par del AEPT, se den a conocer para incursionar en nuevos mercados.

Por lo anterior, los OMV pueden ser autorizados o concesionarios, y hay diferentes tipos; revendedor, básico, completo, y agregador, y su característica principal es que no se interconectan y funcionan prestando sus servicios a través de la infraestructura de un concesionario de red (espectro radioeléctrico, infraestructura pasiva, etc.)¹¹³, que les provee todo para poder prestar servicios, ello incluye el espectro radioeléctrico como elemento esencial de la prestación de servicios de telecomunicaciones.

¹¹² *Ibidem.* p. 40.

¹¹³ Instituto Federal de Telecomunicaciones, "Análisis sobre el mercado de Operadores Móviles virtuales (OMV)", 2021, México, de <https://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/estadisticas/omvs2021v5.pdf>. p.14.

En este sentido, es que está operando Movistar con AT&T, pues esta última empresa le presta el servicio de concesionario de red a Movistar, es por ello, que aunque Movistar haya devuelto espectro, actualmente está prestando servicios en tecnología 5G, pues utiliza la capacidad de red de AT&T, de hecho un estudio del IFT, ha establecido que:

*“La tecnología 5G permitirá una nueva generación de OMVs. Con las implementaciones 5G que permiten la división de la red veremos una nueva generación de OMVs que se enfocan en soluciones que combinan necesidades de conectividad específicas con servicios en la nube y soluciones de inteligencia artificial y Big Data”.*¹¹⁴

Pese a lo anterior, un aspecto negativo al tema de OMV, es que podrían quedar pocos concesionarios de redes y al final México tendría muchos OMV, mientras que los concesionarios de red podrían no; invertir en nueva tecnologías, en despliegue de infraestructura, ni en la adquisición de nuevo espectro, lo que ocasionaría problemas sobre todo en el aspecto de incluir nuevas tecnologías al país, asimismo podría empezar a escasear la capacidad de estos, contemplando que para la 5G se requerirá de más espectro pues se transportará más volumen de tráfico.

3.4. Arrendamiento de espectro

Otra figura jurídica que contempla la LFTR es el arrendamiento de espectro radioeléctrico, y en virtud de esta figura un concesionario que posee título de concesión única puede acceder al espectro de un concesionario, sin que se lleve a cabo un proceso de licitación.

Para que se pueda arrendar o subarrendar el espectro, se deberá solicitar autorización al IFT, y solo se podrán arrendar las bandas de frecuencia concesionadas para uso comercial y privado. Un aspecto importante es que el

¹¹⁴ *Ibidem.* p.10.

arrendatario se constituye en obligado solidario de las obligaciones derivadas de la concesión de la banda de frecuencia arrendada.¹¹⁵

Esta figura ayuda a acceder a espectro de forma más sencilla, pues no se requiere de un proceso de licitación; asimismo, esto contribuye a los costos anuales que el concesionario debe pagar en virtud de derechos por el uso, aprovechamiento y explotación del recurso.

Adicional a ello, esta figura representa una opción para arrendar espectro y utilizarlo para comunicaciones privadas, el cual como se estableció en el capítulo 2 es uno de los usos que se requieren en México para la 5G, al tener esta alternativa de acceso a espectro para redes privadas los concesionarios no tienen que esperar en la participación de una licitación; sin embargo, el tema pecuniario sigue estando presente pues se debe pagar al arrendador por el arrendamiento de espectro.

Por su parte es menester mencionar que una alternativa de compartición de espectro es el Acceso Compartido por Licenciamiento (LSA) que:

“... define un esquema de compartición entre un usuario definido como primario (propietario de la licencia) y un usuario secundario, que tendrá acceso al espectro en los puntos geográficos y en momentos en los cuales el usuario primario no haga uso de este (ITU, 2017). Para el caso de las redes 5G, el usuario primario puede ser un sistema satelital, un sistema de radar o algún otro sistema de servicio fijo. La autorización para las redes 5G como usuarios secundarios deberá incluir la integración de una base de datos de geolocalización que brinde soporte al mecanismo de compartición. Esta base de datos concentrará la información de las áreas de cobertura de los usuarios primarios, identificando aquellas zonas donde el espectro no se utilice y la operación del usuario secundario sea posible. Esta base de datos

¹¹⁵ Ley Federal de Telecomunicaciones..., *op cit.* Artículo 104, fracción II.

también contará con mecanismos para la localización geográfica del usuario secundario que desea hacer uso del espectro, determinando con esto las mejores condiciones para compartir el espectro. En este escenario, la implementación de un mecanismo de monitoreo y vigilancia de los niveles de interferencia es fundamental para asegurar la correcta operación del esquema de compartición (ITU, 2017)".¹¹⁶

Esto es algo parecido a lo que establece la LFTR sobre la autorización para uso secundario del espectro, con la diferencia que el que establece la ley citada no es para comercializar servicios de telecomunicaciones y se lleva a cabo en áreas específicas y el concesionario no puede tener cobertura efectiva en las mismas en contraste con lo que establece para el LSA donde sería necesaria una eficiencia inmediata para poder utilizar el espectro de manera simultánea sin que existan problemas de comunicación e interferencia

3.5. Aplicaciones

Los servicios que derivan de la tecnología 5G son aplicaciones de IoT, aplicativos nuevos que requerirán de una mayor transmisión de datos en poco tiempo; asimismo, se espera un crecimiento en la realidad virtual y la realidad aumentada, y en automatización de servicios, como lo es el automovilístico, así como, ciudades inteligentes; sin embargo, todo esto no se puede lograr sin el elemento esencial que es el espectro radioeléctrico y equipos que ayuden a funcionar las redes en la tecnología 5G.

Ahora bien, en este capítulo se han mencionado algunas alternativas que contempla la LFTR en México para tener acceso a espectro sin tener que participar en una licitación, lo cual ayuda a los concesionarios pequeños a competir en el mercado y ayuda a que el costo anual por el espectro afecte un poco menos a los

¹¹⁶ Instituto Federal de Telecomunicaciones, "Análisis sobre el mercado...", *op. cit.* p.37

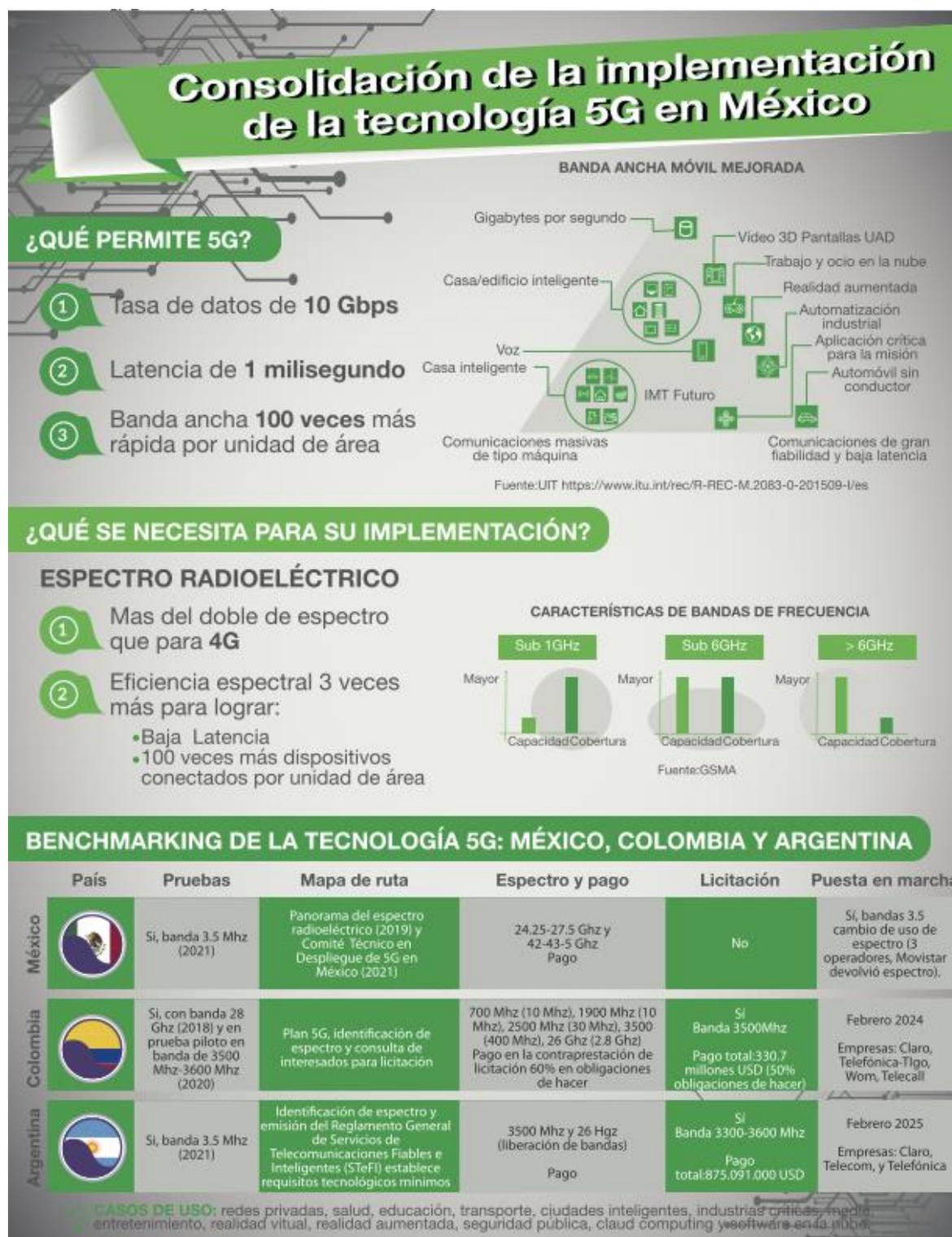
adquirentes. Asimismo, esto ayuda a que el usuario final pueda acceder a servicios con tecnologías avanzadas, sin que ello dependa de un solo concesionario.

Es importante mencionar que hay aspectos jurídicos que se desprenden de las aplicaciones que se implementarán con las redes 5G; sin embargo, no corresponden a la materia de telecomunicaciones regularlas, por ejemplo; el tema de datos toca atender a las leyes referentes a datos, así como aspectos de ciberseguridad; es decir, estas aplicaciones surgen como consecuencia directa de tener un despliegue de 5G, pero no son materia de la regulación en telecomunicaciones.

Otro aspecto relevante es que la regulación en México no se ha centrado en la regulación de tecnologías en específico, sino que regula una industria, la de telecomunicaciones, y con ello, los elementos necesarios, a los actores que interviene y a la autoridad (IFT) que coadyuva con la normativa técnica necesaria. En el caso del despliegue en 5G la normativa se apoya en: licitaciones de espectro, lineamientos de compartición de infraestructura, arrendamiento de espectro radioeléctrico, homologación de equipos, pero no hay porque regular de manera específica la tecnología 5G, menos si partimos del principio de neutralidad tecnológica.

Lo que si es factible es la identificación de cómo hacer posible el despliegue en México, y ello, es impulsando las acciones como se han indicado en el presente trabajo, para que los concesionarios puedan tener acceso espectro y que el precio de este elemento no sea un obstáculo para poder modernizar las redes, pues como se ha mencionado el desarrollo económico también depende de las nuevas aplicaciones y modelos de negocio que surjan; así como, del crecimiento en la automatización de las industrias que ocuparan estas nuevas tecnologías haciendo que sean más eficientes en menor tiempo y con un menor costo.

3.6 Infografía para la consolidación de la implementación de la tecnología 5G en México.



El **ift** es el encargado del uso y aprovechamiento del espectro radioléctrico

CONCRETAR LA IFT-12 TOMANDO EN CUENTA:

- 1 La banda de **3.5 Ghz** que a nivel mundial se considera la banda más óptima
- 2 La banda **28 Ghz** ya que **USA** están utilizando esta banda para prestar servicios en **5G**
- 3 Realizar pruebas en **bandas altas y bandas bajas**
- 4 Costo de espectro en un **% en obligaciones** de hacer, tomando como referencia Colombia

FIGURAS JURÍDICAS PARA ACCESO A ESPECTRO

Compartición de infraestructura Pasiva

- 1 **AEPT**
 - Oferta de referencia para el uso compartido de infraestructura pasiva
 - Oferta de comercialización y reventa de servicios OMV (utilización de infraestructura del concesionario de red, lo cual incluye espectro).
- 2 **Redes Mayorista (Red Compartida)**
 - Banda de 700 Mhz

Arrendamiento de espectro

- 1 Acceder a espectro sin necesidad de una licitación
- 2 Autorización de IFT
- 3 Arrendatario se constituye en obligado solidario de las obligaciones derivadas de las concesión del arrendador

BENEFICIOS DE LA COMPARTICIÓN Y EL ARRENDAMIENTO PARA LA CONSOLIDACIÓN DE LA 5G



Conclusiones

Actualmente en México a nivel mercado existen 3 competidores grandes, uno de ellos perteneciente al AEPT, por su parte, los OMV han emergido para poder equilibrar el mercado y que los usuarios tengan mayores opciones en servicios de telefonía móvil, los cuales exigen mejores precios y servicios.

A nivel internacional se establece una exigencia a través de la UIT para poder adoptar nuevas tecnologías y nuevos servicios, es por ello por lo que, se emiten recomendaciones que los países deben integrar a su marco jurídico con el objeto de incentivar el desarrollo económico.

Las exigencias de la UIT para nuevas tecnologías se enfocan en servicios con mayor velocidad y capacidad. Sin embargo, para poder concretar esto, se requiere de un insumo principal el cual es, el espectro radioeléctrico.

En México la autoridad encargada del uso y aprovechamiento del espectro radioeléctrico es el IFT, quien debe llevar a cabo las actividades anteriores tomando en cuenta el avance tecnológico y las recomendaciones de la UIT.

Con base en lo anterior, el IFT debe establecer hitos para el despliegue de las redes 5G, por lo que, se vio en necesidad de emitir un documento en el cual se establecen las bandas de frecuencia del espectro radioeléctrico propicias para la tecnología 5G, dicho documento contiene información del estatus de estas con el objeto de que esto ayude al Instituto a llevar a cabo la licitación que tenga como propósito la implementación de dicha tecnología.

Asimismo, se estableció un Comité Técnico que ayudará a que diversos sectores establezcan recomendaciones que ayuden al Instituto a llevar a cabo actividades propicias para el despliegue.

En el caso de México las pruebas para 5G fueron realizadas en la banda de 3.5 GHz en la cual los tres operadores más grandes se encuentran brindando servicios con la tecnología 5G; sin embargo, Movistar brinda su servicio como OMV; es decir, utilizando como concesionario de red a ATT. Por su parte, Telcel utiliza esta banda para brindar servicios en esta tecnología porque sus títulos de concesión fueron modificados.

Lo anterior representa una desventaja para concesionarios pequeños y OMV, pues no se realizó una licitación de esta banda de frecuencia para brindar servicios móviles en 5G.

Por su parte, en México existen instrumentos para determinar el uso y administración de espectro radioeléctrico; como lo son: el Programa Nacional de Espectro Radioeléctrico, el Programa Anual del Uso y Aprovechamiento de Espectro Radioeléctrico y el Programa Anual de Trabajo del IFT, cuyo principal objetivo es el uso eficiente de este insumo; sin embargo, en cada documento se contemplan bandas de frecuencia distintas para el despliegue de la tecnología 5G; es decir, no hay una alineación en este tema.

Asimismo, el IFT indica en su Programa Anual de Trabajo que la banda de 3.5 GHz no se contemplará para la licitación IFT-12 para servicios móviles en tecnología 5G, por no existir condiciones de mercado. Esta decisión es inadecuada considerando que el IFT tiene pleno conocimiento sobre la situación en el mercado del espectro, pues uno de los principales concesionarios (Movistar) devolvió espectro y públicamente ha manifestado que junto ATT no participarán en licitaciones pues sus esfuerzos estarán alineados en robustecer la red de ATT y compartirán costos del espectro.

Por lo anterior, se considera importante que el IFT no debe bajar la guardia con la SHCP, ya que como órgano autónomo especializado debe reforzar con dicha autoridad la determinación de un costo bajo del espectro radioeléctrico, y sobre todo contemplando los esfuerzos que conlleva la implementación de nuevas tecnologías como lo es la 5G, y las consecuencias económicas que de obstaculizar el acceso a este elemento esencial podrían causarse a nivel Estado.

Por otra parte, una sugerencia es que el IFT no deje de contemplar la banda de 3.5 Ghz para la licitación IFT-12 pues se considera es la más óptima para estos servicios, y en caso de no contemplarla, esto, puede provocar cierta dependencia hacia Telcel ya que los demás concesionarios o autorizados que requieran prestar servicios en dicha banda deben contratar ofertas mayoristas de referencia con dicho operador, lo cual puede dejar al arbitrio de este la inversión en despliegue de infraestructura.

Tanto el tema del costo elevado del espectro como el no integrar la banda 3.5 Ghz a la licitación IFT-12 puede desincentivar a los demás operadores a participar en dicha licitación, lo cual provoca la baja en el precio del espectro pues este en sí mismo no tiene un valor real, sino, el valor se lo da el mercado y la utilidad que se pueda dar a éste, por lo que, los precios en la Ley Federal de Derecho pueden estar muy por arriba del valor real de mercado.

Por su parte, al no haber actores interesados en la IFT-12, esta puede quedar de cierta y los directamente afectados serán los usuarios, ello, pese a las acciones que pueda estar realizando el IFT y la industria en el Comité Técnico.

Por su parte, del Benchmarking realizado sobre los países de Colombia y Argentina, se lograron obtener las siguientes buenas prácticas:

Considerar bandas altas, cuya característica es tener mayor capacidad y velocidad, pero menor cobertura, esto significa que para zonas rurales estas bandas pueden no ser tan útiles; sin embargo, en la ciudad se pueden utilizar en lugares con conglomerados de personas como: auditorios, aeropuertos, transporte, oficinas; es decir, lugares con cobertura limitada.

Estas bandas son óptimas para los videos de alta resolución, la realidad aumentada, y el IoT por la velocidad y capacidad con la que cuentan.

En dicho sentido, México debe realizar pruebas en otras bandas de frecuencia, por ejemplo; en banda de 28 Ghz que es una banda alta, misma que se considera óptima al ser utilizada por Estados Unidos para los servicios móviles en tecnología 5G y al ser un país colindante con el cual se pueden llegar a tener interferencia y sobre todo bajo la regla de la armonización del uso del espectro. Esta situación debe ser considerada a nivel internacional.

Acceso a bandas de frecuencia igualitario, en el caso de Argentina y Colombia todos los interesados tuvieron acceso a hacer pruebas en las bandas determinadas por los reguladores, mismas bandas que serán puestas a licitación para el despliegue de la tecnología 5G. En el caso de México solo los más grandes concesionarios hicieron pruebas en la banda de 3.5 GHz y posterior a ello Telcel obtuvo autorización para modificar sus títulos de concesión para poder dar servicios móviles en dicha banda, banda que ha reservado el IFT someter a licitación, dejando en desventaja a los demás operadores.

Incorporación de obligaciones de hacer en el pago sobre la adjudicación del espectro, como en el caso de Colombia, esto representaría una carga menos agresiva, sobre todo para nuevos entrantes, en ese mismo sentido y tomando como referencia tanto a Argentina como a Colombia que tiene el fondo fiduciario del servicio universal y el fondo único de TIC, México debería de crear un fideicomiso

que administre los pagos por uso y aprovechamiento de espectro para despliegue de infraestructura o para incorporación de nuevas tecnologías.

En el caso del tema regulatorio, si bien, Argentina emitió como parte de su mapa de ruta de la 5G un reglamento que determina ciertas características para servicios que se presten con 5G, lo cierto es que en el caso de México se cuenta con la regulación que puede hacer factible la consolidación de redes 5G, sobre todo que al establecer características específicas podría la regulación de Argentina quedar obsoleta al contemplar que las IMT siempre van a exigir mayor evolución tecnológica.

Se identifica el pago por el uso y aprovechamiento del espectro radioeléctrico como el principal reto para la implementación de la 5G.

Asimismo, se identifican las figuras jurídicas que existen en la regulación mexicana para acceder al espectro compartiendo costos.

En cuanto a las bandas de espectro radioeléctrico, en México en los diversos instrumentos se han estudiado y determinado bandas altas, bandas medias y bandas bajas para la implementación de la 5G, sin embargo, aún no se sabe cuáles serán las bandas que licite el IFT, pues la IFT-12 que será para la consolidación de la 5G ha tardado en salir, lo que muestra que por parte del IFT hay incertidumbre sobre poder lanzar dicha licitación.

El IFT debe de tomar en cuenta la banda 28 GHz y contemplar que la banda de 26 GHz en su mayoría tiene espectro protegido e incluso no se considera técnicamente apta pues aún no existen equipos adecuados para la misma.

La banda 3.5 GHz es la más adecuada por que cuenta con capacidad y cobertura necesaria para los objetivos que busca la 5G.

Las figuras para acceder a espectro y no esperar a la licitación IFT-12, que ayudan a minimizar el costo del espectro para brindar servicios en dicha tecnología son las siguientes:

1. **Compartición de infraestructura.** Bajo esta figura, los concesionarios y autorizados pueden acceder a infraestructura pasiva y en México el AEPT está obligado a tener una oferta pública de estos servicios, esto ayuda a los pequeños operadores a prestar servicios en esta tecnología y no desembolsar dinero sobre costo de espectro. Asimismo, la red pública mayorista operada por Altán Redes también tiene esta obligación; sin embargo, esta red está enfocada en cobertura y no en tecnología, ello, pese a que la banda de 700 Mhz es propicia para la tecnología 5G.

Por su parte, los OMV también tienen la posibilidad de solicitar al AEPT los servicios de comercialización y reventa de servicios OMV, esto lo hace Movistar con ATT. Sin embargo, el efecto negativo de esta situación es que cada vez existan menos concesionarios de red y queden solo OMV y el único concesionario no invierta en nuevas tecnologías ni en despliegue de infraestructura.

2. **Arrendamiento de espectro.** Esta figura, permite que los concesionarios puedan verse beneficiados del espectro asignado a otro concesionario para los mismos servicios, sin que exista un proceso de licitación y el costo del espectro se reparta entre estos; es decir, es una forma de acceder a espectro a un menor costo.

Por lo tanto, la regla para consolidar los servicios con tecnología 5G, será impulsando la compartición de infraestructura, el acceso a ofertas de referencia del AEPT y arrendamiento de espectro, con lo cual se pueden compartir costos. Asimismo, adoptar tecnologías que permitan un uso más eficiente del espectro; es decir, sacar un mejor provecho de este para uno o más concesionarios que estén utilizándolo.

Es indispensable consolidar la tecnología 5G, ya que esta traerá consigo un desarrollo en las industrias como son; salud, educación, automotriz, surgimiento nuevos aplicativos con realidad virtual, realidad aumentada e IoT; sin embargo, estos nuevos servicios no son ni deben ser regulados desde el derecho de las telecomunicaciones

Bibliografía

AGENCIA NACIONAL DEL ESPECTRO, “Análisis de la banda 26Ghz y propuesta de condiciones técnicas de la banda 3.5 Ghz”, de <https://www.ane.gov.co/Sliders/archivos/gesti%C3%B3n%20t%C3%A9cnica/Estudios%20de%20gesti%C3%B3n%20y%20planeaci%C3%B3n/An%C3%A1lisis%20bandas%20para%20IMT/1.%20Documentos%20para%20consulta/DocumentoAnálisisBandas3.5Y26GHz.pdf>.

ÁLVAREZ GONZÁLEZ DE CASTILLA, Clara Luz, *Telecomunicaciones y radiodifusión en México*, Ciudad de México, Santo Ediciones, 2018.

BIJKER WIEBE, E, “¿Cómo y por qué es importante la tecnología?”, *Redes*, Argentina, vol. 11, núm. 21, mayo 2005, p. 22, de <https://www.redalyc.org/pdf/907/90702101.pdf>. Consultado el 03 de julio de 2022.

BRAVO TORRES COTO, Jorge, “Imagina 5G”, *El Economista*, México, 21 de enero de 2022, de <https://www.eleconomista.com.mx/opinion/Imagina-5G-20220121-0031.html>. Consultado el 03 de julio de 2022.

CÁRDENAS MORENO, Cristóbal Abdaler, *Despliegue de Redes Privadas 5G*, Comité Técnico 5G, México, octubre, 2022.

Centro de Estudios Avanzados de Banda Ancha para el Desarrollo (CEABAD), *Nueva gestión del espectro, Modulo 1 “introducción y conceptos básicos de 5G: ¿Por qué es relevante en Latinoamérica?”*, s.f.

Claro, “Tecnología 5G en Colombia ya estamos en pruebas”, Claro, de <https://www2.claro.com.co/empresas/sectores/noticias-interes/5g-colombia/>. Consultado el 13 de abril de 2023.

Constitución Política de Colombia, Colombia, 1991, de <https://pdba.georgetown.edu/Constitutions/Colombia/colombia91.pdf>. Consultado el 13 de abril de 2023.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, México, 1917.

CONTRERAS GARCÍA, Violeta, “Los cambios políticos destrabarán 5G como palanca para la productividad”, *DPL News*, México, 15 de marzo de 2023, de <https://dplnews.com/predicciones-dpl-los-cambios-politicos-destrabaran-5g-como-palanca-para-la-productividad/>. Consultado el 20 de marzo de 2023.

CUEVAS RUÍZ, José Luis, “Análisis y evaluación de las alternativas, para gestionar de manera eficiente el espectro utilizado en el marco de las redes de 5G en México”, Instituto Federal de Telecomunicaciones, México, julio 2022, de

<https://centrodeestudios.ift.org.mx/admin/files/estudios/1669919344.pdf>.
Consultado el 26 de julio de 2023.

DE LA TORRE BAÑUELOS, Geovana del Carmen, “Iniciativa con proyecto de Decreto por el que se reforma y adiciona el artículo 118 de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, en materia de inclusión de las personas usuarias a la red 5G”, *Sistema de Información Legislativa*, de <https://infosen.senado.gob.mx/sgsp/gaceta/65/1/2022-07-13> 1/assets/documentos/Inic_PT_Sen_Banuelos_Lucero_Padilla_art_118_LFT yR.pdf. Consultado el 30 de octubre de 2022.

ENTE NACIONAL DE COMUNICACIONES, “El Estado Argentino licitó la banda 5G por más de 875 millones de dólares”, 24 de octubre de 2023, de <https://bibliotecas.unam.mx/index.php/desarrollo-de-habilidades-informativas/como-hacer-citas-y-referencias-en-formato-apa>. Consultado el 02 de febrero de 2024.

ENTE NACIONAL DE COMUNICACIONES, “Qué es ENACOM,” de https://www.enacom.gob.ar/institucionales_p33. Consultado el 23 de abril de 2023.

ENTE NACIONAL DE COMUNICACIONES, “Resolución 2199/2021”, 31 de diciembre de 2021, Argentina, de <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-2199-2021-359089/texto>. Consultado el 12 de abril de 2023.

ENTE NACIONAL DE COMUNICACIONES, “Resolución 2385/2022”, 28 de diciembre de 2022, Argentina, de <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-2385-2022-377240/texto>. Consultado el 12 de abril de 2023.

GSMA, “El impacto de los precios del espectro en Argentina”, GSMA, Argentina, 14 de noviembre de 2022, de https://www.gsma.com/latinamerica/wp-content/uploads/2022/11/El-impacto-de-los-precios-del-espectro-en-Arg_GSMA_2pager.pdf. Consultado el 12 de abril de 2023.

HERNÁNDEZ, GONZALO, “ATT aumenta cobertura 5G en México: estas son las ciudades que ahora tienen conexión a la red de nueva generación”, 20 de septiembre de 2022, de <https://www.xataka.com.mx/telecomunicaciones/att-aumenta-su-cobertura-5g-mexico-estas-ciudades-que-ahora-tienen-conexion-a-red-nueva-generacion>. Consultado el 11 de febrero de 2023.

HERNÁNDEZ, GONZALO, “Telcel 5G: aquí el mapa de cobertura por ciudad de México de la red de nueva generación”, México, 22 de febrero de 2022, de <https://www.xataka.com.mx/telecomunicaciones/telcel-5g-aqui-mapa-cobertura-ciudad-mexico-red-nueva-generacion>. Consultado el 11 de febrero de 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES, “Análisis sobre el mercado de Operadores Móviles virtuales (OMV)”, 2021, México, de https://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/estadisticas/omvs_2021v5.pdf.

INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES, “Bases de licitación pública para concesionar el uso, aprovechamiento y explotación comercial de segmentos de espectro radioeléctrico disponibles en la Banda de Frecuencias 410-415/420-425 Mhz para la prestación de Servicio Móvil de Radiocomunicación especializada en flotillas (licitación No. IFT-11), de <https://www.ift.org.mx/sites/default/files/industria/espectro-radioelectrico/telecomunicaciones/2022/3/basesdelicitacionift-11.pdf>, México. Consultado el 29 de julio de 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES, “Comité Técnico en materia de despliegue de 5G en México”, de <https://comite5g.ift.org.mx/pages/generalidades>. Consultado el 23 de octubre de 2022.

INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES, “Comunicado de prensa No.065/2020”, IFT, México, 01 de septiembre de 2020, de <https://www.ift.org.mx/sites/default/files/comunicacion-y-medios/comunicados-ift/comunicado65ift.pdf>. Consultado el 29 de julio de 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES, “Efectos y alternativas de la iniciativa de reforma a la Ley Federal de Derechos para 2021 en materia de espectro radioeléctrico”, Instituto Federal de Telecomunicaciones, México, 01 de octubre de 2020, de https://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/espectro-radioelectrico/efectosyalternativasdelainiciativadereformaalaleyfederaldederechospara2021enmateriadeespectroradioel_0.pdf. Consultado el 29 de marzo de 2023. p. 2.

INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES, “El pleno del IFT aprueba modificar 18 título de concesión de Telcel para ofrecer servicio 5G”, México”, 09 de febrero de 2022, de <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-0>. Consultado el 20 de marzo de 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES, “Entrevista del titular de la UER Alejandro Navarrete a Negocios en Imagen de Imagen Radio. Tema: Licitación IFT 12”, de <https://www.ift.org.mx/conocenos/pleno/entrevistas/otros-funcionarios/entrevista-del-titular-de-la-uer-alejandro-navarrete-negocios-en-imagen-de-imagen-radio-tema>. Consultado el 20 de marzo de 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES, “Infografía 5G Regulación de las Redes”, de <https://sensor5g.ift.org.mx/regulacion>. Consultado el 20 de marzo de 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES, “Informe trimestral de cumplimiento a las medidas y regulación asimétrica impuesta al Agente Económico Preponderante en el sector de Telecomunicaciones, OCTUBRE_DICIEMBRE 2021, IFT, diciembre 2021, México, de [Phttps://rpc.ift.org.mx/vrpc/pdfs/informes/ITC_Telecom_T42021.pdf](https://rpc.ift.org.mx/vrpc/pdfs/informes/ITC_Telecom_T42021.pdf).

INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES, “Lo que debes saber de tu celular”, de <https://www.ift.org.mx/conocenos/pleno/integrantes-del-pleno/telefoniamovil>. Consultado el 30 de octubre de 2022.

INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES, “Panorama del espectro radioeléctrico en México para servicios móviles de quinta generación”, *Unidad de Espectro radioeléctrico*, marzo, 2019, de <https://www.ift.org.mx/sites/default/files/panoramadespectroradioelectricoenmexicopara5g.pdf>. Consultado el 28 de octubre de 2022.

INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES, “Programa Anual de Uso y Aprovechamiento de Bandas de Frecuencias 2023”, México, 13 de noviembre de 2023, de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5708399&fecha=13/11/2023#gsc.tab=0.

INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES, “Versión pública del acuerdo P/IFT/EXT/060314/76”, IFT, México, 06 de marzo 2014, de https://www.ift.org.mx/sites/default/files/p_ift_ext_060314_76_version_publica_hoja.pdf. Consultado el 26 de julio de 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES, Anteproyecto de lineamientos que establecen los parámetros mínimos de banda ancha a que deberán sujetarse los prestadores de servicio de acceso a internet, IFT, de <https://www.ift.org.mx/sites/default/files/industria/temasrelevantes/11337/documentos/anteproyectolineamientosbandaancha002.pdf>. Consulta de 30 de octubre de 2022.

INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES, Comité Técnico en Materia de Despliegue de 5G en México, de <https://comite5g.ift.org.mx/pages/generalidades>. Consultado el 20 de marzo de 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES, inventario de Bandas de Frecuencia Clasificadas como espectro libre, México, marzo 2023, de <https://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/espectro->

radioelectrico/inventariodebandasdefrecuenciasclasificadascomo espectralibre-marzo2023.pdf. p 32.

INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES, Lineamientos para la comercialización de servicios móviles por parte de operadores móviles virtuales, Diario Oficial de la Federación el 09 de marzo de 2016, de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5429202&fecha=09/03/2016#gsc.tab=0. Consultado el 30 de octubre de 2022.

INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES, Lineamientos para la gestión de tráfico y administración de red a que deberán sujetarse los concesionarios y autorizados que presten el servicio de acceso a Internet, Diario Oficial de la Federación, México, 2021, de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5622965&fecha=05/07/2021#gsc.taCuevas b=0. Consultado el 26 de julio de 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES, Lineamientos que fijan los y parámetros de calidad a que deberán sujetarse los prestadores del servicio fijo, Diario Oficial de la Federación el 25 de febrero de 2020, de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5587373&fecha=25/02/2020#gsc.tab=0índices

INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES, Oficio IFT/222/UER/090/2022, Instituto Federal de Telecomunicaciones, México, 27 de junio de 2022, de <https://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/espectro-radioelectrico/ift222uer-0902022propuestaslfd2023.pdf>. Consultado el 29 de marzo de 2022, p.5.

INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES, Programa Anual de Trabajo 2023, https://www.ift.org.mx/sites/default/files/pat_2023.pdf. Consultado el 29 de marzo de 2023. p.11.

Karspersky, “¿Es peligrosa la tecnología 5G? pros y cintras de la tecnología 5G”, Karspersky, España, s.f., de <https://www.kaspersky.es/resource-center/threats/5g-pros-and-cons>. Consultado el 05 de abril de 2024.

La Republica, “Claro se lleva la mayor tajada en subasta 5G de Colombia”, *El Economista*, México, 20 de diciembre de 2023, de <https://www.economista.com.mx/empresas/Claro-se-lleva-la-mayor-tajada-en-subasta-5G-de-Colombia-20231220-0099.html>. Consultado el 02 de febrero de 2024.

LAÍNEZ IZAGUIRRE, Carlos, *et al.*, “Visión y prospectiva de la conectividad 5G”, México, IFT, octubre 2021, de <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/comunicacion-y-medios/otros-documentos/visionyprospectivadelaconectividad5g.pdf>. Consultado el 20 de marzo de 2023.

Ley 1341/2009, Colombia, 2009, de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=36913>. Consultado el 13 de abril de 2023.

Ley Argentina Digital, 2015, Argentina, de <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-27078-239771/actualizacion>. Consultado el 10 de abril de 2022.

Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, 2014, México.

LUCAS BARTOLO, Nicolás, “Movistar busca acelerar su red 5G en México con 33 ciudades para marzo de 2023”, El Economista, México, 15 de diciembre de 2022, de <https://www.economista.com.mx/empresas/Movistar-busca-acelerar-su-red-5G-en-Mexico-en-33-ciudades-para-marzo-de-2023-20221215-0065.html>. Consultado el 20 de marzo de 2023.

MINISTERIO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN, “Inició el evento más importante de 5G en Colombia liderado por MinTIC”, Colombia, 15 de marzo de 2023, de <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/274424:Inicio-el-evento-mas-importante-de-5G-en-Colombia-liderado-por-MinTIC#:~:text=Es%20importante%20destacar%20que%20el,de%205G%20en%20el%20pa%C3%ADs>. Consultado el 13 de abril de 2023.

MINISTERIO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN, “Plan 5G”, Colombia, diciembre de 2019, de https://mintic.gov.co/micrositios/plan_5g//764/articles-162230_recurso_1.pdf. Consultado el 13 de abril de 2023.

MINISTERIO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN, “Resolución 03209”, Colombia, 05 de diciembre de 2019, de https://mintic.gov.co/micrositios/plan_5g//764/articles-162285_recurso_1.pdf. Consultado el 13 de abril de 2023.

MINISTERIO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN, “Resolución 04543”, Colombia, 21 de diciembre de 2022, de https://www.mintic.gov.co/portal/715/articles-273592_recurso_1.pdf. Consultado el 13 de abril de 2023. p.2.

MINISTERIO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN, Resolución 0468, Colombia, 09 de marzo de 2020, de https://mintic.gov.co/micrositios/plan_5g//764/articles-162290_recurso_1.pdf. Consultado el 13 de abril de 2023.

PÁEZ JIMÉNEZ, Efrén, “Bandas de 600 Mhz y 700 Mhz tienen potencial para el desarrollo de 4G/5G en zonas rurales”, DPL News, México, 28 de mayo de 2021, de <https://dplnews.com/bandas-de-600-mhz-y-700-mhz-tienen-potencial-para-desarrollo-de-4g-5g-en-zonas->

Speedtest, “Speed Global Index Colombia”, de <https://www.speedtest.net/global-index/argentina#mobile>. Consultado el 12 de abril de 2023.

Telcel, “¿Cómo funciona el internet de banda ancha?”, de <https://www.telcel.com/empresas/tendencias/notas/como-funciona-internet-banda-ancha>. Consulta de 30 de octubre de 2022.

UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (UIT), “Recomendación ITU-R M.2383-0”, UIT, Ginebra Suiza, 29 de septiembre de 2015, <https://www.itu.int/rec/R-REC-M.2083-0-201509-I/es>. p. 11.

UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (UIT), Constitución de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, Ginebra Suiza, de <https://www.itu.int/en/council/Documents/basic-texts/Constitution-S.pdf>. Consultado el 26 de julio de 2023. Artículo 44.

UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (UIT), Reglamento de Radiocomunicaciones, UIT, edición 2020, de <https://www.itu.int/es/publications/ITU-R/pages/publications.aspx?lang=es&media=electronic&parent=R-REG-RR-2020>. Consultado el 30 de octubre de 2022.