

# **Panorama del espectro radioeléctrico en México para servicios móviles de quinta generación**



**Unidad de Espectro  
Radioeléctrico  
Marzo 2019**

El presente estudio fue elaborado por la Unidad de Espectro Radioeléctrico del Instituto (UER) con base en los análisis y prospectiva llevados a cabo por ésta. Este estudio refleja únicamente la opinión de la UER, por lo que en ningún caso lo establecido en éste prejuzga la opinión que el Pleno del Instituto o cualquier otra autoridad pudieran tener sobre el particular, ni prejuzga sobre las determinaciones futuras que se establezcan en relación a las bandas de frecuencia aquí incluidas.

## 1. ÍNDICE

|                                                                                                                               |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. ÍNDICE .....</b>                                                                                                        | <b>1</b>  |
| <b>2. INTRODUCCIÓN.....</b>                                                                                                   | <b>2</b>  |
| <b>3. OBJETIVO .....</b>                                                                                                      | <b>4</b>  |
| <b>4. CONTEXTO REGULATORIO ACTUAL .....</b>                                                                                   | <b>5</b>  |
| <b>5. DESARROLLO DE 5G.....</b>                                                                                               | <b>7</b>  |
| 5.1. ¿Qué son las IMT y cuál es su trascendencia? .....                                                                       | 7         |
| 5.2. Importancia de la identificación de espectro para las IMT en México. ....                                                | 8         |
| 5.3. ¿Qué es 5G? .....                                                                                                        | 9         |
| 5.4. Características .....                                                                                                    | 10        |
| 5.5. Armonización y necesidad espectral para 5G .....                                                                         | 11        |
| <b>6. ESPECTRO RADIOELÉCTRICO PARA 5G EN MÉXICO. ....</b>                                                                     | <b>16</b> |
| 6.1. Acciones en materia de espectro radioeléctrico realizadas por el Instituto para la entrada de sistemas 5G en México..... | 16        |
| 6.2. Bandas de frecuencias previstas en México para 5G.....                                                                   | 18        |
| <b>7. RESUMEN Y ESQUEMAS DE LAS BANDAS DE FRECUENCIAS CONTEMPLADAS PARA EL DESPLIEGUE DE 5G EN MÉXICO. ....</b>               | <b>41</b> |
| 7.1. Bandas inferiores a 1 GHz .....                                                                                          | 41        |
| 7.2. Bandas entre 1 y 6 GHz. ....                                                                                             | 42        |
| 7.3. Bandas superiores a 6 GHz.....                                                                                           | 43        |
| <b>8. CONCLUSIONES. ....</b>                                                                                                  | <b>46</b> |
| <b>9. BIBLIOGRAFÍA. ....</b>                                                                                                  | <b>47</b> |

## 2. INTRODUCCIÓN

Hace pocos años no contábamos con conexiones itinerantes a Internet; era común permanecer en lugares específicos para lograr conectarnos y poder compartir la información que necesitábamos enviar o recibir. Con el paso de los años, las comunicaciones de banda ancha móvil se han desarrollado de manera exponencial, permitiendo que las personas logremos comunicarnos desde muy distintos lugares y con mayor facilidad, para llevar a cabo tareas que ahora forman parte de nuestra vida diaria a través de redes que proporcionan conectividad permanente de alta velocidad y mayor movilidad.

Sin este tipo de comunicaciones de banda ancha móvil o la proliferación de dispositivos móviles (teléfonos inteligentes, computadoras personales, tabletas y relojes inteligentes), no sería posible realizar actividades tan cotidianas como enviar y recibir correos electrónicos o mensajes de texto, realizar video conferencias, cargar y descargar archivos, utilizar redes sociales, consultar información, transmitir audio y video en tiempo real, controlar otros dispositivos, ubicarse en algún punto geográfico, utilizar sistemas de navegación al conducir un vehículo, visualizar videos, escuchar música en línea, y un sinfín de posibilidades más.

Las comunicaciones de banda ancha móvil utilizan el espectro radioeléctrico como el medio de comunicación para el intercambio de información entre una red de comunicaciones y el usuario. Es así que, derivado de la creciente necesidad de conexión, del desarrollo tecnológico y de la demanda de servicios de banda ancha móvil, es necesario abocar todos los esfuerzos para hacer disponible este recurso escaso de la manera más eficiente posible.

De esta manera, el espectro radioeléctrico, al ser un recurso extremadamente escaso y de un valor estratégico sin precedentes, demanda una eficaz gestión y planificación para permitir que los diversos servicios y/o aplicaciones puedan prestarse de manera óptima en beneficio del usuario final.

Es preciso mencionar que las actividades relacionadas con el uso, aprovechamiento y explotación del espectro radioeléctrico cuentan con una enorme incidencia en los aspectos sociales y económicos del país y también constituyen un componente fundamental para el desarrollo competitivo de la nación a nivel mundial. En este sentido, el desarrollo tecnológico de los servicios de banda ancha móvil, sus características de ubicuidad y movilidad, así como el aumento de la velocidad en la transmisión de datos, han generado un crecimiento acelerado en el volumen de

tráfico que transportan, así como la necesidad de confiabilidad en la comunicación y la rapidez en la respuesta.

Es por ello que el sector de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-R) realiza grandes esfuerzos para determinar las bandas del espectro radioeléctrico que se podrían considerar para la provisión de servicios móviles de banda ancha, identificándolas como bandas destinadas para las Telecomunicaciones Móviles Internacionales, en adelante IMT, por sus siglas en inglés.

A su vez, el Instituto Federal de Telecomunicaciones (en adelante IFT o Instituto) realiza una serie de acciones de forma permanente, tendientes a incrementar la cantidad actual de espectro asignado para las IMT, con el fin de contar con espectro radioeléctrico suficiente para satisfacer la creciente demanda de este recurso en nuestro país a corto, mediano y largo plazos, para el despliegue de redes de última generación.

### 3. OBJETIVO

A través del presente documento, la UER presenta un panorama de las bandas de frecuencias que considera factibles para el despliegue de sistemas móviles 5G en México, con el objeto de proveer información anticipada a la industria, inversionistas, academia y público en general, acerca de la perspectiva de las bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico que se pudieran utilizar para el desarrollo de 5G en nuestro país en una primera etapa, con base en las recomendaciones y tendencias de organizaciones internacionales especializadas en la materia; las mejores prácticas internacionales; la planeación del espectro radioeléctrico que se sigue en nuestro país, así como la relevancia del espectro radioeléctrico para el despliegue de nuevos servicios y el desarrollo de nuevas tecnologías.

Es importante mencionar que esta Unidad considera que las acciones de planeación y prospectiva en materia de espectro radioeléctrico planteadas en el presente documento son un insumo básico para la definición de estrategias para el futuro despliegue de redes e infraestructura para sistemas de radiocomunicaciones 5G.

Finalmente, este estudio se encuentra alineado con el Objetivo Estratégico 1 del Instituto: “Promover e impulsar que los usuarios y las audiencias tengan mejores opciones de servicios públicos a precios asequibles, a través del impulso de la competencia y libre concurrencia de los sectores regulados”, así como con la Estrategia 1.3: “Administrar y fomentar el uso eficiente del espectro radioeléctrico en los sectores de las Telecomunicaciones y Radiodifusión”.

## 4. CONTEXTO REGULATORIO ACTUAL

El espectro radioeléctrico, al ser el espacio que permite la propagación de ondas electromagnéticas que se utilizan para la prestación de los servicios de telecomunicaciones y radiodifusión, debe ser objeto de una administración apropiada al ser un bien del dominio público de la Nación, y su administración debe considerar la evolución tecnológica y la reglamentación en materia de telecomunicaciones y radiodifusión.

En este contexto, el Artículo 54 de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, en la parte que interesa, indica lo siguiente:

***“Artículo 54.** El espectro radioeléctrico y los recursos orbitales son bienes del dominio público de la Nación, cuya titularidad y administración corresponden al Estado.*

*Dicha administración se ejercerá por el Instituto en el ejercicio de sus funciones según lo dispuesto por la Constitución, en esta Ley, en los tratados y acuerdos internacionales firmados por México y, en lo aplicable, siguiendo las recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones y otros organismos internacionales.*

*La administración incluye la elaboración y aprobación de planes y programas de uso, el establecimiento de las condiciones para la atribución de una banda de frecuencias, el otorgamiento de las concesiones, la supervisión de las emisiones radioeléctricas y la aplicación del régimen de sanciones, sin menoscabo de las atribuciones que corresponden al Ejecutivo Federal.*

*Al administrar el espectro, el Instituto perseguirá los siguientes objetivos generales en beneficio de los usuarios:*

- I La seguridad de la vida;*
- II La promoción de la cohesión social, regional o territorial;*
- III. La competencia efectiva en los mercados convergentes de los sectores de telecomunicaciones y radiodifusión;*
- IV. El uso eficaz del espectro y su protección;*
- V. La garantía del espectro necesario para los fines y funciones del Ejecutivo Federal;*
- VI. La inversión eficiente en infraestructuras, la innovación y el desarrollo de la industria de productos y servicios convergentes;*
- VII. El fomento de la neutralidad tecnológica, y*
- VIII. El cumplimiento de lo dispuesto por los artículos 2o., 6o., 7o. y 28 de la Constitución.*

*Para la atribución de una banda de frecuencias y la concesión del espectro y recursos orbitales, el Instituto se basará en criterios objetivos, transparentes, no discriminatorios y proporcionales.”*

Por su parte, el Artículo 56 de la Ley, en la parte que interesa indica lo siguiente:

*“Artículo 56. Para la adecuada planeación, administración y control del espectro radioeléctrico y para su uso y aprovechamiento eficiente, el Instituto deberá mantener actualizado el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias con base en el interés general. El Instituto deberá considerar la evolución tecnológica en materia de telecomunicaciones y radiodifusión, particularmente la de radiocomunicación y la reglamentación en materia de radiocomunicación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones.*

*(...)*

*Todo uso, aprovechamiento o explotación de bandas de frecuencias deberá realizarse de conformidad con lo establecido en el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias y demás disposiciones aplicables.”*

En este sentido, el Instituto, desde su creación, se ha enfocado a la tarea de implementar los procedimientos y herramientas más propicios para la gestión, administración y planificación del espectro radioeléctrico. Estos elementos constituyen las bases para que el uso, aprovechamiento y explotación de este preciado recurso natural se lleve a cabo de manera óptima y más eficiente en nuestro país.



## 5. DESARROLLO DE 5G

### 5.1. ¿Qué son las IMT y cuál es su trascendencia?

Las IMT son sistemas móviles de alta calidad, cuyas elevadas velocidades de transmisión de datos permiten el funcionamiento de diversas aplicaciones de banda ancha móvil a gran escala. El término acuñado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), representa un tipo de estandarización que representa una gran densidad de redes, acceso a espectro propicio y tecnologías móviles disruptivas.

La UIT en su Recomendación UIT-R M.1224 ha definido a las IMT como:

*“Los sistemas de telecomunicaciones móviles internacionales (IMT), son sistemas móviles que ofrecen acceso a una amplia gama de servicios de telecomunicación y en particular a servicios móviles avanzados, soportados por las redes móviles y fijas que cada vez más utilizan tecnología de paquetes.*

*Los sistemas IMT soportan aplicaciones de baja a alta movilidad y una amplia gama de velocidades de datos con arreglo a las exigencias de los usuarios y los servicios en múltiples entornos de usuario. Las IMT también tienen capacidades para aplicaciones multimedia de alta calidad dentro de una amplia gama de servicios y plataformas, y ofrecen mejoras importantes de rendimiento y calidad de servicio.”<sup>1</sup>*

El UIT-R ha desarrollado nuevas definiciones y requerimientos para las IMT a medida que han surgido nuevas tecnologías, necesidades del usuario y/o nuevas e innovadoras características de los sistemas móviles.

De esta manera, el UIT-R diseñó el primer conjunto de los estándares IMT aproximadamente a partir del año 2000: las IMT-2000, las cuales integraron sistemas móviles de tercera generación; luego se estandarizaron las IMT-Avanzadas, cuya principal característica fue la implementación de aplicaciones multimedia de elevada calidad y la integración de servicios móviles de cuarta generación; finalmente, a medida que el consumidor ha venido demandado un mayor volumen de tráfico, mejor calidad en la experiencia del usuario y una mejor asequibilidad respecto del costo del servicio y de los equipos terminales, el UIT-R determinó la inclusión de las IMT-2020, con el objeto de dar cabida a los sistemas 5G.

---

<sup>1</sup> Recomendación UIT-R M.1224-1 “Vocabulario de términos de las telecomunicaciones móviles internacionales (IMT)”. Serie M, Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos. 2013. Disponible en el siguiente enlace: [https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.1224-1-201203-1!!PDF-S.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.1224-1-201203-1!!PDF-S.pdf)

Es de resaltar que las IMT-2020 integran muchas más capacidades que las IMT 2000 y las IMT-Avanzadas en cuanto a mayor velocidad de datos, mayor eficiencia espectral, menor latencia y mayor movilidad.

En vista de lo anterior, uno de los grandes retos en materia de la política de espectro radioeléctrico consiste en llevar a cabo estrategias de planeación y reorganización de bandas de frecuencias, con el objeto de estar en condiciones de poner a disposición sistemas IMT-2020 para la operación de servicios de telecomunicaciones con mayor demanda.

## **5.2. Importancia de la identificación de espectro para las IMT en México.**

La identificación de espectro para las IMT permite, entre otras cosas, la armonización de bandas de frecuencias ya sea a nivel regional o global. Dicha armonización se refiere a la homogeneidad, en la medida de lo posible, por utilizar los mismos planes, canales y bandas de frecuencias en un segmento del espectro radioeléctrico con la finalidad de reducir la interferencia perjudicial a lo largo de las fronteras, así como facilitar el *roaming*<sup>2</sup> internacional, la interoperabilidad y uso de equipos/dispositivos (de red y de usuario) en múltiples regiones del mundo. Esto deriva en la reducción de los costos de la red y de los precios de los equipos, aportando a la generación de economías de escala, lo cual no sólo es deseable, sino necesario para una economía en desarrollo como la de nuestro país.

El IFT tiene designado al día de hoy cerca de 1000 MHz de espectro para las IMT, de los cuales alrededor del 60% está asignado o en vías de asignación. Lo anterior ha fomentado una mayor competencia y libre concurrencia en el sector de las telecomunicaciones, permitiendo el acceso a nuevos competidores y ampliando el desarrollo tecnológico para hacer un uso eficaz del espectro radioeléctrico<sup>3</sup>.

En este sentido, actualmente en México se cuenta con diversas bandas de frecuencias identificadas para las IMT, lo cual se ha logrado con base en la participación y coordinación regional

---

<sup>2</sup> *Roaming* es el servicio mediante el cual un operador nacional brinda la posibilidad a sus usuarios, cuando viajan al extranjero, de poder continuar utilizando los servicios de voz, mensajes de texto y datos, a través de la red de un operador con el cual el operador nacional haya celebrado un convenio para dichos efectos.

<sup>3</sup> Para mayor información acerca del espectro asignado para las IMT en México, consultar el documento “IMT en México. Más espectro para aplicaciones de Banda Ancha Móvil”, publicado en febrero del 2019, disponible en el siguiente enlace: [http://www.ift.org.mx/sites/default/files/imt\\_en\\_mexico\\_febrero\\_2019.pdf](http://www.ift.org.mx/sites/default/files/imt_en_mexico_febrero_2019.pdf)

e internacional en diferentes foros especializados, con el objeto de maximizar los servicios de banda ancha de manera armonizada con los demás países del mundo.

Es importante precisar que existe una diferencia entre la identificación de una banda de frecuencias para las IMT y la asignación de la misma para la provisión de servicios. La implementación y despliegue de sistemas IMT en ciertas bandas de frecuencias no sólo depende de la identificación por parte del UIT-R. Esto es parte de un proceso que conlleva el desarrollo de Tecnologías de Interfaces Radioeléctricas (RIT, *Radio Interface Technologies*), propuestas por parte de organismos de estandarización a nivel mundial, como el Proyecto Asociación de Tercera Generación (3GPP, *3rd Generation Partnership Project*) en atención a las convocatorias lanzadas por la UIT.

Lo anterior brinda mayor flexibilidad a las administraciones para que las acciones de planeación del espectro se ajusten a los marcos regulatorios particulares de cada administración, y que favorezcan el desarrollo tecnológico en el país de interés para el despliegue de sistemas de última generación.

### 5.3. ¿Qué es 5G?

Si bien el presente documento no pretende profundizar en el concepto de 5G, a continuación, se ofrece un breve panorama general para contextualizar la trascendencia y efecto de las redes 5G en la actualidad.

5G es la próxima generación de tecnología móvil, la cual continúa el desarrollo de las generaciones anteriores de tecnología móvil 3G y 4G. En este sentido, los sistemas 5G traen consigo nuevas posibilidades que incluyen mayor ancho de banda, mayor capacidad de transmisión de datos y menor tiempo de espera o latencia, las cuales, en su conjunto, crearán nuevas oportunidades de acceso inalámbrico para todo tipo de usuarios y diferentes necesidades de comunicación.

Es importante mencionar que, para los fines que se buscan en este documento, entenderemos por 5G al conjunto de tecnologías, sistemas y servicios que reúne la evolución de las redes móviles de “Quinta Generación” y que harán uso del espectro radioeléctrico para cubrir los fines que persiguen.

Los servicios móviles de quinta generación serán completamente diferentes a los servicios actuales de tercera y cuarta generación, ya que permitirán llevar a cabo comunicaciones<sup>4</sup> de gran fiabilidad y baja latencia (URLLC, *Ultra Reliable Low Latency Communications*), banda ancha móvil mejorada (eMBB, *Enhanced Mobile Broadband Access*), así como comunicaciones masivas tipo máquina (mMTC, *Massive Machine Type Communications*<sup>5</sup>). Por tal motivo, es relevante preparar un ecosistema que permita el desarrollo y despliegue de redes de este tipo en el país.

Una de las consideraciones de las redes de quinta generación es el permitir que millones de dispositivos puedan estar conectados al mismo tiempo en áreas densamente pobladas y con la posibilidad de mantener altas tasas de transferencia de datos. Además, estas redes tendrán la capacidad de que toda la gama de dispositivos de quinta generación se pueda conectar entre sí, convirtiendo el ecosistema de radiocomunicaciones móvil en un mundo “todo conectado”.

En atención a lo anterior y derivado de las necesidades de conectividad, así como de la evolución tecnológica, se espera que el tráfico global de datos móviles se multiplique año con año, por lo que resulta esencial que México se encuentre preparado en materia de espectro radioeléctrico para permitir el desarrollo de redes 5G.

## 5.4. Características

En el futuro, las nuevas necesidades que implican las redes 5G estarán relacionadas 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.

En este mismo orden de ideas, el UIT-R emitió la Recomendación UIT-R M.2083 “*Concepción de las IMT - Marco y objetivos generales del futuro desarrollo de las IMT para 2020 y en adelante*”<sup>6</sup>, de donde se desprenden las características básicas de 5G, entre las cuales destacan precisamente comunicaciones de gran fiabilidad y baja latencia; banda ancha móvil mejorada; así como comunicaciones masivas tipo máquina.

La Recomendación UIT-R M.2083 incluye algunos escenarios de uso para 5G que contienen las nuevas características de desempeño previstas para las redes de quinta generación (IMT-2020).

---

<sup>4</sup> Recomendación UIT-R M.2083-0. Serie M. 2015. Disponible en: <https://www.itu.int/rec/R-REC-M.2083-0-201509-I/en>

<sup>5</sup> MTC también se conoce como máquina a máquina (M2M) o Internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés) [https://www.itu.int/dms\\_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2440-2018-PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2440-2018-PDF-E.pdf)

<sup>6</sup> Disponible en <https://www.itu.int/rec/R-REC-M.2083/es>

Dichas características incluyen las características de eMBB, mMTC y URLLC arriba mencionadas y representadas en la Ilustración 1 siguiente:

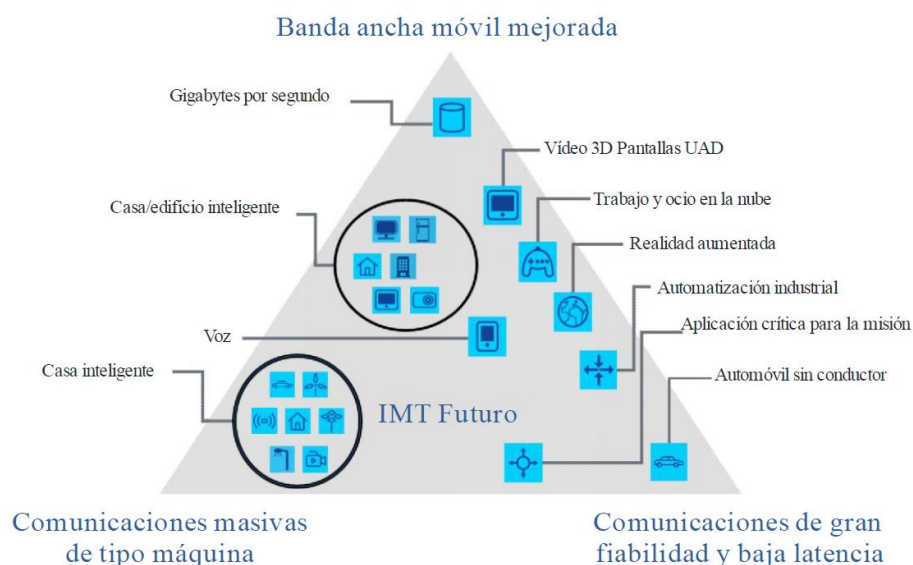


Ilustración 1 Fuente: UIT-R <https://www.itu.int/rec/R-REC-M.2083-0-201509-I/es> (aprobada el 29-sep-2015)

Como se observa, el futuro de las IMT, a través de la concreción de las IMT-2020, prevé la conexión de un número de dispositivos significativamente alto que a su vez utilizarán grandes volúmenes de datos. Si bien se espera que los primeros despliegues de 5G estén enfocados sobre la mejora de banda ancha móvil, también se prevé la proliferación de nuevas aplicaciones que, a su vez, provocará un incremento de la demanda de ancho de banda. Tal es el caso del aprovechamiento del potencial del Internet de las cosas (IoT), realidad virtual, automóviles autónomos y ciudades inteligentes. 5G será pieza fundamental de la economía digital del futuro.

## 5.5. Armonización y necesidad espectral para 5G

### 5.5.1. Estudios del UIT-R

En el marco de los trabajos del UIT-R, el Grupo de Trabajo 5D (GT 5D) es el encargado de todos los aspectos relacionados con las IMT y trata los temas relativos a las comunicaciones móviles de banda ancha. Entre los temas abordados se encuentra la definición de las condiciones técnico-operativas para el desarrollo e implementación de los sistemas IMT, la revisión de información actualizada de las tecnologías candidatas para los componentes terrestres de la interfaz de radio para las IMT-2020 y los informes de evaluación recibidos para las tecnologías candidatas. Dichos

trabajos son vitales para impulsar el crecimiento de economías de escala relativas a los equipos que conforman las redes inalámbricas para servicios de banda ancha móvil a nivel mundial.

Así mismo, derivado de los trabajos efectuados en la primera reunión preparatoria (RPC), de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones para el año 2019 (CMR-19) celebrada en 2015, se decidió que durante el lapso 2015-2019 se llevaran a cabo una serie de estudios tendientes a garantizar la coexistencia de las IMT-2020 con otros servicios y la subsecuente armonización de espectro radioeléctrico para su despliegue. Para dichos fines, entre otras cosas, el UIT-R creó de modo exprofeso un Grupo de Tareas especiales (TG 5/1) para estudiar la pertinencia de utilizar segmentos de bandas de frecuencias dentro del rango de 24.25 GHz y 86 GHz, cuyos trabajos finalizaron en agosto del 2018 y quedaron plasmados en el Informe de la Reunión Preparatoria de la CMR.

De igual forma, durante ese mismo periodo se realizaron estudios para dar soporte a la implementación de infraestructuras de comunicación tipo máquina para banda estrecha y banda ancha, las cuales, como se ha mencionado, son fundamentales para el desarrollo del IoT. A este respecto, los estudios concluyeron que las aplicaciones y dispositivos MTC/IoT se pueden usar de manera efectiva en las bandas de frecuencias identificadas para las IMT. Este enfoque evita la necesidad de identificar nuevo espectro exclusivamente dedicado para aplicaciones MTC/IoT, y generar cambios en el Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) que impliquen una sobrerregulación innecesaria y, por ende, una inhibición en su desarrollo futuro.

### **5.5.2. Espectro radioeléctrico propicio para 5G**

Dado que los sistemas 5G serán flexibles y heterogéneos, con características tecnológicas aptas para brindar conectividad simultánea a una gama amplia de usuarios con diferentes demandas y requisitos, es necesario que existan segmentos disponibles de espectro en diferentes bandas de frecuencias. Lo anterior se debe a las características físicas y de propagación de las ondas radioeléctricas a diferentes frecuencias; las bandas más bajas proporcionan mejor cobertura, mientras que las bandas más altas generan mayor capacidad de transmisión de datos.

Da esta manera, algunas aplicaciones 5G requerirán un desempeño altamente robusto a lo largo de una amplia zona de cobertura, otras aplicaciones necesitarían una velocidad de transmisión muy alta y latencias muy bajas en áreas geográficas específicas, y algunas otras necesitarán la

combinación de ambas propiedades. En este sentido, el espectro idóneo para sistemas 5G se puede dividir en tres grandes rangos de frecuencias de manera general:

- Frecuencias bajas (inferiores a 1 GHz) brindan mayor cobertura y capacidad limitada.
- Frecuencias medias (entre 1 y 6 GHz) la cobertura se reduce y la capacidad aumenta, en comparación con las frecuencias bajas.
- Frecuencias altas (superiores a 6 GHz) brindan corto alcance con muy alta capacidad y muy baja latencia.

Las bandas de frecuencias inferiores a 1 GHz serán valiosas para permitir una migración gradual de sistemas 4G hacia sistemas 5G, lo que se traduce a que se tendrá una evolución continua para los servicios de banda ancha móvil, empleando técnicas como modulaciones de mayor orden y agregación de portadoras<sup>7</sup> para ampliar las capacidades de ancho de banda actuales.

Las bandas de frecuencias entre 1 GHz y 6 GHz brindarán la cobertura y capacidad suficientes para atender el constante incremento de tráfico de datos y video en zonas abiertas, a la vez que permitirá el despliegue de nuevas tecnologías que sean compatibles con las bandas asignadas actualmente y con las nuevas bandas de frecuencias para 5G.

Finalmente, las bandas de frecuencias por arriba de 6 GHz se utilizarán en mayor medida para grandes cantidades de usuarios y con canales con anchos de banda de, al menos, 400 MHz. Debido a la potencial disponibilidad de grandes anchos de banda, las bandas de ondas milimétricas<sup>8</sup> (por encima de 24 GHz) ofrecen la promesa de brindar altas tasas de transferencias de datos en áreas específicas donde las demandas de tráfico son muy altas.

Desde el punto de vista de los trabajos de armonización, el organismo de estandarización 3GPP se encarga de cubrir los aspectos de tecnologías de redes celulares en telecomunicaciones, incluyendo el acceso de radio, las redes de transporte, capacidad-calidad del servicio y especificaciones técnicas de los sistemas. Particularmente, el Grupo de Especificaciones Técnicas (TSG, por sus siglas en inglés) del 3GPP acordó en junio del 2016, como resultado de la reunión

---

<sup>7</sup> La técnica a través de la cual se pueden utilizar bandas de frecuencias de manera complementaria se llama "Agregación de portadoras", en inglés *Carrier Aggregation*. Esta técnica es utilizada para aumentar el ancho de banda y, por lo tanto, aumentar la tasa de bits, agregando frecuencias portadoras de componentes contiguos en la misma banda de frecuencias o no contiguos dentro de la misma banda de frecuencia o portadoras pertenecientes a diferentes bandas de frecuencia, permitiendo un mejor uso de estas portadoras y entregar un mayor ancho de banda. Para mayor referencia: <http://www.3gpp.org/technologies/keywords-acronyms/101-carrier-aggregation-explained>

<sup>8</sup> Teóricamente se consideran bandas milimétricas a aquellas por encima de los 30 GHz y hasta los 300 GHz; sin embargo, para fines comerciales, la industria considera bandas milimétricas a partir de los 24 GHz.

TSG#72, un plan de trabajo detallado para el desarrollo del estándar 3GPP Release-15, el cual fue el primer lanzamiento o “Release” de especificaciones 5G.

La Ilustración 2 muestra a continuación la hoja de ruta que en su momento se planteó para la publicación del Release-15 del 3GPP:

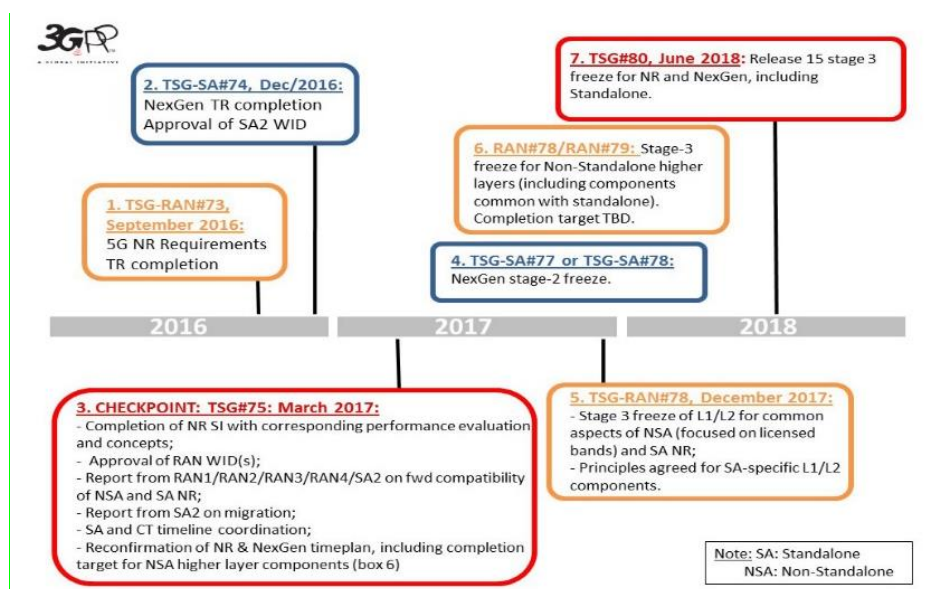


Ilustración 2 Fuente: 3GPP. [http://www.3gpp.org/images/articleimages/5g\\_timeline.jpg](http://www.3gpp.org/images/articleimages/5g_timeline.jpg)

En el Release 15 de 3GPP se especifican dos requisitos de rendimiento de radio separados para dos rangos de frecuencia: uno (FR1) por debajo de los 6 GHz (450 – 6000 MHz), y otro (FR2) entre los rangos 24,250 y 52,600 MHz. Ambos rangos fueron identificados en el Release 15 de 3GPP, se definieron 3 bandas para el FR1 y 4 bandas para el FR2 como nuevas bandas para 5G, considerando el plan de asignación de espectro radioeléctrico en cada región y/o país. Ver Ilustración 3 siguiente.

#### Bandas FR1 y FR2 incluidas en el Release 15 NR

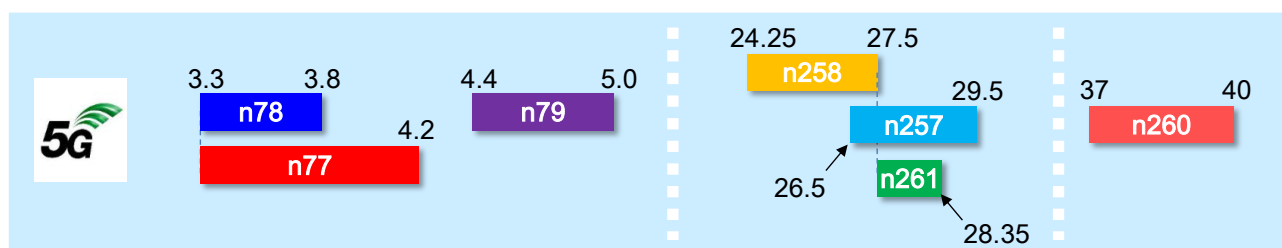


Ilustración 3 Fuente: 3GPP. <http://www.3gpp.org/release-15>



De acuerdo con el *Release* 15 de 3GPP, el sistema 5G es compatible con las tecnologías de acceso 3GPP, así como con tecnologías de acceso que no son 3GPP<sup>9</sup>. La interoperabilidad entre las diversas tecnologías de acceso es exigente, para la optimización y la eficiencia de recursos, el sistema 5G puede seleccionar la tecnología de acceso 3GPP o no 3GPP más adecuada para un servicio, permitiendo potencialmente que se utilicen simultáneamente tecnologías de acceso múltiple para uno o más servicios activos en el equipo del usuario final.

Algunas otras nuevas tecnologías, como las redes satelitales y las redes de área amplia, aumentarán la cobertura y la disponibilidad. El 3GPP prevé los requisitos para el funcionamiento con las diversas combinaciones de tecnologías de acceso.<sup>10</sup>

---

<sup>9</sup> Tecnologías de acceso que no son 3GPP se refiere a las tecnologías que no están especificadas en 3GPP por ejemplo WiFi, DSL y WiMAX.

<sup>10</sup> Release 15. TR 21.915 V0.6.0 (2019-02). 3.4.5.4 Converged architecture to support non 3GPP access. Disponible en el siguiente enlace: <http://www.3gpp.org/release-15>

## **6. ESPECTRO RADIOELÉCTRICO PARA 5G EN MÉXICO.**

### **6.1. Acciones en materia de espectro radioeléctrico realizadas por el Instituto para la entrada de sistemas 5G en México.**

El Instituto ha participado activamente en diversos foros del UIT-R, como los Grupos de Trabajo 5D, TG 5/1 y la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones del año 2015 (CMR-15). Es de mencionar que al término de la CMR-15 se llevó a cabo la primera sesión de la RPC para la CMR-19. En esta sesión se organizaron los estudios preparatorios y se propuso la estructura para elaborar su Informe. Como parte de la estructura del proceso de preparación en la UIT para la CMR-19 y derivado del trabajo realizado por la delegación mexicana en la CMR-15, se eligió a México, a través de la persona de un funcionario del Instituto, como relator del Capítulo 2 del Informe de la RPC. Dicho Capítulo comprende los temas relativos a aplicaciones del servicio de banda ancha e IMT.

Derivado de la designación como relator de uno de los capítulos más trascendentes del Informe rumbo a la CMR-19, el IFT también ha participado en el segundo Taller Interregional de la UIT sobre los preparativos de la CMR-19; en la Reunión Directiva de la segunda sesión de la RPC (RPC-19-2) y; finalmente en la RPC-19-2, donde presidió el Grupo de Trabajo correspondiente al Capítulo 2. Esta responsabilidad ha traído consigo tener la información más actualizada acerca de la identificación IMT para 5G rumbo a la CMR-19 de primera mano, la cual constituye uno de los ejes principales sobre los que se cimientan las bases de la información contenida en el presente documento.

Como parte de las actividades Regionales, el Instituto ha participado en el Comité Consultivo Permanente II (CCP.II) de la CITEI, en donde se cuenta con la Presidencia de dicho Comité y con posiciones estratégicas para los Puntos del Orden del Día (POD) de la CMR-19, particularmente para el POD 1.13. Adicionalmente en el marco de los trabajos de la Comisión Técnica Regional de Telecomunicaciones de Centroamérica (COMTELCA), el Instituto cuenta con la coordinación de su Comité de radiocomunicaciones.

De manera similar, el IFT también ha tenido oportunidad de preparar el despliegue de las IMT en México en diversas bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico que fueron identificadas en las pasadas Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones.

Así pues, la UER considera que con las acciones implementadas por el Instituto se permitirá el despliegue de servicios en bandas IMT en porciones del espectro radioeléctrico, con el objeto de estar mejor preparados para cubrir la creciente demanda de comunicaciones móviles, con altas velocidades de transmisión que satisfagan las necesidades futuras de las redes 5G.

En correspondencia con lo anterior, también se han puesto en marcha diversos procesos de reordenamiento en bandas de frecuencias que eventualmente serán trascendentales para el despliegue de los sistemas de quinta generación. Particularmente, el reordenamiento de la banda de 470 – 512 MHz libera el espectro atribuido a servicios de televisión radiodifundida, correspondiente a los canales 14 al 20 de UHF, con el objeto de concretar el reordenamiento de la banda de 600 MHz que libera los 84 MHz de la banda de 614 – 698 MHz (canales 38 al 51 de televisión radiodifundida digital) para llevar a cabo el segundo dividendo digital en México.

Por otro lado, la banda de 3.4 a 3.6 GHz, comúnmente denominada como Banda C extendida, ha sido objeto de múltiples estudios en torno a su utilización a nivel mundial, derivado de las diferentes aplicaciones y servicios que pueden ser prestados en la banda. Esta banda es una de las bandas que se encuentran armonizadas a nivel mundial para el despliegue de sistemas 5G. En México esta banda de frecuencias se ha utilizado para el servicio de acceso inalámbrico fijo o móvil al amparo de las concesiones otorgadas en el año 1998. La banda de frecuencias es también utilizada para el servicio fijo por satélite a través de una asignación para ocupar la posición orbital geoestacionaria 114.9° Longitud Oeste asignada al país, así como por diversos sistemas operando al amparo de cuatro títulos habilitantes para el aterrizaje de señales de satélites extranjeros. Actualmente, la banda es objeto de diversas acciones de planificación de espectro con el fin de establecer una distribución óptima y con espectro contiguo en el mediano plazo para los sistemas terrestres, y una convivencia libre de interferencias perjudiciales con los sistemas satelitales que también operan en esa banda.

En otro orden de ideas, cabe resaltar que, con el objeto de identificar áreas de oportunidad para anticiparse a la demanda futura de servicios de banda ancha móvil en nuestro país, la UER sometió a un proceso de Opinión Pública respecto de la identificación de las necesidades de espectro para las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT) entre 24.25 GHz y 86 GHz en México, con una duración de 20 días hábiles en el periodo comprendido del 14 de julio al 24 de

agosto de 2017<sup>11</sup>. Al término de dicho plazo, se recibieron un total de 21 comentarios que sirvieron de insumo para la construcción del documento “Posibles necesidades de identificación de bandas de frecuencias entre 24.25 y 86 GHz para las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT) en México”<sup>12</sup> y de una prospectiva de las bandas de frecuencias que pudieran designarse para sistemas de quinta generación.

La opinión pública referida ha servido, entre otros insumos, como base para la elaboración del presente documento, dado que ha provisto elementos relevantes desde el punto de vista de todos los sectores de la industria.

Otro elemento importante para la entrada de sistemas 5G en México, en su parte correspondiente a espectro radioeléctrico, ha sido la creación por parte del Instituto del Comité Técnico en Materia de Espectro Radioeléctrico (CTER). El CTER ha coadyuvado a identificar inquietudes por parte de la industria, la academia y el público en general para la adopción de bandas de frecuencias propicias para el despliegue de sistemas 5G.

Todo este trabajo provee un panorama con información útil para la industria y los actores involucrados en este proceso. 5G no sólo conjetura una evolución tecnológica en cuanto a redes, velocidad y capacidad; 5G involucra la participación de diversas industrias verticales para la creación de una nueva economía digital que permitan que México sea un actor principal dentro del contexto global del sector de telecomunicaciones.

En definitiva, este estudio pretende contribuir al desarrollo e implementación de estas estrategias orientadas a satisfacer en el corto, mediano y largo plazo las necesidades proyectadas sobre el uso futuro de redes 5G para la comunicación de banda ancha que podrían contar con características específicas que permitirían el despliegue de sistemas 5G en nuestro país.

## **6.2. Bandas de frecuencias previstas en México para 5G**

A continuación, se presenta un análisis particular de cada una de las bandas de frecuencias que la UER considera como viables para la futura implementación de sistemas 5G en nuestro país. Para la consideración de las bandas de frecuencias para 5G se ha tomado en cuenta el estado del arte en el que se encuentran actualmente, esto incluye: la perspectiva técnica, en cuanto a las

---

<sup>11</sup> Para mayor información consultar la página de la Opinión Pública, disponible en: <http://www.ift.org.mx/industria/consultas-publicas/opinion-publica-sobre-la-identificacion-de-las-necesidades-de-espectro-para-las-telecomunicaciones>

<sup>12</sup> Disponible en el siguiente enlace: <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/industria/espectro-radioelectrico/radiodifusion/2016/4/posiblesnecesidadesdespectroimtentre24.25y86ghzuera.pdf>

tendencias de armonización a nivel regional y mundial; la perspectiva de estandarización por parte del 3GPP; la planificación del espectro radioeléctrico que elabora la UER, incluyendo los procedimientos de reordenamiento en bandas de frecuencias particulares; así como las recomendaciones de organismos internacionales en materia de espectro radioeléctrico.

El análisis se estructura con base en las necesidades de bandas inferiores a 1 GHz; bandas entre 1 GHz y 6 GHz, y bandas superiores a 6 GHz. A su vez, se analizan cada una de las sub-bandas de frecuencias, al plasmar su situación actual, así como su prospectiva futura.

### **6.2.1. Bandas inferiores a 1 GHz**

Como se ha mencionado anteriormente, las bandas que pueden ofrecer mejores coberturas son las bandas inferiores a 1 GHz. En este sentido, en México se han llevado a cabo diversas acciones tendientes a identificar bandas por debajo de 1 GHz como propicias para las IMT, y posteriormente designar dichas bandas de frecuencias como adecuadas para la provisión de servicios de banda ancha móvil.

#### **6.2.1.1. Banda 600 MHz (614 – 698 MHz)**

La banda de frecuencias 614 – 698 MHz fue identificada por el UIT-R como propicia para las IMT durante la CMR-15. En tal sentido, el Instituto ha llevado a cabo diversos trabajos tendientes a utilizar la banda de 600 MHz para el despliegue de sistemas IMT, ya que significa una magnífica oportunidad para desplegar servicios móviles de banda ancha en el corto plazo. Esta banda resulta de gran importancia para México porque las características de propagación hacen que se pueda cubrir más territorio con menos cantidad de radio bases, por lo que el Instituto ha impulsado su utilización como IMT en los foros especializados internacionales.

Es por ello que en junio del año 2016 la Administración de México, conformada por funcionarios del Instituto, presentó una contribución ante el GT 5D de la UIT, mediante la cual se propuso un arreglo de frecuencias en la banda de 600 MHz para su inclusión en la Recomendación ITU-R M.1036 “Disposiciones de frecuencias para la implementación de la componente terrenal de las IMT en las bandas determinadas para las IMT en el RR”. Es pertinente señalar que el documento presentado en su momento también fue apoyado por la Administración de Nueva Zelanda, convirtiéndola en una contribución multi-país y que a lo largo del trabajo realizado por el Instituto en el UIT-R, ha ganado apoyo por parte de otras administraciones con proyecciones a desplegar sistemas de banda ancha móvil.

Esta contribución plantea que el arreglo de frecuencias propuesto para la banda de 600 MHz cuente con un esquema de duplexaje por división de frecuencia (FDD, por las siglas en inglés de “*Frequency Division Duplexing*”), cuyo segmento 617 – 652 MHz sea utilizado para la transmisión de la estación base a los equipos terminales (*Downlink*), mientras que el segmento 663 – 698 MHz sea utilizado para la transmisión del equipo terminal a la estación base (*Uplink*)<sup>13</sup>.

Esta configuración reversible asegura la compatibilidad tanto con el esquema de segmentación “A5” que se utiliza en México para la banda de 700 MHz, así como con el plan de bandas de Estados Unidos (USA band plan 700 MHz) al contar con segmentos adyacentes transmitiendo en su enlace ascendente (*Uplink*).

Al día de hoy, el arreglo de frecuencias propuesto y denominado como “A12” se encuentra en el documento de trabajo y su aprobación se discutirá en la reunión de junio del 2019 del GT 5D.

Por otra parte, el organismo 3GPP ha tomado la iniciativa en el desarrollo de sistemas IMT para la banda de 600 MHz, al incorporar el año pasado en su *Release 15*<sup>14</sup>, un estándar para la banda de 600 MHz identificado como n71 como se muestra en la Tabla 1 siguiente:

| Banda de operación<br>3GPP | Enlace ascendente | Enlace descendente | Duplexaje |
|----------------------------|-------------------|--------------------|-----------|
| n71                        | 663 MHz – 698 MHz | 617 MHz – 652 MHz  | FDD       |

Tabla 1. Estándar n71 del 3GPP.

Como se puede observar, el 3GPP desarrolló el estándar para la banda de 600 MHz de conformidad con el esquema de segmentación propuesto en el GT 5D. Con base en esto, así como la amplia aceptación que esta banda ha ganado a nivel mundial, se prevé que se desarrolle como una banda de alto grado de armonización global, lo que le permitirá contar con economías de escala suficientes para contar un ecosistema tecnológico robusto y prolífico.

#### 6.2.1.1.1. Atribuciones de la Banda 600 MHz

El RR de la UIT en su Artículo 5, Sección IV: “Cuadro de atribución de bandas de frecuencias” establece que, para la Región 2, a la que pertenece México, el segmento 614 – 698 MHz se encuentra

<sup>13</sup> Para mayor información sobre el esquema del arreglo de frecuencias propuesto, consultar el numeral 6.2.1.1 del presente documento.

<sup>14</sup> Disponible en: <http://www.3gpp.org/release-15>

atribuido para el servicio de radiodifusión a título primario y para los servicios fijo y móvil a título secundario.

Así mismo, es pertinente señalar que dentro del RR se asocian notas internacionales las cuales se refieren directamente a cuestiones relativas a las atribuciones y las consideraciones para el uso de las diferentes bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico. Por lo anterior, las Notas **5.293**, **5.308A** aplicables al segmento 614 – 698 MHz establecen lo siguiente:

**5.293** *Categoría de servicio diferente: en Canadá, Chile, Cuba, Estados Unidos, Guyana, Jamaica y Panamá, las bandas de frecuencias 470-512 MHz y 614-806 MHz están atribuidas a título primario al servicio fijo (véase el número 5.33), a reserva de obtener el acuerdo indicado en el número 9.21. En Bahamas, Barbados, Canadá, Chile, Cuba, Estados Unidos, Guyana, Jamaica, México y Panamá, las bandas de frecuencias 470-512 MHz y 614-698 MHz están atribuidas a título primario al servicio móvil (véase el número 5.33), sujeto al acuerdo obtenido con arreglo al número 9.21. En Argentina y Ecuador, la banda de frecuencias 470-512 MHz está atribuida a título primario a los servicios fijo y móvil (véase el número 5.33), a reserva de obtener el acuerdo con arreglo al número 9.21. (CMR-15)*

**5.308A** *En Bahamas, Barbados, Belice, Canadá, Colombia, Estados Unidos y México, la banda de frecuencias 614-698 MHz, o partes de esta, está identificada para las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT) – véase la Resolución **224 (Rev.CMR-15)**. Esta identificación no impide la utilización de estas bandas de frecuencias por cualquier otra aplicación de los servicios a los que está atribuida, ni establece prioridad alguna en el Reglamento de Radiocomunicaciones. Las estaciones del servicio móvil de los sistemas IMT que funcionan en esta banda de frecuencias están sujetas a la obtención del acuerdo indicado en el número 9.21 y no causarán interferencia perjudicial a los servicios de radiodifusión de los países vecinos, ni reclamarán protección contra los mismos. Se aplican los números **5.43 y 5.43A**. En Belice y México, la utilización de las IMT en esta banda de frecuencias no comenzará antes del 31 de diciembre de 2018 y podrá prorrogarse si así lo acuerdan los países vecinos. (CMR-15)*

Por su parte el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF) vigente, publicado el 1 de octubre de 2018 en el Diario Oficial de la Federación (DOF), indica que el segmento de frecuencias 614 – 698 MHz se encuentra atribuido al servicio móvil a título primario y al servicio fijo a título secundario, lo cual es consistente con lo estipulado en el Cuadro de atribución de bandas de frecuencias del RR y sus notas asociadas.

Ahora bien, respecto a las notas nacionales del CNAF relacionadas con el segmento antes citado se encuentran las siguientes:

**MX145** *El 26 de septiembre de 2017 se publicó en el DOF el Programa Nacional de Espectro Radioeléctrico 2017-2018, mismo que contiene el Programa de Trabajo para reorganizar el espectro radioeléctrico a estaciones de radio y televisión, emitido por*

*el Instituto Federal de Telecomunicaciones el 16 de diciembre de 2014 y modificado el 17 de agosto de 2016, el cual establece que se realizará el reordenamiento y reubicación de canales de televisión por debajo del canal 37, con el fin de llevar a cabo la liberación de la banda de 600 MHz por parte del servicio de radiodifusión, para su eventual utilización por servicios de banda ancha móvil, dando con ello paso a lo que sería un segundo dividendo digital en el país.*

**MX145A** *La banda de frecuencias 614 - 698 MHz está identificada para su utilización por sistemas IMT, de conformidad con la Resolución 224 (Rev. CMR-15) y la nota 5.308A del RR. Esta identificación no impide la utilización de esta banda de frecuencias por cualquier aplicación de los servicios a los que está atribuida, ni establece prioridad alguna en el Reglamento de Radiocomunicaciones. Su utilización para IMT no comenzará antes del 31 de diciembre de 2018 y podrá prorrogarse si así lo acuerdan los países vecinos. (CMR-15).*

#### **6.2.1.1.2. Acciones de planificación de la Banda 600 MHz**

Derivado de las labores de planificación del espectro radioeléctrico en nuestro país, se llevó a cabo un proceso de reordenamiento de la banda de 600 MHz, con el objetivo de reubicar canales de televisión por debajo del canal 37 (608 – 614 MHz).

Actualmente la banda de 600 MHz se encuentra liberada en México, ya que la operación de los canales de televisión se lleva a cabo por debajo de los 608 MHz, lo cual brinda una oportunidad para el despliegue de sistemas IMT en la banda de 600 MHz.

Finalmente, si bien esta banda de frecuencias ya cuenta con estándares para el desarrollo de tecnología de última generación, las economías de escala estarán disponibles en el corto plazo, por lo que esta banda de frecuencias podría llegar a utilizarse completamente para sistemas 5G en el mediano plazo.

#### **6.2.1.2. Banda 700 MHz (698 – 806 MHz)**

Durante la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones del 2007 la banda de frecuencias 698 – 960 MHz fue identificada como propicia para las IMT. El 19 de septiembre de 2012 el Pleno de la extinta Comisión Federal de Telecomunicaciones aprobó el Acuerdo mediante el cual se recomienda que México adopte el esquema de segmentación A5 incluido en la recomendación UIT-R M.1036 para la banda de frecuencias 698 – 806 MHz, mejor conocida como banda de 700 MHz. Este esquema utiliza un sistema de duplexaje por división de frecuencia, cuyo segmento 703 – 748 MHz se emplea para la transmisión móvil-base, y el segmento 758 – 803 MHz para la transmisión base-móvil.



Adicionalmente, el organismo 3GPP desarrolló un estándar para la banda de 700 MHz identificado como n28 como se muestra en la Tabla 2 siguiente:

| Banda de operación<br>3GPP | Enlace ascendente | Enlace descendente | Duplexaje |
|----------------------------|-------------------|--------------------|-----------|
| n28                        | 703 MHz – 748 MHz | 758 MHz – 803 MHz  | FDD       |

*Tabla 2. Estándar n28 del 3GPP.*

#### 6.2.1.2.1. Atribuciones de la Banda 700 MHz

El Artículo 5 del RR, en la sección IV: “Cuadro de atribución de bandas de frecuencias”, establece que para la Región 2, el segmento de frecuencias 698 – 806 MHz se encuentra atribuido a los servicios móvil y radiodifusión a título primario, y al servicio fijo a título secundario. Lo anterior se asocia a la nota internacional relevante **5.293**, citada anteriormente.

A su vez, el CNAF indica que el segmento de frecuencias 698 – 806 MHz se encuentra atribuido al servicio móvil a título primario y al servicio fijo a título secundario. Así mismo, respecto a las notas nacionales del CNAF relacionadas al segmento que nos ocupa, se encuentran las siguientes:

**MX146** El 1 y 8 de noviembre de 2006 se firmó en la Ciudad de México y en la Ciudad de Antalya, Turquía, respectivamente, el Protocolo entre México y los Estados Unidos de América, relativo al uso de la banda 698 – 806 MHz para servicios de radiocomunicación terrenal excepto radiodifusión a lo largo de la frontera común. Dicho protocolo fue enmendado mediante intercambio de cartas diplomáticas el 18 de julio de 2011.

**MX147** Las partes de la banda de frecuencias 698 – 960 MHz atribuidas al servicio móvil a título primario se han identificado para su utilización por las IMT, de conformidad con la Resolución 224 (Rev. CMR-12) y la nota internacional 5.317A del RR. Dicha identificación no excluye el uso de esta banda por ninguna aplicación de los servicios a los cuales está atribuida y no implica prioridad alguna en el Reglamento de Radiocomunicaciones.

**MX148** La banda de frecuencias 698 – 806 MHz se encuentra identificada para la provisión de servicios IMT en México. El 19 de septiembre de 2012 el Pleno de la entonces Comisión Federal de Telecomunicaciones aprobó el Acuerdo mediante el cual se recomienda que México adopte la opción de segmentación A5 para la banda de frecuencias 698 – 806 MHz (banda 700 MHz), incluida en la recomendación UIT-R M.1036. La segmentación se basa en un esquema FDD, en el cual el segmento 703 – 748 MHz se emplea para la transmisión móvil-base y el segmento 758 – 803 MHz se emplea para la transmisión base-móvil.

**MX149** Como lo establece nuestra Carta Magna, la banda de frecuencias 698 – 806 MHz se encuentra destinada para la instalación y operación de una red pública compartida de telecomunicaciones destinada exclusivamente a comercializar capacidad, infraestructura o servicios de telecomunicaciones al mayoreo. En este sentido, y de conformidad con lo establecido en la Política para la Transición a la Televisión Digital Terrestre en México, se prevé que no se realicen más asignaciones para la provisión de servicios de TV en esta banda de frecuencias.

**MX149A** Los segmentos de frecuencias 703-748 / 758-803 MHz se encuentran actualmente concesionados para sistemas IMT.

#### **6.2.1.2.2. Acciones de planificación de la Banda 700 MHz**

De conformidad con el artículo décimo sexto transitorio del Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de los artículos 6o., 7o., 27, 28, 73, 78, 94 y 105 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de telecomunicaciones, esta banda de frecuencias fue destinada para la instalación y operación de una red pública compartida de telecomunicaciones destinada exclusivamente a comercializar capacidad, infraestructura o servicios de telecomunicaciones al mayoreo (Red Compartida).

La Red Compartida es un modelo de asociación Público-Privada, el cual cuenta con activos provistos por el Estado (en este caso el espectro radioeléctrico); pero que también requiere una gran inversión, efectuada por el sector privado. Su finalidad es proveer capacidad de servicios móviles al mayoreo para los operadores, mas no al usuario final. Es decir, sus clientes son los mismos operadores que podrían ofrecer el servicio al usuario final sin necesidad de invertir en infraestructura.

En este proyecto participa por la parte pública el Organismo Promotor de Inversiones en Telecomunicaciones (Promtel), el cual es un organismo descentralizado de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). Por la parte privada participa el consorcio Altán Redes, quién a finales de 2016 resultó ganador de una Licitación Pública Internacional emitida por la SCT para el despliegue y operación de la Red Compartida.

Es importante mencionar que antes de implementar la Red Compartida, fue necesario llevar a cabo la transición a la televisión digital terrestre y el apagado de todos los canales de TV analógicos asignados en la banda de 700 MHz.

Si bien el despliegue de sistemas en la banda de 700 MHz está orientado a la prestación de servicios para 4G, se encuentra preparada para migrar a servicios 5G en acorde a los planes de desarrollo del operador.

### 6.2.2. Bandas entre 1 GHz y 6 GHz

Existe una complementariedad entre bandas de frecuencia del espectro radioeléctrico bajas y medias. Por mencionar un ejemplo, las bandas por debajo de 1 GHz, como la banda de 700 MHz, se identifican como bandas de “cobertura” por el mayor alcance de las señales electromagnéticas; mientras que las bandas por encima de 1 GHz, como la banda de 2.5 GHz, se identifican como bandas de “capacidad”, ya que permiten una mayor transferencia de datos, pero a distancias menores que en las bandas bajas. En este sentido, y apelando a un símil, las bandas de 700 MHz y de 2.5 GHz son bandas complementarias, por lo que no se pueden considerar sustitutas.

De esta forma, las bandas denominadas como “medias” entre 1 GHz y 6 GHz, son fundamentales para el desarrollo de sistemas de quinta generación. Para contar con un buen ecosistema móvil, es deseable contar con espectro propicio para 5G en diferentes bandas de frecuencias.

A continuación, se presenta un análisis y las acciones de planificación previstas en este segmento de frecuencias.

#### 6.2.2.1. Banda 2.5 GHz (2500 – 2690 MHz)

La UIT ha identificado a nivel mundial el segmento 2500 – 2690 MHz como banda propicia para las IMT, debido a sus condiciones de propagación y permeabilidad que permiten la prestación de servicios en diferentes entornos.

Derivado de la identificación de la banda de 2.5 GHz como IMT, el Instituto aprobó el 16 de diciembre de 2014 el *"Acuerdo por el que el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones aprueba los elementos a incluirse en el Programa Nacional de espectro radioeléctrico y en el programa de trabajo para garantizar el uso óptimo de las bandas 700 MHz y 2.5 GHz bajo principios de acceso universal, no discriminatorio, compartido y continuo (...)”*<sup>15</sup>; mediante el cual se previó el despliegue de servicios de banda ancha móvil, con la finalidad de proveer la prestación de estos servicios en zonas con alta densidad poblacional derivado de sus características físicas, condiciones de propagación y la cantidad de espectro contiguo existente en este rango de frecuencias.

Además, en la Recomendación M.1036<sup>16</sup> existen tres esquemas de segmentación para la banda 2500 – 2690 MHz. El primer arreglo denominado C1 considera los segmentos pareados 2500

---

<sup>15</sup> Disponible en: [http://apps.ift.org.mx/publicdata/P\\_IFT\\_EXT\\_161214\\_278.pdf](http://apps.ift.org.mx/publicdata/P_IFT_EXT_161214_278.pdf)

<sup>16</sup> R-REC-M1036, disponible en: [https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.1036-5-201510-1!!PDF-S.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.1036-5-201510-1!!PDF-S.pdf)

– 2570/2620 – 2690 MHz en modo FDD, junto con el segmento no pareado 2570 – 2620 MHz en modo de duplexaje por división en tiempo (TDD, por las siglas en inglés: *Time Division Duplexing*).

Así mismo, el 3 de julio de 2015 el Pleno del Instituto aprobó el “*Acuerdo mediante el cual el Pleno adopta el esquema de segmentación C1 para la banda de frecuencias 2500 – 2690 MHz, conforme a la Recomendación UIT-R M 1036 para utilización en servicios de acceso inalámbrico de banda ancha*”<sup>17</sup>, el cual presenta un entorno favorecedor y con mayores ventajas tecnológicas, económicas y sociales para su implementación en nuestro país.

Adicionalmente, el organismo de estandarización 3GPP desarrolló las especificaciones técnicas de la interfaz aérea para la utilización de la banda 2.5 GHz por sistemas de banda ancha móvil mediante el perfil 7 para el segmento 2500 – 2570/2620 – 2690 MHz (FDD) y el perfil 38 para el segmento 2570 – 2620 MHz (TDD) como se muestra en la Tabla 3 siguiente:

| E-UTRA Banda de operación 3GPP | Enlace ascendente   | Enlace descendente  | Duplexaje |
|--------------------------------|---------------------|---------------------|-----------|
| n7                             | 2500 MHz – 2570 MHz | 2620 MHz – 2690 MHz | FDD       |
| n38                            | 2570 MHz – 2620 MHz | 2570 MHz – 2620 MHz | TDD       |

*Tabla 3. Estándares n7 y n38 del 3GPP.*

#### **6.2.2.1.1. Atribuciones de la Banda 2.5 GHz (2500 – 2690 MHz)**

La banda de frecuencias 2500 – 2690 MHz fue identificada como propicia para las IMT durante la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones del 2000. El segmento de frecuencias 2500 – 2690 MHz, denominado como Banda 2.5 GHz, se encuentra atribuido a los servicios fijo, fijo por satélite, móvil, móvil salvo móvil aeronáutico y radiodifusión por satélite a título primario; así mismo, algunos segmentos de esta banda son atribuidos a los servicios de exploración de la Tierra por satélite, radioastronomía e investigación espacial a título secundario, lo anterior de conformidad con el Artículo 5 del RR. Adicionalmente, es pertinente señalar que en el RR se establece la nota internacional 5.384A la cual cita lo siguiente:

**5.384A** *Las bandas de frecuencias 1 710-1 885 MHz, 2 300-2 400 MHz y 2 500-2 690 MHz, o partes de esas bandas de frecuencias, se han identificado para su utilización por las administraciones que deseen introducir las Telecomunicaciones Móviles*

<sup>17</sup> Disponible en: [http://apps.ift.org.mx/publicdata/P\\_IFT\\_030715\\_178.pdf](http://apps.ift.org.mx/publicdata/P_IFT_030715_178.pdf)

*Internacionales (IMT) de conformidad con la Resolución 223 (Rev.CMR-15). Esta identificación no impide su utilización por cualquier aplicación de los servicios a los que están atribuidas, ni establece prioridad alguna en el Reglamento de Radiocomunicaciones. (CMR-15)*

Por su parte, el CNAF indica que la banda de frecuencias 2.5 GHz se encuentra atribuida a los servicios fijo y móvil salvo móvil aeronáutico a título primario. En cuanto a las notas nacionales MX156A, MX189, MX205, MX206, MX207 y MX208 relevantes para el análisis de la banda 2500 – 2690 MHz, citan lo siguiente:

**MX156A** *El 3 de enero de 2018 se publicó en el DOF el Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones expide la Disposición Técnica IFT-011-2017: Especificaciones técnicas de los equipos terminales móviles que puedan hacer uso del espectro radioeléctrico o ser conectados a redes de telecomunicaciones. Parte 2. Equipos terminales móviles que operan en las bandas de 700 MHz, 800 MHz, 850 MHz, 1900 MHz, 1700 MHz/2100 MHz y/o 2500 MHz.*

**MX189** *Las bandas de frecuencias 1710 – 2025 MHz, 2110 – 2200 MHz, 2300-2400 MHz y 2500-2690 MHz están identificadas para sistemas IMT, de conformidad con las Resoluciones 212 (Rev. CMR-15), 223 (Rev. CMR-15) y las notas internacionales 5.384A y 5.388 del RR. Esta identificación no impide la utilización de esta banda de frecuencias por cualquier aplicación de los servicios a los que está atribuida, ni establece prioridad alguna en el Reglamento de Radiocomunicaciones.*

**MX205** *La banda de frecuencias 2500 - 2690 MHz se ha identificado para su utilización por las IMT, de conformidad con la Resolución 223 (Rev. CMR-12) y la nota 5.384A del RR. Esta identificación no impide la utilización de esta banda de frecuencias por cualquier aplicación de los servicios a los que está atribuida, ni establece prioridad alguna en el Reglamento de Radiocomunicaciones.*

**MX206** *La banda de frecuencias 2500 - 2690 MHz se encuentra designada para sistemas IMT en México.*

**MX207** *El 03 de julio de 2015, el Pleno del IFT aprobó el Acuerdo mediante el cual se adopta el esquema de segmentación C1 para la banda de frecuencias 2500 - 2690 MHz, conforme a la recomendación UIT-R M.1036 para su utilización en servicios de acceso inalámbrico de banda ancha. El citado arreglo de frecuencias consiste en un esquema FDD en el cual el segmento 2500 - 2570 MHz se emplea para la transmisión de la estación móvil y el segmento 2620 - 2690 MHz se emplea para la transmisión de la estación base, y además un esquema TDD para el segmento 2570 - 2620 MHz para transmisión de la estación móvil y la estación base. Adicionalmente, el Acuerdo contempla el uso restringido de las bandas de frecuencias 2570 - 2575 MHz y 2615 - 2620 MHz en modo TDD para brindar protección contra interferencias perjudiciales a los sistemas con duplexaje FDD operando en los segmentos 2500 - 2570 MHz y 2620 - 2690 MHz.*

**MX208** *El 11 de agosto de 1992 se firmó en Querétaro, Querétaro, el Acuerdo entre México y los Estados Unidos de América, relativo al uso de la banda de 2500 - 2686 MHz para los servicios de distribución punto a multipunto a lo largo de la frontera común. Dicho Acuerdo fue modificado el 1 y 23 de octubre de 1998, en la Ciudad de México y en la Ciudad de Washington, D.C., respectivamente, a través de un intercambio de cartas diplomáticas.*

#### **6.2.2.1.2. Acciones de planificación de la Banda 2.5 GHz (2500 – 2690 MHz)**

Teniendo en cuenta lo anterior, el Instituto publicó el 13 de febrero de 2018 en el Diario Oficial de la Federación la Convocatoria a la licitación pública para concesionar el uso, aprovechamiento y explotación comercial de 120 MHz de espectro radioeléctrico disponibles en la banda de frecuencias 2500 – 2690 MHz (Licitación No. IFT-7), destinada a ofrecer servicios de telefonía y de acceso a Internet móviles con mayor velocidad y calidad.

Como resultado de la Licitación No. IFT-7, el Instituto entregó en noviembre del 2018 los títulos de concesión correspondientes para el uso, aprovechamiento o explotación de bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico de uso determinado para uso comercial a los operadores AT&T Comunicaciones Digitales, S. de R.L. de C.V. y Pegaso PCS, S.A. de C.V., derivados del proceso en el que resultaron ganadores.

Además, gracias a la Licitación No. IFT-7, aumentarán las zonas del país que cuentan con servicios móviles, ya que éstos concesionarios deberán cumplir con obligaciones de cobertura, que incluyen la prestación de servicios en al menos 200 de las 557 poblaciones de entre mil y 5 mil habitantes que aún no cuentan con servicio móvil; y cubrir las troncales carreteras asociadas a cinco zonas económicas especiales, en un plazo máximo de cuatro años; así como cubrir al menos 10 de las 13 zonas metropolitanas del país con más de un millón de habitantes con infraestructura propia en la banda de 2.5 GHz, en un plazo máximo de tres años.

#### **6.2.2.2. Banda 3.3 GHz (3.3 – 3.4 GHz)**

La CMR-15 identificó el segmento de frecuencias 3.3 a 3.4 GHz, conocido como banda 3.3 GHz, como propicia para las IMT y forma parte de una identificación más extensa que abarca de manera colectiva el rango desde los 3.3 GHz hasta los 3.7 GHz, incluso más allá. Al menos 33 países de África, así como Argentina, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Uruguay, India, China, Japón, entre otros, tienen planes para utilizar el rango de 3.3 a 3.6 GHz.

Por su parte, el organismo de estandarización 3GPP desarrolló dos estándares que incluyen la banda de 3.3 GHz identificados como n77 y n78 como se muestra en la Tabla 4 siguiente:

| Banda de operación<br>3GPP | Enlace ascendente   | Enlace descendente  | Duplexaje |
|----------------------------|---------------------|---------------------|-----------|
| n77                        | 3300 MHz – 4200 MHz | 3300 MHz – 4200 MHz | TDD       |
| n78                        | 3300 MHz – 3800 MHz | 3300 MHz – 3800 MHz | TDD       |

Tabla 4. Estándares n77 y n78 del 3GPP.

Así, la armonización global que la banda de 3.3 GHz hace que resulte atractiva por las economías de escala que pueda generar para sistemas de 5G.

#### 6.2.2.2.1. Atribuciones de la Banda 3.3 GHz (3300 – 3400 MHz)

El segmento de frecuencias 3300 – 3400 MHz se encuentra atribuido al servicio de radiolocalización a título primario, así como los servicios fijo, móvil y aficionados a título secundario. No obstante, la nota internacional **5.429C** refiere a una categoría de servicio diferente para nuestro país. Así mismo la nota internacional **5.429D** identifica la banda 3.3 – 3.4 GHz para el uso de las IMT como se indica a continuación.

**5.429C** *Categoría de servicio diferente: en Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, México, Paraguay y Uruguay, la banda de frecuencias 3 300-3 400 MHz está también atribuida a título primario al servicio móvil, salvo móvil aeronáutico. En Argentina, Brasil, Guatemala, México y Paraguay, la banda de frecuencias 3 300-3 400 MHz está también atribuida a título primario al servicio fijo. Las estaciones de los servicios fijo y móvil en la banda de frecuencias 3 300-3 400 MHz no causarán interferencia perjudicial a las estaciones del servicio de radiolocalización, ni reclamarán protección contra las mismas. (CMR-15)*

**5.429D** *En los siguientes países de la Región 2: Argentina, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México y Uruguay la banda de frecuencias 3 300-3 400 MHz está identificada para la implantación de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT). Esa utilización será conforme con la Resolución **223 (Rev.CMR-15)**. Esta utilización en Argentina y Uruguay está sujeta a la aplicación del número **9.21**. La utilización de la banda de frecuencias 3 300-3 400 MHz por las estaciones de las IMT en el servicio móvil no causará interferencia perjudicial a los sistemas del servicio de radiolocalización, ni reclamará protección contra los mismos, y las administraciones que deseen implantar las IMT deberán obtener el acuerdo de sus países vecinos para proteger las operaciones del servicio de radiolocalización. Esta identificación no impide la utilización de esta banda de frecuencias por cualquier aplicación de los servicios a los que está atribuida, ni establece prioridad alguna en el Reglamento de Radiocomunicaciones. (CMR-15)*

Por su parte el CNAF refleja lo indicado por el RR, ya que el segmento 3.3 – 3.4 GHz cuenta con atribución a los servicios fijo y móvil a título primario, y al servicio de aficionados a título

secundario. Adicionalmente, mediante las notas nacionales MX211A y MX212 se plasma información adicional relevante.

***MX211A*** La banda de frecuencias 3.3 - 3.4 GHz está identificada para sistemas IMT, de conformidad con la Resolución 223 (Rev. CMR-15) y la nota internacional 5.429D del RR. Esta identificación no impide la utilización de esta banda de frecuencias por cualquier aplicación de los servicios a los que está atribuida, ni establece prioridad alguna en el Reglamento de Radiocomunicaciones.

***MX212*** Los segmentos de frecuencias 3.3 - 3.35 GHz se encuentra destinada para el Proyecto de Redes Estatales para la Educación, Salud y Gobierno, a cargo de la CSIC, con la finalidad de llevar conectividad de servicios de banda ancha a los tres órdenes de gobierno y a las dependencias y entidades públicas que de ellos deriven.

#### **6.2.2.2.2. Acciones de planificación de la Banda 3.3 GHz (3300 – 3400 MHz)**

La banda de frecuencias 3.3 – 3.4 GHz fue una de las bandas identificadas como propicia para el despliegue de las IMT durante la pasada Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones del 2015. Asimismo, la Coordinación de la Sociedad de la Información y el Conocimiento (CSIC) cuenta con una asignación de bandas de frecuencias para uso oficial en el segmento 3.3 – 3.35 GHz.

Desde el punto de vista de planeación del espectro se considera conveniente que se designe a la banda de frecuencias 3.3 – 3.4 GHz como propicia para el despliegue de sistemas de quinta generación. Lo anterior podría facilitar el contar con bloques de espectro contiguo que propicien un mejor uso del espectro radioeléctrico en conjunto con la banda 3.4 – 3.6 GHz.

En este contexto, sería necesario llevar a cabo un proceso de reorganización en la banda de frecuencias para la migración de los servicios que actualmente operan en la banda de frecuencias hacia otras bandas de frecuencias previstas para este tipo de aplicaciones.

#### **6.2.2.3. Banda 3.4 GHz (3.4 – 3.6 GHz)**

La banda de frecuencias 3.4 – 3.6 GHz fue identificada en las Regiones 1 y 3 como propicia para las IMT durante la CMR-07; a su vez, durante la CMR-15 esta banda fue identificada para las IMT en la Región 2. En la actualidad la banda de 3.4 GHz es quizá la que más se perfila a nivel mundial para el despliegue de sistemas 5G. Todas las regiones del mundo incluidas América, Europa, África y Asia-Pacífico la han identificado para el despliegue de este tipo de sistemas en el corto plazo. Cabe destacar que en México y otros países esta banda de frecuencias también es utilizada para la provisión de servicios fijos satelitales.



Adicionalmente, como parte de los trabajos de estandarización, el organismo 3GPP incluyó la banda de 3.4 GHz en dos estándares identificados n77 y n78 como se muestra en la Tabla 5 siguiente:

| Banda de operación<br>3GPP | Enlace ascendente   | Enlace descendente  | Duplexaje |
|----------------------------|---------------------|---------------------|-----------|
| n77                        | 3300 MHz – 4200 MHz | 3300 MHz – 4200 MHz | TDD       |
| n78                        | 3300 MHz – 3800 MHz | 3300 MHz – 3800 MHz | TDD       |

Tabla 5. Estándares n77 y n78 del 3GPP.

#### 6.2.2.3.1. Atribuciones de la Banda 3.4 GHz (3400 – 3600 MHz)

La banda de frecuencias 3400 – 3600 MHz se encuentra atribuida a los servicios fijo, fijo por satélite, móvil salvo móvil aeronáutico a título primario, así como, los servicios de aficionados y radiolocalización a título secundario, conforme al Artículo 5 del RR. Las notas internacionales relevantes **5.431A** referente a la identificación del servicio móvil a título primario en virtud del número **9.21** de la sección III del RR, así como la nota **5.431B** referente a categoría de servicio diferente y a la identificación de la banda 3.4 – 3.6 GHz para el uso de las IMT se indican a continuación:

**5.431A** En la Región 2, la atribución de la banda de frecuencias 3 400-3 500 MHz al servicio móvil, salvo móvil aeronáutico, a título primario, está sujeta a la obtención del acuerdo en virtud del número 9.21. (CMR-15)

**5.431B** En la Región 2, la banda de frecuencias 3 400-3 600 MHz está identificada para ser utilizada por las administraciones que deseen implementar las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT). Esta identificación no impide la utilización de esta banda de frecuencias por cualquier aplicación de otros servicios a los que está atribuida ni establece prioridad en el Reglamento de Radiocomunicaciones. En la etapa de coordinación, también son de aplicación las disposiciones de los números 9.17 y 9.18. Antes de que una administración ponga en servicio una estación base o móvil de un sistema IMT, deberá buscar el acuerdo en virtud del número 9.21 con otras administraciones y verificar que la densidad de flujo de potencia (d<sub>fp</sub>) producida a 3 m sobre el nivel del suelo no rebasa el valor de -154,5 dB (W/ (m<sup>2</sup> · 4 kHz)) durante más del 20% del tiempo en la frontera del territorio de cualquier otra administración. Este límite podrá rebasarse en el territorio de cualquier país cuya administración así lo haya acordado. A fin de garantizar que se satisface el límite de d<sub>fp</sub> en la frontera del territorio de cualquier otra administración, deberán realizarse los cálculos y verificaciones correspondientes, teniendo en cuenta toda la información pertinente, con el acuerdo mutuo de ambas administraciones (la administración responsable de la estación terrenal y la administración responsable de la estación terrena), con la asistencia de la Oficina si así se solicita. En caso de desacuerdo, la Oficina efectuará el cálculo y la verificación de la d<sub>fp</sub>, teniendo en

*cuenta la información antes indicada. Las estaciones en el servicio móvil, incluidos los sistemas IMT, en la banda de frecuencias 3 400-3 600 MHz no reclamarán contra las estaciones espaciales más protección que la estipulada en el Cuadro 21-4 del Reglamento de Radiocomunicaciones (Edición de 2004). (CMR-15)*

En México, conforme al CNAF, la banda de frecuencias de 3.4 – 3.6 GHz se encuentra atribuida a los servicios fijo y fijo por satélite a título primario mientras que cuenta con atribución a los servicios móvil, aficionados y radiolocalización a título secundario. Por lo que hace a las notas nacionales, estas se plasman a continuación.

**MX213** *Los segmentos de frecuencias 3.425 - 3.500/3.525 - 3.600 GHz se encuentran actualmente concesionados para la prestación del servicio de acceso inalámbrico fijo o móvil.*

**MX213A** *La banda de frecuencias 3.4 - 3.6 GHz está identificada para sistemas IMT, de conformidad con la Resolución 223 (Rev. CMR-15) y la nota internacional 5.431B del RR. Esta identificación no impide la utilización de esta banda de frecuencias por cualquier aplicación de otros servicios a los que está atribuida, ni establece prioridad alguna en el Reglamento de Radiocomunicaciones.*

**MX214** *Las bandas de frecuencias 3.400 - 3.700 GHz (espacio-Tierra) y 6.425 - 6.725 GHz (Tierra-espacio) son empleadas por el Sistema Satelital del Gobierno Federal en la posición orbital geoestacionaria 114.9° Oeste, para la provisión del servicio fijo por satélite.*

#### **6.2.2.3.2. Acciones de planificación de la Banda 3.4 GHz (3.4 – 3.6 GHz)**

Actualmente, en nuestro país la banda de frecuencias 3.4 – 3.6 GHz cuenta con diversas operaciones para distintos servicios al amparo de diversos títulos habilitantes. En este sentido, se cuenta con registro de operaciones al amparo de tres títulos habilitantes que corresponden a concesiones comerciales que habilitan la prestación de servicios de acceso inalámbrico fijo o móvil en los segmentos de frecuencias pareados siguientes: 3.450 – 3.475/3.550 – 3.575 GHz, 3.475 – 3.500/3.575 – 3.600 GHz y 3.425 – 3.450/3.525 – 3.550 GHz. También se cuenta con registro de un título habilitante para ocupar la posición orbital geoestacionaria 114.9° Longitud Oeste con las bandas de frecuencias asociadas 11.45 – 11.70 GHz, 13.75 – 14.00 GHz, 3.40 – 3.70 GHz y 6.425 – 6.725 GHz, para brindar conectividad a entidades gubernamentales para aplicaciones de seguridad y cobertura social. Finalmente, se tiene registro de seis satélites operando al amparo de cuatro títulos habilitantes para el aterrizaje de señales de satélites extranjeros, cuya canalización en tres de estos, comprende el segmento 3400 a 3700 MHz; en otros dos comprende el segmento de 3550 a 3700 MHz; mientras que, en el restante, comprende de 3599 a 3700 MHz.

Por otro lado, como resultado de la CMR-15 del UIT-R y con base en la nota 5.431B del RR referida anteriormente, la banda de frecuencias 3.4 – 3.6 GHz fue identificada para ser utilizada por las administraciones de la Región 2 que deseen implementar sistemas IMT. En concordancia a lo anterior, la Recomendación UIT-R M.1036 citada anteriormente, presenta el esquema de arreglo para la banda de frecuencias 3.4 – 3.6 GHz en donde el arreglo denominado F1 considera el uso de estas frecuencias en modo dúplex TDD. En este mismo orden de ideas, el organismo de estandarización 3GPP, también ha clasificado la banda 3.4 – 3.6 GHz con el perfil Banda 42 en modo dúplex TDD.

Adicionalmente, el CCP.II de la CITEL aprobó una recomendación para los países que conforman la Región 2 titulada: “Recomendación de disposiciones de frecuencias para la componente terrenal de las IMT en las bandas 3300 – 3400 MHz, 3400 – 3600 MHz y 3600 – 3700 MHz, o combinaciones de las mismas”<sup>18</sup> que posibilita el uso de dichas bandas de frecuencias para el despliegue de sistemas de banda ancha móvil.

Otro dato que resulta relevante es que la banda en cuestión se encuentra dentro del segmento de frecuencias que más se ha usado para pruebas de 5G a nivel mundial<sup>19</sup>. La ilustración 4 siguiente representa que la banda n78 del 3GPP (que va de 3300 MHz a 3800 MHz), ha sido la banda utilizada con mayor frecuencia en pruebas y ensayos para 5G<sup>20</sup>:

---

<sup>18</sup> Disponible en el Informe Final de la 29 Reunión del CCP. II: Radiocomunicaciones. Numeral V. Recomendaciones. Página 26 y 27 [https://www.citel.oas.org/en/SiteAssets/PCCII/Final-Reports/CCPII-2017-29-4380r2\\_e.pdf](https://www.citel.oas.org/en/SiteAssets/PCCII/Final-Reports/CCPII-2017-29-4380r2_e.pdf)

<sup>19</sup> Disponible en el Reporte “Global Progress to 5G - Trials, Deployments and Launches”, de la Global mobile Suppliers Association (GSA), febrero 2019.

<sup>20</sup> Según los datos de la GSA, la banda identificada como n257 del 3GPP (que va desde 26.5 GHz a 29.5 GHz) es la siguiente más utilizada.

### Bandas de frecuencias utilizadas para pruebas de sistemas 5G.

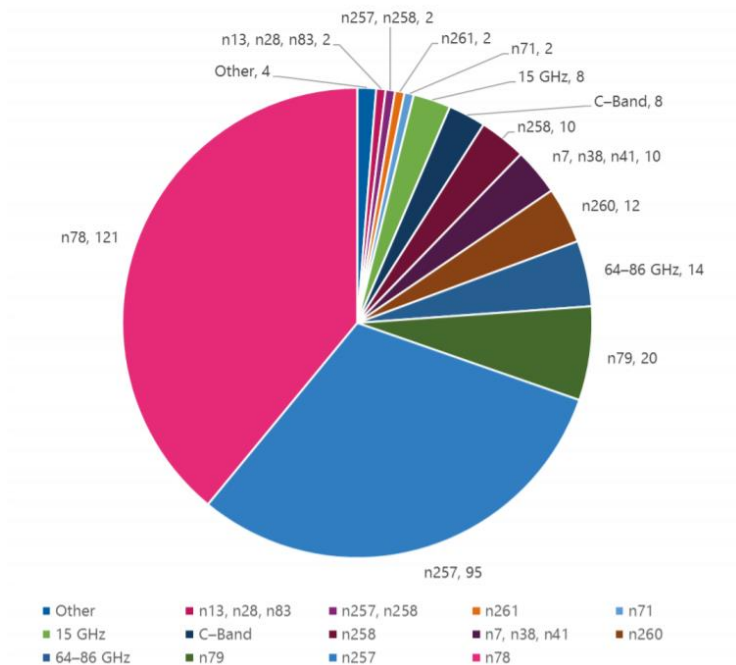


Ilustración 4 Fuente: <https://gsacom.com/>

Vale la pena señalar que, como parte de las acciones de planificación que se han llevado a cabo en el Instituto, se ha mantenido la atribución de la banda de frecuencias 3.4 – 3.6 GHz a los servicios actuales, es decir, fijo por satélite, móvil y fijo, con el objeto de proveer continuidad a los servicios que se prestan actualmente y fomentar el uso eficiente del espectro radioeléctrico<sup>21</sup>.

En virtud de todo lo anterior y derivado del análisis de planificación espectral realizado por la UER para la banda 3.4 – 3.6 GHz para servicios de acceso inalámbrico, se considera que la reorganización de la banda de frecuencias y el reacomodo de los concesionarios actuales de la banda es la estrategia más viable que permitiría hacer disponible espectro continuo y optimizar el uso del espectro radioeléctrico sobre la base de no afectación a las operaciones existentes. Además, desde el punto de vista técnico, las acciones de reordenamiento buscan explotar las prestaciones tecnológicas existentes en el mercado, las cuales podrían incluir técnicas de mitigación y coexistencia de los servicios que se prestan actualmente en la banda; esto es, el servicio fijo por satélite y los servicios de acceso inalámbrico. En consecuencia, se estima que se pueden

<sup>21</sup> El Instituto lleva a cabo actualmente diversos procedimientos administrativos relacionados con las solicitudes de prórroga de vigencia de las concesiones comerciales que habilitan la prestación de servicios de acceso inalámbrico fijo o móvil mencionadas en la presente sección. Por tal motivo, es pertinente subrayar que este documento no prejuzga la decisión que, sobre el particular, tome el Instituto en su momento.

implementar sistemas de quinta generación tanto en esta banda de frecuencias, como en la banda adyacente inferior, es decir desde 3.3 GHz hasta 3.6 GHz.

### **6.2.3. Bandas superiores a 6 GHz**

Para lograr latencias más bajas y tasas de transmisión más altas para el intercambio de datos móviles, es necesario incorporar el uso de nuevas tecnologías que se beneficien de las características físicas de rangos de frecuencias altos, cuyos anchos de banda permitirían satisfacer las necesidades de espectro a corto, mediano y largo plazo. 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.

La tendencia mundial en bandas superiores a los 6 GHz en realidad se centra en las bandas de frecuencias por encima de los 24 GHz que, como se ha mencionado, se les ha denominado como bandas milimétricas.

En este sentido, el Instituto decidió estudiar bandas de frecuencias candidatas contenidas en el rango de frecuencias comprendido entre 24.25 y 86 GHz con el fin de evaluar la viabilidad para el desarrollo de sistemas de nueva generación. Los resultados fueron plasmados en el documento “Posibles necesidades de espectro IMT entre 24.25 y 86 GHz”, referido en la sección 6.1 del presente documento.

Vale la pena resaltar, que si bien existen algunas bandas de frecuencias que actualmente son empleadas para otros servicios, la tendencia en el marco regulatorio internacional gira en torno a la compartición y coexistencia de sistemas 5G con otros sistemas que ya operan en las bandas. Lo anterior se debe, en términos generales, a dos aspectos, el primero es gracias a las mejoras técnicas traídas con la innovación tecnológica de las redes de quinta generación y, el segundo, derivado de las pequeñas coberturas que se esperan dadas las características de propagación de las bandas milimétricas.

Aunado a lo anterior, dentro de los trabajos que se siguen en el UIT-R, se ha establecido un Punto del Orden del día dentro de la Agenda de la CMR-19 dedicado al estudio de coexistencia de las IMT con servicios existentes en algunas bandas milimétricas tales como 26 GHz, 38 GHz, 40 GHz y 50 GHz.

En las siguientes secciones presentaremos un análisis de las bandas que se han estudiado para cubrir la necesidad de portadoras de gran ancho de banda y que, acorde a la prospectiva, resultarían viables en nuestro país para el despliegue de sistemas 5G.

#### **6.2.3.1. Banda 26 GHz (segmento 24.25 – 27.5 GHz)**

El RR para la Región 2 hoy en día indica que el segmento de 24.25 a 27.5 GHz, mejor conocido como banda de 26 GHz cuenta con diversos segmentos y cada uno de ellos con diferentes atribuciones; el segmento 24.25 – 24.45 GHz está atribuido al servicio de radionavegación a título primario; el segmento 24.45 – 24.65 GHz está atribuido a los servicios de radionavegación y entre satélites a título primario; el segmento 24.65 – 24.75 GHz se encuentra atribuido a los servicios de radiolocalización por satélite y entre satélites a título primario; el segmento 24.75 – 25.25 GHz tiene atribución al servicio fijo por satélite a título primario; el segmento 25.25 – 25.5 GHz cuenta con atribución a los servicios fijo, entre satélites y móvil a título primario, así mismo, tienen atribución al servicio de frecuencias patrón y señales horarias por satélite a título secundario; el segmento 25.5 – 27 GHz se encuentra atribuido a los servicios de exploración de la Tierra por satélite, fijo, entre satélites, móvil e investigación espacial a título primario; de igual forma están atribuidos al servicio de frecuencias patrón y señales horarias por satélite a título secundario; finalmente, el segmento de 27 – 27.5 GHz cuenta con atribuciones a los servicios fijo, fijo por satélite, entre satélites y móvil a título primario.

Por su parte, en el CNAF se cuenta con las siguientes atribuciones: el segmento 24.25 – 24.45 GHz está atribuido al servicio de radionavegación a título primario; el segmento 24.45 – 24.65 GHz esta atribuido a los servicios de entre satélites y radionavegación a título primario; el segmento 24.65 – 24.75 GHz está atribuido a los servicios de entre satélites y radiolocalización por satélite a título primario; el segmento 24.75 – 25.25 GHz tiene atribución al servicio fijo por satélite a título primario; el segmento 25.25 – 25.5 GHz tiene atribución a los servicios entre satélites y fijo a título primario, así como al servicio de frecuencias patrón y señales horarias por satélite a título secundario; el segmento 25.5 – 27 GHz está atribuido a los servicios entre satélites, exploración de la Tierra por satélite, fijo e investigación espacial a título primario, así como al servicio de frecuencias patrón y señales horarias por satélite a título secundario; finalmente, el segmento de 27 – 27.5 GHz cuenta con atribuciones a los servicios entre satélites, fijo y fijo por satélite a título primario.

Cabe resaltar que en nuestro país existen rangos de frecuencia clasificados como espectro protegido tal como se mencionan en las notas nacionales a continuación:

**MX261** Por encontrarse atribuida a título primario al servicio de radionavegación, la banda de frecuencias 24.25-24.45 GHz se clasifica como espectro protegido.

**MX262** Por encontrarse atribuida a título primario al servicio de radionavegación, la banda de frecuencias 24.45-24.65 GHz se clasifica como espectro protegido. (...)

**MX263** La banda de frecuencias 25.5-27 GHz se encuentra atribuida a título primario al servicio de exploración de la Tierra por satélite. En virtud de que dicho servicio se considera relacionado con la seguridad de la vida humana, esta banda de frecuencias se clasifica como espectro protegido. (...)

Como se ha descrito anteriormente, existen regiones y países que ya han comenzado a realizar acciones tendientes a la implementación de sistemas IMT en las bandas milimétricas. Tal es el caso de la Conferencia Europea de Administraciones de Correos y Telecomunicaciones (*CEPT, por sus siglas en francés Conférence européenne des administrations des postes et des télécommunications*) quien ha adoptado diversas medidas para armonizar espectro radioeléctrico en la banda de 24.25 – 27.5 GHz para desplegar redes 5G y ha llevado a cabo un primer acercamiento hacia una postura regional.

En el contexto nacional, si bien se cuenta con atribuciones a diferentes servicios de radiocomunicaciones en esta banda de frecuencia, como parte de las acciones realizadas se prevé que pueda ser considerada para sistemas 5G en nuestro país bajo condiciones de convivencia con otros servicios de radiocomunicaciones.

Por otro lado, como parte de los trabajos de estandarización, el organismo 3GPP desarrolló nuevos estándares para las bandas milimétricas en el *Release 15*, siendo la banda de 26 GHz identificada como n258 con duplexaje TDD como se muestra en la Tabla 6 siguiente:

| Banda de operación<br>3GPP | Enlace ascendente     | Enlace descendente    | Duplexaje |
|----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|
| n258                       | 24250 MHz – 27500 MHz | 24250 MHz – 27500 MHz | TDD       |

*Tabla 6. Estándar n258 del 3GPP.*

Las consideraciones del IFT para la banda de 26 GHz prevén que los sistemas 5G únicamente sean desplegados en el segmento 24.65 a 27.5 GHz. Esto, en atención a las manifestaciones proporcionadas por la Dirección General de Aviación Civil (DGAC) de la SCT en las sesiones del CTER del IFT, donde ha declarado que cuenta con sistemas de detección de objetos en pista en aeropuertos en el segmento 24.25 al 24.65 GHz.

#### 6.2.3.2. Banda 38 GHz (segmento 37 – 40 GHz)

Dentro del RR y del CNAF se contemplan los servicios fijo, fijo por satélite, investigación espacial, móvil, móvil por satélite a título primario, así como, el servicio de exploración de la Tierra por satélite a título secundario. En nuestro país la banda de frecuencias 37 – 38.6 GHz se encuentra actualmente concesionada para la prestación del servicio de provisión de capacidad para el establecimiento de enlaces de microondas punto a punto, lo cual se indica en la nota nacional MX271.

Ahora bien, el TG 5/1 de la UIT concluyó que la implementación de las IMT con el servicio fijo es factible, por lo que se prevé el despliegue de sistemas IMT en la banda de frecuencias bajo condiciones de coexistencia con el servicio fijo.

También es importante señalar que, con base en la manifestación de la industria satelital en el CTER respecto de la utilización del segmento 40 a 42 GHz para el enlace ascendente del servicio fijo por satélite, sólo se prevé la identificación para las IMT en el segmento de 37 a 40 GHz.

Otro elemento que se tomó en cuenta respecto a la viabilidad de identificación IMT en el segmento 37 a 40 GHz, consistió en el análisis del estado actual de estandarización de bandas de frecuencias del 3GPP, el cual, es denominado como n260 en su *Release 15* como se muestra en la Tabla 7 siguiente:

| Banda de operación<br>3GPP | Enlace ascendente     | Enlace descendente    | Duplexaje |
|----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|
| n260                       | 37000 MHz – 40000 MHz | 37000 MHz – 40000 MHz | TDD       |

Tabla 7. Estándar n260 del 3GPP.

#### 6.2.3.3. Bandas en 40 / 50 GHz

En lo que respecta a las bandas de frecuencias que se encuentran dentro del rango 40 GHz a 52.6 GHz estudiadas en el TG 5/1 de la UIT, se prevé que se utilicen en México los siguientes rangos de frecuencias: 42 – 43.5 GHz; 47.2 – 48.2 GHz y 50.4 – 52.6 GHz.

Esto se debe a que, al igual que el segmento de 40 a 42 GHz, la industria satelital manifestó su intención de proteger el segmento de 48.2 a 50.2 GHz durante las sesiones del CTER del IFT, ya que es utilizado para el enlace descendente del servicio fijo por satélite, el cual provee servicio a



estaciones ubicuas de alta densidad, en virtud de que el despliegue y operación de sistemas IMT resultaría sumamente complicado en la misma banda de frecuencias.

Ahora bien, en la banda de frecuencias 42 – 43.5 GHz, el segmento de 42 – 42.5 GHz cuenta con atribución a los servicios fijo, fijo por satélite, radiodifusión y radiodifusión por satélite a título primario, así como al servicio móvil a título secundario. Adicionalmente, el segmento 42.5 – 43.5 GHz cuenta con atribución a los servicios fijo, fijo por satélite, móvil salvo móvil aeronáutico y radioastronomía a título primario. Estas atribuciones son consistentes con el RR y el CNAF.

Por otro lado, el rango de 47.2 – 48.2 GHz se encuentra atribuido a los servicios fijo, fijo por satélite y móvil a título primario en el RR y el CNAF.

A su vez, el segmento 50.4 – 51.4 cuenta con atribución a los servicios fijo, móvil y fijo por satélite a título primario y al servicio móvil por satélite a título secundario, adicionalmente, el rango de 51.4 – 52.6 GHz se encuentra atribuido a los servicios fijo y móvil a título primario; en el RR y el CNAF.

Finalmente, cabe señalar que no se cuenta con registro de asignaciones en México en las bandas de frecuencias 42 – 43.5 GHz; 47.2 – 48.2 GHz y 50.4 – 52.6 GHz.

#### **6.2.4. Otras consideraciones.**

Además de las bandas antes mencionadas, cabe mencionar que, en el marco del CTER del Instituto, se han recibido numerosos insumos relativos a la banda de frecuencias 27.5 – 29.5 GHz, la cual no forma parte de las bandas de frecuencias consideradas en la agenda de la CMR-19 para su posible identificación como propicia para las IMT. En términos generales, los insumos recibidos versan en dos sentidos, el primero de ellos por mantener el estado actual de la banda frecuencias y, el segundo, por la coexistencia de distintos servicios en la banda.

Cabe mencionar que esta banda de frecuencias se ha posicionado como la primera banda de frecuencias milimétricas para sistemas terrenales 5G, debido a que Corea del Sur, Estados Unidos de América y Japón ya la han asignado en sus respectivos países para la prestación de servicios 5G. Además, existen diversos proyectos de estudio o despliegue que han sido anunciados en diferentes países como: Australia, Canadá, Chile, India, Singapur, etc. Esto podría representar que la banda 28 pueda contar con niveles globales de armonización en el corto plazo, debido a su actual disponibilidad de economías a escala.

Adicionalmente, el 3GPP desarrolló nuevos estándares para la banda de 28 GHz identificadas como n257 y n261 como se muestra en la Tabla 8 siguiente:

| <b>Banda de operación<br/>3GPP</b> | <b>Enlace ascendente</b>     | <b>Enlace descendente</b>    | <b>Duplexaje</b> |
|------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------|
| <b>n257</b>                        | <b>26500 MHz – 29500 MHz</b> | <b>26500 MHz – 29500 MHz</b> | <b>TDD</b>       |
| <b>n261</b>                        | <b>27500 MHz – 28350 MHz</b> | <b>27500 MHz – 28350 MHz</b> | <b>TDD</b>       |

*Tabla 8. Estándar B28 del 3GPP.*

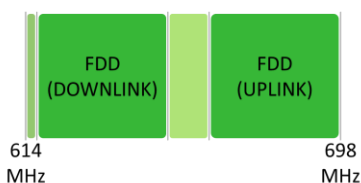
Así pues, tomando en consideración lo expuesto y dadas las contribuciones recibidas en el CTER por parte la industria, la UER lleva a cabo un análisis a profundidad que descansa sobre la base de la no afectación de servicios que se prestan actualmente en México. El objetivo es estudiar los riesgos y oportunidades que en materia de espectro radioeléctrico puede representar esta banda en el país, considerando los servicios existentes y, en todo caso, la viabilidad de condiciones de coexistencia. A este respecto, vale la pena resaltar que el Instituto aún no ha tomado una determinación sobre el particular.

## 7. RESUMEN Y ESQUEMAS DE LAS BANDAS DE FRECUENCIAS CONTEMPLADAS PARA EL DESPLIEGUE DE 5G EN MÉXICO.

A manera de resumen, en este numeral se proporciona el compilado de bandas de frecuencias bajas, medias y altas del espectro radioeléctrico donde el IFT prevé el despliegue de tecnología 5G:

### 7.1. Bandas inferiores a 1 GHz

#### 7.1.1. Banda de 600 MHz



##### Características:

- Representa el Segundo dividendo digital para México.
- 3GPP incluye el estándar en la Banda 71.
- La UIT plantea una segmentación FDD con el arreglo A12.
- La banda de 600 MHz permitiría utilizar hasta 70 MHz (35+35 MHz).
- Brinda amplias coberturas.
- Actualmente existen sistemas 4G y se prevé que migre de manera transparente a sistemas 5G.

#### 7.1.2. Banda de 700 MHz



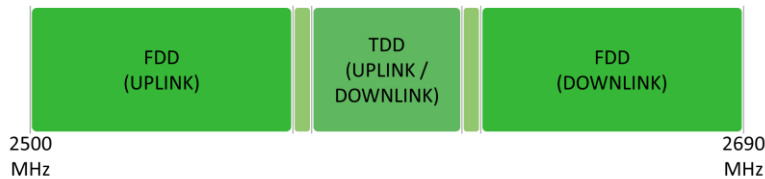
##### Características

- Red compartida mayorista.
- 3GPP incluye el estándar en la Banda 28.
- La UIT incluye una segmentación FDD en el arreglo A5.
- La banda de 700 MHz permite el uso de 90 MHz (45+45 MHz).

- Brinda cobertura y anchos de banda suficientes.
- Actualmente existen sistemas 4G y se prevé que migre de manera transparente a sistemas 5G.

## 7.2. Bandas entre 1 y 6 GHz.

### 7.2.1. Banda de 2.5 GHz



#### Características

- 3GPP incluye el estándar en las Bandas 7 y 38.
- La UIT plantea una segmentación FDD y TDD en el arreglo C1.
- La banda de 2.5 GHz permite el uso de 180 MHz.
- Brinda un balance entre capacidad y cobertura.
- Actualmente existen sistemas 4G y se prevé que migre de manera transparente a sistemas 5G.

### 7.2.2. Banda de 3.5 GHz (3300-3600 MHz)

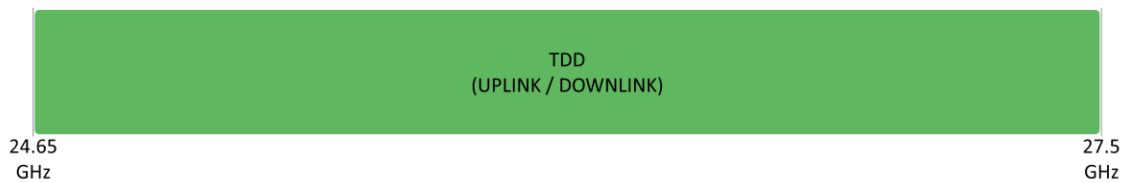


#### Características

- Primera banda de frecuencias global con ecosistemas 5G.
- 3GPP incluye los estándares en las Bandas 77 y 78.
- La UIT plantea segmentaciones TDD en los arreglos F1 y F3.
- La banda de 3.5 GHz permitiría utilizar hasta 300 MHz.
- Brinda un balance entre capacidad y cobertura.
- Actualmente existen sistemas de acceso inalámbrico (50 MHz en 3.3 – 3.35 GHz y 150 MHz en 3.4 – 3.6 GHz) y se prevé que migre de manera transparente a sistemas 5G.

### 7.3. Bandas superiores a 6 GHz.

#### 7.3.1. Banda de 26 GHz



##### Características

- Banda candidata para contar con armonización mundial, se prevé que en la CMR-19 se identifique como propicia para las IMT.
- La UIT plantea condiciones de coexistencia con servicios existentes.
- La banda de 26 GHz permitiría utilizar hasta 2850 MHz.
- Brinda alta capacidad.
- Se considera como una de las principales bandas para 5G.
- Sin Registro de usuarios en la banda de frecuencias.
- Estados Unidos, Canadá, Brasil, Colombia, Uruguay y Perú tienen considerado identificar la banda para las IMT.

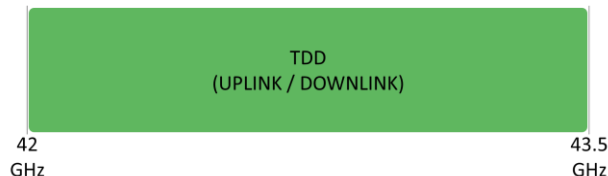
#### 7.3.2. Banda de 38 GHz



##### Características

- Ancho de banda suficiente, por ejemplo 3 portadoras de 1 GHz.
- La UIT plantea condiciones de coexistencia con servicios existentes.
- La banda de 38 GHz permitiría utilizar hasta 3000 MHz.
- Brinda alta capacidad.
- Se prevé que en la CMR-19 se identifique como propicia para las IMT.
- El rango de frecuencias 37 – 38.6 GHz se encuentra concesionado para la provisión de capacidad para el establecimiento de enlaces de microondas punto a punto.
- Estados Unidos, Canadá y Brasil tienen considerado identificar la banda para las IMT.

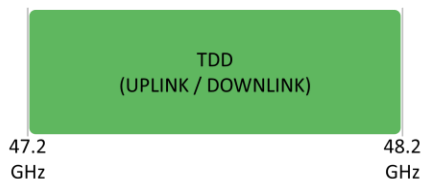
### 7.3.3. Banda de 42 GHz



#### Características

- Banda que brinda flexibilidad en la cantidad de espectro.
- La UIT plantea condiciones de coexistencia con servicios existentes.
- La banda de 42 GHz permitiría utilizar hasta 1500 MHz.
- Brinda alta capacidad.
- Se prevé que en la CMR-19 se identifique como propicia para las IMT.
- Brasil tiene considerado identificar la banda para las IMT.
- Sin registro de usuarios en la banda de frecuencias.

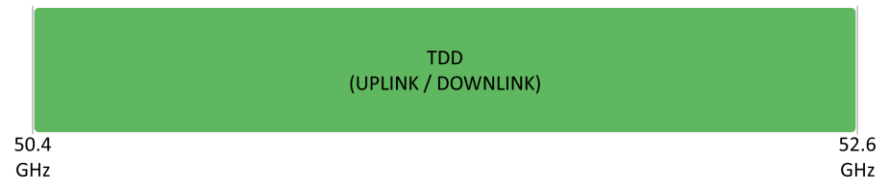
### 7.3.4. Banda de 48 GHz



#### Características

- Banda con cantidad de espectro suficiente.
- La UIT plantea condiciones de coexistencia con servicios existentes.
- La banda de 48 GHz permitiría utilizar hasta 1000 MHz.
- Brinda alta capacidad.
- Se prevé que en la CMR-19 se identifique como propicia para las IMT.
- Estados Unidos tiene considerado identificar la banda para las IMT.
- Sin registro de usuarios en la banda de frecuencias.

### 7.3.5. Banda de 51 GHz

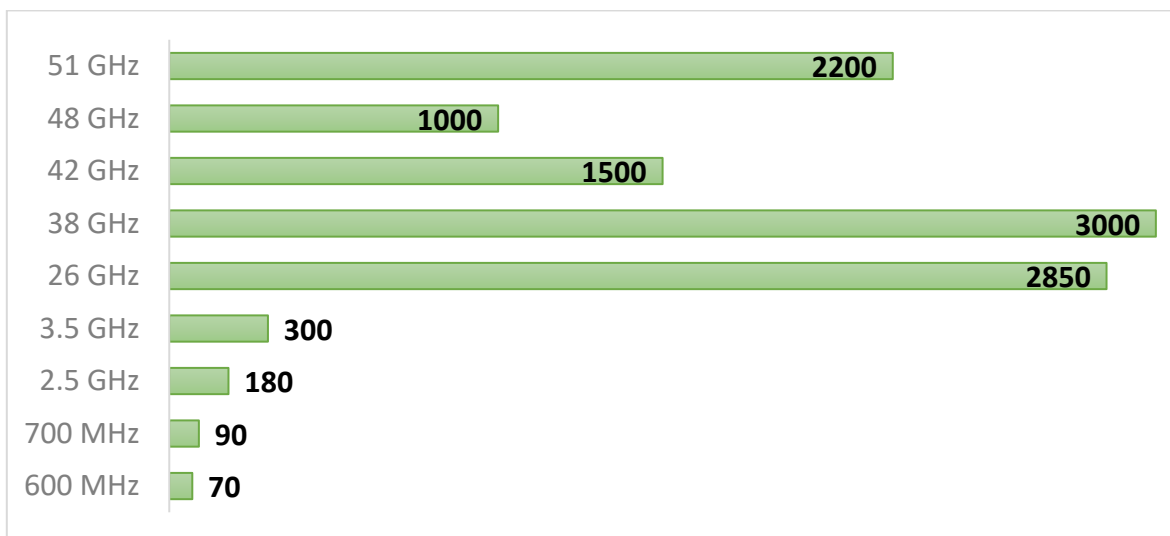


#### Características

- Banda con cantidad de espectro adecuado.
- La UIT plantea condiciones de coexistencia con servicios existentes.
- La banda de 51 GHz permitiría utilizar hasta 2200 MHz.
- Brinda alta capacidad.
- Se prevé que en la CMR-19 se identifique como propicia para las IMT.
- Sin registro de usuarios en la banda de frecuencias.

## 8. CONCLUSIONES.

En virtud de todo lo expuesto anteriormente, la UER considera que es posible hacer disponible hasta 11,190 MHz de espectro radioeléctrico para sistemas de quinta generación, de acuerdo a la siguiente gráfica resumen.



En síntesis, es la intención de la UER que el presente documento represente un insumo para el propio Instituto, así como para los actores involucrados en el desarrollo del ecosistema 5G en el país y coadyuve en el cumplimiento de las previsiones de despunte económico esperadas a consecuencia de la implementación de sistemas de nueva generación, las cuales podrían incidir no sólo en materia de telecomunicaciones, sino en todos los ámbitos e industrias verticales que estarán involucradas en este proceso.

Cabe mencionar que las previsiones aquí descritas podrían sufrir variaciones y podrían estar sujetas a la adición o disminución de segmentos espectrales debido a diversos factores como: las situaciones globales o locales; la evolución propia del mercado; las capacidades técnicas de coexistencia y de mitigación de interferencias; así como la no afectación de servicios actuales, ya que, en adición a las bandas antes mencionadas, existen otras bandas de frecuencias bajo análisis que pudieran ser consideradas para el despliegue de sistemas de 5G.



## 9. BIBLIOGRAFÍA.

Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión publicada el 14 de julio de 2014 en el Diario Oficial de la Federación. Disponible en el siguiente enlace: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5352323&fecha=14/07/2014](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5352323&fecha=14/07/2014)

Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias última actualización publicada el 1 de octubre de 2018 en el Diario Oficial de la Federación. Disponible en el siguiente enlace: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5539626&fecha=01/10/2018](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5539626&fecha=01/10/2018)

IMT en México. Más espectro para aplicaciones de Banda Ancha Móvil”, publicado en febrero del 2019. Disponible en el siguiente enlace: [http://www.ift.org.mx/sites/default/files/imt\\_en\\_mexico\\_febrero\\_2019.pdf](http://www.ift.org.mx/sites/default/files/imt_en_mexico_febrero_2019.pdf)

Opinión Pública, disponible en: <http://www.ift.org.mx/industria/consultas-publicas/opinion-publica-sobre-la-identificacion-de-las-necesidades-de-espectro-para-las-telecomunicaciones>

Enlace de consulta recomendado: <http://www.ift.org.mx/espectro-radioelectrico/marco-de-referencia>

Acuerdo por el que el pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones aprueba los elementos a incluirse en el programa de trabajo para garantizar el uso óptimo de las bandas 700 MHz y 2.5 GHz bajo principios de acceso universal, no discriminatorio, compartido y continuo; y emite el programa de trabajo para reorganizar el espectro radioeléctrico a estaciones de radio y televisión. Disponible en el siguiente enlace: [http://apps.ift.org.mx/publicdata/P\\_IFT\\_EXT\\_161214\\_278.pdf](http://apps.ift.org.mx/publicdata/P_IFT_EXT_161214_278.pdf)

Reglamento de Radiocomunicaciones. Disponible en el siguiente enlace: <https://www.itu.int/pub/R-REG-RR/es>

Recomendación UIT-R M.1224-1. Disponible en el siguiente enlace: [https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.1224-1-201203-!!PDF-S.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.1224-1-201203-!!PDF-S.pdf)

Recomendación UIT-R M.1036-5. Disponible en el siguiente enlace: [https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.1036-5-201510-!!PDF-S.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.1036-5-201510-!!PDF-S.pdf)

Recomendación UIT-R M. 2083-0. Disponible en el siguiente enlace: <https://www.itu.int/rec/R-REC-M.2083/es>

ITU towards “IMT for 2020 and beyond”. Disponible en el siguiente enlace: <https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/imt-2020/Pages/default.aspx>

3GPP, Release 15 TR 21.915 V0.6.0 (2019-02). Disponible en el siguiente enlace: <https://www.3gpp.org/release-15>