

Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones establece las nuevas condiciones técnicas de operación de la banda de frecuencias 2400 - 2483.5 MHz, clasificada como espectro libre.

Antecedentes

Primero.- El 13 de marzo de 2006, se publicó en el Diario Oficial de la Federación ("DOF") el "ACUERDO por el que se establece la política para servicios de banda ancha y otras aplicaciones en las bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico 902 a 928 MHz; 2,400 a 2,483.5 MHz; 3,600 a 3,700 MHz; 5,150 a 5,250 MHz; 5,250 a 5,350 MHz; 5,470 a 5,725 MHz y 5,725 a 5,850 MHz" ("Acuerdo 2006"), el cual entró en vigor el 14 de marzo de 2006.

Segundo.- El 11 de junio de 2013, se publicó en el DOF el "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", mediante el cual se creó al Instituto Federal de Telecomunicaciones ("Instituto") como un órgano autónomo, con personalidad jurídica y patrimonio propio.

Tercero.- El 14 de julio de 2014, se publicó en el DOF el "DECRETO por el que se expiden la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, y la Ley del Sistema Público de Radiodifusión del Estado Mexicano; y se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones en materia de telecomunicaciones y radiodifusión", entrando en vigor la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión ("Ley") el 13 de agosto de 2014.

Cuarto.- El 4 de septiembre de 2014, se publicó en el DOF el Estatuto Orgánico del Instituto Federal de Telecomunicaciones ("Estatuto Orgánico"), el cual entró en vigor el 26 de septiembre de 2014.

Quinto.- El 20 de octubre de 2015, se publicó en el DOF el "ACUERDO mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones aprueba el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias" ("CNAF"), el cual entró en vigor el 20 de octubre de 2015 y cuya última actualización fue publicada en el medio de difusión citado el 1 de octubre de 2018.

Sexto.- El 29 de enero de 2020, se aprobó el "Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones aprueba el Programa Anual de Trabajo correspondiente al año 2020 que presenta el Comisionado Presidente", en el que se incluye el proyecto "Revisión de los parámetros técnicos y de operación de la banda de frecuencias 2.4 GHz, clasificada como espectro libre".

Séptimo.- El 5 de agosto de 2020, el Pleno del Instituto determinó someter a consulta pública por un periodo de 20 días hábiles el "Anteproyecto de Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones establece las nuevas condiciones técnicas de operación de la banda de frecuencias 2400 - 2483.5 MHz, clasificada como espectro libre", mediante Acuerdo P/IFT/050820/191, aprobado en su XV Sesión Ordinaria, celebrada el 5 de agosto de 2020.

Octavo.- Del 10 de agosto al 4 de septiembre de 2020 se llevó a cabo el proceso de consulta pública, respecto del Anteproyecto de "Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones establece las nuevas condiciones técnicas de operación de la banda de frecuencias 2400 - 2483.5 MHz, clasificada como espectro libre", con el objeto de transparentar y dar a conocer la propuesta regulatoria del Instituto.

Durante dicho periodo fueron recibidos 7 escritos con comentarios, información, opiniones, aportaciones y otros elementos de análisis, mismos que fueron analizados y tomados en consideración en la elaboración de la presente disposición administrativa de carácter general.

Noveno.- Mediante oficio IFT/222/UER/109/2020, de fecha 09 de noviembre de 2020, la Unidad de Espectro Radioeléctrico (UER) remitió a la Coordinación General de Mejora Regulatoria (CGMR) de este Instituto, el Análisis de Impacto Regulatorio respecto al Anteproyecto de "Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones establece las nuevas condiciones técnicas de operación de la banda de frecuencias 2400 - 2483.5 MHz, clasificada como espectro libre", para que la CGMR emitiera su opinión no vinculante, con relación a dicho documento.

Décimo.- Con oficio IFT/211/CGMR/476/2020, de fecha 23 de noviembre de 2020, la CGMR emitió opinión no vinculante, en relación con el Análisis de Impacto Regulatorio del Anteproyecto de "Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones establece las nuevas condiciones técnicas de operación de la banda de frecuencias 2400 - 2483.5 MHz, clasificada como espectro libre".

En virtud de los antecedentes señalados, y

Considerando

Primero.- Competencia del Instituto. De conformidad con lo dispuesto en los artículos 28, párrafos décimo quinto y décimo sexto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos ("Constitución"); y 1, 2, 7, 15 fracción I, 54, 55, fracción II, 56 y 64 de la Ley, el Instituto es un órgano autónomo con personalidad jurídica y patrimonio propio que tiene por objeto el desarrollo eficiente de la radiodifusión y las telecomunicaciones, además de ser también la autoridad en materia de competencia económica de los sectores de radiodifusión y telecomunicaciones.

Para tal efecto, tiene a su cargo la regulación, promoción y supervisión del uso, aprovechamiento y explotación del espectro radioeléctrico, los recursos orbitales, los servicios satelitales, las redes públicas de telecomunicaciones y la prestación de los servicios de radiodifusión y de telecomunicaciones, así como del acceso a la infraestructura activa y pasiva y otros insumos esenciales. Asimismo, le corresponde al Instituto expedir disposiciones administrativas de carácter general, planes técnicos fundamentales, lineamientos, modelos de costos, procedimientos de evaluación de la conformidad, procedimientos de homologación y certificación y ordenamientos técnicos en materia de telecomunicaciones y radiodifusión; así como demás disposiciones para el cumplimiento de lo dispuesto en la Ley.

En ese sentido, el Pleno del Instituto, como órgano máximo de gobierno del Instituto, es competente para emitir el presente Acuerdo, con fundamento en los artículos 16 y 17 fracción I de la Ley, y 4 fracción I y 6 fracción I del Estatuto Orgánico.

Segundo.- Espectro libre. El artículo 27, párrafos cuarto y sexto de la Constitución establece que corresponde a la Nación el dominio directo, entre otros bienes, del espacio situado sobre el territorio nacional, en la extensión y términos que fije el derecho internacional. De tal forma que el dominio que ejerce la Nación sobre este bien es inalienable e imprescriptible y su explotación, uso y aprovechamiento por los particulares no podrá realizarse sino mediante concesiones otorgadas por el Instituto.

Es así que, en cumplimiento a lo que establece la Constitución, los artículos 2, cuarto párrafo 4 de la Ley disponen que en todo momento el Estado mantendrá el dominio originario, inalienable e imprescriptible sobre el espectro radioeléctrico, otorgándole a este bien el carácter de vías generales de comunicación.

Por su parte, el artículo 3, fracción XXI de la Ley, define espectro radioeléctrico como:

"Artículo 3. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

(...)

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

(...)"

En esta tesitura, debe considerarse que el espectro radioeléctrico es un bien finito, pero reutilizable, por lo que, desde la iniciativa de la Ley, presentada por el Ejecutivo Federal ante la Cámara de Senadores y, que posteriormente fue aprobada por el Congreso de la Unión, se consideró que la planificación del espectro radioeléctrico constituye una de las tareas más relevantes del Estado en materia de telecomunicaciones y radiodifusión, toda vez que este recurso es el elemento primario e indispensable de las comunicaciones inalámbricas, por lo que se convierte en un recurso extremadamente escaso y de gran valor¹.

Además, se previó que el espectro radioeléctrico, como un bien de dominio público de la Nación y de naturaleza limitada, se debe aprovechar al máximo a través de una regulación eficiente e idónea, que permita el uso, aprovechamiento y explotación de dicho bien, en beneficio de la sociedad.

Por tanto, los artículos 54, 55, fracción II y 56 de la Ley, en la parte aplicable, indican lo siguiente:

¹INICIATIVA DE DECRETO POR EL QUE SE EXPIDEN LA LEY FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES Y RADIODIFUSIÓN, Y LA LEY DEL SISTEMA PÚBLICO DE RADIODIFUSIÓN DE MÉXICO; Y SE REFORMAN, ADICIONAN Y DEROGAN DIVERSAS DISPOSICIONES EN MATERIA DE TELECOMUNICACIONES Y RADIODIFUSIÓN", 25 de marzo de 2014, Pág. 10. Consultable en: <http://legislacion.scjn.gob.mx/Buscador/Paginas/wfProcesoLegislativoCompleto.aspx?IdOrd=101766&IdRef=1&IdProc=1>

“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.”

“Artículo 55. Las bandas de frecuencia del espectro radioeléctrico se clasificarán de acuerdo con lo siguiente:

(...)

II. Espectro libre: Son aquellas bandas de frecuencia de acceso libre, que pueden ser utilizadas por el público en general, bajo los lineamientos o especificaciones que establezca el Instituto, sin necesidad de concesión o autorización;

(...)”

“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.”

De lo anterior, se advierte con claridad, en cuanto a la administración del espectro radioeléctrico, lo siguiente:

- a) La administración del espectro radioeléctrico como bien de dominio público de la Nación se ejercerá por el Instituto, según lo dispuesto por la Constitución, la Ley, los tratados y acuerdos internacionales firmados por México y, en lo aplicable, siguiendo las recomendaciones de la UIT y otros organismos internacionales;
- b) Dicha administración comprende la elaboración y aprobación de planes y programas de su 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;
- c) El Instituto debe perseguir diversos objetivos generales en beneficio de los usuarios de servicios de telecomunicaciones. Para el caso de la modificación de las condiciones técnicas de operación de alguna banda de frecuencias clasificada como espectro libre, resultan aplicables: el uso eficaz del espectro radioeléctrico y su protección y el cumplimiento de lo dispuesto por los artículos 2o., 6o., 7o., y 28 de la Constitución;
- d) Para una mejor administración y aprovechamiento del uso del espectro radioeléctrico, las bandas de frecuencias, atenderán la clasificación establecida en la Ley, ya sea como espectro determinado, **espectro libre**, espectro protegido o espectro reservado, y
- e) Las bandas de frecuencias clasificadas como espectro libre son aquellas bandas de frecuencias que pueden ser empleadas por cualquier persona, siempre y cuando se atiendan las condiciones establecidas por el Instituto para el uso de la misma.

De ahí que el Instituto, cuyo objeto es regular y promover el desarrollo eficiente de las telecomunicaciones y la radiodifusión, al observar los elementos vertidos con anterioridad, instituirá una regulación eficiente y ordenada que tenga como finalidad el aprovechamiento máximo del espectro radioeléctrico, considerando su naturaleza de recurso finito.

Ahora bien, en el ámbito internacional, el sector de Radiocomunicaciones de la UIT (UIT-R), a través de su Manual sobre la Gestión nacional del espectro, edición 2015², particularmente, en la Introducción del Capítulo 3, “Concesión de licencias y asignaciones de frecuencias”, se indica lo siguiente:

“Además de los procedimientos para la concesión de licencias y asignación de frecuencias descritos en este Capítulo, en algunos casos **los responsables de la gestión del espectro podrían adoptar procedimientos exentos de licencias** para algunas tecnologías, como por ejemplo Wi-Fi, Wi-Max, RFID, ultra banda ancha (UWB) y otros sistemas de corto alcance.”

Adicionalmente, en el mismo Manual, específicamente, en la sección Parámetros técnicos del Capítulo 5, “Práctica de la ingeniería del espectro”, se encuentra lo siguiente:

“(…) Hay dos categorías de especificaciones de equipos. La primera corresponde a las estaciones radioeléctricas con licencia, mientras que **la segunda corresponde a los equipos radioeléctricos exentos de licencia**. Las especificaciones de equipos se refieren casi exclusivamente a los parámetros técnicos mínimos que deben satisfacer estrictamente los equipos desde el punto de vista de la utilización eficaz del espectro y de la reducción de la interferencia en transmisores y receptores. Normalmente no guardan relación con la calidad de servicio, ya que ésta se deja a discreción del usuario, lo que da pie a que exista una diversidad de calidades de equipos para satisfacer las distintas necesidades.

La segunda categoría de especificaciones de equipos suele relacionarse con los equipos de baja potencia exentos de licencia por lo limitado de su alcance. El

² Unión Internacional de Telecomunicaciones. (2016). Manual sobre la Gestión nacional del espectro 2015. Ginebra, Suiza. Consultable en: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/hdb/R-HDB-21-2015-PDF-S.pdf

funcionamiento de estos equipos se permite en determinadas bandas de frecuencias.

Además de los dispositivos de apertura de puertas de garajes, de los dispositivos de alarma y control de los juguetes y de los teléfonos inalámbricos, hay muchos otros ejemplos de este tipo de equipos que se utilizan cada vez más en el sector comercial, por ejemplo: las redes radioeléctricas de área local (RLAN) y los sistemas de identificación (de radiofrecuencia (RFID)). Esta categoría de especificaciones de equipos afecta exclusivamente a características de los transmisores tales como la potencia máxima, los niveles armónicos admisibles y la estabilidad, y no recibe protección contra la interferencia.”

De lo anterior se observa que, como parte de la administración del espectro radioeléctrico, una buena práctica es la habilitación de ciertas bandas de frecuencias para su uso sin concesión y el establecimiento de parámetros técnicos para reducir la posibilidad de recibir interferencias perjudiciales.

Por otro lado, el UIT-R se ha enfocado en establecer las reglas o directrices que permitan categorizar a los dispositivos de radiocomunicaciones de corto Alcance (“DRCA”), con el objeto de alcanzar un mayor grado de armonización de este tipo de dispositivos a nivel mundial. Es así que, a través de la Recomendación UIT-R SM-2103-0 “Armonización mundial de categorías de dispositivos de corto alcance”³ se muestran diversas categorías de DRCA, aplicaciones, y normas técnicas implementadas en diversos países y regiones a nivel mundial. Esto con el fin de orientar a otros países respecto de la armonización de las categorías, reglamentación y las bandas de frecuencias empleadas para equipos DRCA.

A este respecto, el Informe UIT-R SM-2153-7 “Parámetros técnicos y de funcionamiento de los dispositivos de radiocomunicaciones de corto alcance y utilización del espectro por los mismos”⁴, se observa que existen bandas de frecuencias armonizadas y recomendadas para el despliegue de los DRCA, no obstante, para admitir su funcionamiento, se deben cumplir ciertos parámetros técnicos y de utilización del espectro radioeléctrico, los cuales forman parte de las normas y la reglamentación técnica emitida y adoptada a nivel nacional por cada país, o bien, a nivel regional por parte de los grupos, comisiones u organizaciones particulares. Los nombres de las categorías de DRCA pueden variar en los diferentes países o regiones, no obstante, todos refieren al mismo tipo de DRCA.

Finalmente, la UIT-R en su proyecto de revisión de la Resolución UIT-R 54 “Estudios para lograr la armonización de los dispositivos de corto alcance”⁵, reconoce, entre otras cosas, que las ventajas de la armonización del espectro podrían materializarse en: i) mayores posibilidades de interoperabilidad entre equipos; ii) economías de escala y una disponibilidad más amplia de equipos; iii) una mejor gestión del espectro, y iv) una mejora en la circulación de equipos en los diversos países.

Tercero.- Banda de frecuencias 2400-2483.5 MHz. En la actualidad, la demanda sobre el uso del espectro radioeléctrico se ha incrementado considerablemente, debido a la evolución de las tecnologías de la información y la comunicación (“TIC”) y al aumento de la población mundial, la cual exige cada vez más contar con acceso a Internet. En particular, las redes locales inalámbricas privadas han contribuido de cierta forma a contrarrestar la demanda actual sobre el uso del espectro radioeléctrico, debido a que estas redes han operado en bandas de frecuencias clasificadas como espectro libre.

Específicamente, en el caso de la banda de frecuencias 2400-2483.5 MHz (“banda 2.4 GHz”), fue rápidamente adoptada y comercializada a nivel nacional e internacional, tanto para dispositivos inalámbricos como lo es Wi-Fi (perteneciente a redes WLAN) o Bluetooth (perteneciente a redes WPAN), aunado a sistemas de transporte inalámbrico, así como dispositivos destinados a aplicaciones industriales, científicas y médicas (ICM), los cuales han operado de forma compartida en la banda 2.4 GHz.

En el ámbito nacional, el CNAF ⁶, es una disposición administrativa que indica el servicio o servicios de radiocomunicaciones a los que se encuentra atribuida una determinada banda de frecuencias del espectro radioeléctrico en México, así como información adicional sobre el uso y planificación de determinadas bandas de frecuencias⁷. Así, el CNAF contempla para la banda 2.4 GHz lo siguiente:

³ Consultable en: <https://www.itu.int/rec/R-REC-SM.2103-0-201709-l/es>

⁴ Consultable en: <https://www.itu.int/pub/R-REP-SM.2153-7-2019/es>

⁵ Consultable en: <https://www.itu.int/md/R19-RA19-C-0054/es>

⁶ Consultable en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5539626&fecha=01/10/2018

⁷ Véase artículo 3 fracción XVI de la Ley.

CNAF	
MHz	
2400 – 2450 FIJO MÓVIL Aficionados Radiolocalización	MX68 MX159 MX160 MX204
2450 – 2483.5 FIJO MÓVIL Radiolocalización	MX68 MX159 MX160 MX204

Tabla 1. Atribución de bandas de frecuencias de acuerdo al CNAF

Por su parte, las Notas Nacionales MX68, MX159, MX160 y MX204, señalan:

MX68. Las bandas de frecuencias que se enlistan a continuación se encuentran designadas para aplicaciones industriales, científicas y médicas (ICM):

13.553 - 13.567 MHz	902 - 928 MHz	24 - 24.25 GHz
26.957 - 27.283 MHz	2400 - 2500 MHz	
40.66 - 40.70 MHz	5.725 - 5.875 GHz	

MX159. El 7 de marzo de 2006 se emitió el Acuerdo por el que se clasifican como espectro libre las bandas de frecuencias que se enlistan a continuación:

902 - 928 MHz	5.15 - 5.25 GHz	5.725 - 5.85 GHz
2400 - 2500 MHz	5.25 - 5.35 GHz	

Dicho Acuerdo fue publicado en el DOF el 13 de marzo de 2006.

MX160. El 19 de octubre de 2015 se publicó en el DOF el Acuerdo por el que el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones expide la Disposición Técnica IFT-008-2015: Sistemas de radiocomunicación que emplean la técnica de espectro disperso -Equipos de radiocomunicación por salto de frecuencia y por modulación digital a operar en las bandas 902 - 928 MHz, 2400 - 2483.5 MHz y 5725 - 5850 MHz- Especificaciones, límites y métodos de prueba

MX204. El 7 de octubre de 2005 se emitió la Resolución mediante la que se modifican las condiciones técnicas de operación de la banda 2400 - 2483.5 MHz, identificada como espectro libre"

Adicionalmente, el 13 de marzo de 2006 se clasificó la banda 2.4 GHz como espectro de uso libre, como quedó indicado en el Antecedente Primero. A continuación, se incluye un resumen de las condiciones de operación establecidas para los sistemas de radiocomunicación que pueden operar en la banda 2.4 GHz:

Tipo de sistema	Potencia máxima de transmisión entregada a las antenas	Ganancia máxima de la antena	Potencia Isótropa Radiada Equivalente (PIRE) máxima
Sistemas Fijos – Punto a Punto (PaP)	500 mW	≤ 6 dBi	2 W
Sistemas Punto a Multipunto (PaM)	250 mW	≤ 6 dBi	1 W

Tabla 2. Condiciones de operación establecidas en el Acuerdo 2006 para los sistemas de radiocomunicación en la banda 2.4 GHz

En el caso de que se utilicen en los Sistemas fijos PaP y Sistemas PaM, antenas direccionales de ganancia mayor a 6 dBi, la potencia máxima de transmisión entregada a las mismas deberá ser reducida en la misma cantidad que la ganancia exceda de 6 dBi.

Tipo de dispositivo	Tipo de antena transmisora	Intensidad de campo eléctrico
DRCA ⁸ - Otras aplicaciones (teléfonos inalámbricos, lectores de códigos de barras, sistemas de alarma remota, dispositivos de telemetración, aparatos de control remoto y micrófonos inalámbricos)	<ul style="list-style-type: none"> • Integradas (sin conector de antena externo) • Específicas (homologadas con el equipo) • Externas (equipo homologado sin antena) 	< 200 μ V/m, medida a una distancia de 3 metros

Tabla 3. Condiciones de operación establecidas en el Acuerdo 2006 para los DRCA en la banda 2.4 GHz

Es de subrayar que para la clasificación de esta banda como espectro de uso libre se utilizó la Recomendación UIT-R SM. 1538-1 "Parámetros técnicos y de explotación y requisitos de espectro para los dispositivos de radiocomunicaciones de corto alcance", la cual fue sustituida por el Informe UIT-R SM. 2153-0 "Parámetros técnicos y de funcionamiento de los dispositivos de radiocomunicaciones de corto alcance y utilización del espectro por los mismos"⁹. En esta Recomendación de la UIT se establecía que el término de DRCA, incluye transmisores radioeléctricos utilizados para comunicaciones unidireccionales o bidireccionales, y que cuentan con baja capacidad de producir interferencia a otros equipos radioeléctricos, debido a los valores de baja potencia radiada o intensidad de campo eléctrico necesarios para su correcto funcionamiento.

Posteriormente, el 21 de junio del 2010 fue publicada en el DOF, la Norma Oficial Mexicana NOM-121-SCT1-2009, "Telecomunicaciones – Radiocomunicación - Sistemas de radiocomunicación que emplean la técnica de espectro disperso - Equipos de radiocomunicación por salto de frecuencia y por modulación digital a operar en las bandas 902-928 MHz, 2400-2483.5 MHz y 5725-5850 MHz-Especificaciones, límites y métodos de prueba"¹⁰, la cual era aplicable a todos los equipos de radiocomunicación que utilizaran espectro disperso en la banda 2.4 GHz, sobre una base de coexistencia con otros equipos, redes y servicios autorizados.

Sin embargo, de acuerdo con el artículo 51 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización¹¹, el cual indica que las normas oficiales mexicanas deberán ser revisadas cada cinco años a partir de la fecha de entrada en vigor, el Instituto realizó un proceso de consulta pública en el año 2015 para llevar a cabo una actualización de la misma. El proceso de consulta pública referido¹² derivó en la emisión y publicación de la Disposición Técnica IFT-008-2015 en el DOF el 19 de octubre de 2015¹³, en sustitución de la NOM-121-SCT1-2009, gracias a los comentarios recibidos por parte de asociaciones de la industria de telecomunicaciones, organizaciones encargadas en la verificación de equipos y laboratorios de ensayos, entre otros.

Es así que, la hoy vigente DT IFT-008-2015 "Sistemas de radiocomunicación que emplean la técnica de espectro disperso-Equipos de radiocomunicación por salto de frecuencia y por modulación digital a operar en las bandas 902-928 MHz, 2400-2483.5 MHz y 5725-5850 MHz-Especificaciones, límites y métodos de prueba", establece especificaciones mínimas y límites que deben cumplir los equipos de radiocomunicación que utilicen técnicas de transmisión de espectro disperso por salto de frecuencia, modulación digital e híbrido, incluyendo los métodos de prueba necesarios para la comprobación del cumplimiento de las especificaciones y los límites de PIRE máxima establecidos en el Acuerdo antes mencionado, para que puedan operar en las bandas de frecuencias 902 MHz a 928 MHz, 2400 MHz a 2483.5 MHz, y 5725 MHz a 5850 MHz.

A continuación, se indican los límites de PIRE máxima y especificaciones que deben cumplir los equipos de radiocomunicación que utilizan técnicas de transmisión de espectro disperso, para determinar la evaluación de conformidad y homologación correspondiente.

Banda de frecuencias	Tipo de sistema de radiocomunicación	PIRE máxima
2400 - 2483.5 MHz	Fijos – PaP	2 W
	PaM	1 W

Tabla 1. Límites de PIRE máxima para la banda 2.4 GHz establecidos en la DT IFT-008-2015

⁸ Estos dispositivos deberán cumplir con la Recomendación UIT-R SM. 1538-1 "Parámetros técnicos y de operación y requisitos de espectro para dispositivos de radiocomunicación de corto alcance"⁸, en lo que corresponde a la Región de las Américas.

⁹ Consultable en: <https://www.itu.int/pub/R-REP-SM.2153/es>

¹⁰ Consultable en: <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4081/cofetel/cofetel.htm>

¹¹ Consultable en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/107522/LEYFEDERALSOBREMETROLOGIAYNORMALIZACION.pdf>

¹² Consultable en: <http://www.ift.org.mx/industria/consultas-publicas/consulta-publica-sobre-el-anteproyecto-de-disposicion-tecnica-ift-008-2015-sistemas-de>

¹³ Consultable en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5411997&fecha=19/10/2015

Las especificaciones que deben cumplir los equipos de radiocomunicación que utilicen técnicas de transmisión de espectro disperso por salto de frecuencia que operan en la banda 2.4 GHz se muestran en la tabla siguiente:

Tipo de sistema	Anchura de banda del canal de salto a 20 dB (AB _{20dB})	Separación mínima entre canales de salto	Número de canales de salto (N)	Tiempo promedio de ocupación (t) de canal de salto por periodo (s)	Periodo de ocupación del conjunto de saltos (T) (s)	Potencia pico máxima de salida (W)
Salto de frecuencia	Sin especificar	25 kHz	≥ 75, no traslapados	≤ 0.4 s	(0.4 s) (N)	1 W
	Sin especificar	25 kHz o 2/3 de la anchura de banda a 20 dB del canal de salto, la que resulte mayor	≥ 15	≤ 0.4 s	(0.4 s) (N)	0.125 W

Tabla 5. Especificaciones para los sistemas por salto de frecuencia establecidas en la DT IFT-008-2015

No se omite mencionar que, en el caso de los sistemas del tipo de salto de frecuencia que operen en la banda 2400-2483.5 MHz y que usen al menos 15 canales de salto, podrán evitarse o suprimirse transmisiones en alguna frecuencia particular de salteo, siempre y cuando se mantengan en uso al menos 15 canales de salto.

Por otro lado, las especificaciones que deben cumplir los equipos de radiocomunicación del tipo de modulación digital se muestran en la tabla siguiente:

Tipo sistema	Anchura de banda mínimo de RF	Potencia pico de salida máxima del transmisor	Densidad espectral de potencia del transmisor conducida a la antena
Modulación digital	500 kHz para un canal de 6 dB	1 W	≤ 8 dBm en cualquier segmento de 3 kHz en cualquier intervalo de transmisión continua o sobre 1.0 segundo si la transmisión excede a la duración de 1.0 segundo.

Tabla 6. Especificaciones para los sistemas de modulación digital establecidas en la DT IFT-008-2015

Aunado a lo anterior, las especificaciones que deben cumplir los equipos de radiocomunicación del tipo híbrido que emplean una combinación de salto de frecuencias y técnicas de modulación digital, son las siguientes:

- Con la parte de modulación digital apagada, la operación de salto de frecuencia cumplirá con el tiempo promedio de ocupación de cualquier canal de salto por periodo no excederá de 0.4 s dentro de un periodo en segundos igual al número de canales de salto empleado por 0.4.
- Con la parte de salto de frecuencia apagada, deberá cumplirse con la densidad espectral establecida en la tabla anterior.

En el ámbito internacional, la banda 2.4 GHz se convirtió en una banda de interés para organizaciones internacionales, grupos de estandarización y para consorcios fabricantes de equipos o sistemas de comunicación. A este respecto, la UIT, a través de su Recomendación SM.1896-1 "Rangos de frecuencia para la armonización mundial o regional de los dispositivos de corto alcance"¹⁴, e Informe UIT-R SM-2153-7 "Parámetros técnicos y de funcionamiento de los dispositivos de radiocomunicaciones de corto alcance y utilización del espectro por los mismos"¹⁵, indica que el rango de frecuencias 2400-2483.5 MHz puede ser empleado para sistemas de DRCA. Así como mediante la Recomendación UIT-R SM.1056-1 "Limitación de las radiaciones procedentes de equipos industriales, científicos y médicos (ICM)"¹⁶, en donde se presentan los límites de radiación de diversos dispositivos ICM que pueden operar en la banda de frecuencias objeto del presente.

¹⁴ Consultable en: <https://www.itu.int/rec/R-REC-SM.1896-1-201809-1/es>

¹⁵ Consultable en: <https://www.itu.int/pub/R-REP-SM.2153-7-2019/es>

¹⁶ Consultable en: <https://www.itu.int/rec/R-REC-SM.1056-1-200704-1/en>

Ahora bien, en la Región de las Américas existen regulaciones y normas técnicas respecto del uso de la banda 2.4 GHz que han implementado algunos reguladores en sus respectivos países para operar sistemas de radiocomunicación sin licencia. A continuación, se presenta el caso de la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC, por las siglas en inglés de *Federal Communications Commission*) en Estados Unidos de América (EE. UU.); Innovación, Ciencia y Desarrollo Económico (ISED, por las siglas en inglés de *Innovation, Science and Economic Development*) en Canadá; y la Agencia Nacional de Espectro (ANE), en Colombia.

Estados Unidos de América – FCC

En los EE. UU., la responsabilidad regulatoria del espectro radioeléctrico se divide entre la FCC y la Administración Nacional de Telecomunicaciones e Información, (NTIA, por sus siglas en inglés *National Telecommunications and Information Administration*). La FCC es quien administra el espectro para uso no federal, es decir, para el gobierno local, estatal, comercial, privado interno y uso personal, y la NTIA es la que administra el espectro para uso federal, es decir, para el Ejército, la Administración Federal de Aviación y la Oficina de Federal de Investigación.

Al igual que en México, uno de los instrumentos regulatorios con los que cuenta la FCC es el Cuadro de Atribución de Frecuencias (CAF-EE. UU.), el cual indica las atribuciones de las bandas de frecuencias en su contexto nacional, así como las reglas de cada una de las partes que integran el Título 47 "Telecomunicaciones", del Código Federal de Regulaciones (CFR) y las Notas aplicables. Las atribuciones correspondientes a la banda 2.4 GHz se indican en la tabla siguiente:

Cuadro de Atribución de Frecuencias de EE. UU.		
Uso Federal (MHz)	Uso No Federal (MHz)	FCC - Reglas de las Partes – Notas nacionales
2300 – 2417	2400 – 2417 AFICIONADOS	Parte 15 - Dispositivos de Radiofrecuencia Parte 18 - Equipo ICM Parte 97 - Radio Aficionados G2 En las bandas 216.965-216.995 MHz, 420-450 MHz (excepto lo dispuesto en G129), 890-902 MHz, 928-942 MHz, 1300-1390 MHz, 2310-2390 MHz, 2417-2450 MHz, 2700-2900 MHz, 3300-3500 MHz (excepto lo dispuesto en US108), 5650-5925 MHz y 9000-9200 MHz, el uso del servicio de radiolocalización federal está restringido a servicios militares.
2417 – 2450 Radiolocalización G2	2417 - 2450 Aficionados	
2450 - 2483.5	2450 - 2483.5 FIJO MÓVIL Radiolocalización US41	Parte 15 - Dispositivos de la Radiofrecuencia Parte 18 - Equipos ICM Parte 74F – Estaciones auxiliares de transmisión de televisión Parte 90 - Servicio Móvil Privado Terrestre. Parte 101 - Servicio Fijo de Microondas US41 En la banda de 2450-2500 MHz, el servicio de radiolocalización federal se permite con la condición de no causar interferencias perjudiciales a los servicios no federales.

Tabla 7. Atribución de la banda 2.4 GHz conforme al CAF-EE. UU

La Parte 15 del Título 47 del CFR, establece las condiciones técnicas generales para la operación de dispositivos de radiofrecuencia de baja potencia sin licencia, los cuales se encuentran clasificados en tres categorías: i) radiadores incidentales, ii) radiadores no intencionales y iii) radiadores intencionales. La categoría que es de interés en este caso es la de radiadores intencionales, dentro de los cuales se encuentran identificados diversos sistemas de transmisión exentos de licencia que operan en la banda 2.4 GHz y figuran en las secciones 15.245, 15.247 y 15.249 del CFR.

En la sección 15.247¹⁷ se indican las disposiciones y límites de operación de los sistemas de transmisión exentos de licencia que operan en la banda 2.4 GHz y que utilizan técnicas de transmisión de espectro disperso por salto de frecuencia, modulación digital e híbrida, las cuales se resumen en las siguientes tablas:

¹⁷ Consultable en: https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=7751ac4e65b2cb5157c0eab86cccfb9&mc=true&node=se47.1.15_1247&rgn=div8

Tipo de sistema	Separación entre frecuencias portadoras de los canales	Número de canales (N)	Tiempo promedio de ocupación en cualquier canal	Periodo de tiempo de ocupación del conjunto de canales	Potencia pico de salida máxima	Ganancia de la antena direccional
Salto de frecuencia	25 kHz o 20 dB del ancho de banda del canal	≥ 75 , no superpuestos	≤ 0.4 s	(0.4 s) (N)	1 W	≤ 6 dBi
	25 kHz o 2/3 de los 20 dB del ancho de banda del canal	≥ 15	≤ 0.4 s	(0.4 s) (N)	0.125 W	≤ 6 dBi

Tabla 8. Disposiciones y límites aplicables a los sistemas por salto de frecuencia en la banda 2.4 GHz establecidos en EE. UU.

Adicionalmente, en la sección 15.247 se mencionan otras condiciones para los sistemas que utilizan técnicas de transmisión de espectro disperso por salto de frecuencia, las cuales se enlistan a continuación:

- Los sistemas que utilizan técnicas de transmisión de espectro disperso por salto de frecuencia no están obligados a emplear todos los canales de salto disponibles durante cada transmisión. Sin embargo, el sistema, que consiste tanto en el transmisor como en el receptor, debe estar diseñado para cumplir con todas las regulaciones de la sección 15.247 cuando el transmisor emita un flujo continuo de datos o información. Además, un sistema que emplee ráfagas cortas de transmisión debe cumplir con la definición de un sistema de salto de frecuencia y deberá distribuir sus transmisiones sobre el número mínimo de canales de salto especificados también en la sección 15.247;
- Se permite la incorporación de inteligencia en los sistemas que utilizan técnicas de transmisión de espectro disperso por salto de frecuencia para reconocer a otros usuarios dentro de la banda, de tal manera que el sistema elija y adapte sus saltos de forma individual e independiente para evitar saltar a canales ocupados. La coordinación de sistemas por salto de frecuencia que no sea exclusivamente para evitar la ocupación simultánea de frecuencias individuales de salto por parte de múltiples transmisores no está permitida, y
- El límite de potencia pico de salida máxima conducida aplicable a los sistemas que utilizan técnicas de transmisión de espectro disperso, se basa en el uso de antenas direccionales con ganancias que no superan los 6 dBi. Si se utilizan antenas direccionales con ganancias mayores a 6 dBi, la potencia pico de salida máxima conducida desde el radiador intencional se reducirá por debajo de los valores establecidos, según corresponda, en la cantidad en dB que la ganancia de la antena direccional excede los 6 dBi.

Tipo de sistema	Ancho de banda del canal	Potencia pico de salida máxima	Ganancia de la antena direccional	Densidad espectral de potencia conducida a la(s) antena(s)
Modulación digital	El ancho de banda del canal a 6 dB deberá ser de al menos 500 kHz	1 W	≤ 6 dBi	≤ 8 dBm de cualquier segmento de 3 kHz de cualquier intervalo de transmisión continua.

Tabla 9. Disposiciones y límites aplicables a los sistemas con modulación digital en la banda 2.4 GHz establecidos en EE. UU.

El límite de potencia pico de salida máxima conducida aplicable a los sistemas que utilizan técnicas de modulación digital, se basa en el uso de antenas direccionales con ganancias que no superan los 6 dBi. Si se utilizan antenas de transmisión direccional de ganancia mayor a 6 dBi, la potencia pico de salida máxima conducida desde el radiador intencional se reducirá por debajo de los valores establecidos, según corresponda, en la cantidad en dB que la ganancia de la antena direccional excede los 6 dBi.

Tipo de sistema	Disposición y límite de operación	
Híbrido (Salto de frecuencia apagado)	Densidad espectral de potencia conducida a la(s) antena(s) ≤ 8 dBm de cualquier segmento de 3kHz de cualquier intervalo de transmisión continua.	
	Tiempo promedio de ocupación en cualquier frecuencia	Periodo de tiempo de ocupación

Tipo de sistema	Disposición y límite de operación	
	$\leq 0.4s$	(0.4 s) (N)

Tabla 10. Disposiciones y límites aplicables a los sistemas híbridos en la banda 2.4 GHz establecidos en EE. UU.

En el caso particular de los sistemas que se usan exclusivamente para operaciones fijas punto a punto en la banda 2.4 GHz, la sección 15.247 indica que pueden emplearse antenas de transmisión direccional con ganancia mayor de 6 dBi, siempre que la potencia de salida máxima conducida del radiador intencional se reduzca en 1 dB por cada 3 dB que la ganancia de la antena direccional supere los 6 dBi, tal como se indica en la tabla siguiente:

Tipo de sistema	Tipo de antena	Ganancia de la antena direccional	Potencia de salida máxima
Fijos – PaP	Direccional	> 6 dBi (excluye el uso de antenas direccionales con ganancia mayor que 6 dBi para los sistemas de PaM, aplicaciones omnidireccionales y múltiples radiadores intencionales de ubicación conjunta que transmiten la misma información)	Reducir 1 dB por cada 3 dB que la ganancia de la antena direccional supere los 6 dBi

Tabla 11. Disposiciones y límites aplicables a las operaciones de sistemas PaP en la banda 2.4 GHz establecidos en EE. UU.

Asimismo, se establece que, los transmisores que emitan múltiples haces direccionales, simultánea o secuencialmente, con el propósito de dirigir las señales a receptores individuales o a grupos de receptores, deberán cumplir con lo siguiente:

- transmitir información diferente a cada receptor;
- si el transmisor emplea un sistema de antena que emite múltiples haces direccionales, pero no emite múltiples haces direccionales simultáneamente, la potencia de salida total conducida al conjunto o conjuntos que comprenden el dispositivo, es decir, la suma de la potencia suministrada a toda la antena, elementos de antena, etc. y sumados a través de todas las portadoras o canales de frecuencia, no deberán exceder el límite de potencia de salida especificado para los sistemas de salto de frecuencia y sistemas modulados digitalmente. Sin embargo, la potencia de salida conducida total se reducirá en 1 dB por debajo de los límites especificados por cada 3 dB que la ganancia de la antena direccional o matriz de antenas, exceda de 6 dBi. La ganancia de la antena direccional se calculará como la suma de $10 \log$ (número de elementos de matriz), más la ganancia del elemento que tiene la ganancia más alta;
- si el transmisor emplea una antena que opera simultáneamente con haces direccionales múltiples utilizando los mismos canales de frecuencia o diferentes, la potencia suministrada a cada haz de emisión está sujeta al límite de potencia de salida especificado para los sistemas de salto de frecuencia y sistemas de modulados digitalmente. Si los haces transmitidos se superponen, la potencia de salida del transmisor se reducirá para garantizar que su potencia agregada no exceda el límite de potencia de salida especificado para los sistemas de salto de frecuencia y sistemas modulados digitalmente. Además, la potencia agregada transmitida simultáneamente en todos los haces no deberá exceder el límite especificado para los sistemas de salto de frecuencia y sistemas de modulación digital por más de 8 dB, y
- los transmisores que emiten un solo haz direccional deberán operar bajo las disposiciones indicadas en los sistemas empleados para operaciones fijas punto a punto.

De igual manera en la sección 15.245¹⁸ se indican los límites de emisión de intensidad de campo de cualquier radiador intencional utilizados como sensores de perturbación de campo en una porción de la banda 2.4 GHz de conformidad con la tabla siguiente:

Límites de intensidad de campo para los sensores de perturbación de campo a una distancia de 3 metros	
Banda de frecuencias (MHz)	Intensidad de campo

¹⁸ Consultable en: https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=7751ac4e65b2cb5157c0eab86ccfcb9&mc=true&node=se47.1.15_1245&rgn=div8

	Fundamental	Emisión armónicos
2435-2465 MHz	500 mV/m	1.6 mV/m

Tabla 12. Límites de intensidad de campo aplicables a los sensores de perturbación de campo en la banda 2.4 GHz establecidos en EE. UU.

Por otro lado, en la sección 15.249¹⁹, se encuentran los límites de emisión de intensidad de campo de cualquier otro radiador intencional que funcione en la banda 2.4 GHz, los cuales se resumen en la tabla siguiente:

Límites de intensidad de campo para cualquier otro radiador intencional a una distancia de 3 metros		
Banda de frecuencias (MHz)	Intensidad de campo	
	Emisión fundamental	Emisión armónicos
2400-2483.5 MHz	50 mV/m	500 µV/m

Tabla 13. Límites de intensidad de campo aplicables a cualquier otro radiador intencional que opere en la banda 2.4 GHz establecidos en EE. UU.

Todos los términos de dispositivos de radiofrecuencia de baja potencia, sistemas de transmisión y radiadores intencionales descritos en la Parte 15 del CFR se refieren a un transmisor de baja potencia que puede ser utilizado por un operador sin necesidad de contar con una licencia; sin embargo, debe contar con una autorización para poder ser importado o comercializado dentro del territorio de los EE. UU. Adicionalmente, en EE. UU. la banda 2.4 GHz también es empleada por dispositivos ICM, de conformidad con la Parte 18 del CFR.

Canadá – ISED

En Canadá, la responsabilidad de administrar los recursos del espectro radioeléctrico está a cargo del ISED. Uno de los instrumentos regulatorios con los que cuenta ISED para dar a conocer las diversas políticas de utilización del espectro es el Cuadro de Atribución de Frecuencias (CAF-CAN)²⁰, el cual asigna el espectro electromagnético y establece la atribución de frecuencias para los servicios radiocomunicación en Canadá. El CAF-CAN para la banda 2.4 GHz, indica lo siguiente:

Cuadro de Atribución de Frecuencias de Canadá	
Banda de frecuencias (MHz)	Notas aplicables
2300 – 2450 FIJO MÓVIL RADIOLOCALIZACIÓN Aficionados	<p>C12 (CAN-18). La banda de frecuencias 2360-2400 MHz está designada para aplicaciones de telemetría móvil aeronáutica (AMT). El gobierno de Canadá tiene prioridad en el uso de esta banda. Se puede permitir el acceso a la banda por parte de otras entidades para AMT sujeto a coordinación con los sistemas del Gobierno de Canadá</p> <p>C13 (CAN-03) Las bandas de frecuencias 2305-2320 MHz y 2345-2360 MHz están designadas para aplicaciones del servicio de comunicación inalámbrica (WCS) bajo las atribuciones del servicio fijo y móvil. El uso de estas bandas es sujeto a la política nacional de utilización del espectro.</p> <p>C13A (CAN-09) Atribución adicional: La banda de frecuencia 2320-2345 MHz también está designada para el servicio de radiodifusión por satélite (sonido) y el servicio complementario de radiodifusión terrenal a título primario. Las políticas de utilización del espectro proporcionan la relación entre servicios con respecto a la operación del servicio de radiodifusión.</p> <p>C17 (CAN-03) En la banda de frecuencia 2300-2360 MHz, los servicios de telemetría aeronáutica móvil pueden autorizarse de forma secundaria en ciertas bases militares y vecindades donde no restringe la implementación de servicios de comunicación inalámbrica y otros servicios.</p>
2450 – 2483.5 FIJO MÓVIL RADIOLOCALIZACIÓN	No hay notas nacionales

Tabla 14. Atribución de la banda 2.4 GHz conforme al CAF-CAN

¹⁹ Consultable en: <https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=7751ac4e65b2cb5157c0eab86ccfcb9&mc=true&node=se47.1.15.1249&rgn=div8>

²⁰ Consultable en: [https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwap/SMSE-07-18-CTFA-2018.pdf/\\$file/SMSE-07-18-CTFA-2018.pdf](https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwap/SMSE-07-18-CTFA-2018.pdf/$file/SMSE-07-18-CTFA-2018.pdf)

De lo anterior, se puede observar que no existen notas nacionales respecto al uso de la banda 2.4 GHz, sin embargo, dentro del Marco de Políticas Canadienses relacionadas con el uso del espectro radioeléctrico, existen algunas relacionadas con la distribución de este recurso entre diferentes servicios de radiocomunicaciones (políticas de asignación de espectro), así como con el uso particular para una banda asignada (políticas de utilización del espectro) y con los tipos de sistemas de radio que son comercializados en Canadá (políticas de sistemas de radio)²¹.

Dentro de las políticas de utilización del espectro (SP)²² correspondientes a la banda 2.4 GHz, existe un apartado dentro de la política SP-2285 -2483.5 MHz²³ que se enfoca en facilitar en mayor medida la operación de dispositivos y sistemas de radio exentos de licencia en dicha banda, incluidos los equipos de baja potencia y los transmisores que utilicen técnicas de transmisión de espectro disperso, los cuales se rigen por las especificaciones de los estándares de radio RSS-247²⁴ y RSS-210²⁵.

El estándar de radio RSS-247²⁶ (*issue 2*), proporciona los requisitos de certificación para los aparatos o sistemas de radio que emplean técnicas de transmisión de espectro disperso por salto de frecuencia, de modulación digital e híbrida en la banda 2.4 GHz, los cuales se resumen en las tablas siguientes:

Tipo de sistema	Ancho de banda del canal	Separación entre frecuencias portadoras de los canales	Número de canales (N)	Tiempo promedio de ocupación en cualquier canal	Periodo de tiempo de ocupación del conjunto de canales	Potencia pico de salida máxima	PIRE
Salto de frecuencia	20 dB del ancho de banda del canal	25 kHz	≥ 75	≤ 0.4 s	(0.4 s) (N)	1 W	≤ 4 W
	2/3 de 20dB del ancho de banda del canal	25 kHz	≥ 15	≤ 0.4 s	(0.4 s) (N)	0.125 W	≤ 4 W

Tabla 15. Disposiciones y requisitos de operación para sistemas FHSS en la banda 2.4 GHz establecidos en Canadá

Aunado a lo anterior, el estándar de radio RSS-247 (*issue 2*), proporciona otras condiciones para los sistemas que utilizan técnicas de transmisión de espectro disperso por salto de frecuencia, las cuales son las siguientes:

- Los sistemas que utilizan técnicas de transmisión de espectro disperso por salto de frecuencia no están obligados a emplear todos los canales de salto disponibles durante cada transmisión. Sin embargo, el sistema, que consiste tanto en el transmisor como en el receptor, debe estar diseñado para cumplir con todas las regulaciones del estándar de radio RSS-247 (*issue 2*) cuando el transmisor emita un flujo continuo de datos o información. Además, un sistema que emplee ráfagas cortas de transmisión debe cumplir con la definición de un sistema de salto de frecuencia y deberá distribuir sus transmisiones sobre el número mínimo de canales de salto especificados también en el estándar de radio RSS-247 (*issue 2*), y
- Se permite la incorporación de inteligencia en los sistemas que utilizan técnicas de transmisión de espectro disperso por salto de frecuencia para reconocer a otros usuarios dentro de la banda, de tal manera que el sistema elija y adapte sus saltos de forma individual e independiente para evitar saltar a canales ocupados. La coordinación de sistemas por salto de frecuencia que no sea exclusivamente para evitar la ocupación simultánea de frecuencias individuales de salto por parte de múltiples transmisores no está permitida.

²¹ Consultable en: <https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf01049.html>

²² Consultable en: https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/h_sf06121.html

²³ Consultable en: <https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf09092.html>

²⁴ Consultable en: <https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf10971.html>

²⁵ Consultable en: <https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf01320.html>

²⁶ Consultable en: <https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf10971.html>

Tipo de sistema	Ancho de banda del canal	Potencia pico de salida máxima	PIRE	Densidad espectral de potencia conducida a la(s) antena(s)
Modulación digital	El ancho de banda del canal a 6 dB deberá ser de al menos 500 kHz	1 W	≤ 4 W	≤ 8 dBm de cualquier segmento de 3 kHz de cualquier intervalo de transmisión continua.

Tabla 16. Disposiciones y requisitos de operación para sistemas DTS en la banda 2.4 GHz establecidos en Canadá

Tipo de sistema	Disposición y límite de operación	
Híbridos (Salto de frecuencia apagado)	Densidad espectral de potencia conducida a la(s) antena(s)	
	≤ 8 dBm de cualquier segmento de 3 kHz de cualquier intervalo de transmisión continua.	
Híbridos (Modulación Digital apagada)	Tiempo promedio de ocupación en cualquier frecuencia	Periodo de tiempo de ocupación
	≤ 0.4s	(0.4 s) (N)

Tabla 17. Disposiciones y requisitos de operación para sistemas híbridos en la banda 2.4 GHz establecidos en Canadá

En el caso de los sistemas fijos punto a punto que funcionan en la banda 2.4 GHz, el estándar de radio RSS-247 (*issue 2*) establece que estos pueden tener una PIRE superior a 4 W, siempre que se empleen antenas direccionales de mayor ganancia y no mayores potencias de salida del transmisor, como se indica en la tabla siguiente:

Tipo de sistema	Tipo de antena	PIRE
Fijos – PaP	Direccional	> 4 W siempre y cuando esta PIRE se logre empleando antenas direccionales con mayor ganancia sin incrementar la potencia de salida del transmisor. <i>(los sistemas PaM, las aplicaciones omnidireccionales y los transmisores múltiples instalados en la misma ubicación que transmitan la misma información tienen prohibido exceder la PIRE de 4W, excepto las estaciones remotas de los sistemas PaM)</i>

Tabla 18. Requisitos de aplicables a los sistemas fijos PaP que operan en la banda 2.4 GHz establecidos en Canadá

De igual manera, el estándar de radio RSS-247 establece que, los transmisores que emitan múltiples haces direccionales, simultanea o secuencialmente, con el propósito de dirigir las señales a receptores individuales o grupos de receptores, deberán cumplir con lo siguiente:

- transmitir información diferente a cada receptor;
- si el transmisor emplea un sistema de antena que emite múltiples haces direccionales, pero no emite múltiples haces direccionales simultáneamente, la potencia de salida total conducida al conjunto o conjuntos que comprenden el dispositivo, es decir, la suma de la potencia suministrada a toda la antena, elementos de antena, etc. y sumados a través de todas las portadoras o canales de frecuencia, no deberán exceder el límite de potencia de salida especificado para los sistemas de salto de frecuencia y sistemas modulados digitalmente. Sin embargo, la potencia de salida conducida total se reducirá en 1 dB por debajo de los límites especificados por cada 3 dB que la ganancia de la antena direccional o matriz de antenas, exceda de 6 dBi. La ganancia de la antena direccional se calculará como la suma de $10 \log$ (número de elementos de matriz), más la ganancia del elemento que tiene la ganancia más alta;
- si el transmisor emplea una antena que opera simultáneamente con haces direccionales múltiples utilizando los mismos canales de frecuencia o diferentes, la potencia suministrada a cada haz de emisión está sujeta al límite de potencia de salida especificado para los sistemas de salto de frecuencia y sistemas de modulados digitalmente. Si los haces transmitidos se superponen, la potencia de salida del transmisor se reducirá para garantizar que su potencia agregada no exceda el límite de potencia de salida especificado para los sistemas de salto de frecuencia y sistemas modulados digitalmente. Además, la potencia agregada transmitida

simultáneamente en todos los haces no deberá exceder el límite especificado para los sistemas de salto de frecuencia y sistemas de modulación digital por más de 8 dB, y

- los transmisores que emiten un solo haz direccional deberán operar bajo las disposiciones indicadas en los sistemas empleados para operaciones fijas punto a punto.

Por otro lado, en el Anexo F del estándar de radio RSS-210 (*issue 10*) se establecen los requisitos para los sensores de perturbación de campo que funcionan en la banda 2.4 GHz, los cuales se encuentran resumidos en la tabla siguiente.

Límites de intensidad de campo para sensores de perturbación de campo a una distancia de 3 metros		
Banda de frecuencias (MHz)	Intensidad de Campo	
	Fundamental	Emisión armónicos
2435-2465 MHz	500 mV/m	1.6 mV/m

Tabla 19. Límites de intensidad de campo especificados para los sensores de perturbación de campo en la banda 2.4 GHz establecidos en Canadá

Asimismo, el estándar de radio RSS-210²⁷ (*issue 10*), proporciona las especificaciones y criterios técnicos que los aparatos de radio exentos de licencia deben cumplir para operar en diversas bandas de frecuencias, incluida la banda 2.4 GHz. En el Anexo B del estándar RSS-210, se establecen los límites de intensidad de campo de las emisiones fundamentales y armónicos para los dispositivos que funcionen en la banda 2.4 GHz, los cuales se indican en tabla siguiente:

Límites de intensidad de campo para los dispositivos a una distancia de 3 metros		
Banda de frecuencias (MHz)	Intensidad de campo	
	Emisión fundamental	Emisión armónicos
2400-2483.5 MHz	50 mV/m	0.5 mV/m

Tabla 20. Límites de intensidad de campo para los dispositivos que operen en la banda 2.4 GHz para cualquier aplicación establecidos en Canadá

Cabe mencionar que en Canadá la banda 2.4 GHz también se encuentra destinada para el uso compartido con aplicaciones ICM tal como se refleja en el SP 1-20 GHz²⁸.

Colombia – ANE

En Colombia, la entidad encargada de planear el uso del espectro radioeléctrico, así como la vigilancia y control en todo su territorio nacional, le corresponde a la ANE²⁹, la cual está facultada por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de aquel país, como una institución que coadyuva con las funciones asignadas al Ministerio³⁰ de acuerdo con la Constitución Política de Colombia y la Ley No. 1978 del año 2019³¹. El Cuadro Nacional de Atribución de Bandas Frecuencias de Colombia (CNABF-COL)³² indica para la banda 2.4 GHz, lo siguiente:

²⁷ Consultable en: <https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf01320.html>

²⁸ Consultable en: [https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapi/sp120.pdf/\\$FILE/sp120.pdf](https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/vwapi/sp120.pdf/$FILE/sp120.pdf)

²⁹ Consultable en: <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Ministerio/Instituciones-Relacionadas/Agencia-Nacional-del-Espectro-ANE/>

³⁰ Consultable en: <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Ministerio/Acerca-del-MinTIC/>

³¹ Consultable en: https://micrositios.mintic.gov.co/ley_tic/pdf/ley_tic_1978.pdf

³² Consultable en: <https://portalespectro.ane.gov.co:10253/JsonConfigAne/CNABF.pdf>

Cuadro de Atribución de Frecuencias de Colombia	
Banda de frecuencias (MHz)	Notas aplicables
2400 – 2450 FIJO Aficionados	<p>CLM 3. Se establece la normatividad relacionada con los límites de las emisiones y las condiciones técnicas y operativas tanto generales como específicas de las aplicaciones permitidas para utilizar el espectro bajo la modalidad de uso libre dentro del territorio nacional.</p> <p>CLM 7. Se adopta la atribución establecida por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) para el servicio de aficionados y aficionados por satélite - Región 2 y los planes de banda LF/MF/HF de la Unión Internacional de Radioaficionados Región II (IARU Región 2) en el Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias (CNABF). Este servicio cuenta con reglamentación especial expedida por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.</p> <p>CLM 24. Se establecen frecuencias radioeléctricas para ser utilizadas en la realización de pruebas técnicas conforme a las condiciones establecidas por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la normatividad que se referencia.</p>
2450 – 2483.5 FIJO	<p>CLM 3. Se establece la normatividad relacionada con los límites de las emisiones y las condiciones técnicas y operativas tanto generales como específicas de las aplicaciones permitidas para utilizar el espectro bajo la modalidad de uso libre dentro del territorio nacional.</p> <p>CLM 24. Se establecen frecuencias radioeléctricas para ser utilizadas en la realización de pruebas técnicas conforme a las condiciones establecidas por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la normatividad que se referencia.</p>

Tabla 21. Atribución de la banda 2.4 GHz conforme al CAF-COL

De lo anterior, se puede observar que la ANE ha emitido la normatividad correspondiente al uso de diversas bandas de frecuencias de uso libre, incluyendo la banda 2.4 GHz. Dicha normatividad recae directamente en la Resolución 105 publicada en la Legislación Colombiana el 27 de marzo del año 2020³³, particularmente en las secciones 2 y 3 del Anexo a la Resolución, en donde se pueden encontrar las condiciones técnicas y operativas, generales y particulares de los dispositivos y sistemas de radiocomunicación, así como de las aplicaciones permitidas para el uso de este tipo de espectro libre.

En lo que respecta a los dispositivos de salto en frecuencia, modulación digital o híbridos que operan en la banda 2.4 GHz, las secciones 2 y 3.6 del Anexo a la Resolución 105 muestran las condiciones técnicas generales y específicas que son aplicables para este tipo de dispositivos, las cuales se encuentran resumidas en las tablas siguientes:

Tipo de dispositivo	Separación mínima entre frecuencias portadoras por canal	Número de canales (N)	Tiempo promedio de ocupación de canal	Periodo de ocupación del conjunto de canales	Potencia máxima de salida conducida	Ganancia de la antena direccional
Dispositivo de espectro ensanchado por saltos de frecuencia	Mayor valor entre 25 kHz o 2/3 de los 20 dB del ancho de banda del canal	≥ 15	≤ 0.4 s	(0.4 s) (N)	0.125 W	≤ 6 dBi
	Mayor valor entre 25 kHz y el ancho de banda del canal a 20 dB	≥ 75, no superpuestos	≤ 0.4 s	(0.4 s) (N)	1 W	≤ 6 dBi

Tabla 22. Condiciones técnicas generales y específicas para sistemas FHSS en la banda 2.4 GHz establecidos en Colombia

Aunado a lo anterior, otras condiciones para los dispositivos de espectro ensanchado por saltos de frecuencia son:

- Los dispositivos de espectro ensanchado por saltos de frecuencia no requieren emplear todos los canales disponibles durante cada transmisión, sin embargo, tanto los transmisores como los receptores deberán estar conforme a las condiciones establecidas en la Resolución 105 si el transmisor emite un flujo continuo de datos o información;

³³ Consultable en: [http://www.ane.gov.co/Documentos compartidos/ArchivosDescargables/Normatividad/Planeacion del espectro/RESOLUCIÓN No 000105 DE 27-03-2020\(1\) \(1\).pdf](http://www.ane.gov.co/Documentos%20compartidos/ArchivosDescargables/Normatividad/Planeacion%20del%20espectro/RESOLUCI%00N%20No%20000105%20DE%2027-03-2020(1)%20(1).pdf)

- Los dispositivos que empleen cortas ráfagas de transmisión deben cumplir con la definición de dispositivos de saltos de frecuencia y deben distribuir sus transmisiones sobre el número mínimo de canales de salto especificado en la Resolución 105;
- Se permite la incorporación de inteligencia para los dispositivos de espectro ensanchado por saltos de frecuencia que posibilite reconocer a otros usuarios dentro de la banda del espectro de modo que elija y adapte individual e independientemente sus puntos de salto para evitar caer en canales ocupados. La coordinación de dispositivos de salto de frecuencia de cualquier otra forma no es permitida, con el objeto de evitar múltiples transmisores ocupen simultáneamente frecuencias individuales de salto, y
- Si se emplean antenas de transmisión direccional de ganancia mayor a 6 dBi, la potencia de salida conducida del transmisor deberá ser reducida, como sea apropiado, por la cantidad en dB que la ganancia de la antena direccional exceda los 6 dBi.

Tipo de dispositivo	Ancho de banda mínimo	Potencia máxima de salida conducida	Ganancia de la antena direccional	Densidad espectral de la potencia conducida desde el transmisor a la antena
Modulación digital	a 6 dB debe ser por lo menos 500 kHz	1-W	6 dBi	≤ 8 dBm en cualquier segmento de 3 kHz durante cualquier intervalo de tiempo de transmisión continua.

Tabla 23. Condiciones técnicas específicas para sistemas DTS en la banda 2.4 GHz establecidos en Colombia

Cabe mencionar que, los dispositivos de modulación digital pueden emplear antenas de transmisión de ganancia mayor a 6 dBi, la potencia máxima de salida conducida del transmisor deberá ser reducida, como sea apropiado, por la cantidad en dB que la ganancia de la antena direccional exceda los 6 dBi.

Tipo de dispositivo	Condiciones generales y específicas de operación en la banda 2.4 GHz.	
Híbridos (Salto de frecuencia interrumpida)	Densidad Espectral de Potencia conducida desde el transmisor a la antena ≤ 8 dBm en cualquier segmento de 3kHz durante cualquier intervalo de tiempo de transmisión continua	
	Tiempo promedio de ocupación en cualquier frecuencia	Periodo de tiempo de ocupación
Híbridos (Secuencia directa o Modulación Digital interrumpida)	≤ 0.4 s	(0.4) (N)

Tabla 24. Condiciones técnicas generales para dispositivos híbridos en la banda 2.4 GHz establecidos en Colombia

En el caso particular de los dispositivos que son utilizados exclusivamente en operaciones fijas punto a punto, la sección 3.6.1.2 del Anexo a la Resolución 105 establece diversas condiciones específicas de operación en la banda 2.4 GHz, las cuales se resumen en la tabla siguiente:

Tipo de dispositivo	Tipo de antena	Ganancia de la antena direccional	Potencia de salida máxima conducida
Operaciones Fijas – PaP	Direccional	> 6 dBi <i>(excluye el uso de dispositivos PaM, aplicaciones omnidireccionales y emisores co-localizados transmitiendo la misma información)</i>	Reducir 1 dB por cada 3 dB que la ganancia de la antena direccional exceda de los 6 dBi

Tabla 25. Condiciones técnicas específicas para los sistemas fijos PaP que operan en la banda 2.4 GHz establecidos en Colombia

Adicional a las operaciones fijas punto a punto, la sección 3.6.1.2 del Anexo a la Resolución 105 indica que los transmisores que emiten múltiples haces direccionales, simultáneamente o secuencialmente, con el propósito de dirigir las señales a receptores individuales o grupos de receptores, deberán cumplir con lo siguiente:

- transmitir diferente información a cada uno de los receptores;

- si el transmisor emplea un sistema de antena que emite múltiples haces direccionales no emitidos simultáneamente, la potencia total de salida conducida al arreglo o arreglos que componen el dispositivo (suma de la potencia suministrada a todas las antenas, elementos de antena, etc.) sumada a través de todas las portadoras de los canales de frecuencia, no deberán superar los límites especificados anteriormente para esta banda. Sin embargo, la potencia total de salida conducida debe ser reducida en un 1 dB por debajo de los límites especificados por cada 3 dB que la ganancia de la antena direccional o arreglo de antenas exceda 6 dBi. La ganancia de la antena direccional se calculará como la suma de 10 veces el logaritmo del número de elementos del arreglo más la ganancia del elemento que tenga la mayor ganancia, un valor más bajo que éste puede ser admitido si se presenta evidencia suficiente, y

- si un transmisor emplea una antena que funciona simultáneamente con varios haces direccionales que utilizan los mismos o diferentes canales de frecuencia, la potencia suministrada a cada haz de emisión está sujeta a la limitación de la potencia especificada en el anterior párrafo. Si los haces transmitidos se superponen, la potencia debe ser reducida para garantizar que la potencia agregada no exceda el límite especificado en el anterior párrafo. Adicionalmente, la potencia agregada simultáneamente sobre todos los haces no deberá exceder el límite especificado en el párrafo anterior en más de 8 dB.

Por otro lado, la sección 2 del Anexo a la Resolución 05, se indican los límites de emisión de intensidad de campo aplicable a los sensores de perturbación de campo que funcionan en una porción de la banda 2.4 GHz, los cuales se muestran en la tabla siguiente:

Límites de intensidad de campo para sensores de perturbación especificados a una distancia de 3 metros	
Banda de frecuencias (MHz)	Intensidad máxima de campo eléctrico
2435-2465 MHz	500 mV/m

Tabla 26. Límites de intensidad de campo especificados para los sensores de perturbación de campo en la banda 2.4 GHz establecidos en Colombia

En lo que respecta a las aplicaciones DRCA no específicas que operan en la banda 2.4 GHz, las secciones 2 y 3.1 del Anexo a la Resolución 105 se indican los límites de emisión de intensidad de campo aplicables, los cuales se muestran en la tabla siguiente:

Límites de intensidad de campo para DRCA no específicos que operen en la banda 2.4 GHz especificados a una distancia de 3 metros	
Banda de frecuencias (MHz)	Intensidad máxima de campo eléctrico
2400-2483.5 MHz	50 mV/m
	Las condiciones son aplicables a toda clase de dispositivos radioeléctricos de corto alcance y baja potencia usados para radiocomunicaciones que por su funcionamiento en la banda 2.4 GHz no pueda ser clasificable dentro de cualquiera de las aplicaciones permitidas descritas en el Anexo a la Resolución 105.

Tabla 27. Límites de intensidad de campo para los DRCA no específicos que operen en la banda 2.4 GHz para cualquier aplicación establecidos en Colombia

Colombia también incluye a los teléfonos fijos inalámbricos que funcionan en la banda 2.4 GHz, en las secciones 2 y 3.3 del Anexo a la Resolución 105 se indican los límites de emisión de intensidad de campo y las condiciones especiales, los cuales se resumen en la tabla siguiente:

Límites de intensidad de campo especificados a una distancia de 3 metros	
Banda de frecuencias (MHz)	Intensidad máxima de campo eléctrico
2400-2483.5 MHz	50 mV/m
	Las condiciones y parámetros técnicos de operación especiales aplicables a los teléfonos inalámbricos son:

	<ul style="list-style-type: none"> - Se considerará autorizado el uso libre del espectro radioeléctrico para estos equipos cuando sean de baja potencia y corto alcance; y que sean utilizados exclusivamente en espacios interiores. - Deben contar con antenas integradas, sin conector de antena externo. El diseño de la estación base debe contemplar la opción de reemplazar la antena en caso de daño; está prohibido el uso de conectores de antenas externas, pues pueden implicar cambios en las condiciones de niveles de potencia emitidos. - Las emisiones fuera de banda y las emisiones no esenciales deberán estar atenuadas de conformidad con lo establecido en el apéndice 3 del RR de la UIT.
--	--

Tabla 28. Límites de intensidad de campo para los teléfonos fijos inalámbricos que operen en la banda 2.4 GHz para cualquier aplicación establecidos en Colombia

En este orden de ideas, se observa que existen diversos sistemas de comunicación inalámbrica que pueden operar en la banda 2.4 GHz, los cuales son utilizados para cubrir ciertas necesidades de comunicación, no obstante, para permitir su operación, requieren cubrir ciertas condiciones y/o especificaciones técnicas necesarias para su fabricación, operación y comercialización. A continuación, se enlistan algunos sistemas que cuentan con ecosistema para su operación en esta porción del espectro radioeléctrico.

- Sistemas de comunicación dedicados a la transmisión de datos.
 - Red inalámbrica de área personal (WPAN).
 - Red de área local inalámbrica (WLAN).
- Sistemas de identificación por Radio Frecuencia (RFID).
- Sistemas de transmisión inalámbrica de video.
- Sistemas de radio determinación.
- Sistemas de identificación de vehículos.
- Sistemas de telefonía inalámbrica.

De manera que, los diferentes sistemas de radiocomunicaciones que pueden operar en la banda 2.4 GHz, requieren contar con el establecimiento de parámetros técnicos de operación, tales como potencia de transmisión, ganancia de la antena, potencia radiada, límites de intensidad de campo generado a una distancia determinada, entre otros, para su correcta operación y compatibilidad entre los mismos.

Cuarto.- Condiciones técnicas de operación de la banda de frecuencias 2400 - 2483.5 MHz, clasificada como espectro libre. El espectro radioeléctrico es un recurso finito, pero reutilizable, por lo cual se hace inminente implementar una adecuada gestión del espectro radioeléctrico que propicie una asignación eficaz de este recurso. Es así que, como parte de la administración del espectro radioeléctrico efectuada por el Instituto, se encuentra la clasificación de una banda de frecuencias como espectro libre, así como el establecimiento de condiciones técnicas para el uso de la misma.

En este sentido, en marzo del 2006 se clasificó la banda 2.4 GHz como espectro de uso libre, en términos del marco jurídico vigente en ese momento, y se establecieron condiciones de operación de la misma. Sin embargo, con el avance tecnológico y los cambios en la regulación internacional, se observa que los parámetros técnicos establecidos originalmente han sido actualizados en diversas recomendaciones, reportes y normas técnicas emitidas por organismos internacionales dedicados a la armonización del espectro, o bien, en los proyectos de estandarización para los sistemas de radiocomunicaciones que pudieran operar en la banda de frecuencias.

Es así que, el Instituto, como regulador en el sector de las telecomunicaciones y radiodifusión en México, llevó a cabo una revisión de las condiciones técnicas de operación de la banda 2.4 GHz, tomando en consideración, diversos factores relacionados con la administración y planificación del espectro radioeléctrico, tales como la utilización actual de esta banda de frecuencias, los parámetros técnicos de operación de los dispositivos o equipos transmisores, receptores y antenas empleadas para la provisión de servicios de telecomunicaciones, los estándares técnicos, las diferentes aplicaciones y tecnologías nuevas o mejoradas que se encuentren disponibles, así como los métodos de gestión del espectro radioeléctrico que permitan el uso eficiente del mismo.

Adicionalmente, en el marco de las actividades que se realizan actualmente en el Comité Técnico en materia de Espectro Radioeléctrico (CTER), específicamente, en el Grupo de Trabajo de Aspectos Generales del Espectro Radioeléctrico, la industria (proveedores de servicio y fabricantes de equipos) mostró interés respecto a la modificación de las condiciones técnicas de operación de uso de la banda 2.4 GHz indicadas en el Acuerdo referido en el Antecedente Primero, con el objeto de permitir que los sistemas que operan en el país puedan utilizar antenas direccionales con niveles de ganancia superiores. Las sugerencias recibidas en el CTER por parte de la Industria toman

como referencia las actividades llevadas a cabo por la FCC, en EE. UU. (regla 15.247) y por la ISED, en Canadá (Política de utilización de espectro para servicios en el rango de frecuencias 2285-2483.5 MHz).

Con base en lo anterior, y de conformidad con las atribuciones conferidas a la Unidad de Espectro Radioeléctrico en el artículo 30, fracción I y IV del Estatuto Orgánico, se realizó la revisión de los parámetros técnicos y las condiciones de operación y se llevó a cabo un análisis integral acerca de la banda 2.4 GHz, a fin de evaluar una posible modificación a los lineamientos o especificaciones a los que deberán sujetarse los dispositivos, equipos y/o sistemas de comunicación para que puedan operar en dicha banda de frecuencias.

Como se indicó en el considerando Tercero, existen diversas condiciones técnicas de operación para el uso de la banda 2.4 GHz, por parte de los sistemas o equipos de radiocomunicación exentos de licencia, en particular, aquellos sistemas que utilizan técnicas de espectro disperso por salto de frecuencia, modulación digital e híbridos, así como para otro tipo de usos o aplicaciones disponibles en dicha banda de frecuencias, todas ellas correspondientes a las normas y reglamentación técnica emitida a nivel nacional por cada una de las administraciones de la región de las Américas. Lo anterior significa que, existe un grado de armonización en el uso de la banda 2.4 GHz del espectro radioeléctrico, dado que se muestran valores coincidentes en cada caso. A este respecto, es de precisar que también se analizaron las recomendaciones internacionales, así como los estándares establecidos para estos sistemas.

En este orden de ideas, como resultado del análisis realizado, el presente Acuerdo pretende alcanzar los objetivos siguientes:

- I. Establecer nuevas condiciones técnicas de operación para el uso de la banda 2.4 GHz, con el fin de propiciar el despliegue de más sistemas de radiocomunicaciones en nuestro país, en beneficio del usuario final;
- II. Impulsar condiciones para que el público en general tenga acceso a nuevas tecnologías de información y comunicación y servicios de telecomunicaciones mediante el uso de la banda 2.4 GHz;
- III. Promover el uso eficiente del espectro radioeléctrico al establecer nuevas condiciones técnicas de operación que permitan el uso intensivo de las frecuencias o canales de frecuencias en la banda 2.4 GHz;
- IV. Acrecentar la armonización en el uso del espectro radioeléctrico en la banda 2.4 GHz, considerando las mejores prácticas internacionales y los avances tecnológicos que existen;
- V. Incentivar la innovación tecnológica en el país al habilitar el acceso al espectro radioeléctrico para pruebas y experimentación de nuevos equipos o tecnologías para la banda 2.4 GHz, sin necesidad de contar con una concesión para estos fines, y
- VI. Fomentar la competencia en el mercado de las telecomunicaciones para la banda 2.4 GHz, con el objeto de lograr un mayor desarrollo en el sector.

Por consiguiente, se considera oportuno mantener la clasificación de la banda de frecuencias 2400 - 2483.5 MHz como espectro libre a través del presente Acuerdo, estableciendo nuevas condiciones técnicas de operación, para los diferentes sistemas y aplicaciones que operen en dicha banda de frecuencias, que permita la utilización de la tecnología actual, y de la misma manera, de nuevas tecnologías, equipos y dispositivos bajo normas y estándares internacionales, que permitan la coexistencia de diferentes aplicaciones o servicios en la banda 2.4 GHz; en beneficio del público en general y procurando su uso libre de interferencias perjudiciales, las cuales se integran al presente Acuerdo como Anexo Único.

Quinto.- Consulta Pública. En cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 51 de la Ley y conforme se señala en los Antecedentes Séptimo y Octavo del presente Acuerdo, el Instituto llevó a cabo la consulta pública, del 10 de agosto al 04 de septiembre de 2020, sobre el Anteproyecto de "Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones establece las nuevas condiciones técnicas de operación de la banda de frecuencias 2400 - 2483.5 MHz, clasificada como espectro libre", bajo los principios de transparencia y participación ciudadana, con el objeto de obtener, recabar y analizar los comentarios, información, opiniones, aportaciones u otros elementos de análisis de los interesados respecto al Anteproyecto.

La consulta pública se efectuó por un período de 20 días hábiles, durante los cuales el Instituto puso a disposición, a través de su portal de Internet, un formulario para recibir los comentarios, información, opiniones, aportaciones u otros elementos de análisis concretos en relación con el multicitado Anteproyecto.

En este contexto, la consulta pública del Anteproyecto de referencia persiguió los objetivos siguientes:

- a) Generar un espacio abierto e incluyente, con la intención de involucrar al público y fomentar en la sociedad el conocimiento del uso del espectro radioeléctrico y de las atribuciones del Instituto, fortaleciendo así la relación entre ésta y el Instituto, y
- b) Obtener la opinión de los interesados en el uso de bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico en México, como lo son la industria, la academia, las instituciones de investigación, los operadores comerciales, o los fabricantes de tecnología, por mencionar algunos.

Una vez concluido el plazo de consulta respectivo, se publicaron en el portal de Internet del Instituto todos y cada uno de los comentarios, información, aportaciones, opiniones u otros elementos de análisis concretos recibidos respecto del Anteproyecto materia de dicha consulta.

En relación a lo anterior, la UER recibió y atendió un total de siete participaciones efectivas para realizar modificaciones al proyecto relacionadas con el contenido del Anteproyecto. Así, la UER elaboró el informe de consideraciones que atiende las participaciones recibidas, el cual se publicó en el portal de Internet del Instituto, en el apartado correspondiente de la Consulta Pública. Derivado de las participaciones recibidas, se consideraron las propuestas siguientes:

Con el fin de minimizar las emisiones fuera de banda que podrían generarse por la operación de los sistemas que operen en la banda de frecuencias 2400-24835 MHz, se considera factible incluir una condición que tome este concepto con base en los parámetros aplicables a dichos sistemas.

A efecto de favorecer la armonización en el uso del espectro radioeléctrico a nivel regional para los sistemas de sensores de perturbación de campo, se considera factible acotar el rango de operación para estos dispositivos al segmento 2435-2465 MHz.

Adicionalmente, con el objeto de brindar consistencia a las condiciones técnicas adicionales a las indicadas en los numerales 2.1, 2.2, 2.3 y 2.4 del Anexo Único, se considera factible indicar un nuevo numeral adicional que englobe las condiciones adicionales.

Asimismo, se considera factible incluir una sección respecto a los equipos de radiocomunicaciones con certificado de homologación previo a la entrada en vigor del presente Acuerdo.

Las participaciones recibidas permitieron que el Instituto contara con mayores elementos de análisis para la emisión de la disposición administrativa de carácter general.

Sexto.- Equipos de radiocomunicaciones con certificado de homologación previo a la entrada en vigor del presente Acuerdo. Es importante mencionar que la propuesta de las nuevas condiciones técnicas de operación no restringe ni afecta la operación actual en la banda de los dispositivos, equipos o sistemas de telecomunicaciones que ya cuentan con un certificado de homologación vigente otorgado previamente por el Instituto. Por el contrario, este Acuerdo pretende explotar al máximo las capacidades de los equipos y, por tanto, que se haga un uso más eficiente del espectro radioeléctrico.

En este sentido, para la operación de los dispositivos, equipos o sistemas de telecomunicaciones que ya cuentan con un certificado de homologación no es necesario realizar trámite alguno ante el Instituto respecto de su certificado de homologación vigente, siempre que operen conforme a las características técnicas establecidas en ese certificado de homologación. Por tanto, si se desea mantener la operación del sistema de radiocomunicaciones en la banda 2.4 GHz, en las mismas condiciones, no se requiere realizar alguna reconfiguración, modificación técnica o cambio en los dispositivos, equipos o sistemas de telecomunicaciones, ni solicitar la ampliación de su certificado de homologación.

Por otro lado, respecto de los dispositivos, equipos o sistemas de radiocomunicación sobre los que se busque actualizar las características técnicas de operación previstas en sus certificados de homologación para aprovechar al máximo sus capacidades tecnológicas en la banda 2.4 GHz, así como respecto de aquellos dispositivos, equipos o sistemas de radiocomunicación que no cuenten con el certificado de homologación que garantice el cumplimiento de las condiciones técnicas de operación, se deberá presentar ante el Instituto la solicitud de trámite correspondiente con el objeto de garantizar lo establecido en el Título Décimo Tercero de la Ley, así como en las demás disposiciones reglamentarias y administrativas aplicables.

Séptimo.- Análisis de Impacto Regulatorio. El artículo 51, segundo párrafo de la Ley establece que, previo a la emisión de reglas, lineamientos o disposiciones administrativas de carácter general, el Instituto deberá realizar y hacer público un análisis de impacto regulatorio o, en su caso, solicitar el apoyo de la Comisión Federal de Mejora Regulatoria.

Por su parte, el Lineamiento Vigésimo Primero de los Lineamientos de Consulta Pública y Análisis de Impacto Regulatorio del Instituto Federal de Telecomunicaciones establecen que, cuando las Unidades y/o Coordinaciones Generales sometan a consideración del Pleno una consulta pública sobre un Anteproyecto, éste deberá ir acompañado de un Análisis de Impacto Regulatorio.

Por ello, en cumplimiento a las disposiciones indicadas, la UER remitió a la CGMR el Análisis de Impacto Regulatorio respecto al Anteproyecto de "Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones establece las nuevas condiciones técnicas de operación de la banda de frecuencias 2400 - 2483.5 MHz, clasificada como espectro libre", para que la CGMR emitiera su opinión, no vinculante, con relación a dicho documento, tal y como se indicó en el Antecedente Noveno del presente Acuerdo, con la finalidad de observar el proceso de mejora regulatoria previsto en el marco jurídico vigente, para la emisión de disposiciones administrativas de carácter general.

Como consecuencia de lo anterior, mediante el oficio indicado en el Antecedente Décimo del presente Acuerdo, la CGMR envió a la UER la opinión no vinculante sobre el Análisis de Impacto Regulatorio del proyecto de "Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones establece las nuevas condiciones técnicas de operación de la banda de frecuencias 2400 - 2483.5 MHz, clasificada como espectro libre".

Finalmente, se manifiesta que, respecto al presente proyecto de disposición administrativa de carácter general, el Instituto puso a disposición de los interesados en participar en la consulta pública, un Análisis de Nulo Impacto Regulatorio, mismo que no sufrió modificaciones sustanciales a razón de la consulta pública referida en el Considerando Quinto, ni en virtud de las adecuaciones realizadas al presente Acuerdo. No obstante, derivado de la coordinación con la CGMR, se recomendó que el Proyecto de "Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones establece las nuevas condiciones técnicas de operación de la banda de frecuencias 2400 - 2483.5 MHz, clasificada como espectro libre", se acompañara de un Análisis de Impacto Regulatorio, a efecto de dar cumplimiento al proceso de mejora regulatoria previsto en el marco jurídico vigente, para la emisión de reglas, lineamientos o disposiciones administrativas de carácter general.

Por lo anterior, con fundamento en los artículos 6o., párrafo tercero y apartado B, fracción II; 7o., 27, párrafos cuarto y sexto y 28, párrafos décimo quinto, décimo sexto y y vigésimo, fracción IV de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 1, 2, 7, 15, fracción I, 16, 17, fracción I, 54, 55, fracción II, 56 y 64 de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión; 1, 4, fracción I y 6, fracción I del Estatuto Orgánico del Instituto Federal de Telecomunicaciones, el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones expide el siguiente:

Acuerdo

Primero.- Se establecen las condiciones técnicas de operación de la banda de frecuencias 2400 - 2483.5 MHz, clasificada como espectro libre, mismas que se acompañan como Anexo Único al presente Acuerdo.

Segundo.- Se derogan las condiciones de operación previstas en el "ACUERDO por el que se establece la política para servicios de banda ancha y otras aplicaciones en las bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico 902 a 928 MHz; 2,400 a 2,483.5 MHz; 3,600 a 3,700 MHz; 5,150 a 5,250 MHz; 5,250 a 5,350 MHz; 5,470 a 5,725 MHz y 5,725 a 5,850 MHz", publicado el 13 de marzo de 2006 en el Diario Oficial de la Federación, únicamente en lo que respecta a la banda de frecuencias 2400 - 2483.5 MHz.

Tercero.- Publíquese el presente Acuerdo y el correspondiente Anexo Único en el Diario Oficial de la Federación y en el portal de Internet del Instituto.

Transitorios

Primero.- El presente Acuerdo entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Segundo.- Los dispositivos, equipos o sistemas de radiocomunicación cuyas operaciones en la banda de frecuencias 2400 – 2483.5 MHz se encuentren al amparo de un certificado de homologación vigente, podrán continuar operando de conformidad con lo indicado en el Considerando Sexto del presente Acuerdo.



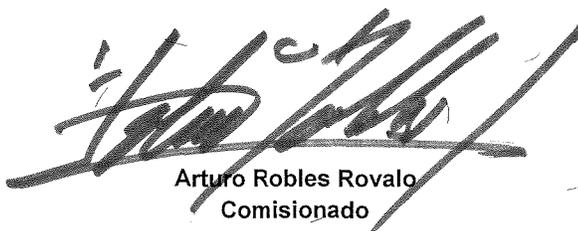
Adolfo Cuevas Teja
Comisionado Presidente*



Mario Germán Fromow Rangel
Comisionado



Javier Juárez Mojica
Comisionado



Arturo Robles Rovalo
Comisionado



Sosténés Díaz González
Comisionado



Ramiro Camacho Castillo
Comisionado

Acuerdo P/IFT/161220/573, aprobado por unanimidad en la XXV Sesión Ordinaria del Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones, celebrada los días 16 y 17 de diciembre de 2020.

Lo anterior, con fundamento en los artículos 28, párrafos décimo quinto, décimo sexto y vigésimo, fracción I de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 7, 16, 23, fracción I y 45 de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, y 1, 7, 8 y 12 del Estatuto Orgánico del Instituto Federal de Telecomunicaciones.

*En suplencia por ausencia del Comisionado Presidente del Instituto Federal de Telecomunicaciones, suscribe el Comisionado Adolfo Cuevas Teja, con fundamento en el artículo 19 de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión.

Anexo Único
Condiciones técnicas de operación de la banda de frecuencias 2400 - 2483.5 MHz

1. Glosario

Sin perjuicio de las definiciones previstas en el artículo 3 de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión y en la normatividad aplicable en la materia, para los efectos de las presentes condiciones técnicas de operación, se entenderá por:

Ancho de banda: valor de la diferencia entre dos frecuencias límite de una banda de frecuencias. La cual se determina por un solo valor y no depende de la posición de la banda en el espectro de frecuencias.

Aplicaciones industriales, científicas y médicas (ICM): equipos o instalaciones destinados a producir y utilizar en un espacio reducido energía radioeléctrica con fines industriales, científicos, médicos, domésticos o similares, con exclusión de todas las aplicaciones de telecomunicación.

Banda de frecuencias: porción del espectro radioeléctrico comprendido entre dos frecuencias determinadas.

Canal de salto: para las telecomunicaciones del tipo de espectro disperso por salto de frecuencia, es la ubicación de la señal dentro de una banda de frecuencias, que cuenta con un ancho de banda a 20 dB y una portadora disponible.

Conector especial: es aquel conector que no se encuentra en las tiendas de electrónica³⁴.

Densidad espectral de potencia: es la potencia media en el ancho de banda de referencia.

Dispositivos de radiocomunicaciones de corto alcance (DRCA): transmisores radioeléctricos que operan con baja potencia para proporcionar comunicaciones unidireccionales o bidireccionales y que tienen baja capacidad de producir interferencia a otros equipos radioeléctricos utilizando antenas integradas, específicas o externas.

Emisión de armónicos: emisión no esencial en frecuencias múltiplos enteros de la emisión de la frecuencia central.

Emisión fundamental: radiación producida, o producción de radiación, por una estación transmisora radioeléctrica en la frecuencia fundamental.

Emisión no esencial: emisión en una o varias frecuencias situadas fuera del ancho de banda necesario, cuyo nivel puede reducirse sin influir en la transmisión de la información correspondiente. Las emisiones armónicas, las emisiones parásitas, los productos de intermodulación y los productos de la conversión de frecuencia están comprendidos en las emisiones no esenciales, pero están excluidas las emisiones fuera de banda.

Espectro disperso por salto de frecuencia: técnica de estructuración de la señal que emplea una conmutación automática de la frecuencia transmitida. La selección de la frecuencia que se ha de transmitir se realiza generalmente de forma pseudoaleatoria a partir de un juego de frecuencias que cubre una banda más ancha que el ancho de banda de información. El receptor correspondiente realizará un salto de frecuencia en sincronía con el código del transmisor para recuperar la información deseada.

Ganancia de la antena: relación generalmente expresada en dB, que debe existir entre la potencia necesaria a la entrada de una antena de referencia sin pérdidas y la potencia suministrada a la entrada de la antena en cuestión, para que ambas antenas produzcan, en una dirección dada, la misma intensidad de campo, o la misma densidad de flujo de potencia, a la misma distancia.

Homologación: acto por el cual el Instituto reconoce oficialmente que las especificaciones de un producto, equipo, dispositivo o aparato destinado a telecomunicaciones o radiodifusión, satisface las normas o disposiciones técnicas aplicables.

³⁴ La UIT-R en su Informe SM.2153-7 define al conector especial como aquel que no es del tipo normalizado que se encuentra en las tiendas de suministro electrónico o que no se utiliza normalmente para la conexión de RF. Consultable en el siguiente enlace: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-SM.2153-7-2019-PDF-S.pdf

Intensidad de campo: es la magnitud de un vector de campo en un punto determinado que representa la fuerza en una pequeña carga de prueba dividida por la carga.

Interferencia perjudicial: efecto de una energía no deseada debida a una o varias emisiones, radiaciones, inducciones o sus combinaciones sobre la recepción en un sistema de telecomunicaciones o radiodifusión, que puede manifestarse como degradación de la calidad, falseamiento o pérdida de información, que compromete, interrumpe repetidamente o impide el funcionamiento de cualquier servicio de radiocomunicación.

Modulación digital: Proceso de incorporación de información a una onda de radio, en el cual la información a transmitir es de naturaleza digital.

Potencia de salida máxima: potencia de transmisión total entregada a todas las antenas y elementos de antena promediada en todos los símbolos en el alfabeto de señalización cuando el transmisor está operando a su nivel máximo de control de potencia.

Potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE): producto de la potencia suministrada a la antena por su ganancia con relación a una antena isotrópica en una dirección dada (ganancia isotrópica absoluta).

Potencia pico de salida: cantidad de energía máxima a la salida del transmisor en un instante de tiempo.

Secuencia directa (DS): es un caso particular de modulación digital que consiste, en el transmisor, en la multiplicación de la señal de información por un código de pseudo-ruido (PN) de alta velocidad, dando por resultado una señal codificada con una anchura de banda G_p veces mayor que la anchura de banda de la señal de información, donde G_p es el factor de dispersión o ganancia de procesamiento y guarda relación con la velocidad del código PN. En el receptor, la señal recibida se multiplica nuevamente por el mismo código PN, en sincronía con el transmisor, para de esta forma recuperar la señal de información original.

Sensor de perturbación de campo: dispositivo que establece un campo de radio frecuencia a su alrededor y detecta los cambios provenientes del movimiento, ya sea de personas o de objetos.

Sistema fijo punto a punto (PaP): sistema de radiocomunicación de una o dos vías entre dos puntos geográficos determinados, mediante el que se transmite y recibe información de cualquier naturaleza.

Sistema punto a multipunto (PaM): sistema de radiocomunicación de una o dos vías entre un único punto geográfico determinado y otros puntos geográficos determinados, mediante el que se transmite y recibe información de cualquier naturaleza.

Sistemas híbridos: son aquellos sistemas que emplean una combinación de técnicas de transmisión de espectro disperso por salto de frecuencia y técnicas de modulación digital.

2. Condiciones técnicas de operación de la banda de frecuencias 2400 - 2483.5 MHz

2.1. Sistemas que utilicen técnicas de transmisión de espectro disperso por salto de frecuencia

Sistemas que utilicen técnicas de transmisión de espectro disperso por salto de frecuencia							
Número de canales	Ancho de banda del canal	Separación entre frecuencias portadoras de los canales	Tiempo promedio de ocupación en cualquier canal	Periodo de tiempo de ocupación del conjunto de canales	Potencia pico de salida máxima	Ganancia de la antena direccional	PIRE
≥ 75 , no superpuestos	a los 20 dB del ancho de banda del canal	25 kHz o a los 20 dB del ancho de banda del canal	≤ 0.4 s	(0.4 s) por el número de canales	1 W (30 dBm)	≤ 6 dBi	≤ 4 W (36 dBm)
≥ 15	a 2/3 de los 20 dB del ancho de banda del canal	25 kHz o a 2/3 de los 20 dB del ancho de banda del canal	≤ 0.4 s	(0.4 s) por el número de canales	0.125 W (21 dBm)	≤ 6 dBi	≤ 0.5 W (27 dBm)

Tabla 1. Condiciones técnicas de operación para los sistemas que utilicen técnicas de transmisión de espectro disperso por salto de frecuencia en la banda 2400-2483.5 MHz

Adicionalmente, los sistemas que utilizan técnicas de transmisión de espectro disperso por salto de frecuencia deberán cumplir con las condiciones siguientes:

- Los sistemas que utilizan técnicas de transmisión de espectro disperso por salto de frecuencia no están obligados a emplear todos los canales de salto disponibles durante cada transmisión. Sin embargo, el sistema, que consiste tanto en el transmisor como en el receptor, debe estar diseñado para cumplir con todas las condiciones establecidas en este Anexo Único cuando el transmisor emita un flujo continuo de datos o información. Además, un sistema que emplee ráfagas cortas de transmisión debe cumplir con la definición de un sistema de salto de frecuencia y deberá distribuir sus transmisiones sobre el número mínimo de canales de salto especificados también en este Anexo Único;
- Se permite la incorporación de inteligencia en los sistemas que utilizan técnicas de transmisión de espectro disperso por salto de frecuencia para reconocer a otros usuarios dentro de la banda, de tal manera que el sistema elija y adapte sus saltos de forma individual e independiente para evitar saltar a canales ocupados. La coordinación de sistemas por salto de frecuencia que no sea exclusivamente para evitar la ocupación simultánea de frecuencias individuales de salto por parte de múltiples transmisores no está permitida, y
- El límite de potencia pico de salida máxima conducida aplicable a los sistemas que utilizan técnicas de transmisión de espectro disperso, se basa en el uso de antenas direccionales con ganancias que no superan los 6 dBi. Si se utilizan antenas direccionales con ganancias mayores a 6 dBi, la potencia pico de salida máxima conducida desde el radiador intencional se reducirá por debajo de los valores establecidos, según corresponda, en la cantidad en dB que la ganancia de la antena direccional excede los 6 dBi.

2.2. Sistemas que utilicen técnicas de modulación digital

Sistemas que utilicen técnicas de modulación digital				
Ancho de banda del canal	Potencia pico de salida máxima	Ganancia de la antena direccional	PIRE	Densidad espectral de potencia conducida a la(s) antena(s)
El ancho de banda del canal a 6 dB deberá ser de al menos 500 kHz	1 W (30 dBm)	≤ 6 dBi	≤ 4 W (36 dBm)	≤ 8 dBm de cualquier segmento de 3 kHz de cualquier intervalo de transmisión continua

Tabla 2. Condiciones técnicas de operación para los sistemas que utilicen técnicas de modulación digital en la banda 2400-2483.5 MHz

Asimismo, el límite de potencia pico de salida máxima conducida aplicable a los sistemas que utilizan técnicas de modulación digital, se basa en el uso de antenas direccionales con ganancias que no superan los 6 dBi. Si se utilizan antenas de transmisión direccional de ganancia mayor a 6 dBi, la potencia pico de salida máxima conducida desde el radiador intencional se reducirá por debajo de los valores establecidos, según corresponda, en la cantidad en dB que la ganancia de la antena direccional excede los 6 dBi.

2.3. Sistemas híbridos

Sistemas híbridos con salto de frecuencia apagado			
Densidad espectral de potencia conducida a la(s) antena(s)	Potencia pico de salida máxima	Ganancia de la antena direccional	PIRE
≤ 8 dBm de cualquier segmento de 3 kHz de cualquier intervalo de transmisión continua	1 W (30 dBm)	≤ 6 dBi	≤ 4 W (36 dBm)

Tabla 3. Condiciones técnicas de operación para los sistemas híbridos con salto de frecuencia apagado en la banda 2400-2483.5 MHz

Sistemas híbridos con secuencia directa o modulación digital apagada						
Tiempo promedio de ocupación en cualquier frecuencia	Periodo de tiempo de ocupación	Potencia pico de salida máxima		Ganancia de la antena direccional	PIRE	
$\leq 0.4s$	(0.4 s) por el número de canales	1 W (30 dBm) cuando se utilicen por lo menos 75 canales de salto no traslapados	0.125 W (26 dBm) cuando se utilicen por lo menos 15 canales de salto	≤ 6 dBi	≤ 4 W (36 dBm) cuando se utilicen por lo menos 75 canales de salto no traslapados	≤ 0.5 W (27 dBm) cuando se utilicen por lo menos 15 canales de salto

Tabla 4. Condiciones técnicas de operación para los sistemas híbridos con modulación digital apagada en la banda 2400-2483.5 MHz

Aunado a lo anterior, el límite de potencia pico de salida máxima conducida aplicable a los sistemas híbridos con salto de frecuencia apagado e híbridos con secuencia directa o modulación digital apagada, se basa en el uso de antenas direccionales con ganancias que no superan los 6 dBi. Si se utilizan antenas de transmisión direccional de ganancia mayor a 6 dBi, la potencia pico de salida máxima conducida desde el radiador intencional se reducirá por debajo de los valores establecidos, según corresponda, en la cantidad en dB que la ganancia de la antena direccional excede los 6 dBi.

2.4. Sistemas fijos punto a punto

Sistemas fijos punto a punto		
Condición	A	B
Tipo de antena		Direccional
Ganancia de la antena direccional	≤ 6 dBi	<p>> 6 dBi</p> <ul style="list-style-type: none"> - siempre y cuando los sistemas sean utilizados exclusivamente en operaciones fijas PaP y que la potencia de salida máxima conducida hacia la antena de transmisión sea reducida en 1 dB por cada 3 dB que la ganancia de la antena direccional supere los 6 dBi. - se excluye el uso de antenas direccionales con ganancia mayor que 6 dBi para los sistemas PaM, aplicaciones omnidireccionales y múltiples radiadores intencionales de ubicación conjunta que transmiten la misma información
Potencia de salida máxima	1 W (30 dBm)	<p>< 1 W (30 dBm)</p> <ul style="list-style-type: none"> - la potencia de salida máxima se debe reducir en 1 dB por cada 3 dB que la ganancia de la antena direccional supere los 6 dBi.
PIRE	≤ 4 W (36 dBm)	<p>> 4 W (36 dBm) siempre y cuando:</p> <ul style="list-style-type: none"> - la PIRE se logre empleando antenas direccionales con mayor ganancia sin incrementar la potencia de salida del transmisor, o - la potencia de salida máxima conducida hacia la antena de transmisión sea reducida en 1 dB por cada 3 dB que la ganancia de la antena direccional supere los 6 dBi. <p>Los sistemas PaM, las aplicaciones omnidireccionales y los transmisores múltiples instalados en la misma ubicación que transmitan la misma información tienen prohibido exceder la PIRE de 4W, excepto las estaciones remotas de los sistemas PaM.</p>

Tabla 5. Condiciones técnicas de operación para los sistemas fijos punto a punto en la banda 2400-2483.5 MHz

2.5. Transmisores que emitan múltiples haces direccionales

Además de las condiciones indicadas anteriormente en los numerales 2.1 a 2.4 los transmisores que emitan múltiples haces direccionales, simultánea o secuencialmente, con el propósito de dirigir las señales a receptores individuales o a grupos de receptores, deberán cumplir con lo siguiente:

- Transmitir información diferente a cada receptor;
- Si el transmisor emplea un sistema de antena que emite múltiples haces direccionales, pero no emite múltiples haces direccionales simultáneamente, la potencia de salida total conducida al conjunto o conjuntos que comprenden el dispositivo, es decir, la suma de la potencia suministrada a toda la antena, elementos de antena, etc. y sumados a través de todas las portadoras o canales de frecuencia, no deberán exceder el límite de potencia de salida especificado para los sistemas de salto de frecuencia y sistemas modulados digitalmente. Sin embargo, la potencia de salida conducida total se reducirá en 1 dB por debajo de los límites especificados por cada 3 dB que la ganancia de la antena direccional o matriz de antenas, exceda de 6 dBi. La ganancia de la antena direccional se calculará como la suma de $10 \log$ (número de elementos de matriz), más la ganancia del elemento que tiene la ganancia más alta;
- Si el transmisor emplea una antena que opera simultáneamente con haces direccionales múltiples utilizando los mismos canales de frecuencia o diferentes, la potencia suministrada a cada haz de emisión está sujeta al límite de potencia de salida especificado para los sistemas de salto de frecuencia y sistemas de modulados digitalmente. Si los haces transmitidos se superponen, la potencia de salida del transmisor se reducirá para garantizar que su potencia agregada no exceda el límite de potencia de salida especificado para los sistemas de salto de frecuencia y sistemas modulados digitalmente. Además, la potencia agregada transmitida simultáneamente en todos los haces no deberá exceder el límite especificado para los sistemas de salto de frecuencia y sistemas de modulación digital por más de 8 dB; y
- Los transmisores que emiten un solo haz direccional deberán operar bajo las condiciones indicadas en los sistemas fijos punto a punto.

2.6. Sistemas punto a multipunto

Sistemas punto a multipunto	
Potencia de salida máxima	1 W (30 dBm)
Ganancia de la antena direccional	≤ 6 dBi
PIRE	≤ 4 W (36 dBm)
Otras condiciones	Únicamente las estaciones remotas que utilicen sistemas PaM podrán operar con una PIRE mayor que 4 W, siempre que la potencia de salida conducida hacia la antena de transmisión, sea reducida en 1 dB por cada 3 dB que la ganancia de la antena de transmisión direccional supere los 6 dBi.

Tabla 6. Condiciones técnicas de operación para los sistemas punto a multipunto en la banda 2400-2483.5 MHz

2.7. Sistemas de sensores de perturbación de campo

Sistemas de sensores de perturbación de campo		
Límite de intensidad de campo a una distancia de 3 metros:	Emisión fundamental	Emisión de armónicos
		500 mV / m

Tabla 7. Condiciones técnicas de operación para los sistemas de sensores de perturbación de campo en la banda 2435-2465 MHz

2.8. Otros dispositivos de radiocomunicación de corto alcance no especificados en los apartados anteriores.

Otros dispositivos de radiocomunicación de corto alcance no especificados		
Límite de intensidad de campo a una distancia de 3 metros:	Emisión fundamental	Emisión de armónicos
		50 mV / m

Tabla 8. Condiciones técnicas de operación para otros dispositivos de radiocomunicación de corto alcance en la banda 2400-2483.5 MHz

2.9. Condiciones generales para los dispositivos de radiocomunicación de corto alcance que operen la banda de frecuencias 2400-2483.5 MHz

- Se permiten antenas transmisoras integradas (sin conector de antena externo), específicas (homologadas con el equipo), así como desmontables siempre y cuando la antena desmontable cuente con un conector especial;
- No se permite la operación de dispositivos con antenas diferentes a las suministradas o recomendadas por el fabricante;
- No está permitido el uso de antenas que causen que los sistemas excedan los límites de intensidad de campo establecidos en el presente Anexo Único; y
- Deberán aceptar las interferencias perjudiciales que pudieran ser producidas por las aplicaciones ICM que operen en la banda.

2.10. Aplicaciones Industriales, Científicas y Médicas (ICM)

Las aplicaciones ICM que operen en la banda de frecuencias 2400-2483.5 GHz, deberán hacerlo de conformidad con lo establecido en los numerales 1.15 y 15.13 del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, así como con lo que se indique en el CNAF, por lo que el nivel de las emisiones de este tipo de aplicaciones que operen en esta banda no deberá causar interferencias perjudiciales a los servicios de radiocomunicaciones que operen en otras bandas de frecuencias, en particular, al servicio de radionavegación o cualquier otro servicio de seguridad que opere de acuerdo con el RR y el CNAF.

2.11. Emisiones fuera de banda

En cualquier ancho de banda de 100 kHz fuera de la banda de frecuencias en la que esté operando el sistema que utilice técnicas de transmisión de espectro disperso por salto de frecuencia o técnicas de modulación digital, la potencia producida por el sistema deberá ser 20 dB menor al nivel más alto de la potencia contenida en un ancho de banda de 100 kHz dentro de la banda de frecuencias en la que esté operando, basado en una medición de la potencia conducida, siempre y cuando se demuestre que el transmisor cumple con los límites de potencia máxima conducida. Si el sistema cumple con los límites de potencia máxima conducida basados en el uso de un promedio RMS durante un intervalo de tiempo, la atenuación requerida será de 30 dB en vez de 20 dB.

3. Condiciones de coexistencia

- Los sistemas, dispositivos, equipos o estaciones que operen en esta banda de frecuencias no provocarán interferencia perjudicial a sistemas, dispositivos, equipos o estaciones de usuarios que cuenten con un título habilitante para hacer uso del espectro radioeléctrico.
- Los sistemas, dispositivos, equipos o estaciones que operen en esta banda de frecuencias no podrán reclamar protección contra interferencias perjudiciales causadas por sistemas, dispositivos, equipos o estaciones de usuarios que cuenten con un título habilitante para hacer uso del espectro radioeléctrico.
- Los sistemas, dispositivos, equipos o estaciones operando en esta banda de frecuencias que causen interferencias perjudiciales a usuarios que cuenten con un título habilitante para hacer uso del espectro radioeléctrico, deberán cesar operaciones hasta que se elimine la interferencia perjudicial, aun cuando el dispositivo, equipo o producto se encuentre debidamente homologado.
- Los sistemas, dispositivos, equipos o estaciones que operen en esta banda de frecuencias no podrán reclamar protección contra interferencias perjudiciales provenientes de otros sistemas, dispositivos, equipos o estaciones que operen bajo lo establecido en el presente Anexo Único.