

Documento de Referencia

Banda de frecuencias 64-71 GHz

Tania Villa Trápala
Directora General de Planeación del Espectro
tania.villa@ift.org.mx

Juan Pablo Rocha López
Director de Atribuciones de Espectro
juan.rocha@ift.org.mx



El presente documento fue elaborado por la Unidad de Espectro Radioeléctrico del Instituto Federal de Telecomunicaciones con la finalidad de brindar información respecto de la banda de frecuencias 64-71 GHz.

Este documento es únicamente informativo, por lo que en ningún caso lo establecido en éste prejuzga la opinión que el Pleno del Instituto pudiera tener sobre el particular, ni prejuzga sobre las determinaciones futuras que se establezcan para la banda de frecuencias 64-71 GHz.

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS..... 3

LISTA DE TABLAS..... 3

ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS 4

INTRODUCCIÓN..... 6

OBJETIVO..... 6

ANTECEDENTES 6

MARCO JURÍDICO..... 7

ESTADO ACTUAL DE LA BANDA 64-71 GHz 10

Entorno nacional relativo a la banda 64-71 GHz 10

 Atribución nacional de la banda 64-71 GHz 10

 Regulación y uso actual de la banda 64-71 GHz..... 11

Entorno internacional de la banda 64-71 GHz 12

 Atribución internacional de la banda 64-71 GHz 12

 Sector de Radiocomunicaciones de la UIT 14

 Regulación en países de las Américas 17

 Regulación en otros países..... 31

 Disposiciones internacionales aplicables..... 34

Sistemas que operan en la banda 64-71 GHz 36

 Sistemas de comunicación inalámbrica de alta capacidad..... 37

 Sistemas o dispositivos de corto alcance 38

CONCLUSIÓN 40

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Representación gráfica de la atribución nacional de la banda 64-71 GHz. 11
Figura 2. Representación gráfica de la atribución internacional de la banda 64 - 71 GHz.... 13

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Atribución de la banda 64-71 GHz de acuerdo con el CNAF vigente.....	10
Tabla 2. Atribución de la banda 64-71 GHz de acuerdo con el RR del UIT-R.	13
Tabla 3. Características y especificaciones para MGWS conforme al Informe UIT-R M.2227.	16
Tabla 4. Atribución de la banda 64-71 GHz conforme al CAF-EE. UU.	18
Tabla 5. Parámetros particulares aplicables a dispositivos que operan en la banda 64-71 GHz en EE. UU.	19
Tabla 6. Atribución de la banda 64-71 GHz conforme al CTFA-CAN.	20
Tabla 7. Regulación existente y propuestas de cambios para la banda 64-71 GHz en Canadá.	23
Tabla 8. Atribución de la banda 64-71 GHz conforme al PDFF-B.	24
Tabla 9. Regulación existente para la banda 64-71 GHz en Brasil.....	25
Tabla 10. Atribución de la banda 64-71 GHz conforme al CABF-CL.	26
Tabla 11. Requisitos para dispositivos que operan en la banda 64-71 GHz establecidos en Chile.....	27
Tabla 12. Atribución de la banda 64-71 GHz conforme al CNABF-COL.....	28
Tabla 13. Condiciones técnicas generales en la banda 57-71 GHz establecidos en Colombia.....	29
Tabla 14. Atribución de la banda 64-71 GHz conforme al CABF-RA.....	30
Tabla 15. Parámetros técnicos para la operación de la banda 57-71 GHz establecidos en la República de Argentina.	30
Tabla 16. Parámetros técnicos para la operación de la banda 57-71 GHz establecidos en la Norma ENACOM-Q2-63.02.	31
Tabla 17. Parámetros técnicos para la operación de dispositivos de corto alcance relacionados con la banda 57-71 GHz y establecidos en Europa conforme a la Decisión de Ejecución (UE) 2019/1345.....	32
Tabla 18. Parámetros técnicos para la operación de la banda 57-71 GHz establecidos en el Reino Unido.....	34
Tabla 19. Estándares relevantes de la banda de frecuencias 64-71 GHz.	35
Tabla 20. Estándares IEEE de la banda de frecuencias 60 GHz.....	35
Tabla 21. Canalización del estándar IEEE 802.11.	35
Tabla 22. Recomendaciones, informes y especificaciones técnicas referentes a la banda de frecuencias 64-71 GHz.....	36

ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

3GPP	Proyecto de Asociación de Tercera Generación (<i>3rd Generation Partnership Project</i>)
ANATEL	Agencia Nacional de Telecomunicaciones de Brasil
ANE	Agencia Nacional del Espectro de Colombia
ATPC	Control Automático de Potencia de Transmisión (<i>Automatic Transmit Power Control</i>)
AR	Realidad Aumentada (<i>Augmented Reality</i>)
CEPT	Conferencia Europea de Administraciones de Correos y Telecomunicaciones (<i>Conférence européenne des administrations des postes et des télécommunications</i>)
CFR	Código Federal de Regulaciones (<i>Code of Federal Regulations</i>)
CMR	Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones
CNAF	Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias
Constitución	Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
CTER	Comité Técnico en materia de Espectro Radioeléctrico
DOF	Diario Oficial de la Federación
DRCA	Dispositivos de radiocomunicaciones de corto alcance
ECC	Comité de Comunicaciones Electrónicas (<i>Electronic Communications Committee</i>)
EE. UU.	Estados Unidos de América
ENACOM	Ente Nacional de Comunicaciones de Argentina
ERC	Consejo Europeo de Investigación (<i>European Research Council</i>)
Estatuto Orgánico	Estatuto Orgánico del Instituto Federal de Telecomunicaciones
ETSI	Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (<i>European Telecommunications Standards Institute</i>)
FCC	Comisión Federal de Comunicaciones de los EE. UU. (<i>Federal Communications Commission</i>)
FMCW	Onda Continua de Frecuencia Modulada (<i>Frequency Modulated Continuous Wave</i>)
FDD	Duplexaje por División de Frecuencia (<i>Frequency Division Duplex</i>)
GTM	Gran Telescopio Milimétrico
IEEE	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>)
IMT	Telecomunicaciones Móviles Internacionales (<i>International Mobile Telecommunications</i>)
INAOE	Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica
Instituto	Instituto Federal de Telecomunicaciones
ISED	Departamento de Innovación, Ciencia y Desarrollo Económico (<i>Innovation, Science and Economic Development</i>)
Ley	Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión
MIMO	Múltiples entradas y Múltiples salidas (<i>Multiple Input Multiple Output</i>)
MGWS	Sistemas Inalámbricos de Múltiples Gigabits (<i>Multiple Gigabit Wireless Systems</i>)

NTIA	Administración Nacional de Telecomunicaciones e Información de los EE.UU. (<i>National Telecommunications and Information Administration</i>)
Ofcom	Oficina de Comunicaciones del Reino Unido (<i>Office of Communications</i>)
OFDM	Multiplexación por división de frecuencias ortogonales (<i>orthogonal frequency división multiplexing</i>)
PaP	Punto a Punto
PaM	Punto a Multipunto
PIRE	Potencia Isótropa Radiada Equivalente
RFID	Identificación de frecuencia de radio (<i>Radio-frequency identification</i>)
RLAN	Redes de Radio de Área Local (<i>radio local area network</i>)
RPC	Registro Público de Concesiones
RR	Reglamento de Radiocomunicaciones
SIAER	Sistema Integral de Administración del Espectro Radioeléctrico
SC	Modulación de portadora única (<i>Single Carrier</i>)
STI	Sistemas de Transporte Inteligente
SUBTEL	Subsecretaría de Telecomunicaciones de Chile
TDD	Duplexaje por División de Tiempo (<i>Time Division Duplex</i>)
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UIT-R	Sector de Radiocomunicaciones de la UIT
WAIC	Sistemas Aviónicos de Comunicaciones Inalámbricas Internas (<i>Wireless Avionics Intra-Communication</i>)
Wi-Fi	Fidelidad Inalámbrica (<i>Wireless Fidelity</i>)
Wi-Max	Interoperabilidad mundial para acceso por microondas (<i>Worldwide Interoperability for Microwave Access</i>)
WLAN	Redes de área local inalámbricas (<i>Wireless Local Area Network</i>)
WPAN	Redes de área personal inalámbricas (<i>Wireless Personal Area Network</i>)

INTRODUCCIÓN

El presente documento contiene información general respecto de la banda de frecuencias 64-71 GHz (banda 64-71 GHz) en México y de algunos países a nivel global. Además de presentar su entorno respecto de los organismos regionales e internacionales.

En primera instancia, se describen las atribuciones que la Constitución, la Ley y el Estatuto Orgánico que confieren al Instituto para ejercer la regulación, promoción y supervisión del uso, aprovechamiento y explotación del espectro radioeléctrico para la prestación de los servicios de radiodifusión y telecomunicaciones en México, así como los objetivos generales que persigue el Instituto durante la planeación y administración del recurso espectral en términos del uso eficaz y la clasificación de frecuencias como espectro libre.

Posteriormente, se incluye información respecto a la situación actual de la banda 64-71 GHz en el entorno nacional, en donde se denotan las atribuciones conforme el CNAF vigente y el uso en México. Asimismo, se detallan las tendencias relevantes para el uso de la banda 64-71 GHz en el entorno internacional, a través de las atribuciones del RR del UIT-R, la reglamentación, las mejores prácticas y el uso que se le da a esta banda de frecuencias en otros países, así como las tecnologías disponibles y los estándares aplicables a dicha banda del espectro radioeléctrico.

Finalmente, se realiza un análisis de los parámetros técnicos y las condiciones de operación establecidos por diferentes organismos para la banda 64-71 GHz a nivel internacional y se plantea una propuesta regulatoria que pudiera resultar aplicable a la banda 64-71 GHz para su posible clasificación como espectro libre en México, incluyendo las posibles condiciones técnicas de operación correspondientes y las restricciones generales para uso de la banda.

OBJETIVO

El objetivo principal de este documento es proporcionar un contexto nacional e internacional acerca de la situación actual, el uso, la regulación y la prospectiva de la banda 64-71 GHz, lo que permitirá a los interesados en este tema formular comentarios, opiniones o aportaciones dentro del marco de la consulta pública del Anteproyecto de *"Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones clasifica la banda de frecuencias 64-71 GHz como espectro libre y expide las condiciones técnicas de operación para el uso de la misma"*.

ANTECEDENTES

Derivado del proceso de Consulta Pública sobre el *"Anteproyecto de clasificación de la banda 57-64 GHz como espectro libre"*, aprobado por el Pleno del Instituto mediante Acuerdo con número P/IFT/080217/57, diversos interesados realizaron manifestaciones fuera del alcance del Anteproyecto que fue sometido al proceso consultivo señalado, relacionadas con su interés para que el Instituto evaluara la viabilidad para una posible clasificación futura de la banda 64-71 GHz como espectro libre.

Posteriormente, en el marco del Grupo de Trabajo de Aspectos Generales del Espectro Radioeléctrico del CTER¹, la industria mostró interés respecto a la clasificación de la banda 64-71 GHz como espectro libre presentando una contribución ante la Plenaria del CTER. Esta contribución proponía al Instituto evaluar la viabilidad para clasificar la banda de frecuencias 64-71 GHz, como espectro libre y considerar la adopción de las condiciones técnicas que actualmente se utilizan en EE. UU. y Canadá para dicha banda, con el objeto de homologar la regulación, fomentar la armonización y permitir el uso y aprovechamiento de este espectro sin la necesidad de contar con una concesión, y permitir el desarrollo de economías de escala. Dicha contribución fue aprobada por el CTER y fue enviada a la Unidad de Espectro Radioeléctrico del Instituto para su análisis.

¹ Comité Técnico en materia de Espectro Radioeléctrico. Sitio oficial: <http://cter.ift.org.mx/dashboard>

Cabe resaltar que en México existen diversas bandas de frecuencias clasificadas como espectro libre, que incluyen las bandas de frecuencias conocidas comúnmente como 900 MHz, 2.4 GHz, 5 GHz (en los segmentos 5150-5250 MHz, 5250-5350 MHz, 5470-5600 MHz, 5650-5725 MHz y 5725-5850 MHz), 6 GHz (segmento 5925-6425 MHz), 57-64 GHz, 71-76 GHz y 81-86 GHz. Las principales aplicaciones para las que son utilizadas estas bandas de frecuencias abarcan tecnologías Wi-Fi o Bluetooth, enlaces fijos punto a punto y punto a multipunto, redes inalámbricas de alta velocidad (WiGig), dispositivos de radiocomunicación de corto alcance, dispositivos de comunicación personal y sensores de perturbación de campo, entre otros.

Con base en lo anterior, se llevó a cabo un análisis integral a fin de evaluar la factibilidad de la clasificación de la banda 64-71 GHz como espectro libre y el establecimiento de los parámetros técnicos y las condiciones de operación a los que deberían sujetarse los dispositivos, equipos y/o sistemas de comunicación para su posible operación en dicha banda de frecuencias.

MARCO JURÍDICO

De conformidad con lo dispuesto en los artículos 28, párrafos décimo quinto y décimo sexto de la Constitución, 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, el Instituto 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.

Por su parte, el artículo 27, párrafos cuarto y sexto de la Constitución establecen que corresponde a la Nación el dominio directo del espacio situado sobre el territorio nacional, caracterizándose este dominio como inalienable e imprescriptible y, dado que las ondas electromagnéticas del espectro radioeléctrico pueden propagarse en dicho espacio, su explotación, uso y aprovechamiento por los particulares o por sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas no podrá realizarse sino mediante concesiones, que en el caso de radiodifusión y telecomunicaciones serán otorgadas por el Instituto, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes.

Es así que, en cumplimiento a lo establecido por la Constitución, los artículos 2 y 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 vía general de comunicación.

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

"TÍTULO PRIMERO
*Del Ámbito de Aplicación de la Ley y de la
Competencia de las Autoridades*

*Capítulo I
Disposiciones Generales*

(...)

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, cabe señalar que desde la iniciativa de la Ley se consideró que la planificación del espectro radioeléctrico constituye una de las tareas más relevantes del Estado, 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 valor.²

Adicionalmente, los artículos 54, 55 y 56 de la Ley señalan a la letra lo siguiente:

“TÍTULO TERCERO
Del Espectro Radioeléctrico y Recursos Orbitales

Capítulo Único
Del Espectro Radioeléctrico

Sección I
Disposiciones Generales

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:*

- I. **Espectro determinado:** Son aquellas bandas de frecuencia que pueden ser utilizadas para los servicios atribuidos en el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias; a través de concesiones para uso comercial, social, privado y público, definidas en el artículo 67;*

² “INICIATIVA 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>

- 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;
- III. **Espectro protegido:** Son aquellas bandas de frecuencia atribuidas a nivel mundial y regional a los servicios de radionavegación y de aquellos relacionados con la seguridad de la vida humana, así como cualquier otro que deba ser protegido conforme a los tratados y acuerdos internacionales. El Instituto llevará a cabo las acciones necesarias para garantizar la operación de dichas bandas de frecuencia en condiciones de seguridad y libre de interferencias perjudiciales, y
- IV. **Espectro reservado:** Es aquel cuyo uso se encuentre en proceso de planeación y, por tanto, es distinto al determinado, libre o protegido."

Sección II **De la Administración del Espectro Radioeléctrico**

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 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 uso, el establecimiento de las condiciones para la atribución de una banda de frecuencias, el otorgamiento de concesiones, la supervisión de 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 al administrar el espectro radioeléctrico. Para el caso de la clasificación de bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico como espectro libre y el establecimiento de sus condiciones técnicas de operación asociadas, resultan aplicables el uso eficaz del espectro radioeléctrico y su protección, y el cumplimiento de lo dispuesto por los artículos 2, 6, 7, y 28 de la Constitución.
- d) Para una mejor administración y aprovechamiento 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.
- e) Las bandas de frecuencias clasificadas como espectro libre son aquellas bandas de frecuencias que pueden ser empleadas por cualquier persona sin concesión ni autorización, siempre y cuando se atiendan las condiciones establecidas por el Instituto para el uso de esas bandas.

De ahí que el Instituto, como rector del desarrollo nacional 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.

ESTADO ACTUAL DE LA BANDA 64-71 GHz

En esta sección se muestra la situación actual de la banda 64-71 GHz en los entornos nacional e internacional, así como información adicional respecto a la gestión y administración de esta banda de frecuencias, incluida la reglamentación y las condiciones de operación existentes para su uso por equipos de radiocomunicación.

Entorno nacional relativo a la banda 64-71 GHz

Atribución nacional de la banda 64-71 GHz

El CNAF³, es la disposición administrativa que indica el servicio o los servicios de radiocomunicaciones a los que se encuentra atribuida una determinada banda de frecuencias del espectro radioeléctrico, así como información adicional sobre el uso y planificación de determinadas bandas de frecuencias. A continuación, en la Tabla 1 y en la Figura 1 siguientes se muestra la atribución nacional actual conforme al CNAF para la banda 64-71 GHz.

CNAF	
64 – 65 GHz ENTRE SATÉLITES FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico	
65 – 66 GHz ENTRE SATÉLITES EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATÉLITE FIJO INVESTIGACIÓN ESPACIAL MÓVIL salvo móvil aeronáutico	MX281
66 – 71 GHz ENTRE SATÉLITES MÓVIL MÓVIL POR SATÉLITE RADIONAVEGACIÓN RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE	MX282 MX283

Tabla 1. Atribución de la banda 64-71 GHz de acuerdo con el CNAF vigente.

³ CNAF (DOF, 31/12/2021). Disponible en el siguiente enlace: <https://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/espectro-radioelectrico/dofcnaf-2021accesible.pdf#overlay-context=espectro-radioelectrico/cuadro-nacional-de-atribucion-de-frecuencias-cnaf>

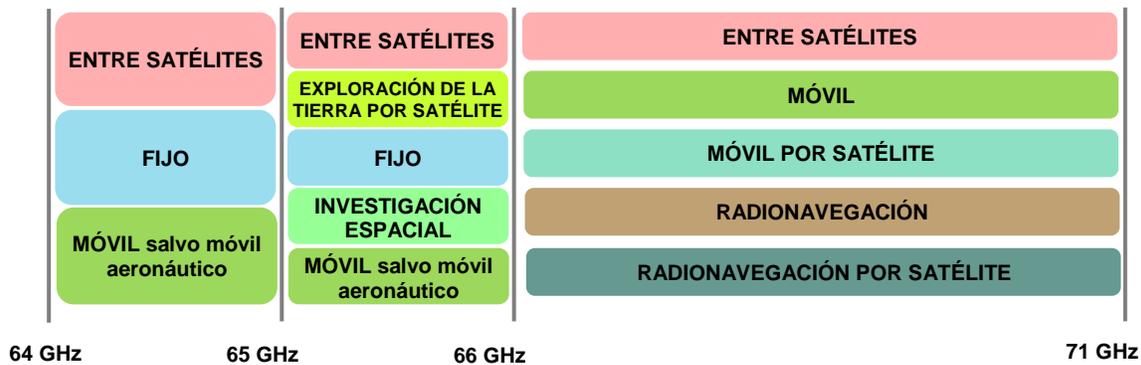


Figura 1. Representación gráfica de la atribución nacional de la banda 64-71 GHz.

Por su parte, las notas nacionales MX281, MX282 y MX283, señalan lo siguiente:

MX281 La banda de frecuencias 65 - 66 GHz se encuentra atribuida a título primario al servicio de exploración de la Tierra por satélite. En virtud de que dicho servicio se considera relacionado con la seguridad de la vida humana, esta banda de frecuencias se clasifica como espectro protegido. La utilización de esta banda de frecuencias por los servicios fijo, móvil, investigación espacial y entre satélites no deberá causar interferencias perjudiciales a la operación del servicio de exploración de la Tierra por satélite, ni deberá reclamar protección contra interferencias perjudiciales provenientes de dicho servicio.

MX282 Por encontrarse atribuida a título primario a los servicios de radionavegación y radionavegación por satélite, la banda de frecuencias 66 - 71 GHz se clasifica como espectro protegido. La utilización de esta banda de frecuencias por los servicios móvil, móvil por satélite y entre satélites no deberá causar interferencias perjudiciales a la operación de los servicios de radionavegación y radionavegación por satélite, ni deberá reclamar protección contra interferencias perjudiciales provenientes de dichos servicios.

MX283 La banda de frecuencias 70 - 350 GHz se emplea para la operación del radiotelescopio GTM instalado en el Volcán Sierra Negra-Pico de Orizaba, a cargo del INAOE. El GTM requiere para su correcta operación una zona de silencio a su alrededor de 100 km de radio, por lo que no se permite la operación de ningún otro sistema de radiocomunicación en esa área.

Regulación y uso actual de la banda 64-71 GHz

Actualmente en México, para hacer uso, aprovechamiento y/o explotación de la banda 64-71 GHz, o partes de esta, es necesario contar con una concesión o autorización emitida por el Instituto, conforme a las atribuciones establecidas en el CNAF. El Instituto establecerá los requisitos específicos y las condiciones para el otorgamiento de dichas concesiones o autorizaciones, tomando en cuenta factores como la disponibilidad del espectro, el uso eficiente de las frecuencias y la prevención de interferencias perjudiciales. Además, se deberán cumplir con las normas técnicas aplicables y los lineamientos establecidos por el regulador para garantizar un uso adecuado y seguro de esta banda de frecuencias.

Cabe mencionar que los segmentos de frecuencias 65-66 GHz y 66-71 GHz se encuentran también atribuidas a título primario al servicio de exploración de la Tierra por satélite, relacionado con la seguridad de la vida, y a servicios de radionavegación, respectivamente, es que es especialmente necesario garantizar la protección y la operación de los sistemas de radiocomunicaciones que funcionen conforme a dichos servicios, en condiciones de seguridad y libres de interferencias perjudiciales. Particularmente, el servicio de exploración de la Tierra por satélite en 60 GHz incluye

operaciones de sensores pasivos de microondas para la obtención de perfiles de temperatura y medición de parámetros atmosféricos⁴.

Resulta apropiado señalar que, conforme a la nota nacional MX283 del CNAF, la banda de frecuencias 70-350 GHz se utiliza para la operación del radiotelescopio GTM, a cargo del INAOE, el cual se encuentra ubicado en la cima del extinto volcán Sierra Negra o Tliiltépetl, dentro del Parque Nacional Pico de Orizaba en el Estado de Puebla, y requiere una zona de silencio⁵ (determinada por un radio de 100 km a partir de su ubicación). Asimismo, de acuerdo con el INAOE⁶, el radiotelescopio GTM cuenta con una antena principal paraboloide de 50 m de diámetro, y está optimizado dentro de las frecuencias entre 75 y 300 GHz. Por otra parte, de acuerdo con los resultados de búsqueda en el SIAER⁷ y en el RPC⁸, no existen registros de usuarios que cuenten con un título habilitante para la operación de sistemas de radiocomunicación en la banda de frecuencias 64-71 GHz.

Entorno internacional de la banda 64-71 GHz

Atribución internacional de la banda 64-71 GHz

El RR del UIT-R es un tratado internacional por el cual se rige la utilización del espectro radioeléctrico y los recursos orbitales a nivel mundial. En este se indican los servicios de radiocomunicaciones a los que se encuentra atribuida una determinada banda de frecuencias del espectro radioeléctrico a nivel internacional, así como información adicional sobre el uso y planificación de determinadas bandas de frecuencias⁹. Así, el RR contempla para la banda 64-71 GHz las atribuciones señaladas en la Tabla 2 y en la Figura 2 siguientes:

REGLAMENTO DE RADIOCOMUNICACIONES		
Región 1	Región 2	Región 3
64 – 65 GHz FIJO ENTRE SATÉLITES MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.547 5.556		
65 – 66 GHz EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATÉLITE FIJO ENTRE SATÉLITES MÓVIL salvo móvil aeronáutico INVESTIGACIÓN ESPACIAL 5.547		
66 – 71 GHz ENTRE SATÉLITES MÓVIL 5.553 5.558 5.559AA MÓVIL POR SATÉLITE RADIONAVEGACIÓN		

⁴ UIT-R. (2017). Manual Utilización del espectro radioeléctrico en meteorología: Observación y predicción del clima, de los fenómenos meteorológicos y de los recursos hídricos. Disponible en: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/hdb/R-HDB-45-2017-PDF-S.pdf

⁵ Zona de Silencio: se define como cualquier zona geográfica alrededor de la ubicación del radiotelescopio en la cual se restringen o prohíben las emisiones de radiofrecuencia con el fin de reducir o evitar interferencias con las observaciones astronómicas. (Interpretación del Manual de Radioastronomía – Segunda Edición (Edición 2023). Disponible: <http://handle.itu.int/11.1002/pub/800d7016-en>

⁶ Disponible en: <https://astro.inaoep.mx/observatorios/gtm>

⁷ El SIAER es una herramienta interna del Instituto que permite gestionar las frecuencias del espectro radioeléctrico a nivel nacional para la provisión de los diversos servicios de radiodifusión y de telecomunicaciones.

⁸ Registro Público de concesiones. Disponible para consulta en: <https://rpc.ift.org.mx/vrpc>

⁹ Reglamento de Radiocomunicaciones (UIT, 2020). Disponible en el siguiente enlace: <https://www.itu.int/pub/R-REG-RR-2020/es>

RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE 5.554

Tabla 2. Atribución de la banda 64-71 GHz de acuerdo con el RR del UIT-R.

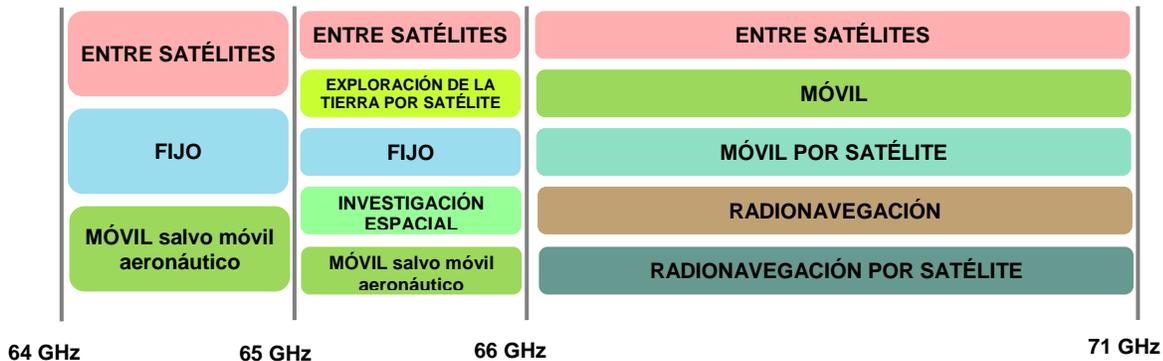


Figura 2. Representación gráfica de la atribución internacional de la banda 64 - 71 GHz.

Por su parte, las notas internacionales 5.547, 5.553, 5.554, 5.556, 5.558 y 5.559AA, señalan lo expuesto a continuación:

5.547 Las bandas 31,8-33,4 GHz, 37-40 GHz, 40,5-43,5 GHz, 51,4-52,6 GHz, 55,78-59 GHz y 64-66 GHz están disponibles para aplicaciones de alta densidad en el servicio fijo (véase la Resolución **75 (CMR-2000)***). Las administraciones deben tener en cuenta esta circunstancia cuando consideren las disposiciones reglamentarias relativas a estas bandas. Debido a la posible instalación de aplicaciones de alta densidad en el servicio fijo por satélite en las bandas 39,5-40 GHz y 40,5-42 GHz, (véase el número **5.516B**), las administraciones deben tener en cuenta además las posibles limitaciones a las aplicaciones de alta densidad en el servicio fijo, según el caso. (CMR-07)

* (...) Esta Resolución ha sido revisada por la CMR-12.

5.553 Las estaciones del servicio móvil terrestre pueden funcionar en las bandas 43,5-47 GHz y 66-71 GHz, a reserva de no causar interferencias perjudiciales a los servicios de radiocomunicación espacial a los que están atribuidas estas bandas (véase el número **5.43**). (CMR-2000)

5.554 En las bandas 43,5-47 GHz, 66-71 GHz, 95-100 GHz, 123-130 GHz, 191,8-200 GHz y 252-265 GHz se autorizan también los enlaces por satélite que conectan estaciones terrestres situadas en puntos fijos determinados, cuando se utilizan conjuntamente con el servicio móvil por satélite o el servicio de radionavegación por satélite. (CMR-2000)

5.556 En virtud de disposiciones nacionales, pueden llevarse a cabo observaciones de radioastronomía en las bandas 51,4-54,25 GHz, 58,2-59 GHz y 64-65 GHz. (CMR-2000)

5.558 En las bandas 55,78-58,2 GHz, 59-64 GHz, 66-71 GHz, 122,25-123 GHz, 130-134 GHz, 167-174,8 GHz y 191,8-200 GHz podrán utilizarse estaciones del servicio móvil aeronáutico, a reserva de no causar interferencias perjudiciales al servicio entre satélites (véase el número **5.43**). (CMR-2000)

5.559AA La banda de frecuencias 66-71 GHz está identificada para su utilización por las administraciones que deseen introducir la componente terrenal de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT). Dicha identificación no impide la utilización de esta banda de frecuencias por las aplicaciones de los servicios a los que está atribuida y no implica prioridad alguna en el Reglamento de Radiocomunicaciones. Es de aplicación la Resolución **241 (CMR-19)**. (CMR-19)

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

El UIT-R, a través de su Manual sobre la Gestión nacional del espectro, edición 2015¹⁰, particularmente en el Capítulo 2, “*Planificación espectral*” indica lo siguiente:

“2.3.1 Definición de los objetivos de la planificación espectral

*La **identificación y definición** de los objetivos de **la planificación espectral** es una parte necesaria del proceso de planificación y requiere el estudio de la optimización de los usos del espectro radioeléctrico. Dicho estudio **debe considerar el crecimiento potencial de los servicios de radiocomunicaciones existentes y la introducción y crecimiento de nuevos servicios y aplicaciones**. Además, deben considerarse los cambios en la utilización del espectro por parte de las industrias, empresas, administración y los ciudadanos en general.*

(...)

2.3.2 Elementos a considerar

*La **planificación espectral** (...) puede **determinar las futuras necesidades de espectro nacional**, a grandes rasgos, para los servicios de radiocomunicaciones en función de factores tecnológicos, jurídicos, sociales, ecológicos, políticos y económicos, que pueden influir en la utilización del espectro. Para satisfacer las necesidades de utilización del espectro, sus gestores deben identificar en primer lugar las necesidades actuales y futuras, y el espectro disponible, antes de determinar la mejor manera de acomodar dichas necesidades.*

(...)

2.11.8 Utilización del espectro no utilizado

*Las políticas, reglamentos y programas de espectro deben **fomentar la utilización del espectro por encima de 40 GHz**, sobre todo para servicios que necesitan exclusividad en el espectro y para las **aplicaciones de banda ancha**. Por lo general, el espectro por encima de 40 GHz se utiliza poco. Este segmento del espectro puede soportar servicios de banda muy ancha y se puede recurrir a la reutilización a gran escala dado el pequeño tamaño de las células, la estrechez del ancho de haz y la excesiva pérdida de propagación.*

(...)”

Adicionalmente, en el Capítulo 3 “*Concesión de licencias y asignaciones de frecuencias*” cita 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:

¹⁰ Unión Internacional de Telecomunicaciones. (2015). Manual sobre la Gestión nacional del espectro. Ginebra, Suiza. Consultable en: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/hdb/R-HDB-21-2015-PDF-S.pdf

“(…) 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 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 que se deben establecer para reducir la posibilidad de recibir interferencias perjudiciales.

Así mismo, el UIT-R se ha enfocado en establecer diversas reglas o directrices con el objeto de alcanzar un mayor grado de armonización de los dispositivos de radiocomunicaciones. Es así que, a través de la Recomendación UIT-R SM.2103 “Armonización mundial de categorías de dispositivos de corto alcance”¹¹ se muestran diversas categorías, aplicaciones y normas técnicas implementadas en diversos países y regiones a nivel mundial, con el fin de orientar a otros países respecto de la armonización de las categorías, reglamentación y las bandas de frecuencias empleadas para Dispositivos de Radiocomunicación de Corto Alcance (DRCA). Por su parte, el Informe UIT-R SM.2153 “Parámetros técnicos y de funcionamiento de los dispositivos de radiocomunicaciones de corto alcance y utilización del espectro por los mismos”¹², se observa que existen bandas de frecuencias armonizadas y recomendadas para el despliegue de los DRCA, incluyendo la banda 64-71 GHz, en donde se indican parámetros técnicos y de utilización de las bandas consideradas, con base en las normas y reglamentación técnica adoptada por cada país, o a nivel regional, por grupos, comisiones u organizaciones particulares. Asimismo, la Resolución UIT-R 54 “Estudios para lograr la armonización de los dispositivos de corto alcance”¹³, reconoce, entre otras cosas, que las ventajas de la armonización del espectro podrían materializarse en: i) mayores posibilidades de interoperabilidad entre equipos; ii) generación de economías de escala y disponibilidad de equipos; iii) mejor gestión del espectro, y iv) mejora de la distribución de equipos en los diversos países.

Por otro lado, el UIT-R, mediante la Recomendación UIT-R M.2003 “Sistemas inalámbricos de múltiples gigabits en frecuencias en torno a 60 GHz”¹⁴, describe las características generales y normativas de la interfaz radioeléctrica para los sistemas inalámbricos de múltiples gigabits, MGWS que funcionan en la gama de frecuencias de 60 GHz, y recomienda que se utilicen las normas y sistemas característicos que figuran en el Anexo 1 a dicha Recomendación. Para tal efecto el Anexo 1 señala, entre otras cosas, que las redes de radiocomunicaciones basadas en MGWS

¹¹ UIT-R. (09/2017). Recomendación UIT-R SM.2103-0. Disponible en: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/sm/R-REC-SM.2103-0-201709-!!!PDF-S.pdf

¹² UIT-R. (07/2022). Informe UIT-R M.2153-9. Disponible únicamente en su versión en inglés en: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-SM.2153-9-2022-PDF-E.pdf

¹³ UIT-R. (2023). Resolución UIT-R 54-4. Disponible en: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/res/R-RES-R.54-4-2023-PDF-S.pdf

¹⁴ UIT-R. (01/2018). Recomendación UIT-R M.2003-2. Disponible en: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.2003-2-201801-!!!PDF-S.pdf

pueden utilizarse para aplicaciones de corto alcance y en situaciones de visibilidad directa, transmisiones a alta velocidad de muy corto alcance, *WLAN*, e intercambio de datos entre dispositivos, por mencionar algunos. Asimismo, se establecen diversas características técnicas para los MGWS, que van desde el mínimo de espectro continuo de 7 GHz en el rango de frecuencias 57-71 GHz para satisfacer los requerimientos de las aplicaciones respectivas (p. ej. video no comprimido en calidad 1080p a 3 Gbit/s), el número de canales, el ancho de banda de canal de 2160 MHz para canales únicos, incluida la agrupación de dichos canales, así como los parámetros técnicos y de coexistencia, la máscara de transmisión y las normas aplicables a dichos sistemas.

Por su parte, el Informe UIT-R M.2227 “*Use of multiple gigabit wireless systems in frequencies around 60 GHz*”¹⁵ describe diversos casos de uso y aplicaciones de MGWS que pueden operar a través de un esquema exento de licencia y ofrecer altas tasas de transferencia de datos, mediante una canalización de 6 canales con ancho de banda de 2160 MHz centrados en las frecuencias 58.32, 60.48, 62.64, 64.8, 66.96 y 69.12 GHz (rango desde 57 GHz hasta 71 GHz), así como distintos escenarios de operación para interiores y exteriores.

Aunado a lo anterior, el Informe UIT-R M.2227 describe las características técnicas y especificaciones de los MGWS, tal y como se muestran en la Tabla 3 siguiente:

Características técnicas y especificaciones de los MGWS					
Modulación	Tasa de transferencia de datos	Esquema de acceso	Estándar	Ancho de banda de canal	Otras Características
SC	11 Gbit/s	TDMA	IEEE 802.15.3c-2009 IEEE 802.11 ad (Especificación WiGig de la <i>Wi-Fi Alliance</i>) IEEE 802.11-2016 IEEE 802.15.3e-2017 ETSI EN 302 567	2,160 MHz	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnología <i>Beamforming</i> • Reutilización espacial de frecuencias • Enlaces con o sin línea de vista • Tecnología MIMO
OFDM	7 Gbit/s				

Tabla 3. Características y especificaciones para MGWS conforme al Informe UIT-R M.2227.

En lo que respecta a sistemas que pudieran funcionar en el rango 64-66 GHz bajo la atribución primaria al servicio fijo, el UIT-R contempla las Recomendaciones UIT-R F.1497 “*Disposición de radiocanales para los sistemas inalámbricos fijos que funcionan en la banda 55,78-66 GHz*”¹⁶ y UIT-R F.1763 “*Normas de interfaz radioeléctrica para sistemas de acceso inalámbrico de banda ancha que funcionan en el servicio fijo por debajo de 66 GHz*”¹⁷, así como el Informe UIT-R F.2107 “*Características y aplicaciones de los sistemas de acceso inalámbrico que funcionan en los rangos de frecuencia entre 57 GHz y 134 GHz*”¹⁸, indican las canalizaciones para sistemas inalámbricos que utilizan TDD y FDD para aplicaciones de alta densidad en el servicio fijo, las normas específicas de interfaz radioeléctrica que pueden utilizarse para los sistemas de banda ancha, y las características generales de propagación, parámetros de los sistemas, tipos de aplicaciones y otros parámetros técnicos y operacionales relacionados con la implementación de sistemas inalámbricos fijos en exteriores e interiores, respectivamente.

¹⁵ UIT-R. (11/2017). Informe UIT-R M.2227-2. Disponible únicamente en su versión en inglés en: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2227-2-2017-PDF-E.pdf

¹⁶ UIT-R. (02/2014). Recomendación UIT-R F.1497-2. Disponible en: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/f/R-REC-F.1497-2-201402-!!!PDF-S.pdf

¹⁷ UIT-R. (02/2014). Recomendación UIT-R F.1763-1. Disponible en: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/f/R-REC-F.1763-1-201402-!!!PDF-S.pdf

¹⁸ UIT-R. (11/2011). Informe UIT-R F.2107-2. Disponible únicamente en su versión en inglés en: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-F.2107-2-2011-PDF-E.pdf

Adicionalmente, conforme al número 5.559AA y la Resolución 241 (CMR-19) del RR, como resultado de las decisiones de la CMR-19, la banda de frecuencias 66-71 GHz fue identificada para su utilización por las administraciones que deseen introducir la componente terrenal de las IMT. No obstante, esta identificación no impide la utilización de esta banda por aplicaciones de los servicios a los que está atribuida y no implica prioridad alguna en el RR.

Es importante señalar que, a 5 años de la identificación de la banda 66-71 GHz como una banda propicia para las IMT, actualmente no se observa un desarrollo tecnológico y ni comercial para sistemas IMT en la banda, por lo que no se prevé que dichos sistemas puedan llegar a implementarse en el corto o mediano plazo.

Finalmente, la Recomendación UIT-R SM.1132 “Principios y métodos generales de compartición entre servicios de radiocomunicación o entre estaciones radioeléctricas”¹⁹, recomienda que las administraciones consideren los principios generales y métodos descritos en el Anexo 1 de dicha Recomendación para facilitar la compartición de espectro de forma eficiente y efectiva entre múltiples servicios y estaciones de radiocomunicaciones, donde los métodos de compartición se basan en cuatro dimensiones: separaciones en frecuencia, localización espacial, tiempo y señal. Dentro de la dimensión de separación en señal, el UIT-R recomienda, entre otras cosas, que la limitación de la densidad de flujo de potencia (*dfp*) es un método que facilita la compartición entre servicios y estaciones basada en ajustes de las potencias y anchos de banda. Lo anterior permite al operador tomar una decisión con respecto a la potencia transmitida, a la ganancia de la antena y al emplazamiento del sistema a fin de satisfacer la limitación, por mencionar algunos.

Regulación en países de las Américas

En esta sección se exponen y analizan diversas regulaciones y normas técnicas respecto del uso de la banda 64-71 GHz que han implementado algunos reguladores en sus respectivos países para operar sistemas de radiocomunicación sin licencia.

Estados Unidos de América

En los EE. UU., la responsabilidad regulatoria de la administración del espectro radioeléctrico se divide entre la FCC y la NTIA. 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. Particularmente, la regulación en esta materia emitida por la FCC se encuentra en el Título 47 del CFR.

Uno de los instrumentos regulatorios con los que cuenta la FCC es el Cuadro de Atribución de Frecuencias²⁰ (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 CFR y las notas aplicables. Las atribuciones correspondientes a la banda 64-71 GHz se indican en la Tabla 4 siguiente:

Cuadro de Atribución de Frecuencias de EE. UU.		
Uso Federal (GHz)	Uso No Federal (GHz)	FCC- Reglas de las Partes – Notas nacionales
64-65 FIJO ENTRE SATÉLITES MÓVIL salvo móvil aeronáutico	64-65 FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico	Parte 15 - Dispositivos de Radiofrecuencia

¹⁹ UIT-R. (07/2001). Recomendación UIT-R SM.1132-2. Disponible únicamente en su versión en inglés en: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/sm/R-REC-SM.1132-2-200107-1!!PDF-E.pdf

²⁰ CAF-EE. UU, consultable en: <https://transition.fcc.gov/oet/spectrum/table/fcctable.pdf>

Cuadro de Atribución de Frecuencias de EE. UU.		
Uso Federal (GHz)	Uso No Federal (GHz)	FCC- Reglas de las Partes – Notas nacionales
65-66 EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATÉLITE FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico INVESTIGACIÓN ESPACIAL	65-66 EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATÉLITE FIJO ENTRE SATÉLITES MÓVIL salvo móvil aeronáutico INVESTIGACIÓN ESPACIAL	Parte 15 - Dispositivos de Radiofrecuencia Parte 25 – Comunicaciones satelitales
66-71 MÓVIL 5.553 5.558 MÓVIL POR SATÉLITE RADIONAVEGACIÓN RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE 5.554	66-71 ENTRE SATÉLITES MÓVIL 5.553 5.558 MÓVIL POR SATÉLITE RADIONAVEGACIÓN RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE 5.554	

Tabla 4. Atribución de la banda 64-71 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. Para el caso que nos ocupa, la categoría que es de interés es la de radiadores intencionales, dentro de los cuales se encuentran identificados diversos sistemas de transmisión exentos de licencia que operan en la banda 64-71 GHz.

Particularmente, en la sección §15.255²¹ “Operación dentro de la banda 57-71 GHz” del CFR, enmendada por última vez el 23 de agosto de 2023 mediante una regla emitida por la FCC²², se indican las disposiciones y límites de operación de los sistemas de transmisión exentos de licencia que operan en la banda 57-71 GHz, tales como dispositivos de corto alcance, sensores de perturbación de campo y transmisores fijos punto a punto, entre otros. De manera particular, los parámetros de operación de los sistemas exentos de licencia para la banda 64-71 GHz se resumen en la siguiente tabla:

Tipo de sistema	PIRE máxima	PIRE promedio	Potencia de salida conducida máxima
Dispositivos diferentes a sensores de perturbación de campo	≤ 43 dBm	≤ 40 dBm	-
Transmisores fijos punto a punto en exteriores	≤ 85 dBm	≤ 82 dBm	-
	Se deberán restar 2 dB a la PIRE máxima por cada dB que la ganancia de la antena sea inferior a 51 dB, sin que sea necesario reducir la PIRE máxima por debajo de 43 dBm.	Se deberán restar 2 dB a la PIRE promedio por cada dB que la ganancia de la antena sea inferior a 51 dB, sin que sea necesario reducir la PIRE promedio por debajo de 40 dBm.	
	Los sistemas de radiadores intencionales se deben certificar utilizando la(s) antena(s) específica(s) con la que se comercializará y operará el sistema.		

²¹ Título 47 – Capítulo I, Parte 15, sección §15.255. Disponible en: <https://www.ecfr.gov/current/title-47/chapter-I/subchapter-A/part-15/subpart-C/subject-group-ECFR2f2e5828339709e/section-15.255>

²² Consultable en: <https://www.federalregister.gov/documents/2023/07/24/2023-15367/fcc-empowers-short-range-radars-in-the-60-ghz-band>

Tipo de sistema	PIRE máxima	PIRE promedio	Potencia de salida conducida máxima
Sensores de perturbación de campo/radares	≤ 10 dBm	-	≤ - 10 dBm

Tabla 5. Parámetros particulares aplicables a dispositivos que operan en la banda 64-71 GHz en EE. UU.

Finalmente, en la sección §15.255 del CFR se enuncian las siguientes disposiciones relevantes aplicables a la banda 57-71 GHz:

- a) No se permite la operación de los equipos utilizados en satélites.
- b) La operación en aeronaves está permitida bajo las siguientes condiciones:
 - 1) Cuando la aeronave está en tierra.
 - 2) Mientras la aeronave se encuentre en el aire, solo en redes cerradas exclusivas de comunicaciones a bordo de la aeronave, con las siguientes excepciones:
 - i. deben utilizarse en aplicaciones WAIC en las que se monten sensores o cámaras en el exterior de la estructura de la aeronave.
 - ii. Los equipos no deben utilizarse en aeronaves con cuerpo o fuselaje de poca atenuación de señales RF.
 - iii. Los sensores de perturbación de campo/radares pueden operar solo en la banda de frecuencias 59.3-71 GHz mientras se encuentren instalados en equipos electrónicos portátiles y personales de los pasajeros (por ejemplo, teléfonos inteligentes, tabletas) y deben cumplir con lo señalado en el inciso i. del presente numeral y los parámetros respectivos de la Tabla 5.
- c) Las emisiones fuera de la banda 57-71 GHz deben constituir únicamente emisiones no esenciales con niveles que no deben exceder el nivel de la emisión fundamental.
- d) Los niveles de emisiones radiadas por debajo de 40 GHz no deben exceder los límites generales establecidos en la sección §15.209 del CFR. Entre 40 GHz y 200 GHz, el nivel de estas emisiones no debe exceder de 90 pW/cm² a una distancia de 3 metros.
- e) Se deben observar los siguientes límites en la potencia de salida conducida del transmisor:
 - 1) La potencia pico de salida del transmisor de dispositivos diferentes a sensores de perturbación de campo/radares y con un ancho de banda de emisión igual o mayor a 100 MHz, no deberá exceder de 500 mW. Dependiendo de la ganancia de la antena, podría ser necesario operar estos dispositivos con niveles de potencia menores a fin de satisfacer los niveles señalados en la Tabla 5.
 - 2) La potencia pico de salida del transmisor de dispositivos diferentes a sensores de perturbación de campo/radares y con un ancho de banda de emisión de menos de 100 MHz, deberá ser menor que el resultado del producto de 500 mW y el ancho de banda de emisión, dividido entre 100 MHz, para los dispositivos con un ancho de banda de emisión menor a 100 MHz.

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 el ISED para dar a conocer las diversas políticas de utilización del espectro es la Tabla Canadiense de Atribuciones de Frecuencias (CTFA-CAN)²³, la cual establece la atribución de frecuencias para los servicios radiocomunicación en Canadá. El CTFA-CAN para la banda 64-71 GHz, indica lo siguiente:

Cuadro de Atribución de Frecuencias de Canadá	
Banda de frecuencias (GHz)	Notas aplicables
64-65 FIJO ENTRE SATÉLITES MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.547 5.556	No hay notas nacionales
65-66 EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATÉLITE FIJO ENTRE SATÉLITES MÓVIL salvo móvil aeronáutico INVESTIGACIÓN ESPACIAL 5.547	
66-71 ENTRE SATÉLITES MÓVIL 5.553 5.558 5.559AA MÓVIL POR SATÉLITE RADIONAVEGACIÓN RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE 5.554	

Tabla 6. Atribución de la banda 64-71 GHz conforme al CTFA-CAN.

Por otro lado, el ISED cuenta con diversas políticas canadienses relacionadas con el uso del espectro radioeléctrico, tales como el marco para las subastas del espectro, el marco de políticas del espectro, las políticas de utilización del espectro o SP y las políticas de sistemas de radio o RP. Dentro de estas políticas se abordan los objetivos y directrices generales para administrar de manera eficiente las bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico en Canadá.

Adicionalmente, a fin de complementar las políticas anteriores, el ISED también cuenta con estándares en materia de especificaciones técnicas particulares para equipos y dispositivos de radiocomunicaciones (RSS), que indican los requerimientos que debe cumplir cualquier equipo o dispositivo para operar en ciertas bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico.

Ahora bien, los dispositivos exentos de licencia son aparatos de radio que están exentos del requisito de operar bajo una licencia en bandas de frecuencias específicas y que cumplen con las políticas, regulaciones y estándares técnicos de espectro apropiados del ISED, además de que los dispositivos o sistemas exentos de licencia no pueden reclamar protección contra otros sistemas de radio y no pueden causar interferencias perjudiciales a los servicios licenciados.

En virtud de lo anterior, se resalta que no existen notas nacionales en la CTFA-CAN respecto al uso de la banda 64-71 GHz, no obstante, el Anexo J del estándar de radio RSS-210, *Issue 10*, "Licence-Exempt Radio Apparatus: Category I Equipment"²⁴, establece los requisitos para los dispositivos de radiocomunicación de corto alcance y alta capacidad, incluyendo, pero no

²³ CTFA-CAN, consultable en: <https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/learn-more/key-documents/consultations/canadian-table-frequency-allocations-sf10759>

²⁴ ISED (2019). RSS-210, *Issue 10*. Disponible en: <https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/rss-210-licence-exempt-radio-apparatus-category-i-equipment>

limitando, sensores de perturbación de campo fijo y dispositivos de corto alcance para detección de movimiento interactivo, que operan en la banda 57-71 GHz como dispositivos exentos de licencia.

Por otro lado, recientemente el ISED, a través de la Junta Asesora de Radio de Canadá, emitió a consulta una revisión al estándar RSS-210 como una propuesta *Issue 11*²⁵, incluido el Anexo J, la cual reemplazaría el RSS-210, *Issue 10*, de diciembre de 2019. Los cambios propuestos al estándar que nos ocupa se señalan a continuación:

RSS-210 vigente (Issue 10)	Propuesta de cambios RSS-210 (Issue 11)
<p>J.1 Restricciones</p> <p>No se permiten los siguientes dispositivos:</p> <p>a. Dispositivos utilizados en satélites</p> <p>b. FDS, incluidos los sistemas de radar de vehículos, a menos que los sensores de perturbación de campo se utilicen para operaciones fijas o como dispositivos de corto alcance para detección de movimiento interactivo (para los propósitos de esta sección, la referencia a las operaciones fijas incluye FDS instalados en equipos fijos, incluso si el sensor por sí mismo se mueve dentro del equipo)</p> <p>Los dispositivos utilizados en las aeronaves están permitidos bajo las siguientes condiciones:</p> <p>a. Los dispositivos se utilizan cuando la aeronave está en tierra</p> <p>b. Los dispositivos se utilizan mientras están en el aire, solo en redes de comunicación a bordo cerradas y exclusivas dentro de la aeronave, con las siguientes excepciones:</p> <p>i. los dispositivos no se utilizarán en aplicaciones de intracomunicación de aviónica inalámbrica (WAIC) en las que se monten sensores estructurales externos o cámaras externas en el exterior de la estructura de la aeronave</p> <p>ii. Los dispositivos no se utilizarán en aeronaves en las que haya poca atenuación de las señales de RF por el cuerpo/fuselaje de la aeronave (estas aeronaves incluyen, entre otras, aeronaves de juguete/modelos, aeronaves no tripuladas, aeronaves de fumigación de cultivos, aerostatos, etc.)</p> <p>c. los manuales de usuario de los dispositivos deben incluir un texto que</p>	<p>J.1 Definiciones</p> <p>El FDS se define en la sección F.1 y puede ser tanto fijo o móvil. Los dispositivos de radar son una subcategoría de los dispositivos FDS.</p> <p>Los FDS ágiles en frecuencia son dispositivos FDS como los radares de onda continua modulada en frecuencia (FMCW) o radares de frecuencia de barrido.</p> <p>El FDS de pulso es un dispositivo de baja potencia que normalmente transmite pulsos de nanosegundos de duración que se emiten en barridos y se propagan instantáneamente por la amplia banda deseada.</p> <p>El dispositivo electrónico portable personal es un equipo de uso personal, como teléfonos inteligentes, tabletas y portátiles.</p> <p>J.2 Restricciones</p> <p>Los dispositivos certificados bajo este anexo no están permitidos en satélites. Los dispositivos utilizados en aeronaves están permitidos bajo las siguientes condiciones:</p> <p>(a) Salvo lo permitido en J.2 (b), los dispositivos sólo deben utilizarse cuando la aeronave se encuentre en tierra.</p> <p>(b) Los dispositivos utilizados durante el vuelo están sujetos a las siguientes restricciones:</p> <p>(i) se utilizarán dentro de redes de comunicación cerradas y exclusivas a bordo de la aeronave</p> <p>(ii) no se utilizarán en aplicaciones de intracomunicación de aviónica inalámbrica (WAIC) en los que se monten sensores estructurales externos o cámaras externas en el exterior de la estructura de la aeronave</p> <p>(iii) no se utilizarán en aeronaves equipadas con un cuerpo/fuselaje que provea poca o ninguna atenuación de RF, excepto cuando se instalen en aeronaves no tripuladas (UAV) y que cumplan con J.2(d)</p> <p>(iv) no se utilizarán dispositivos que funcionen en la banda 59.3-71.0 GHz salvo que cumplan todas las condiciones siguientes:</p> <p>(1) son FDS</p>

²⁵ Disponible en: <https://www.rabc-cccr.ca/ised-radio-standards-specification-rss-210-issue-11-february-2024-licence-exempt-radio-apparatus-category-i-equipment/>

<p>indique las restricciones indicadas en las letras (a) y (b) anteriores</p>	<p>(2) se instalan dentro de dispositivos electrónicos portátiles personales (3) cumplirán con los requisitos pertinentes en J.3.2(a), J.3.2(b) y J.3.2 (c) (c) Los manuales de usuario de los dispositivos deben incluir un texto que indique las restricciones indicadas en J.2(a) y J.2(b). (d) (...)</p>
<p>J.2 Límites de las emisiones radiadas en la banda 57-71 GHz</p> <p>Dentro de la banda 57-71 GHz, la potencia de cualquier emisión, medida durante el intervalo de transmisión, deberá cumplir con los límites de p.i.r.e. de esta sección.</p> <p>A efectos del presente anexo, los términos “p.i.r.e. promedio” y “p.i.r.e. máxima” se refieren a la p.i.r.e. con la potencia de salida del transmisor medida en términos del valor promedio o del valor máximo, respectivamente.</p>	<p>J.3 Límites de emisión en la banda 57-71 GHz</p> <p>En esta sección se especifican los límites de emisión dentro de la banda atribuida.</p> <p>J.3.1 Generalidades</p> <p>Dentro de la banda 57-71 GHz, la potencia de cualquier emisión se deberá medir durante el intervalo de transmisión y cumplir con los límites de la presente sección. A efectos del presente anexo, los términos “p.i.r.e. promedio” y “p.i.r.e. máxima” se refieren a la p.i.r.e. con la potencia de salida del transmisor medida en términos del valor promedio o del valor máximo, respectivamente.</p>
<p>J.2.1 Sensores de perturbaciones de campo fijo y sensores de movimiento interactivo</p> <p>A continuación se detallan las condiciones para los sensores de perturbaciones de campo fijo y los sensores de movimiento interactivo</p> <p>(a) (...)</p> <p>(b) Para sensores de perturbación de campo fijo distintos de los que funcionan con arreglo a las disposiciones del apartado (a) anterior y para sensores de movimiento interactivo, la potencia de salida máxima del transmisor no deberá exceder de -10 dBm, y la p.i.r.e. máxima no deberá exceder de 10 dBm.</p>	<p>J.3.2 Límites de emisión para FDS</p> <p>Los dispositivos FDS que funcionen en la banda 57-71 GHz no deberán exceder la potencia de salida conducida del transmisor máxima de -10 dBm y la p.i.r.e. máxima de 10 dBm. Se aplican las siguientes excepciones:</p> <p>(a) (...)</p> <p>(b) (...)</p> <p>(c) (...)</p> <p>(d) (...)</p>
<p>J.2.2 Dispositivos distintos de los sensores de perturbación de campo fijo y sensores de movimiento interactivo</p> <p>A continuación se detallan las condiciones para dispositivos distintos de los sensores de perturbación de campo fijo y los sensores de movimiento interactivo:</p> <p>(a) Para equipos fijos punto a punto situados en el exterior, la p.i.r.e. promedio de cualquier emisión no deberá exceder de 82 dBm menos 2 dB por cada dB en que la ganancia de antena sea inferior a 51 dBi. La p.i.r.e. máxima de cualquier emisión no deberá exceder de 85 dBm menos 2 dB por cada dB en que la ganancia de antena sea inferior a 51 dBi. No obstante, no se exigirá que la potencia</p>	<p>J.3.3 Límites de emisión para dispositivos distintos a FDS</p> <p>A continuación se detallan las condiciones para dispositivos distintos a FDS</p> <p>(a) Excepto cuando se aplique J.3.3 b), la p.i.r.e. promedio de cualquier emisión no deberá exceder de 40 dBm y la p.i.r.e. máxima de cualquier emisión no deberá exceder de 43 dBm.</p> <p>(b) Para equipos fijos punto a punto situados en el exterior,</p> <p>(i) la p.i.r.e. promedio de cualquier emisión no deberá exceder de 82 dBm menos 2 dB por cada dB en que la ganancia de antena sea inferior a 51 dBi. La p.i.r.e. máxima de cualquier emisión no deberá exceder de 85</p>

<p>se reduzca por debajo de los límites establecidos en el apartado (b).</p> <p>Las pruebas de conformidad se realizarán utilizando las antenas de mayor y menor ganancia con las que esté certificado el equipo. Además, este equipo no se comercializará ni operará con antenas distintas de las listadas en la solicitud de certificación con la que está certificado el equipo.</p> <p>(b) Para otros dispositivos, la p.i.r.e. promedio y máxima de cualquier emisión no deberán exceder de 40 dBm y 43 dBm, respectivamente.</p> <p>(...)</p> <p>J.4 Potencia de salida máxima del transmisor</p> <p>A continuación se indican las condiciones para la potencia de salida máxima del transmisor:</p> <p>(a) Para dispositivos con un ancho de banda de emisión superior o igual a 100 MHz, la potencia de salida máxima del transmisor no deberá exceder de 500 mW. Para dispositivos con un ancho de banda de emisión inferior a 100 MHz, la potencia de salida máxima del transmisor deberá ser inferior al producto de 500 mW y su anchura de banda de emisión dividida por 100 MHz.</p> <p>(b) Con el fin de demostrar el cumplimiento de este RSS, se pueden realizar correcciones en la potencia de salida del transmisor para compensar las pérdidas de antena y circuito.</p> <p>(c) Para efectos de este estándar, la anchura de banda de emisión se define como el rango de frecuencias instantáneo ocupado por una señal radiada constante con modulación, fuera de la cual la densidad espectral de potencia radiada será 6 dB inferior a la densidad espectral de potencia radiada máxima en la banda, medida con una anchura de banda de resolución de 100 kHz. La frecuencia central debe permanecer estacionaria durante el intervalo de medición, incluso si no es estacionaria durante el funcionamiento normal.</p>	<p>dBm menos 2 dB por cada dB en que la ganancia de antena sea inferior a 51 dBi.</p> <p>(ii) Las disposiciones para reducir la potencia de transmisión en función de la ganancia de antena, según J.3.3(b)(i), no exigirán que los niveles de potencia se reduzcan por debajo de los límites especificados en J.3.3(a).</p> <p>(iii) Las pruebas de conformidad se realizarán utilizando las antenas de mayor y menor ganancia con las que esté certificado el equipo. Además, este equipo no se comercializará ni operará con antenas distintas de las listadas en la solicitud de certificación con la que está certificado el equipo.</p> <p>(c) Salvo lo especificado en J.3.3(d), la potencia de salida conducida del transmisor máxima no deberá exceder de 500 mW. Dependiendo de la ganancia de la antena, puede ser necesario operar el radiador intencional utilizando una potencia de salida del transmisor máxima más baja para cumplir los límites de p.i.r.e. especificados en J.3.3(a) y J.3.3(b).</p> <p>(d) Para dispositivos con un ancho de banda de emisión inferior a 100 MHz, la potencia de salida conducida del transmisor máxima (PTCOP) deberá ser inferior o igual al producto de 500 mW multiplicado por su anchura de banda de emisión dividido por 100 MHz. Para efectos de J.3.3(d), la anchura de banda de emisión es el rango de frecuencias instantáneo ocupado por una señal radiada constante con modulación, fuera de la cual la densidad espectral de potencia radiada es 6 dB inferior a la densidad espectral de potencia radiada máxima en la banda, medida con una anchura de banda de resolución de 100 kHz. La frecuencia central debe permanecer estacionaria durante el intervalo de medición, incluso si no es estacionaria durante el funcionamiento normal.</p>
---	--

Tabla 7. Regulación existente y propuestas de cambios para la banda 64-71 GHz en Canadá.

Finalmente, la propuesta de cambios para el Anexo J del estándar RSS-210 anterior estuvo en proceso de consulta desde febrero y hasta el 3 de mayo de 2024, dando como resultado la

recepción de 82 comentarios. Posteriormente, el 25 de junio de 2024 el ISED emitió la actualización del estándar RSS-210 (Issue 11)²⁶, la cual considera los cambios señalados anteriormente.

Brasil

La ANATEL es el órgano regulador de las telecomunicaciones en Brasil, asociado al Ministerio de Comunicaciones. Su función principal radica en regular y fiscalizar los servicios de telecomunicaciones en todo el territorio brasileño, velando por su correcto funcionamiento, expansión y calidad. Además, garantiza la competencia justa y la protección de los derechos de los usuarios. Para cumplir con sus funciones en materia de administración del espectro radioeléctrico, la ANATEL cuenta con la Resolución N° 759 de 19 de enero de 2023²⁷, mediante la cual se aprobó el Plan de Asignación, Destinación y Distribución de Bandas de Frecuencias en Brasil (PDFF-B). Este plan promueve las atribuciones, destinos y condiciones específicas para el uso de las bandas de radiofrecuencia previstas en el mismo, regulando de manera integral el espectro radioeléctrico en el país.

El PDFF-B para la banda 64-71 GHz, indica las atribuciones que se señalan en la Tabla 8 siguiente:

Región 2 - UIT	Brasil	Destino
64-65 GHz FIJO ENTRE SATÉLITES MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.547 5.556	64-65 GHz FIJO ENTRE SATÉLITES MÓVIL salvo móvil aeronáutico	64-65 GHz Todos los servicios de telecomunicaciones – Fijo Excepto servicios terrestres de interés colectivo
65-66 GHz EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATÉLITE FIJO ENTRE SATÉLITES MÓVIL salvo móvil aeronáutico INVESTIGACIÓN ESPACIAL 5.547	65-66 GHz EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATÉLITE FIJO ENTRE SATÉLITES MÓVIL salvo móvil aeronáutico INVESTIGACIÓN ESPACIAL	65-66 GHz Privado limitado - Exploración de la Tierra por satélite e investigación espacial Todos los servicios de telecomunicaciones – Fijo Excepto servicios terrestres de interés colectivo
66-71 GHz ENTRE SATÉLITES MÓVIL 5.553 5.558 5.559AA MÓVIL POR SATÉLITE RADIONAVEGACIÓN RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE 5.554	66-71 GHz ENTRE SATÉLITES MÓVIL 5.553 5.558 5.559AA MÓVIL POR SATÉLITE RADIONAVEGACIÓN RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE	66-71 GHz Todos los servicios de telecomunicaciones – Móvil por Satélite

Tabla 8. Atribución de la banda 64-71 GHz conforme al PDFF-B.

Ahora bien, el artículo 163, numeral § 2, fracción I de la Ley N° 9.472 de 16 de julio de 1997²⁸, establece que el uso de radiofrecuencias a través de equipos de radiación restringida definidos por la ANATEL no depende del otorgamiento de una concesión, permiso o autorización para proveer servicios de telecomunicaciones. En tal sentido, mediante la Resolución N° 680 de 27 de junio de 2017²⁹, se resuelve aprobar, entre otras cosas, el Reglamento sobre Equipos de

²⁶ ISED (2024). RSS-210, Issue 11. Disponible para consulta en: <https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/rss-210-licence-exempt-radio-apparatus-category-i-equipment>

²⁷ Plan de Asignación, Destinación y Distribución de Bandas de Frecuencias en Brasil, disponible para consulta en: <https://informacoes.anatel.gov.br/legislacao/resolucoes/2023/1834-resolucao-759>

²⁸ Disponible para consulta: <https://informacoes.anatel.gov.br/legislacao/leis/2-lei-9472#art163>

²⁹ Disponible para consulta: <https://informacoes.anatel.gov.br/legislacao/resolucoes/2017/936-resolucao-680#>

Radiocomunicaciones de Radiación Restringida, el cual establece las características técnicas y condiciones de funcionamiento de los equipos de radiocomunicaciones para que se consideren de radiación restringida y, particularmente, el anexo 1 señala las bandas de frecuencias para las que la ANATEL establecerá especificaciones mínimas a los equipos de radiocomunicaciones para que sean clasificados como de radiación restringida.

En virtud de lo anterior, mediante la Ley N° 14448 de 4 de diciembre de 2017³⁰, la ANATEL establece las siguientes condiciones mínimas y los requisitos técnicos para la evaluación de la conformidad de equipos de radiocomunicaciones de radiación restringida, incluidos los sistemas inalámbricos multigigabit que operan en la banda 57-71 GHz, o partes de esta.

Sistema inalámbrico multigigabit (No. 23, Anexo I, Art. 3 de la Ley N° 14448)					
Aplicación	PIRE máxima	PIRE promedio	Densidad espectral de PIRE	Potencia de transmisión máxima	Observaciones
Aplicaciones de punto-área en interiores o exteriores en 57-71 GHz	≤ 43 dBm	≤ 40 dBm	13 dBm/MHz		Obligatorio el uso de mecanismos de acceso compartido al medio.
Aplicaciones fijas punto a punto, punto a multipunto o multipunto a multipunto en 57-66 GHz	-	≤ 62 dBm	-	≤ 27 dBm	Los equipos con PIRE promedio > 40 dBm ≤ 62 dBm deben limitarse en exteriores y con ganancia de antena mínima de 24 dBi. Los equipos deben contar permanentemente con control automático de potencia de transmisión (ATPC) con rango dinámico mínimo de 20 dB.
Aplicaciones fijas punto a punto en exteriores en 57-71 GHz	≤ 85 dBm	> 62 dBm y ≤ 82 dBm	-	-	Si la ganancia máxima de la antena es inferior a 51 dBi, el valor medio de la PIRE máxima y la potencia máxima de cualquier emisión deben reducirse en 2 dB por cada dB de reducción en la ganancia de la antena.

Tabla 9. Regulación existente para la banda 64-71 GHz en Brasil.

Aunado a los parámetros de las aplicaciones anteriores, se establece que está prohibido el uso de sistemas inalámbricos multigigabit que operen en 57-71 GHz en satélites, y el uso en aeronaves solo se permite cuando la aeronave se encuentre en tierra o durante el vuelo solo en redes de comunicación cerradas y exclusivas ubicadas dentro del interior de la aeronave; además, no se permite el uso de productos en WAIC o aplicaciones que utilicen dispositivos instalados en la estructura externa del aeronave, ni en aeromodelos, aeronaves no tripuladas, aviones para fumigación de cultivos, aerostatos, juguetes, drones y otros dispositivos similares.

Finalmente, señalan que las emisiones no esenciales por debajo de 40 GHz no deberán exceder los límites generales establecidos en la Tabla General de Emisiones de los procedimientos de prueba para la evaluación de la conformidad de equipos de radiocomunicaciones de radiación restringida³¹; por encima de 40 GHz y hasta 200 GHz, las emisiones no esenciales no deben exceder los 90 pW/cm² (medidas a 3 metros).

República de Chile

³⁰ Disponible para consulta: <https://informacoes.anatel.gov.br/legislacao/atos-de-certificacao-de-produtos/2017/1139-ato-14448>

³¹ Disponibles para consulta: <https://informacoes.anatel.gov.br/legislacao/index.php/component/content/article?id=1629>

La SUBTEL es un organismo dependiente del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de la República de Chile. La SUBTEL es la institución de gobierno encargada de fomentar el desarrollo de las telecomunicaciones en dicho país, a través de distintos planes y normas. Las principales funciones de la SUBTEL son proponer políticas nacionales, así como orientar, coordinar, promover y fomentar el desarrollo de las telecomunicaciones en la República de Chile.

Adicionalmente, la SUBTEL es la encargada de gestionar el espectro radioeléctrico y administrarlo eficientemente, cuenta con el Plan General de Uso del Espectro Radioeléctrico (PGER) el cual es aprobado por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. La última modificación del PGER fue mediante Decreto 127 de fecha 25 de abril de 2023³². En el PGER se establece el Cuadro de Atribución de Bandas de Frecuencias (CABF-CL). El CABF-CL para la banda 64-71 GHz, indica las atribuciones que se señalan en la Tabla 10 siguiente:

Cuadro de Atribución de Bandas de Frecuencias de Chile		
Banda de Frecuencia	Atribución a los servicios	Notas Chile
64,0 – 65,0 GHz	FIJO ENTRE SATÉLITES MÓVIL salvo móvil aeronáutico	(236), (247)
65,0 – 66,0 GHz	EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATÉLITE FIJO ENTRE SATÉLITES MÓVIL salvo móvil aeronáutico INVESTIGACIÓN ESPACIAL	(236)
66,0 – 71,0 GHz	ENTRE SATÉLITES MÓVIL MÓVIL POR SATÉLITE RADIONAVEGACIÓN RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE	(244), (245) (250)

Tabla 10. Atribución de la banda 64-71 GHz conforme al CABF-CL.

En el CABF de Chile se perciben las notas nacionales que indican lo siguiente:

236. Las bandas 31,8-33,4 GHz, 37-40 GHz, 40,5-43,5 GHz, 51,4-52,6 GHz, 55,78-59 GHz y 64-66 GHz están disponibles para aplicaciones de alta densidad en el servicio fijo.

244. Las estaciones del servicio móvil terrestre pueden funcionar en las bandas 43,5-47 GHz y 66-71 GHz, a reserva de no causar interferencias perjudiciales a los servicios de radiocomunicación espacial a los que están atribuidas estas bandas.

245. En las bandas 43,5-47 GHz, 66-71 GHz, 95-100 GHz, 123-130 GHz, 191,8-200 GHz y 252-265 GHz se autorizan también los enlaces por satélite que conectan estaciones terrestres situadas en puntos fijos determinados, cuando se utilizan conjuntamente con el servicio móvil por satélite o el servicio de radionavegación por satélite.

247. En virtud de disposiciones nacionales, pueden llevarse a cabo observaciones de radioastronomía en las bandas 51,4-54,25 GHz, 58,2-59 GHz y 64-65 GHz.

250. En las bandas 55,78-58,2 GHz, 59-64 GHz, 66-71 GHz, 122,25-123 GHz, 130-134 GHz, 167-174,8 GHz y 191,8-200 GHz podrán utilizarse estaciones del servicio

³² PGER, modificado el 25 de abril de 2023. Disponible para consulta en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=249068&idVersion=2023-04-25>. El CABF-CL puede ser consultado en el Diario Oficial de la República de Chile (18.04.2006, p.17 a 25).

móvil aeronáutico, a reserva de no causar interferencias perjudiciales al servicio entre satélites.

Adicionalmente, el Art. 1 de la Norma Técnica de Equipos de Alcance Reducido (Resolución Exenta N° 1985 de 2017, modificada por Res. N° 1517, de 2018, y N° 855, de 2019³³ emitida por la SUBTEL, establece a la letra lo siguiente:

“Artículo 1° Los equipos que empleen ondas radioeléctricas y que cumplan con los requisitos que a continuación se detallan solo necesitarán certificación para su uso, sin perjuicio que sean parte de una proyecto técnico de concesión o permiso.” Énfasis añadido

Así, los incisos j.5) y j.8) señalan las condiciones técnicas aplicables a equipos que operen en la banda de frecuencias 57-71 GHz, o partes de esta, donde para el caso que nos ocupa, las condiciones relevantes para la banda 64-71 GHz se resumen en la Tabla 11 siguiente:

Sección	Tipo de sistema	PIRE máxima	Potencia máxima del transmisor	Densidad máxima de potencia espectral
j.5)	Aplicaciones del servicio fijo hasta 66 GHz	≤ 40 dBm	-	13 dBm/MHz
j.8)	Transmisores empleados para enlaces del servicio fijo punto a punto, que operen al exterior de inmuebles	≤ 85 dBm	-	-
	Sensores de perturbación de campo para operación fija con ancho de banda igual o menor a 500 MHz	≤ 13 dBm	-	-
	Sensores de perturbación de campo para operación fija diferentes al anterior y sensores de movimiento interactivo	≤ 10 dBm	≤ - 10 dBm	-
	Otros dispositivos diferentes a los anteriormente señalados	≤ 43 dBm	-	-

Tabla 11. Requisitos para dispositivos que operan en la banda 64-71 GHz establecidos en Chile.

Aunado a los parámetros de la Tabla 11, el inciso j.8) también indica que la potencia de transmisión de los equipos que utilicen un ancho de banda de emisión igual o mayor a 100 MHz no deberá exceder los 500 mW y, por otro lado, aquellos con un ancho de banda de emisión menor a 100 MHz deberán limitar la potencia máxima de salida del transmisor al valor resultante de multiplicar 500 mW por su ancho de banda de emisión en MHz, dividido entre 100 MHz. Asimismo, en para el caso de los enlaces del servicio fijo punto a punto que operen al exterior de inmuebles, la PIRE máxima deberá ser reducida 2 dB por cada dB de la ganancia de antena que sea menor que 51 dB. No se permite la operación de equipos utilizados en aeronaves, satélites y sensores por perturbación de campo, incluidos sistemas de radar en vehículo, salvo que los sensores sean empleados para operación fija o para detección de movimiento interactivo.

República de Colombia

En Colombia, la ANE es una agencia adscrita al Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, cuyo objeto es brindar el soporte técnico para la gestión y la planeación, la vigilancia y control del espectro radioeléctrico. Entre las funciones de la ANE, destaca el realizar la gestión técnica del espectro radioeléctrico y coadyuvar con las funciones asignadas al Ministerio, de acuerdo con la Constitución Política de Colombia y la Ley No. 1341 del 2009³⁴. Por

³³ Consultable en: https://www.subtel.gob.cl/wp-content/uploads/2019/10/Refundido_Res_1985_de_2017_2_855_2019.pdf

³⁴ Consultable en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=36913#:~:text=Reglamentar%20la%20participaci%C3%B3n%2C%20el%20control.de%20que%20trata%20esta%20ley>

su parte, el Cuadro Nacional de Atribución de Bandas Frecuencias de Colombia (CNABF-COL)³⁵ indica las atribuciones para la banda 64-71 GHz, mostradas en la Tabla 12 siguiente:

Cuadro de Atribución de Bandas de Frecuencias de Colombia			
Unidad	Región 2	Colombia	Notas nacionales
GHz	64 - 65 FIJO ENTRE SATÉLITES MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.547 5.556	64-65 FIJO ENTRE SATÉLITES MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.547 5.556	CLM 3 CLM 24
GHz	65 – 66 EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATÉLITE FIJO ENTRE SATÉLITES MÓVIL salvo móvil aeronáutico INVESTIGACIÓN ESPACIAL 5.547	65-66 EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATÉLITE FIJO ENTRE SATÉLITES MÓVIL salvo móvil aeronáutico INVESTIGACIÓN ESPACIAL 5.547	CLM 3 CLM 24
GHz	66 – 71 ENTRE SATÉLITES MÓVIL 5.553 5.558 5.559AA MÓVIL POR SATÉLITE RADIONAVEGACIÓN RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE 5.554	66-71 ENTRE SATÉLITES MÓVIL 5.553 5.558 5.559AA MÓVIL POR SATÉLITE RADIONAVEGACIÓN RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE 5.554	CLM 3 CML 23 CLM 24

Tabla 12. Atribución de la banda 64-71 GHz conforme al CNABF-COL.

En el CNBAF de Colombia se aprecian notas nacionales que indican lo siguiente:

CML 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.

CML 23

En todas las bandas de frecuencia por encima de 1 GHz que compartan atribución primaria entre servicios terrenales y espaciales se debe dar cumplimiento a lo descrito en el artículo 21 de Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT.

CML 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.

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 64-71 GHz. Dicha normatividad recae directamente en la Resolución N° 105³⁶, particularmente en el apartado 3.8.2. “Condiciones generales de operación en la banda de 57 - 71 GHz” del Anexo 1 a dicha

³⁵ CNABF-COL, Versión 2022. Disponible en: <https://portalespectro.ane.gov.co:10253/JsonConfigAne/CNABF.pdf>

³⁶ Resolución N° 000105, Apartado 3.8.2 “Condiciones generales de operación de la banda 57-71 GHz”. 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_compartidos/ArchivosDescargables/Normatividad/Planeacion_del_espectro/RESOLUCIÓN_No_000105_DE_27-03-2020(1)(1).pdf)

Resolución, en donde se pueden encontrar las condiciones técnicas y operativas de los sistemas de acceso inalámbrico que pueden operar en la banda 57-71 GHz bajo la modalidad de uso libre, las cuales se encuentran resumidas en la Tabla 13 siguiente:

Tipo de sistema	PIRE máxima	PIRE promedio	Potencia máxima de salida conducida del transmisor	Condiciones adicionales
Enlaces fijos punto a punto	≤ 85 dBm	≤ 82 dBm	-	Solo está permitido el uso en exteriores. Los valores de PIRE máxima y promedio deben ser reducidos en 2 dB por cada dB que la ganancia de antena sea menor a 51 dBi.
Sistemas de acceso inalámbrico (WAS)	≤ 43 dBm	≤ 40 dBm	≤ 500 mW	-

Tabla 13. Condiciones técnicas generales en la banda 57-71 GHz establecidos en Colombia.

Aunado a esto, la potencia máxima de salida conducida del transmisor no deberá exceder 500 mW, siempre y cuando se cumplan las condiciones de PIRE expuestas anteriormente. Aquellos transmisores cuyo ancho de banda de emisión sea menor que 100 MHz deberán limitar su potencia máxima de salida conducida al producto resultante de multiplicar 500 mW por su ancho de banda de emisión dividido entre 100 MHz.

Finalmente, se restringe el uso de dispositivos a bordo de satélites y se permiten los dispositivos a bordo de aeronaves siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- La aeronave este sobre vuelo.
- La aeronave está en el aire y los dispositivos se usen exclusivamente en redes cerradas de comunicación a bordo de la aeronave. Sensores y cámaras que formen parte de la red, deberán estar al interior de la aeronave. Los dispositivos no deben ser usados en aeronaves donde hay poca atenuación de señales RF por su fuselaje; estas aeronaves incluyen, aviones de juguete, aviones no tripulados, aviones de pulverización de cultivos, aeróstatos, etc.

República de Argentina

El ENACOM es un ente autárquico y descentralizado que funciona en el ámbito de la Jefatura de Gabinete de Ministros de la Nación. Su objetivo es conducir el proceso de convergencia tecnológica y crear condiciones estables de mercado para garantizar el acceso de todos los argentinos a los servicios de Internet, telefonía fija y móvil, radio, postales y televisión. De lo anterior, se puede concluir que el ENACOM es el ente regulador de comunicaciones y medios en la República Argentina.

De igual manera que los reguladores mencionados anteriormente, el ENACOM cuenta con el Cuadro de Atribución de Bandas de Frecuencias de la República Argentina (CABF-RA)³⁷ que establece un panorama general de la asignación del recurso espectral y se clasifican las aplicaciones y servicios de radiocomunicaciones disponibles para Argentina. En la Tabla 14 se muestra el ordenamiento que se especifica para la banda 64-71 GHz:

Cuadro de Atribución de Bandas de Frecuencias de la República Argentina		
55,78 – 66 GHz (C57)		
Región 2 - UIT	República Argentina	Normativa

³⁷ CABF-RA, consultable en: <https://www.enacom.gob.ar/cuadro-de-atribucion-de-bandas-de-frecuencias-de-la-republica-argentina-cabfra-p1588>

Cuadro de Atribución de Bandas de Frecuencias de la República Argentina		
64 - 65 FIJO ENTRE SATÉLITES MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.547 5.556	64-65 FIJO ENTRE SATÉLITES Móvil	RR UIT/R2 – Art. 5 581MM18 4653ENACOM19 Usuario Privado – Prestador (57 - 71 GHz)
65 – 66 EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATÉLITE FIJO ENTRE SATÉLITES MÓVIL salvo móvil aeronáutico INVESTIGACIÓN ESPACIAL 5.547	65-66 EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATÉLITE FIJO ENTRE SATÉLITES Móvil INVESTIGACIÓN ESPACIAL	RR UIT/R2 – Art. 5 581MM18 4653ENACOM19 Usuario Privado – Prestador (57 - 71 GHz)
66 – 81 GHz (C58)		
Región 2 - UIT	República de Argentina	Observaciones Generales - Normativa
66 – 71 ENTRE SATÉLITES MÓVIL 5.553 5.558 5.559AA MÓVIL POR SATÉLITE RADIONAVEGACIÓN RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE 5.554	66-71 ENTRE SATÉLITES MÓVIL Fijo MÓVIL POR SATÉLITE RADIONAVEGACIÓN RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE	RR UIT/R2 – Art. 5 581MM18 4653ENACOM19 Usuario Privado – Prestador (57 - 71 GHz)

Tabla 14. Atribución de la banda 64-71 GHz conforme al CABF-RA.

En el CABF-RA se puede apreciar la normativa 581MM18 y 4653ENACOM19 (Resoluciones 581/2018³⁸ y 4653 ENACOM/19³⁹) que establecen que las bandas de frecuencias que se declaran de uso compartido en el territorio nacional y no requieren de autorización para su uso, siempre y cuando se respeten las condiciones y parámetros técnicos de emisión que establezca el ENACOM, así como las condiciones establecidas para la banda 64-71 GHz, respectivamente. En particular, en el Artículo 1° de la Resolución 4653 se resuelve lo siguiente:

“ARTÍCULO 1°.- Dispóngase que las estaciones radioeléctricas que operen en las bandas 915-928 MHz, 2400-2483,5 MHz, 5150-5250 MHz, 5250-5350 MHz, 5470-5600 MHz, 5650-5725 MHz, 5725-5850 MHz y 57-71 GHz, en modalidad compartida y sin requerir autorización en conformidad con la Resolución N° 581-MM/2018, deberán respetar las condiciones y parámetros técnicos establecidos en el Anexo IF-2019-39048876-APN-DNPHYC#ENACOM (...).”

De lo anterior, en la sección 2.6 del Anexo IF-2019-39048876-APN-DNPHYC#ENACOM se establecen los parámetros técnicos para la operación de la banda 57 a 71 GHz, las cuales se resumen en la Tabla 15 siguiente:

Tipo de sistema	PIRE máxima	PIRE media
Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha	≤ 43 dBm	≤ 40 dBm
(Transmisores punto a punto de uso exterior)	(≤ 85 dBm*)	(≤ 82 dBm*)

* deberá ser reducida 2 dB por cada 1 dB que la ganancia de antena sea inferior a 51 dBi.

Tabla 15. Parámetros técnicos para la operación de la banda 57-71 GHz establecidos en la República de Argentina.

³⁸ Resolución 581/2018, disponible en: <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/191053/20180906>

³⁹ Resolución 4653/ENACOM/19, disponible en: <https://www.enacom.gob.ar/multimedia/normativas/2019/res4653.pdf>

Por otro lado, la sección 5.5 de la Norma Técnica ENACOM-Q2-63.02⁴⁰ “Equipos integrantes de sistemas de modulación digital de banda ancha”, describe los parámetros radioeléctricos que deben cumplir los sistemas de modulación digital de banda ancha en diversas bandas, entre ellas la banda de 57-71 GHz, como se muestra a continuación:

Banda de frecuencia	Tipo de enlace	Potencia media conducida	Densidad de potencia espectral conducida	Ganancia de la antena	Anchura de banda ocupada
57-71 GHz	Punto a punto exterior	40 dBm	13 dBm / 1 MHz	Si es inferior a 51 dBi se reducirán la P.I.R.E. promedio y la P.I.R.E. pico en 2 dB por cada dB que la ganancia sea inferior a 51 dBi; sin requerir que dichos niveles de P.I.R.E. se reduzcan por debajo de 40 y 43 dBm respectivamente.	Se presentará el gráfico de la anchura de banda del espectro de emisión medida con resolución espectral de 100 kHz, entre los puntos extremos correspondientes a una caída de 6 dB, respecto al punto de mayor nivel.
	Otros tipos de enlaces			La ganancia de antena será tal que la P.I.R.E. promedio no exceda de 40 dBm y la P.I.R.E. máxima no exceda de 43 dBm.	

Tabla 16. Parámetros técnicos para la operación de la banda 57-71 GHz establecidos en la Norma ENACOM-Q2-63.02.

También se indica que, para transmisores con un ancho de banda de emisión a 6 dB mayor o igual a 100 MHz, la potencia conducida pico no excederá de 500 mW. Para transmisores con un ancho de banda de emisión, medido a 6 dB, menor a 100 MHz, la potencia conducida pico no excederá del producto de 500 mW por el ancho de banda de emisión en MHz, dividido entre 100 MHz.

Cabe resaltar que, en respuesta a una consulta efectuada mediante NO-2023-92908852-APN-DNAYRT#ENACOM el 10 de noviembre de 2023⁴¹, el ENACOM emitió una carta informando que se considera factible la utilización de equipos “sensores detectores de movimiento” que operan dentro de la banda de frecuencias de 57-71 GHz, siempre y cuando se encuentren dentro de los límites establecidos en la Resolución N° 581-MM/2018 y su complementaria ENACOM N° 4653./19, y no causan interferencias perjudiciales a otros equipos que operan en la misma banda o en bandas adyacentes, ni reclaman protección contra interferencias producidas por otros dispositivos. Sin embargo, los niveles de emisión de estos equipos cumplirían en principio con los límites establecidos en la Resolución N° 581-MM/2018 (40 dBm de PIRE y 43 dBm máximo).

Regulación en otros países

En Europa, la banda 64-71 GHz también se ha designado en varios países para la utilización de dispositivos que operan bajo límites y condiciones particulares establecidos a nivel regional. Particularmente, la Decisión de Ejecución (UE) 2019/1345 del 2 de agosto de 2019⁴², la cual actualiza la política de la Comisión Europea relativa a la armonización de las bandas de frecuencias y los parámetros técnicos para la disponibilidad y el uso eficiente del espectro radioeléctrico por dispositivos de corto alcance, incluidos los dispositivos de transmisión de datos en banda ancha y los dispositivos de telemática en el tráfico y el transporte que operan conforme a lo siguiente:

⁴⁰ Norma Técnica ENACOM-Q2-63.02 V23.1, disponible para consulta en: https://www.enacom.gob.ar/multimedia/noticias/archivos/202308/archivo_20230823101411_4972.pdf

⁴¹ Disponible para consulta en: <http://www.vscbcorp.com/upload/1/cms/content/editor/1700123927371.pdf>

⁴² Disponible para consulta en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019D1345>

Banda No.	Banda de frecuencias	Categoría de dispositivos de corto alcance	PIRE máxima	Potencia de transmisión máxima	Densidad de PIRE máxima	Ganancia de la antena	Otras consideraciones
75	57-71 GHz	Dispositivos de transmisión de datos de banda ancha	40 dBm	-	23 dBm/MHz	-	Aplican los requisitos sobre técnicas de acceso al espectro y mitigación de interferencias. No se permiten instalaciones fijas en el exterior.
75a	57-71 GHz	Dispositivos de transmisión de datos de banda ancha	40 dBm	27 dBm	23 dBm/MHz	-	La potencia de transmisión máxima se mide en el puerto o puertos de la antena. Aplican los requisitos sobre técnicas de acceso al espectro y mitigación de interferencias.
75b	57-71 GHz	Dispositivos de transmisión de datos de banda ancha	55 dBm	-	38 dBm/MHz	≥ 30 dBi	Aplican los requisitos sobre técnicas de acceso al espectro y mitigación de interferencias. Aplica sólo para instalaciones fijas en exteriores.
77	63.72-65.88 GHz	Dispositivos de telemática en el tráfico y el transporte	40 dBm	-	-	-	Solo aplica a sistemas de vehículo a vehículo, vehículo a infraestructura y de infraestructura a vehículo.

Tabla 17. Parámetros técnicos para la operación de dispositivos de corto alcance relacionados con la banda 57-71 GHz y establecidos en Europa conforme a la Decisión de Ejecución (UE) 2019/1345.

Los parámetros y condiciones señalados en la Tabla 17 también se incluyen en los anexos 3 y A de la Recomendación (70-03) de la ERC⁴³, que recomienda a los países de la CEPT a implementar dichos parámetros y condiciones. De lo anterior, algunos de los países europeos que han adoptado estas disposiciones de la Comisión Europea son: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Eslovaquia, Eslovenia, España, Finlandia, Francia, Italia, Irlanda, Islandia, Letonia, Liechtenstein, Lituania, Macedonia del Norte, Portugal, Reino Unido, Suecia, Suiza y Turquía.

Aunado a esto, la Decisión (09) 01 de la ECC “*Harmonised use of the 63.72-65.88 GHz frequency band for Intelligent Transport Systems (ITS)*”⁴⁴ orienta a los países de la CEPT a designar el segmento 63.72-65.88 GHz para aplicaciones STI y a exentar los equipos STI correspondientes de una licencia individual.

Adicionalmente, los requerimientos de interfaz para los sistemas que operan en la banda 64-71 GHz, o partes de esta, se especifican en el estándar de la ETSI EN 302 567 “*Multiple-Gigabit/s radio equipment operating in the 60 GHz band; Harmonised Standard for access to radio spectrum*”⁴⁵, el cual especifica las características técnicas y los métodos de medición de los equipos radioeléctricos con antenas integradas que funcionan en interiores o exteriores a velocidades de datos de varios gigabits por segundo en la gama de frecuencias de 57-71 GHz. Los equipos que

⁴³ Disponible para consulta en: <https://docdb.cept.org/download/4435>

⁴⁴ Disponible para consulta en: <https://docdb.cept.org/download/1564>

⁴⁵ ETSI (2021-07), EN 302 567, V2.2.1. Consultable en: https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/302500_302599/302567/02.02.01_60/en_302567v020201p.pdf

operen en esta banda de frecuencias para aplicaciones exteriores de extensión de red de área local fija (FLANE) o de punto a punto fijos no entran dentro del ámbito de dicho estándar.

A su vez, la parte 2 del estándar ETSI EN 302 217⁴⁶ especifica los requerimientos y características para equipos y antenas de sistemas punto a punto en las bandas de frecuencias desde 1 GHz y hasta 86 GHz.

Por otro lado, algunos países que forman parte de la CEPT, entre ellos Noruega y Eslovaquia utilizan un régimen exento de licencia para el uso del segmento 57-66 GHz, mientras Lituania, Países Bajos y Turquía utilizan el régimen de licencia “*Individual*”⁴⁷, “*Light*”⁴⁸ o “*LIPD*”⁴⁹ (en el caso de Australia) para el mismo segmento de frecuencias, principalmente para sistemas inalámbricos fijos, enlaces de microondas y dispositivos de corto alcance.

Reino Unido

En el Reino Unido es posible que los usuarios puedan hacer uso del espectro radioeléctrico en la banda 64-71 GHz con o sin un título habilitante. En primera instancia, cualquier interesado puede acceder a bandas de frecuencias dentro del rango EHF (del inglés, *Extremely High Frequency*) para diversas aplicaciones de conectividad inalámbrica a través de una licencia de acceso denominada “*licencia EHF*”, con el fin de promover la innovación y habilitar nuevos casos de uso del espectro radioeléctrico en Reino Unido.

En este sentido, la Ofcom emitió en 2021 un documento con directrices sobre el licenciamiento de bandas de frecuencias dentro del rango EHF⁵⁰, que incluye las bandas 57-71 GHz, 116-122 GHz, 174.8-182 GHz y 185-190 GHz. Particularmente, Ofcom estableció que la autorización necesaria para usar la banda 57-71 GHz varía dependiendo de los equipos utilizados, para el caso de dispositivos que operan con un límite de PIRE más de 40 dBm y hasta un máximo de 55 dBm es necesario contar con una licencia para operar, además de que estos niveles de potencia están restringidos solo al uso fijo en exteriores.

Por otro lado, para el caso de que el sistema y/o las estaciones operen por debajo de los 40 dBm de PIRE en la banda 57-71 GHz, es posible que estos se encuentren cubiertos por la regulación de Ofcom exenta de licencia, siempre y cuando se respeten las condiciones técnicas mínimas a las cuales deben sujetarse los dispositivos, las cuales se encuentran dentro de los requerimientos de interfaz de Reino Unido 2030 “*Exención de licencia para dispositivos de corto alcance*”⁵¹. En resumen, se presentan a continuación las características y parámetros aplicables para la banda 64-71 GHz:

⁴⁶ ETSI (2021-10) EN 302 217-2 V3.3.1, Parte 2. Consultable en:

https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/302200_302299/30221702/03.03.01_60/en_30221702v030301p.pdf

⁴⁷ Licencia <<individual>> Se basa en una coordinación enlace por enlace, generalmente realizado bajo supervisión de una administración, es frecuente que esta administración delegue esta coordinación a los operadores.

⁴⁸ Licencia <<Light>> Es una combinación de exento de licencia y la obligación del usuario a notificar al regulador o administración las características y parámetros técnicos para que estos sean registrados en una base de datos.

⁴⁹ Licencia <<LIPD, por sus siglas en inglés “*Low interference potential devices*”>>. Se utilizan para permitir el uso de dispositivos de corto alcance en frecuencias compartidas. La licencia de clase LIPD está disponible, de forma gratuita, en el Registro Federal de Legislación en www.legislation.gov.au.

⁵⁰ Ofcom (2021). *Spectrum Access: EHF License, Licensing guidance document*. Disponible en: https://www.ofcom.org.uk/data/assets/pdf_file/0025/203767/spectrum-access-ehf-license-guidance.pdf

⁵¹ Disponible en: https://www.ofcom.org.uk/data/assets/pdf_file/0028/84970/ir-2030.pdf

Tipo de sistema	PIRE máxima	Densidad espectral de PIRE máxima	Potencia de salida del transmisor máxima	Otras consideraciones
Sistema de transmisión de datos de banda ancha (WBDS) que no forme parte de una instalación en exteriores fija	≤ 40 dBm	23 dBm/MHz	-	Los equipos pueden ser usados en aeronaves.
WBDS que forma parte de una instalación en exteriores fija	≤ 40 dBm	-	27 dBm	Los equipos no pueden ser usados en aeronaves
Telemática de transporte y tráfico (63.72-65.88 GHz)	≤ 40 dBm	-	-	Solo para sistemas vehículo-vehículo, vehículo-infraestructura e infraestructura-vehículo. No se permite el uso en aeronaves.

Tabla 18. Parámetros técnicos para la operación de la banda 57-71 GHz establecidos en el Reino Unido.

Disposiciones internacionales aplicables

A nivel mundial existen diversos organismos e instituciones que se encargan de estudiar, analizar y elaborar lineamientos, reglas, normas, condiciones de uso y recomendaciones que coadyuven con el desarrollo de tecnologías inalámbricas homologadas internacionalmente por parte de los desarrolladores y fabricantes de dispositivos de radiocomunicaciones. Los estándares, recomendaciones, reportes y especificaciones técnicas relacionados con la banda 64-71 GHz están listadas en las Tablas 19 y 22 siguientes.

Organismo	Estándar	Descripción
IEEE ⁵²	IEEE Std 802.16-2017	Estándar IEEE que especifica la interfaz aérea de los sistemas fijos y móviles punto a multipunto de acceso de banda ancha inalámbrica para proveer múltiples servicios en un rango de operación de 10-66 GHz.
	IEEE Std 802.11-2020 (802.11ad)	(<i>Wi-Gig</i>) - Estándar para redes de área personal inalámbricas de alta velocidad (hasta 7 Gbps) que utiliza la banda de ondas milimétricas de 64-71 GHz. Principalmente para aplicaciones: transferencia de datos de alta velocidad, streaming de video, etc.
	IEEE Std 802.11ay-2021	Estándar para sistemas, redes de área local y metropolitana: requisitos específicos para operación en bandas exentas de licencia por encima de 45 GHz.
	IEEE Std 802.11az-2022	
	IEEE Std 802.11ax-2021	Estándar IEEE para tecnología de la información: telecomunicaciones e intercambio de información entre sistemas, redes de área local y metropolitana - Mejoras para WLAN de alta eficiencia.
3GPP	TS 38.101-2 (NR)	Especificación técnica de la interfaz radioeléctrica de New Radio (NR) para el rango de frecuencias FR2, incluyendo la banda 57-71 GHz denominada n263 y con un modo de duplexaje TDD. Se utiliza para comunicaciones móviles 5G de alta velocidad y baja latencia, algunas de las aplicaciones son: banda ancha móvil, Internet de las Cosas (IoT), comunicaciones masivas de máquina a máquina, etc.
ETSI	EN 305 550	Cuestiones de compatibilidad electromagnética y espectro radioeléctrico (ERM); Dispositivos de Corto Alcance (SRD); Equipos de radio a utilizar en el rango de frecuencias de 40 GHz a 246 GHz.

⁵² Página oficial de IEEE-Estándares: <http://standards.ieee.org>.

Organismo	Estándar	Descripción
	EN 302 567	Equipos de radio de múltiples Gigabit/s que funcionan en la banda de 60 GHz; estándar armonizado para el acceso al espectro radioeléctrico.
	EN 303 722	Sistemas de transmisión de datos de banda ancha (WDTS) para equipos de radio de redes fijas que funcionan en la banda 57-71 GHz; estándar armonizada para el acceso al espectro radioeléctrico.
	EN 303 753	Sistemas de transmisión de datos de banda ancha (WDTS) para equipos de radio fijos y móviles que funcionan en la banda 57-71 GHz; estándar armonizada para el acceso al espectro radioeléctrico.

Tabla 19. Estándares relevantes de la banda de frecuencias 64-71 GHz.

A continuación, se mencionan las características técnicas de operación de los principales estándares de la IEEE para la banda de frecuencias 60 GHz:

Estándar IEEE	Frecuencia de operación	Modulación	Velocidad máx.	Distancia máx.
802.11ad	60 GHz	OFDM, SC	7 Gbps	9 m
802.11ay	60 GHz	OFDM, SC	10 Gbps	300-500 m
802.11az	60 GHz	MIMO, OFDM	10 Gbps	91-152 m
802.11ax	< 60 GHz	MIMO, OFDM	-	-

Tabla 20. Estándares IEEE de la banda de frecuencias 60 GHz.

Así mismo, en la Tabla 21 se incluye la canalización de los sistemas que operan bajo la familia de estándares IEEE 802.11.

Canal	Frecuencia central (GHz)	Frecuencia inferior (GHz)	Frecuencia superior (GHz)	Ancho de banda del canal (GHz)
1	58.32	57.24	59.40	2.16
2	60.48	59.40	61.56	
3	62.64	61.56	63.72	
4	64.80	63.72	65.88	
5	66.96	65.88	68.04	
6	69.12	68.04	70.20	

Tabla 21. Canalización del estándar IEEE 802.11.

Organismo	Documento	Título
UIT-R	Recomendación ITU-R F.746-11	Disposiciones de radiofrecuencia para sistemas del servicio fijo.
	Recomendación UIT-R F.1497-2	Disposición de radiocanales para los sistemas inalámbricos fijos que funcionan en la banda 55,78-66 GHz.
	Recomendación UIT-R RS.1259	Viabilidad de la compartición entre sensores ⁵³ pasivos a bordo de vehículos espaciales y el servicio fijo de 50 a 60 GHz.
	Recomendación UIT-R SM.1265-1	Métodos de asignación alternativos nacionales.

⁵³ <<sensores pasivos a bordo de vehículos espaciales>> incluyen los sensores a bordo de satélites que funcionan en los servicios de exploración de la Tierra por satélite (pasivo) y los servicios de investigación espacial (pasivo).

Organismo	Documento	Título
	Recomendación UIT-R P.1410-6	Datos de propagación y métodos de predicción necesarios para el diseño de sistemas terrenales de acceso radioeléctrico de banda ancha que funcionan en una gama de frecuencias de 3 a 60 GHz aproximadamente.
	Recomendación ITU-R M.1450-5	Características de las redes radioeléctricas de área local de banda ancha.
	Recomendación UIT-R M.2003-2	Sistemas inalámbricos de múltiples gigabits en frecuencias en torno a 60 GHz.
	Informe UIT-R M.2227-2	Uso de sistemas inalámbricos de múltiples gigabit en frecuencias alrededor de 60 GHz.
	Informe UIT-R F.2107-2	Características y aplicaciones de los sistemas fijos inalámbricos que operan en los rangos de frecuencia entre 57 GHz y 134 GHz.
	Recomendación UIT-R SM.2103-0	Armonización mundial de categorías de dispositivos de corto alcance.
	Informe UIT-R SM.2153-9	Parámetros técnicos y operacionales y uso del espectro para dispositivos de radiocomunicación de corto alcance.
ECC	Recomendación (05)02	Uso de la banda de frecuencias 64-66 GHz para el servicio fijo.
	Decisión (09)01	Uso armonizado de la banda de frecuencias 63.72-65.88 GHz para sistemas de transporte inteligente (STI).
	Informe 288	Condiciones para la coexistencia entre el servicio fijo y otras aplicaciones/usuarios incumbentes en exteriores en el rango 57-66 GHz.
	Informe 176	El impacto de Dispositivos de Corto Alcance (SRDs) no específicos sobre servicios de radio en la banda 57-66 GHz.
	Informe 114	Estudios de compatibilidad entre sistemas inalámbricos de múltiples gigabit en el rango de frecuencias 57-66 GHz y otros servicios y sistemas (exceptuando STI en 63-64 GHz).
ERC	Recomendación ERC 70-03	Relacionado con el uso de dispositivos de corto alcance.
CEPT	Recomendación T/R 22-03	Uso recomendado provisional para el rango de frecuencias 54.25-66 GHz para sistemas fijos terrestres y móviles.
ETSI	Informe técnico TR 102 555	Compatibilidad electromagnética y asuntos de espectro radioeléctrico (ERM); Características técnicas de múltiples gigabits. Sistemas inalámbricos en el rango de 60 GHz.
	Especificación técnica TS 103 361	Dispositivos de corto alcance (SRD) utilizando tecnología de banda ultra ancha (UWB); Requisitos técnicos del receptor, parámetros y procedimientos de medición para cumplir con los requisitos de la Directiva 2014/53/UE.
	Informe técnico TR 103 583	Características de múltiples sistemas inalámbricos Gigabit (MGWS) en el espectro de radioeléctrico entre 57 GHz y 71 GHz.
	Informe de Grupo GR mWT 012	Backhaul inalámbrico 5G/X-Haul.

Tabla 22. Recomendaciones, informes y especificaciones técnicas referentes a la banda de frecuencias 64-71 GHz.

Sistemas que operan en la banda 64-71 GHz

La banda 64-71 GHz es una banda de frecuencias de interés para distintas organizaciones de estandarización, así como para diversos consorcios fabricantes de equipos o sistemas de comunicación a nivel mundial, toda vez que permite una amplia transferencia de datos a distancias menores en comparación con bandas de frecuencias inferiores. Además, el uso y aprovechamiento de este espectro radioeléctrico se ha potenciado debido a que en diversos países se adoptó su uso sin necesidad de que los usuarios finales obtengan una concesión, licencia o autorización como se señaló anteriormente.

En este sentido, la banda 64-71 GHz es utilizada para una amplia variedad de aplicaciones y sistemas de comunicaciones inalámbricas de corto alcance y alta capacidad, tales como: radioenlaces punto a punto y punto a multipunto de alta capacidad, redes inalámbricas de área local (WLAN) y de área personal (WPAN) de alta velocidad, tales como los sistemas Wi-Gig, sistemas de transporte inalámbrico, sensores de perturbación de campo o radares, dispositivos de corto alcance y DRCA, entre otros. Asimismo, la banda 64-71 GHz se proyecta para el posible desarrollo de dispositivos que integren el Internet de las Cosas (IoT) y la tecnología 5G, debido a su transmisión de grandes volúmenes de datos y a las condiciones de propagación atmosférica de dicha banda (atenuación).

De lo anterior, el desarrollo tecnológico en la banda 64-71 GHz se ha incrementado de manera considerable, sobre todo en el desarrollo de dispositivos de acceso inalámbrico que pueden cubrir las necesidades de comunicación inalámbrica de los usuarios finales, además de proveer diversos servicios de radiocomunicaciones a la población en general. Es así que, al realizar una investigación respecto de equipos y dispositivos que pueden operar en la banda 64-71 GHz, se encontró una variedad de fabricantes que desarrollan equipos y que actualmente cuentan con diferentes tipos de dispositivos y equipos disponibles en la banda.⁵⁴

A continuación, se incluye una breve descripción de algunos sistemas que pueden operar en la banda 64-71 GHz.

Sistemas de comunicación inalámbrica de alta capacidad

Redes WLAN y WPAN

Las redes WLAN y WPAN utilizan sistemas de conectividad de múltiples gigabits con baja latencia, haciendo uso de tecnologías como Wi-Gig⁵⁵, que permite alcanzar velocidades de transmisión de datos muy altas en distancias cortas, incluso en entornos con un gran número de usuarios conectados. Wi-Gig es ampliamente utilizado en aplicaciones de realidad virtual (VR), transmisión multimedia, videojuegos, conexión inalámbrica y aplicaciones empresariales que demandan conexiones de alta velocidad y uso intensivo de datos.

Algunos casos de uso de Wi-Gig incluyen:

- Acoplamiento inalámbrico entre dispositivos como teléfonos inteligentes, computadoras portátiles, proyectores y tabletas.
- Transmisión simultánea de múltiples vídeos y películas de ultra alta definición (UHD).
- Experiencias de juego más inmersivas, realidad aumentada (AR) y realidad virtual (VR).
- Descarga rápida de películas en alta definición (HD).
- Servicios de acceso público y de aplicaciones con uso intensivo de ancho de banda.

Es importante resaltar que los dispositivos que cuenten con la tecnología Wi-Gig pueden ser compatibles con dispositivos Wi-Fi y con otras redes WLAN/WPAN que operan en otras bandas de frecuencias (p. ej. 2.4 GHz y 5 GHz), no obstante, las aplicaciones basadas en Wi-Gig no reemplazan a estas últimas redes, sino que las complementan mediante otros casos de uso que demandan alcanzar velocidades desde 7 Gbps y hasta 10 Gbps, así como anchos de banda muy altos en distancias cortas, en virtud de las características identificadas en los estándares IEEE 802.11 para la banda de 60 GHz.

Sistemas de comunicaciones punto a punto y punto a multipunto

⁵⁴ Fabricantes de equipos de radio para radioenlaces del servicio fijo, dispositivos de ruteo DRCA, chipsets, sensores y radares, sin orden de prelación de manera enunciativa más no limitativa: IgniteNet, Lightpointe, Siklu by Ceragon, Intracom Telecom, Intel, DVDO, Dell Technologies, Atari Corporation, MikroTik, Qualcomm Technologies Co., Ltd., Dell Technologies, HiSilicon Technologies Co., Ltd., Airlinx Bridgewave, TP-Link, Siversima, Ignition Design Labs, Keysight Technologies, Elva-1, HXI (LightPointe), BridgeWave Communications, Sub10 Systems, Intracom Telecom, Proxim Wireless, RADWIN, ALGcom, MikronTik, Socionext Inc, Infineon Technologies, Lattice Semiconductor, Peraso Technologies Analog Device, Broadcom, Samsung.

⁵⁵ Para más información consultar: <https://www.wi-fi.org/discover-wi-fi/wi-fi-certified-wigig>

Los sistemas de comunicación diseñados para establecer enlaces de alta velocidad y capacidad entre ubicaciones fijas, especialmente en entornos urbanos densos donde el espectro de frecuencias está altamente congestionado, mayormente conocidos como radioenlaces punto a punto (PaP) y punto a multipunto (PaM), pueden funcionar como *backhaul* para redes móviles, sistemas de transporte inalámbrico, conexiones de alta velocidad en áreas urbanas, enlaces de respaldo de fibra óptica, sistemas de videovigilancia, redes de sensores para IoT, entre otros.

Las características principales de los sistemas PaP y PaM en la banda 64-71 GHz son:

- Anchos de banda de 2 a 7 GHz.
- Distancias de 100m hasta 2 kilómetros (dependiendo las condiciones del entorno).
- Alta capacidad de transmisión de datos.
- Muy baja latencia.
- Disminución de interferencias debido a su haz estrecho y direccional entre el transmisor y el receptor.

Es preciso resaltar que los sistemas PaP y PaM son habilitadores de esquemas como *Beamforming*, MIMO y modulación adaptativa, entre otros, y utilizan esquemas de segmentación y canalización definidas en las recomendaciones del UIT-R y los estándares ETSI para tecnologías fijas de múltiples gigabit. Asimismo, existen varios ejemplos de despliegues de redes de radioenlaces PaP y PaM en diversos países, tales como EE. UU.⁵⁶, Japón⁵⁷, Utah⁵⁸, entre otros, para proporcionar conectividad inalámbrica de *backhaul* y seguridad en el transporte de gran cantidad de datos.

Sistemas o dispositivos de corto alcance

Sistemas de sensores / radares para la detección y seguimiento de objetos, personas, etc.

Los dispositivos y sistemas utilizados para detectar, localizar y seguir objetos son dispositivos que emiten señales de radiofrecuencia para posteriormente captar las señales reflejadas y realizar el análisis de estas con el objeto de determinar diversos parámetros como la distancia, velocidad, ubicación o características de los objetos. Estos sistemas se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones, que van desde su aplicación en vehículos y para innovadoras aplicaciones de detección de movimiento, entre otras.

Las características principales de estos sistemas incluyen:

- Alta resolución que permite detectar y distinguir objetos cercanos entre sí.
- Precisión en la medición de velocidad mediante el efecto Doppler.
- Bajo consumo de energía en comparación con otros sistemas de detección.
- Tamaño compacto, facilitando su implementación en diversos dispositivos, desde teléfonos inteligentes hasta vehículos.

Por otra parte, es preciso resaltar que existen diversos tipos de sistemas de radares, entre los que destacan:

- Radares de onda continua de frecuencia modulada (FMCW), los cuales emiten una señal continua cuya frecuencia varía en el tiempo. Estos radares son ideales para medir distancias y velocidades simultáneamente.

⁵⁶ Disponible para consulta en: <https://brandcentral.cambiumnetworks.com/m/502aefe8fe5b15ac/original/Class-1-Freight-Rail-Operator-Deploys-Multi-Gbps-60-GHz-cnWave-at-Major-Yard-09222021.pdf>

⁵⁷ Para mayor referencia consultar el siguiente enlace: <https://www.nippon.com/es/features/h10003/>

⁵⁸ Disponible para consulta: <https://www.cambiumnetworks.com/resource/salt-lake-city-breaks-down-silos-to-deliver-public-wi-fi/>

- Radares de onda pulsada o de pulso, los cuales emiten pulsos cortos utilizando poca energía y midiendo el tiempo de retorno del pulso, son utilizados principalmente para aplicaciones de mayor alcance, por ejemplo, la medición de distancia, localización de un objeto o persona.
- Radares de apertura sintética o 4D, los cuales utilizan el movimiento del radar para reconstruir objetos y crear imágenes de alta resolución, utilizados principalmente para mapeo y detección de obstáculos. Las aplicaciones de estos radares son principalmente para vehículos como sistemas anticolidión, asistencia al aparcamiento, detección de peatones/ciclistas, conducción autónoma; aplicaciones en seguridad y vigilancia como detección de intrusos o de objetos ocultos, y en líneas de producción de las industrias mediante la medición de niveles de líquidos, entre otros.

Estos sistemas han experimentado una rápida evolución en los últimos años, demostrando un gran potencial para aplicaciones que demandan alta precisión en la detección y seguimiento de objetos, particularmente en entornos complejos o dinámicos. Su versatilidad y precisión los han convertido en herramientas fundamentales para una amplia gama de aplicaciones en el contexto de la Industria 4.0.

Sistemas de radiocomunicación de corto alcance

Los sistemas de radiocomunicación de corto alcance o DRCA pueden funcionar como aplicaciones de IoT, VR y AR, *wearables*, así como para otras aplicaciones que operen en la banda 64-71 GHz con baja potencia. Estos sistemas pueden operar en distancias cortas, pero ofrecen velocidades de datos muy altas, lo que los hace adecuados para aplicaciones como transmisión de video de alta definición en tiempo real y comunicaciones de alta velocidad y complementar las redes Wi-Gig y otras redes WLAN y WPAN.

Adicionalmente, con base en la Recomendación UIT-R SM.2103 los DRCA no requieren de una atribución de frecuencias específica y pueden operar en diversas banda de frecuencias. En la actualidad existe una amplia gama de DRCA, mismos que contribuyen al aumento de la demanda masiva y global de espectro radioeléctrico por parte de estos dispositivos y los servicios de radiocomunicaciones; lo que aumenta la necesidad de armonizar las bandas de frecuencias para los DRCA a nivel mundial. La armonización del espectro radioeléctrico para los DRCA es fundamental para su desarrollo y funcionamiento, ya que además de permitir una mejor gestión del espectro radioeléctrico, contribuye en la investigación y el desarrollo de nuevas aplicaciones. Entre algunas aplicaciones DRCA que han tenido un mayor desarrollo y comercialización alrededor del mundo se encuentran las siguientes⁵⁹:

- Sistemas para telemando y telemetría.
- Aplicaciones de audio (micrófonos inalámbricos, sistemas *in-ear monitoring*).
- Sistemas para la transmisión de datos (sistemas de acceso inalámbrico (WAS), sistemas de banda ultra ancha (UWB)).
- Aplicaciones en sistemas de transporte (monitoreo remoto a través de sensores, identificación de vehículos, sistemas de balizas).
- Equipos de detección de movimiento.
- Alarmas, *wearables*, identificación de radiofrecuencia (RFID).
- Aplicaciones médicas, entre otros.

En términos generales, la banda de 64-71 GHz brinda un amplio abanico de aplicaciones en comunicaciones de alta velocidad, radar y aplicaciones inalámbricas de corto alcance, convirtiéndola en un recurso valioso para diversas industrias y usos.

⁵⁹ Instituto Federal de Telecomunicaciones (2018). Dispositivos de Radiocomunicaciones de Corto Alcance: recomendaciones para su regulación en México. Disponible para consulta en: https://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenido/general/espectro-radioelectrico/estudio_drca.pdf

CONCLUSIÓN

Con base en el análisis realizado al marco regulatorio nacional e internacional, así como de las mejores prácticas internacionales, se estima oportuno clasificar la banda 64-71 GHz como espectro libre, bajo lineamientos y especificaciones adecuados para aprovechar los beneficios de las tecnologías disponibles y el avance tecnológico, así como para propiciar una armonización en el uso de la banda 64-71 GHz en la región de las Américas. Lo anterior toma particular relevancia para los servicios y aplicaciones inalámbricos que permitan conectar a la población en general e incentivar al desarrollo de equipos y nuevas aplicaciones que contribuyan a mitigar la brecha digital.

El análisis realizado demuestra que en la banda de 64-71 GHz se pueden utilizar múltiples sistemas y aplicaciones tales como:

- a) Transmisores de radioenlaces fijos punto a punto y punto a multipunto ubicados en exteriores
 - Radio enlaces para transmisión de datos en puntos determinados y distancias cercanas.
 - Radio enlaces de alta capacidad.
 - Puntos de acceso en exteriores bajo áreas determinadas.
 - *Backhaul* (red de retorno) de redes fijas o móviles (3G/4G/5G) en áreas reducidas.
 - Interconexión de oficinas, edificios, etc.
 - Gigabit para el hogar.
 - Comunicación vía-tren.
- b) Sensores de perturbación de campo/radares y sensores de movimiento
 - Dispositivos de proximidad y detectores de movimiento.
 - Dispositivos para detección de personas y de objetos dentro de su radio de acción.
 - Sensores de sistemas para asistencia al conductor (ADAS).
 - Radares anticolidión para vehículos autónomos.
- c) Dispositivos de radiocomunicación de corto alcance (DRCA)
 - Conectividad de video vigilancia (CCTV, *Video surveillance connectivity*).
 - Dispositivos de realidad virtual (VR) o realidad aumentada (AR).
 - Dispositivos de asistencia auditiva.
 - Dispositivos para el telecomando y la telemetría.
 - Dispositivos para monitoreo en tiempo real y comunicación de residencias (voz y video).
- d) Cualquier sistema, equipos o estación no considerados anteriormente
 - Redes de radiocomunicaciones *Gigabit Wireless System* (MGWS).
 - Sistemas con Wi-Gig es que permitirá que los dispositivos se comuniquen inalámbricamente y con velocidades de varios gigabits por segundo (mediante la tecnología *beamforming*).
 - Sistemas de acceso inalámbrico (WAS) o Sistemas de Banda Ultra Ancha (UWB).
 - Adaptador de medios visuales.
 - Acceso inalámbrico fijo.

Es preciso señalar que, en la CMR-19 se identificó la banda 66-71 GHz para las IMT, sin que esto impida la utilización de la banda por otros servicios o aplicaciones o establezca prioridad alguna en el RR. No obstante, a la fecha no se tiene registro de sistemas IMT que operen en la banda, asimismo, conforme a una búsqueda en la base de datos de la *Global mobile Suppliers Association* (GSA)⁶⁰ no se cuenta con registro de dispositivos utilizados para las IMT en la banda 66-71 GHz.

Finalmente, la propuesta de clasificar la banda de frecuencias de 64-71 GHz como espectro libre, ofrece ventajas significativas, tales como:

⁶⁰ Página oficial de la GSA, disponible para consulta en: <https://gsacom.com/gambod/>

1. Mayor disponibilidad de espectro para uso libre lo que permitirá el desarrollo y despliegue de nuevas tecnologías y aplicaciones inalámbricas.
2. Fomentar la innovación y el desarrollo de nuevos dispositivos, servicios y aplicaciones que puedan aprovechar las características técnicas de la banda 64-71 GHz.
3. Armonización en la Región de las Américas, lo cual facilitará la compatibilidad de dispositivos reduciendo costos y facilitando el despliegue de nuevas tecnologías y servicios, y fomenta la compatibilidad global.
4. Los usuarios finales se beneficiarán de una mayor oferta de servicios y aplicaciones inalámbricas de alta velocidad y rendimiento, fomentando la conectividad y reduciendo la brecha digital.