

Análisis de la banda de 60 GHz para su posible clasificación como espectro libre



Análisis de la banda de 60 GHz para su posible clasificación como espectro libre

Índice

1. Introducción	2
2. Alcance y Objetivos	3
3. Antecedentes	3
Uso eficiente	3
Atribución	4
Atribuciones en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT	4
Notas Relevantes en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT	5
Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias	6
Notas Nacionales Relevantes	6
Estandarización y Recomendaciones	7
Estándares	7
Recomendaciones	8
Disponibilidad tecnológica	9
Homologación de Equipos.....	9
Diversidad de Equipos.....	9
4. Tendencias Internacionales.....	11
Panorama Internacional.....	11
Región 1.....	11
Región 2.....	12
Región 3.....	13
5. Resultados del proceso de opinión pública	13
6. Conclusión	14
Condiciones de operación permitidas en la banda de frecuencias 57-64 GHz.....	15
Condiciones para las operaciones permitidas en la banda de frecuencias 57-64 GHz.....	15
Operaciones no permitidas	16
7. Referencias.....	17

1. Introducción

El espectro radioeléctrico es un recurso finito, extremadamente escaso y de un valor estratégico sin precedentes en el contexto económico y tecnológico actual. Por tal motivo, la gestión, administración y planificación del espectro se revela como una labor fundamental y con una enorme incidencia en los aspectos social y económico de cada país.

En el contexto mundial, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) es el organismo especializado de las Naciones Unidas para las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC); específicamente, el sector de Radiocomunicaciones (UIT-R) es el encargado de atribuir el espectro radioeléctrico y las órbitas satelitales a escala mundial, así como de elaborar normas técnicas o recomendaciones que garanticen la interconexión continua de las redes y las tecnologías.

Particularmente el desarrollo de sistemas y la planificación para servicios fijos y móviles han evolucionado vertiginosamente durante los últimos años. Esta evolución se debe, en gran parte, a la tendencia hacia una mayor demanda y competencia en la prestación de servicios de telecomunicaciones. Lo anterior, impacta directamente en la necesidad de contar con segmentos del espectro radioeléctrico para la operación de las diversas aplicaciones de estos servicios.

Actualmente, las redes de banda ancha utilizan principalmente bandas o segmentos del espectro por debajo de 3 GHz, debido a las características propias de propagación y a las economías de escala existentes para estos segmentos; sin embargo, con el avance de la tecnología se han comenzado a utilizar bandas de frecuencias superiores a los 3 GHz para diversos sistemas inalámbricos, con mayor interés en segmentos entre 24 y 300 GHz.

En este sentido, debido a las características de propagación reducida y de fácil absorción atmosférica en las bandas de frecuencias por encima de los 24 GHz, estas se utilizan generalmente para el establecimiento de enlaces de alta capacidad a distancias cortas y para dispositivos de corto alcance, los cuales son indispensables para satisfacer la demanda de comunicaciones y la transferencia de información en la actualidad.

Asimismo, este tipo de bandas de frecuencias pueden ser utilizadas para redes de área local, sistemas que requieran de una alta tasa de transmisión, así como en sistemas en los que existan varios transmisores operando en proximidad. La operación de estas redes con estas configuraciones permite un alto grado de reúso de espectro, lo que fomenta el uso eficiente del mismo.

Es importante mencionar que en años recientes existe un aumento significativo en el uso de dispositivos inteligentes, portátiles o personales conectados principalmente a redes inalámbricas (WiFi y/o Bluetooth), los cuales tienen la característica de operar utilizando frecuencias del espectro radioeléctrico en las que no se tiene la necesidad de contar con un permiso, autorización, asignación o concesión para poder explotarlas. En México, este tipo de bandas de frecuencias se conocen como espectro libre.

En esta tesitura, la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión (LFTyR), en el Artículo 55, fracción II prevé esta figura para su autorización, y define el espectro libre como:

***“Espectro libre:** Son aquellas bandas de frecuencias 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”*

2. Alcance y Objetivos

Las bandas de frecuencias clasificadas como espectro libre, son fundamentales para dar servicio a una gran variedad de aplicaciones de índole social, público, privado y comercial en zonas interurbanas y rurales. Dichas bandas de frecuencias son utilizadas masivamente para el despliegue de redes inalámbricas y algunas de ellas pueden llegar a niveles de ocupación elevados.

Por otro lado, la convergencia en las comunicaciones digitales (datos, voz, imágenes y vídeo) ha dado lugar al surgimiento vertiginoso de tendencias tecnológicas para los servicios fijo y móvil. Actualmente, esta tendencia ha regido en gran medida tanto en las redes de acceso, como en segmentos identificados como espectro libre. Lo anterior, ha dado lugar a una revolución en el desarrollo de diversas tecnologías de comunicación y ha permitido incrementar la competencia en el mercado, así como la disminución del costo de los dispositivos correspondientes.

Derivado de lo anterior, se estima necesario estudiar y analizar las tecnologías que permitan el uso eficiente de las bandas de frecuencias idóneas para el despliegue de los desarrollos y aplicaciones antes mencionados. Por tanto, el presente documento consolida la información referente a los usos, tendencias y planificación de la banda de frecuencias de 57 a 64 GHz (banda de 60 GHz), con el objeto de evaluar la clasificación de este recurso espectral como espectro libre, para que en caso que así sea, sea posible satisfacer estas necesidades.

A consecuencia y derivado de las atribuciones que tiene el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) como regulador de las Telecomunicaciones y la Radiodifusión en México, se pretende contribuir en las políticas económicas y sociales que permitan la extensión de negocios, servicios educativos, servicios de salud, acceso a servicios financieros, entre otros que permitan a nuestro país obtener un crecimiento en el sector de la telecomunicaciones y el reducir la brecha digital.

Lo anterior con apego al Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, Meta IV. México Próspero Objetivo 4.5 *“Democratizar el acceso a servicios de telecomunicaciones.”*, Estrategia 4.5.1 *“Impulsar el desarrollo e innovación tecnológica de las telecomunicaciones que amplíe la cobertura y accesibilidad para impulsar mejores servicios y promover la competencia, buscando la reducción de costos y la eficiencia de las comunicaciones”*, contribuyendo con el Gobierno de México para impulsar el avance hacia la eliminación de la brecha digital.

3. Antecedentes

Uso eficiente

El espectro radioeléctrico es un bien de dominio público finito cuya titularidad, gestión, planificación, administración y control corresponden al Estado, quien debe garantizar su uso eficaz, favorecer el desarrollo tecnológico, la innovación y promover su uso como factor de desarrollo económico.

Una condición necesaria para el desarrollo del sector, es la eficiencia en el uso del espectro. Para conseguir la mayor eficacia posible se debe considerar que la gestión del espectro radioeléctrico es un tema clave en un entorno en el que las redes inalámbricas se vuelven cada vez más importantes.

La evolución tecnológica permite el incremento de servicios que pueden operar en una misma banda de frecuencias mediante el desarrollo de sistemas para lograr un uso más eficiente del espectro. A este respecto, se pueden mencionar tres tipos de eficiencia¹ del espectro radioeléctrico:

- **Eficiencia técnica:** se refiere a la máxima utilización de las frecuencias del espectro radioeléctrico, tomando en cuenta los parámetros de operación necesarios como bandas de guarda e interferencias perjudiciales entre los servicios.
- **Eficiencia social:** favorece el desarrollo social mediante la competencia, fomentando el acceso a una amplia gama de servicios que satisfagan las necesidades de a los usuarios finales.
- **Eficiencia económica:** busca la distribución eficaz espectro radioeléctrico para producir el mayor beneficio para la sociedad y maximiza el valor del rendimiento del espectro disponible.

Atribución

Atribuciones en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT

La UIT ha dividido el mundo en tres Regiones, las cuales se encuentran descritas en el artículo 5, sección I, números 5.3 a 5.9 del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR). En la siguiente tabla se encuentra la atribución de las tres Regiones antes mencionadas para el rango de frecuencias de 57 a 64 GHz.

Región 2	
57-58.2 GHz EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATÉLITE (pasivo) FIJO ENTRE SATÉLITES 5.556A MÓVIL 5.558 INVESTIGACIÓN ESPACIAL (pasivo)	5.547
58.2-59 GHz EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATÉLITE (pasivo) FIJO MÓVIL INVESTIGACIÓN ESPACIAL (pasivo)	5.547 5.556
59-59.3 GHz EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATÉLITE (pasivo) FIJO ENTRE SATÉLITES 5.556A MÓVIL 5.558 RADIOLOCALIZACIÓN 5.559 INVESTIGACIÓN ESPACIAL (pasivo)	

¹ Referencia: <http://www.ictregulationtoolkit.org/toolkit/5>

Región 1	Región 2	Región 3
59.3-64 GHz		
FIJO		
ENTRE SATÉLITES		
MÓVIL 5.558		
RADIOLOCALIZACIÓN 5.559		
		5.138

Notas Relevantes en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT

5.138 Las bandas:

6 765-6 795 kHz	(frecuencia central 6 780 kHz),
433,05-434,79 MHz	(frecuencia central 433,92 MHz) en la Región 1, excepto en los países mencionados en el número 5.280 ,
61-61,5 GHz	(frecuencia central 61,25 GHz),
122-123 GHz	(frecuencia central 122,5 GHz), y
244-246 GHz	(frecuencia central 245 GHz)

están designadas para aplicaciones industriales, científicas y médicas (ICM). La utilización de estas bandas para las aplicaciones ICM está sujeta a una autorización especial concedida por la administración interesada de acuerdo con las otras administraciones cuyos servicios de radiocomunicación puedan resultar afectados. Al aplicar esta disposición, las administraciones tendrán debidamente en cuenta las últimas Recomendaciones UIT-R pertinentes.

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)

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)

5.556A La utilización de las bandas 54,25-56,9 GHz, 57-58,2 GHz y 59-59,3 GHz por el servicio entre satélites se limita a los satélites geoestacionarios. La densidad de flujo de potencia de una sola fuente en altitudes entre 0 km y 1 000 km sobre la superficie de la Tierra producida por las emisiones procedentes de una estación del servicio entre satélites, para todas las condiciones y todos los métodos de modulación, no deberá rebasar el valor de -147 dB(W/(m² · 100 MHz)), en todos los ángulos de incidencia. (CMR-97)

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)

5.559 En la banda 59-64 GHz podrán utilizarse radares a bordo de aeronaves en el servicio de radiolocalización, a reserva de no causar interferencias perjudiciales al servicio entre satélites (véase el número **5.43**). (CMR-2000)

Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias

El Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF) es la disposición administrativa que indica el servicio o 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.

En este sentido, la atribución de una banda de frecuencias constituye el acto por el cual una banda de frecuencias determinada se destina al uso de uno o varios servicios de radiocomunicación en nuestro país, conforme al propio CNAF.

Atribución nacional	Notas nacionales
55.78-58.2 ENTRE SATÉLITES EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATÉLITE (pasivo) FIJO INVESTIGACIÓN ESPACIAL (pasivo) MÓVIL	MX278
58.2-59 EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATÉLITE (pasivo) FIJO INVESTIGACIÓN ESPACIAL (pasivo) MÓVIL	MX279
59-59.3 ENTRE SATÉLITES EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATÉLITE (pasivo) FIJO INVESTIGACIÓN ESPACIAL (pasivo) MÓVIL RADIOLOCALIZACIÓN	MX280
59.3-64 ENTRE SATÉLITES FIJO MÓVIL RADIOLOCALIZACIÓN	

Notas Nacionales Relevantes

MX278 La banda de frecuencias 55.78 – 58.2 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.

MX279 La banda de frecuencias 58.2 – 59 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 e investigación espacial 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.

MX280 La banda de frecuencias 59 – 59.3 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, radiolocalización 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.

Estandarización y Recomendaciones

Mundialmente existen diversos organismos que se encargan de estudiar y proponer lineamientos o reglas, reportes y recomendaciones, para el desarrollo de tecnología, los resultados de dichos lineamientos se plasman en estándares que son adoptados por la industria, academia, fabricantes, etc., y buscan establecer los parámetros y características que permitan armonizar el uso del espectro, fomentar economías de escala y lograr un mayor desarrollo del sector.

Estándares

En este sentido, desde hace varios años la banda de frecuencias de 60 GHz ha sido estudiada e incluida en estándares para tecnologías de altas tasas de transmisión, debido al ancho de banda del segmento 57-64 GHz. Tal es el caso del estándar 802.11ad, conocido también como “WiGig”, sobre redes de acceso inalámbrico local (WLAN); así como el estándar 802.15.3-2016, “IEEE Standard for High Data Rate Wireless Multi-Media Networks”, sobre redes de acceso inalámbrico personal (WPAN). Ambos definidos por el organismo de estandarización IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). Algunos de los estándares para esta banda de frecuencias son:

Organismo	Estándar
ECMA	ECMA-387
IEEE	802.15.3
	802.11ad
ETSI	302 217
	302 567

Recomendaciones

Las Recomendaciones UIT-R constituyen una serie de normas técnicas internacionales desarrolladas por el Sector de Radiocomunicaciones de la UIT y son el resultado de los estudios realizados por las Comisiones de Estudio de Radiocomunicaciones sobre diversos temas como: la gestión del espectro radioeléctrico y las órbitas de satélite; el uso eficaz del espectro radioeléctrico por todos los servicios de radiocomunicaciones, el desarrollo e implementación de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT, por sus siglas en inglés), los sistemas y las redes para el servicio por satélite para el servicio fijo y para el servicio móvil, entre otros.

En virtud de que las Recomendaciones UIT-R se aprueban por consenso entre los Estados Miembros y puesto que estas son elaboradas en conjunto por expertos de las administraciones, los operadores, el sector industrial y otras organizaciones dedicadas a las radiocomunicaciones en todo el mundo, disfrutan de una prestigiosa reputación y se adoptan a escala mundial.

Adicionalmente, así como las recomendaciones y reportes de la UIT-R, también existen recomendaciones de diversos organismos como el Comité de Comunicaciones Electrónicas (ECC por sus siglas en inglés) de la Conferencia Europea de Administraciones de Correos y Telecomunicaciones (CEPT por sus siglas en inglés), conformado por representantes de las administraciones de la Unión Europea; estas recomendaciones se fundamentan en la regulación de la región.

Derivado de todo lo anterior, se considera adecuado tomar en cuenta las Recomendaciones y reportes publicados por la UIT, así como de otros organismos internacionales como CEPT, que cuenten con información relevante al uso y aprovechamiento de la banda de frecuencias de 60 GHz. A continuación se enlistan algunas de las recomendaciones que existen para la banda de frecuencias de 57-64 GHz.

Organismo	Recomendación
UIT-R	P.1411-8 RS.515-5 RS.1259 SM.329-12 SM.1056-1 SM.1265-1 SM.1488 SM.1896 F.2107-2 F.2323-0 M.2227-1 M.2228-1 M.2376-0 SM.2153-5
CEPT	ERC/REC 09(01)

Disponibilidad tecnológica

Homologación de Equipos

Actualmente se cuenta con el registro de certificados de homologación y de solicitudes de homologación provisionales, para diversos equipos que pueden operar en la banda de frecuencias 57-64 GHz. A continuación se presenta una lista de los mismos.

Banda (GHz)				
57-64	WLAN TDD		UIT-R SM.2153-2	
57-64	WLAN	802.11ad	UIT-R SM.2153-4 ²	500
57-64	WLAN	802.11ad	UIT-R SM.2153-4 ³	500
57-64		802.11ad	UIT-R SM.2153-2	500
57-64			UIT-R SM.2153-2	500

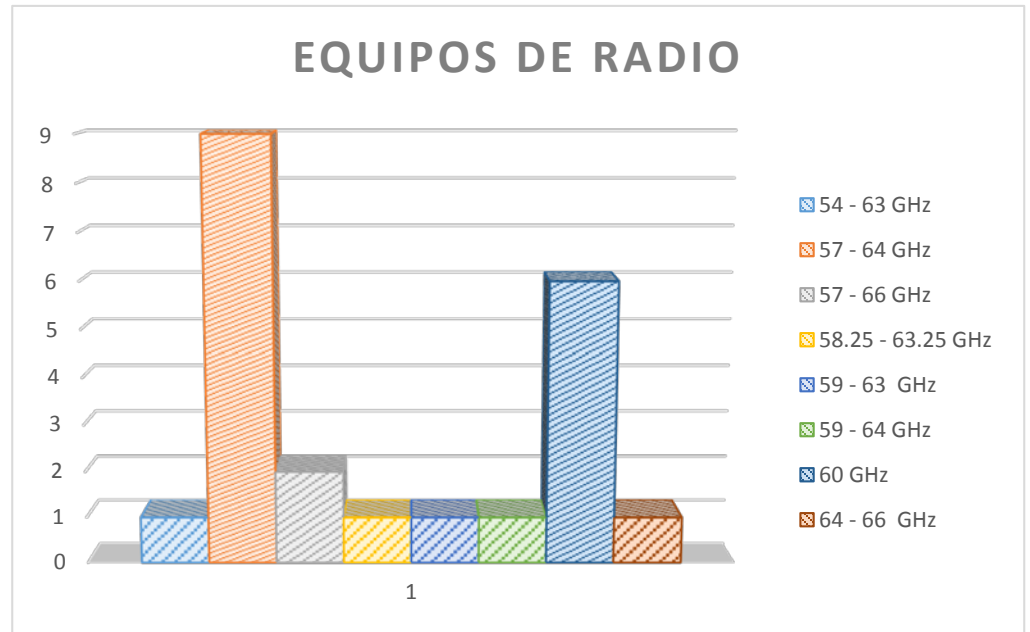
Diversidad de Equipos

Ahora bien, respecto a la disponibilidad de tecnología que pueda hacer uso de la banda de 60 GHz, se realizó un análisis sobre los dispositivos disponibles en el rango de frecuencias 57-64 GHz; en este análisis se estudiaron y revisaron los equipos de diversas aplicaciones, diferentes marcas, los rangos de operación, la modulación que utilizan, entre otros datos técnicos.

Derivado de lo anterior, en las siguientes gráficas se puede observar el resultado de dicho análisis respecto a la disponibilidad tecnológica relativos a las diferentes aplicaciones y agrupados por rangos de operación del total de los dispositivos encontrados:

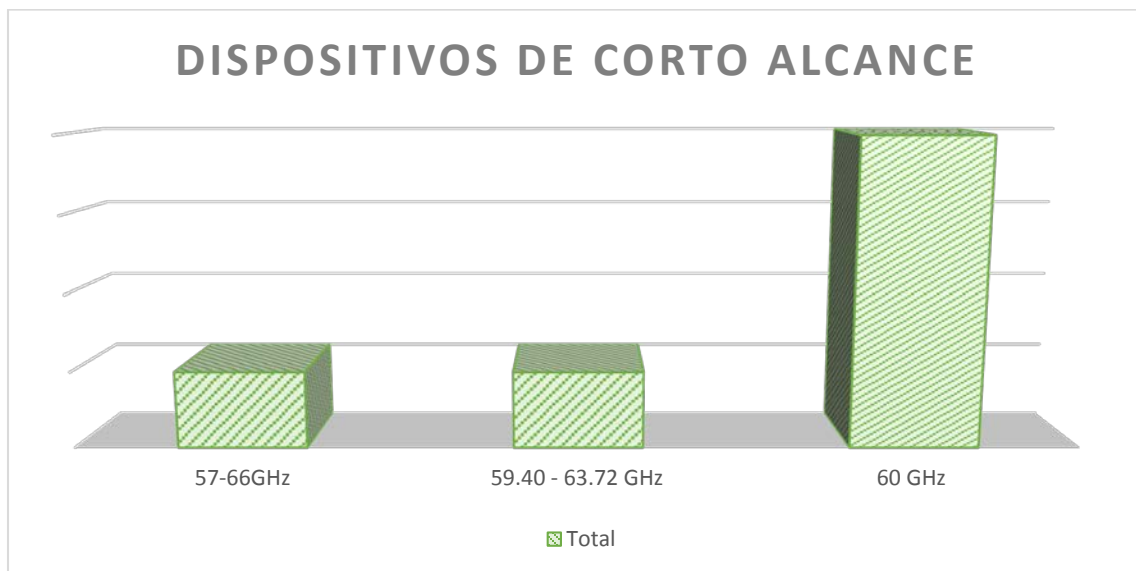
² La Recomendación mencionada es obsoleta, actualmente se encuentra vigente su actualización UIT-R SM.2153-5 publicada en el año 2015 y consultable en el enlace: <http://www.itu.int/pub/R-REP-SM.2153/es>

³ ídem



Gráfica 1. Disponibilidad Tecnológica

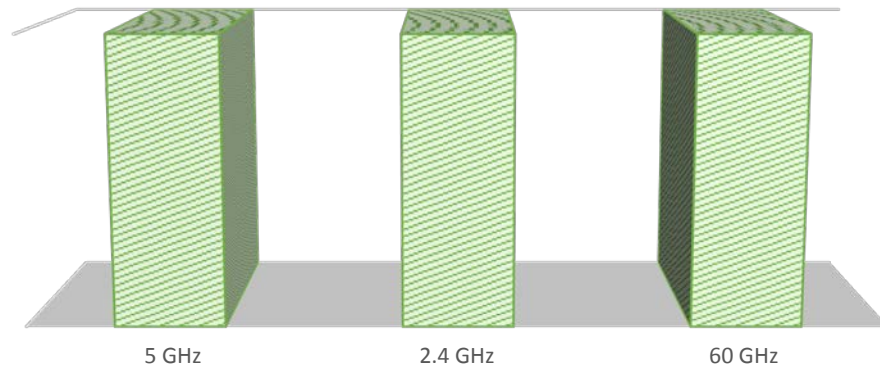
De la gráfica anterior se puede observar que la mayor parte de la disponibilidad tecnológica para los equipos de radio, recae en el segmento 57-64 GHz.



Gráfica 2. Disponibilidad Tecnológica

De la gráfica anterior se puede observar si existe disponibilidad tecnológica para los dispositivos de corto alcance en la banda de 60 GHz.

RUTEADORES



Gráfica 3. Disponibilidad Tecnológica

De la gráfica anterior se puede observar que existe disponibilidad tecnológica tanto para los dispositivos de ruteo en las bandas bajas, como en la banda de 60 GHz.

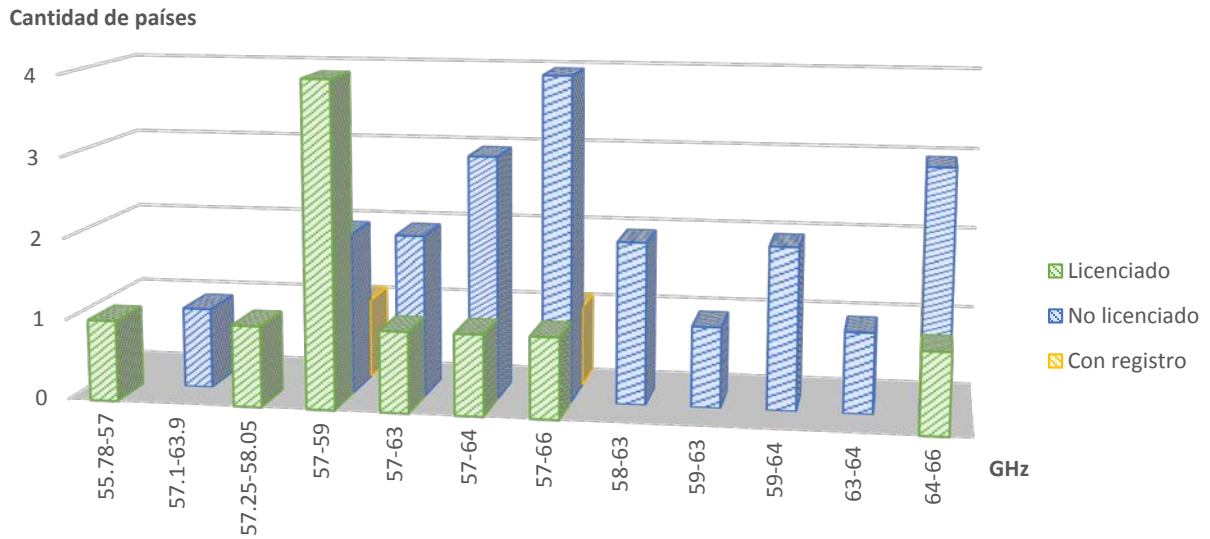
4. Tendencias Internacionales

Panorama Internacional

México forma parte de los Estados Miembros de la UIT, y forma parte de la denominada Región 2 de la UIT, que corresponde a los Estados Americanos; no obstante, derivado de que en la UIT se busca armonizar el uso del espectro tanto a nivel regional como a nivel mundial, se considera una buena práctica analizar el estado que guarda la banda de frecuencias 57-64 GHz en todas las regiones de la UIT.

Región 1

La Unión Europea tiene diferentes esquemas de licenciamiento en los distintos segmentos de la banda de frecuencias; después de revisar la legislación en la Unión Europea y específicamente en países como Austria, Bélgica, Bulgaria, Croacia, Dinamarca, Finlandia, Alemania, Grecia, Irlanda, Liechtenstein, Luxemburgo, Noruega, Polonia, Eslovaquia, España, Inglaterra, Suiza y Suecia, se tiene lo siguiente:

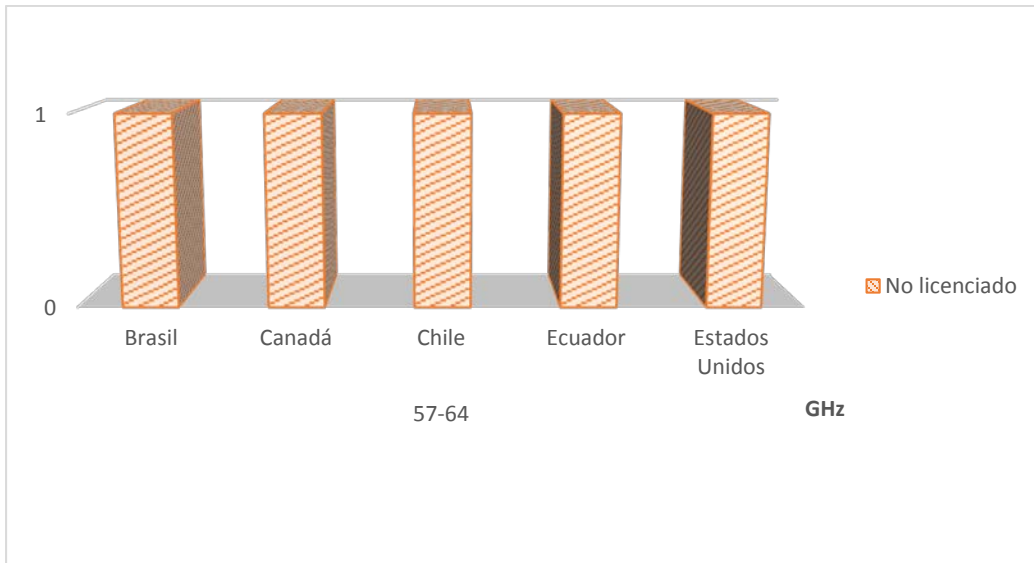


Gráfica 4. Esquema de licenciamiento en Región 1.

Región 2

Después de analizar las tendencias dentro de la Región 2, de la que forma parte México, se obtuvo que en los 5 países revisados, el segmento 57-64 GHz es No Licenciado; es decir, no es necesario contar con una licencia, concesión o autorización.

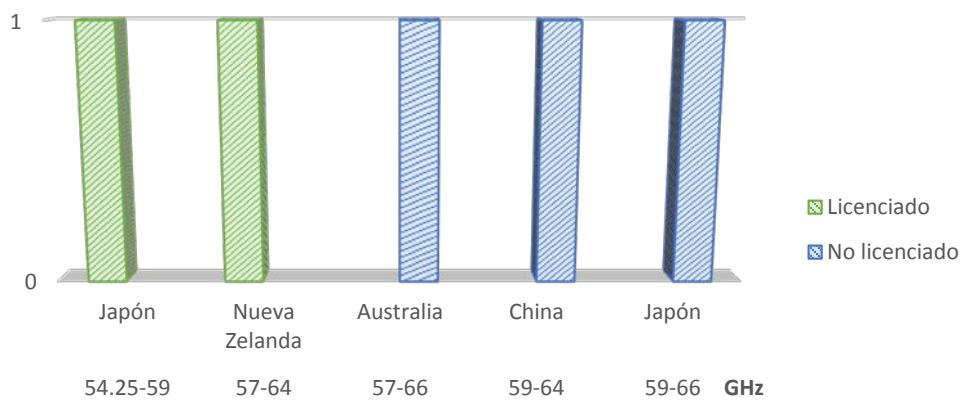
Particularmente, la FCC, regulador de Estados Unidos de América, cuenta con 147 registros de certificados de autorización para dicho rango de frecuencias.



Gráfica 5. Esquema de licenciamiento en Región 2.

Región 3

Respecto a los países de la Región 3, se obtuvo lo siguiente:



Gráfica 6. Esquema de licenciamiento en Región 3.

Derivado de lo expuesto en esta sección, se observa que la tendencia internacional es que esta banda de frecuencias se utilice por el público en general sin necesidad de una licencia, concesión o permiso. Lo anterior deja entrever que el desarrollo de equipo se encuentra en crecimiento, por lo que en el corto plazo las economías de escala habrán alcanzado un nivel adecuado para el despliegue eficaz de redes en esta banda.

5. Resultados del proceso de opinión pública

El 17 de Noviembre de 2016 se dio inicio, mediante publicación de un documento en la página oficial del Instituto, al proceso de Opinión pública relativa al “Análisis de la banda de 57-64 GHz para su posible clasificación como espectro libre”, donde los comentarios, opiniones y respuestas recibidas por los participantes coinciden en que sería una medida positiva que la banda de frecuencias 57 – 64 GHz (banda de 60 GHz) sea clasificada como espectro libre, resaltando que de ser identificada permitiría el despliegue de redes WPAN y WLAN de alta densidad en distancias cortas, así mismo fomentará la competencia y coadyuvará a incrementar la capacidad de las redes móviles actuales desahogando el tráfico que congestiona las bandas de frecuencias 2.4 y 5 GHz.

Adicionalmente se menciona que la clasificación de la banda de mérito como espectro libre fomentará el desarrollo tecnológico y permitirá mejorar tanto calidad de servicio como la cobertura al permitir soluciones inalámbricas rentables y de despliegue más rápido.

De igual forma, se hace notar que existe equipo tanto para aplicaciones fijas como móviles, para uso en interiores y exteriores, con los que se alcanzan mayores velocidades y se logra una latencia menor. Asimismo, en virtud de que esta banda de frecuencias es altamente susceptible a las condiciones climatológicas, las distancias que alcanzan los enlaces son cortas, cualidad que permite reutilizar frecuencias y por ende, hacer una óptima utilización de este recurso; lo anterior aunado al acotamiento de las condiciones de uso coadyuvará a que se tenga poca interferencia entre los dispositivos y se alcance un grado alto de seguridad.

Dentro de las condiciones de operación sugeridas por los participantes, se destacó la reglamentación que se tiene actualmente en Estados Unidos de América y Canadá; adicionalmente, se recomendó revisar las mejores prácticas de otros países, así como los estándares mencionados en las secciones anteriores, principalmente 802.11ad; y las recomendaciones y reportes de la UIT.

Por último, como parte de los cuestionamientos, se solicitó información sobre bandas de frecuencias en las que exista interés para su posible clasificación como espectro libre en un futuro; como resultado los segmentos que mayor interés generaron y los más solicitados de estudio fueron 64-71 GHz (extensión de banda de frecuencias 57-64 GHz) y 24.05-24.25 GHz.

6. Conclusión

Como resultado del análisis efectuado con base en el marco Internacional, así como de los comentarios, opiniones y respuestas de los participantes en la opinión pública; desde el punto de vista de planeación del espectro se considera viable la clasificación de la banda de 60 GHz para su utilización como espectro libre.

Con lo anterior se logrará que el público en general tenga al alcance recursos espectrales que permitan satisfacer las necesidades de acceso a banda ancha, en diferentes circunstancias y aplicaciones, tanto en interiores como en exteriores. Igualmente, se fomentará el desarrollo de economías de escala que satisfagan la necesidad tecnológica para comunicación inalámbrica y permitirá el acceso a este tipo de tecnologías al público en general.

Adicionalmente, por las características físicas como la absorción de oxígeno y la directividad de las antenas, la banda de frecuencias de 60 GHz permitirá establecer enlaces de corta distancia y favorecerá a la reutilización de las frecuencias, con lo que se fomentará el uso más eficaz del espectro radioeléctrico al ser poco propenso a interferencias perjudiciales provenientes de dispositivos cercanos.

Finalmente, desde el punto de vista técnico, con el objeto de procurar una operación sin interferencias perjudiciales de los sistemas que se lleguen a desplegar, se proponen las siguientes condiciones:

Condiciones de operación permitidas en la banda de frecuencias 57-64 GHz

- 1) Los dispositivos, equipos o productos deberán ser homologados en términos del Título Décimo Tercero, Capítulo Único de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, así como de las demás disposiciones reglamentarias y administrativas aplicables.
- 2) Los sistemas, dispositivos, equipos o estaciones no provocarán interferencia perjudicial a estaciones cuyo usuario cuente con un título habilitante para hacer uso del espectro radioeléctrico, ni reclamarán protección contra interferencia perjudicial proveniente de estas últimas.
- 3) Aun cuando el dispositivo, equipo o producto se encuentre debidamente homologado, en casos de interferencias perjudiciales a estaciones cuyo usuario cuente con un título habilitante para hacer uso del espectro radioeléctrico, el usuario deberá cesar la operación del dispositivo, equipo o producto hasta que se elimine la interferencia perjudicial.
- 4) Los sistemas, dispositivos, equipos o estaciones no recibirán protección contra interferencias provenientes de otros sistemas, dispositivos, equipos o estaciones que operen de conformidad con el presente documento.

Condiciones para las operaciones permitidas en la banda de frecuencias 57-64 GHz

- I. Los dispositivos, equipos o productos que operen en esta banda de frecuencias deberán ser homologados de conformidad con los artículos establecidos en el Título Décimo Tercero de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, así como de las demás disposiciones reglamentarias y administrativas aplicables.
- II. Los niveles de emisión de Potencia Isótropa Radiada Equivalente (PIRE), medidos durante el intervalo de la transmisión, no deberán exceder los valores descritos en el presente documento.
- III. Los transmisores de enlaces punto a punto del servicio fijo localizados en exteriores, deberán operar con una PIRE promedio que no exceda 82 dBm y una PIRE máxima que no exceda de 85 dBm. En los casos que la ganancia de la antena sea menor a 51 dBi, se deberán restar 2 dB a la PIRE promedio y a la PIRE máxima, por cada dB de diferencia en la ganancia de antena.

Referencias: (5) (7) (8) (12) (16) (18) (19) (20) (21) (24)

- IV. Los sensores de perturbación de campo fijo con ancho de banda igual o menor a 500 MHz que operen dentro del segmento 61-61.5 GHz, deberán operar con una PIRE promedio que no exceda 40 dBm y una PIRE máxima que no exceda 43 dBm.
- V. Los sensores de perturbación de campo fijo con ancho de banda igual o menor a 500 MHz que operen dentro de la banda 57-64 GHz, con excepción del segmento 61-61.5 GHz,

deberán operar con una PIRE promedio que no exceda 10 dBm y una PIRE máxima que no exceda 13 dBm.

- VI. Los sensores de perturbación de campo fijo diferentes a los mencionados en los incisos IV y V, así como los sensores de movimiento interactivo, deberán operar con una potencia pico de salida del transmisor de -10 dBm y PIRE máxima de 10 dBm

Referencias: ((7) ((8) ((18) (20)

- VII. Los sistemas de transporte inteligente operen dentro del segmento 63-64 GHz, y deberán operar con una PIRE máxima de 40 dBm y ganancia de antena menor o igual a 23 dBi.

Referencias: ((11) (23)0

- VIII. Cualquier sistema, dispositivo, equipo o estación no considerado en los incisos III, IV, V, VI y VII, deberá operar con una PIRE promedio que no exceda 40 dBm y una PIRE máxima que no exceda 43 dBm.

Referencias: (1) (2) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (12) (13) (14) (16) (17) (18) (20) (21) (24)

- IX. Potencia de salida pico del transmisor:

- i) Los dispositivos que utilicen un ancho de banda de emisión mayor a 100 MHz, no deberá exceder 500 mW.
- ii) Los dispositivos que utilicen un ancho de banda de emisión menor a 100 MHz deben limitar la potencia de salida pico del transmisor del dispositivo, equipo o estación a lo resultante de 500 mW multiplicado por su ancho de banda de emisión en MHz, dividido entre 100 MHz.

Referencias: (7)(24)

Operaciones no permitidas

La operación bajo las condiciones antes descritas no se permite para los siguientes:

- 1) Equipo utilizado en aeronaves o satélites
- 2) Sensores de perturbación de campo, incluyendo sistemas vehiculares de radar, con excepción de aquellos que sean utilizados como dispositivos de corto alcance que se utilicen como sensor de movimiento interactivo y los que operen dentro del servicio fijo, incluidos los sensores de perturbación de campo instalados en equipo fijo, aun cuando el sensor se mueva dentro del equipo.

7. Referencias

- (1) Especificación de la interfaz Punto a punto para sistemas de retransmisión de radio en el rango de 58 GHz
Julio 2011, Alemania
- (2) Especificación de la interfaz Punto a punto para sistemas de retransmisión de radio en el rango de 59-63 GHz
Febrero 2012, Alemania
- (3) 60 GHz Band, Millimetre wave technology; Gayan de Alwis/Murray Delahoy; Spectrum Planning and Engineering Team; Radiofrequency Planning Group Document: 3/04; Australian Communications Authority
Diciembre 2004, Australia
- (4) *Radiocommunications (Low Interference Potencial Devices) Class Licence 2000*
Julio 2014, Australia
- (5) Radio Interface Specification; Multi Gigabit Wireless Systems (MGWS)
B02-02, V1.2 – 19/03/2010
Marzo 2010, Bélgica
- (6) Radio Interface Specification; Digital Radio Relay 58 GHz
E20, V2.1 – 18/11/2009
Noviembre 2011, Bélgica
- (7) Spectrum Utilization Policy for Licence Exempt Wireless Devices in the Bands 46.7-46.9 GHz, 57-64 GHz and 76-77 GHz
Enero 2001, Canadá
- (8) Licence-exempt Radio Apparatus (All Frequency Bands): Category I Equipment
Diciembre 2010, Canadá
- (9) Resolución 755 EXENTA, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones
22 de octubre de 2015, Chile
- (10) Boletín Oficial del Estado, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Núm. 292, Sec. III.
Pág. 129309
5 de diciembre 2011, España
- (11) Boletín Oficial del Estado, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Núm. 135, Sec. III.
Pág. 55755
7 de junio 2011, España

- (12) Boletín Oficial del Estado, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Núm. 308, Sec. III.
Pág. 104868
20 de diciembre 2010, España
- (13) IR 2078 – UK Interface Requirement, Fixed Wireless Systems in the frequency band 57.1-63.9 GHz
Octubre 2010, Reino Unido
- (14) Release of the 59-64 GHz band, A statement on Ofcom's decision for a licence exempt approach for Fixed Wireless Systems in the 60 GHz Band
Diciembre 2009, Reino Unido
- (15) Permitted Short Range Devices in Ireland
Mayo 2016, Irlanda
- (16) Luxembourg Radio Interface specifications according to Directive 1999/5/EC
Enero 2016, Luxemburgo
- (17) Indicative list of equipment sub-classes in accordance with the R&TTE Directive (1999/5/EC)
Polonia
- (18) Revision of Part 15 of the Commission's Rules Regarding Operation in the 57-64 GHz Band (FCC-13-112A1)
Agosto 2013, Estados Unidos
- (19) Use of Spectrum Bands Above 24 GHz For Mobile Radio Services (FCC-14-154A1)
Octubre 2014, Estados Unidos
- (20) Use of the 57-64 GHz Frequency band for Point to Point fixed Wireless systems
Electronic Communications Committee (ECC) within the European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (CEPT)
Recomendación ECC/REC/(09)01
Enero 2009
- (21) Broadband Radio Access Networks (BRAN); 60 GHz Multiple-Gigabit WAS/RLAN Systems; Harmonized EN covering the essential requirements of article 3.2 of the R&TTE Directive
ETSI EN 302 567 V1.2.1 (2012-01)
Enero 2012
- (22) Fixed Radio Systems; Characteristics and requirements for point-to-point equipment and antennas; Part 3: Equipment operating in frequency bands where both frequency

coordinated or uncoordinated deployment might be applied; Harmonized EN covering the essential requirements of article 3.2 of the R&TTE Directive

ETSI EN 302 217-3 v2.2.1

Abril 2014

(23) Uso armonizado de sistemas inteligentes de transportes en la banda de 63-64 GHz Decisión ECC(09)01

Marzo 2016

(24) Rules and Regulations Title 47 – Telecommunication

Chapter 1 - FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION

Subchapter A – General

Part 15 – RADIO FREQUENCY DEVICES

15.255 – Operation within the band 57-71 GHz

(25) Radares de ondas milimétricas para evitar colisiones entre vehículos y sistemas de radiocomunicaciones para aplicaciones de sistemas de transporte inteligentes

Recomendación UIT-R M.1452-2

Unión Internacional de Telecomunicaciones

Mayo, 2012