

Servicios de radiocomunicaciones

Javier Luque Ordóñez



Revista Digital de ACTA

2014

Publicación patrocinada por



Servicios de radiocomunicaciones

© 2014, **Javier Luque Ordóñez**

© 2014,  **ACTA**

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.

Se autorizan los enlaces a este artículo.

ACTA no se hace responsable de las opiniones personales reflejadas en este artículo.

INTRODUCCIÓN A LOS SERVICIOS DE RADIOCOMUNICACIONES

¿QUÉ ES UN SERVICIO DE RADIOCOMUNICACIÓN?

Se define servicio de telecomunicación como aquel servicio que se ofrece a terceros (o al público en general) de forma que, por medio de un circuito o una red de telecomunicaciones, un usuario pueda establecer comunicación desde un punto de la red a cualquier otro punto de la misma o a otras redes de telecomunicaciones.

Por su parte, un servicio de radiocomunicación es un servicio que implica la transmisión, emisión o recepción de ondas electromagnéticas para fines específicos de telecomunicación.

FACTORES EN LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO

La prestación de un servicio implica, con carácter general, el empleo de un conjunto de facilidades y medios (físicos y lógicos) gestionados por un proveedor de servicios. En dicha prestación intervienen múltiples factores, entre ellos: industria, estandarización y regulación, derechos de propiedad, etc. Estos factores influyen directa e indirectamente en la forma en que son explotados y usados los servicios de radiocomunicaciones.

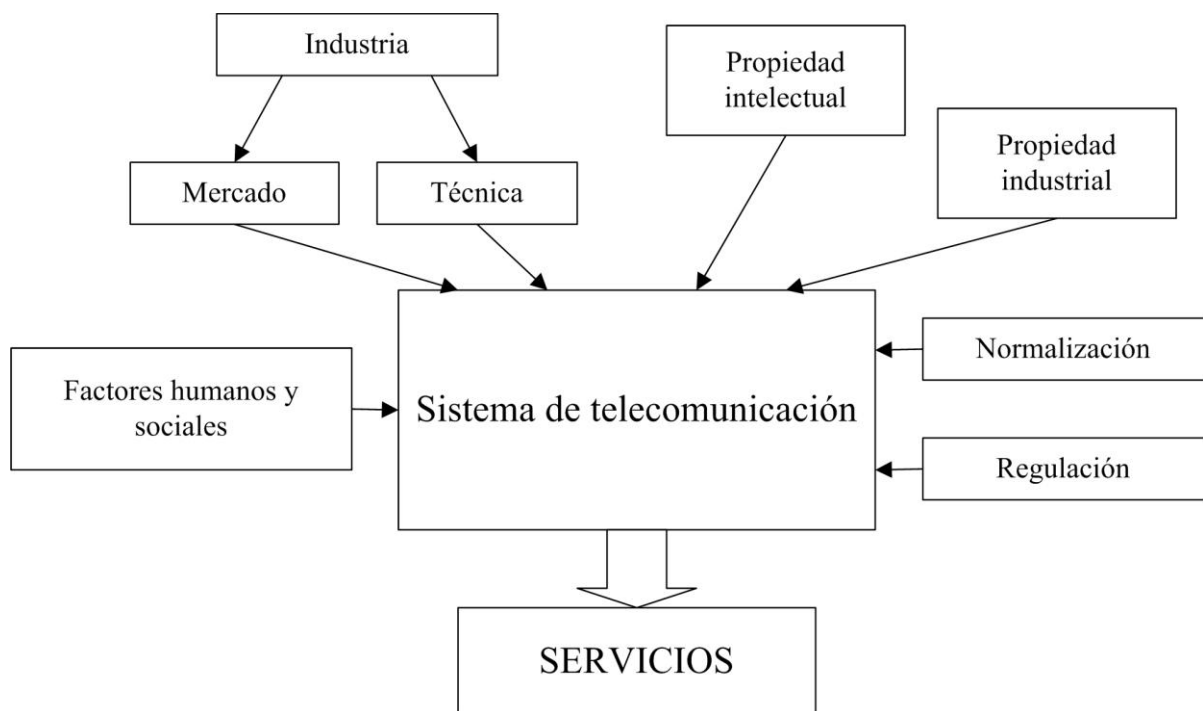


Figura 1. Factores en la prestación de un servicio

Para el caso particular de los servicios de radiocomunicación, son especialmente importantes los aspectos de regulación internacional del espectro, así como sus características de bien de dominio público.

Influyen también las características específicas de las diferentes bandas de frecuencia, las crecientes demandas de los usuarios o las posibilidades tecnológicas de uso y compartición del espectro, entre otros.

NIVELES DE CALIDAD EN LA PRESTACIÓN

Adicionalmente, la prestación de servicios debe realizarse de acuerdo a unos adecuados niveles de calidad, de manera que se acerque lo más posible a la calidad esperada por el usuario final.

En el caso de radiocomunicaciones, una alta calidad percibida implica, entre otros, los siguientes factores y condicionantes técnicos:

- Bajo nivel de ruido de la señal.
- Bajo nivel de interferencias.
- Potencia suficiente en recepción.
- Amplia zona de cobertura.

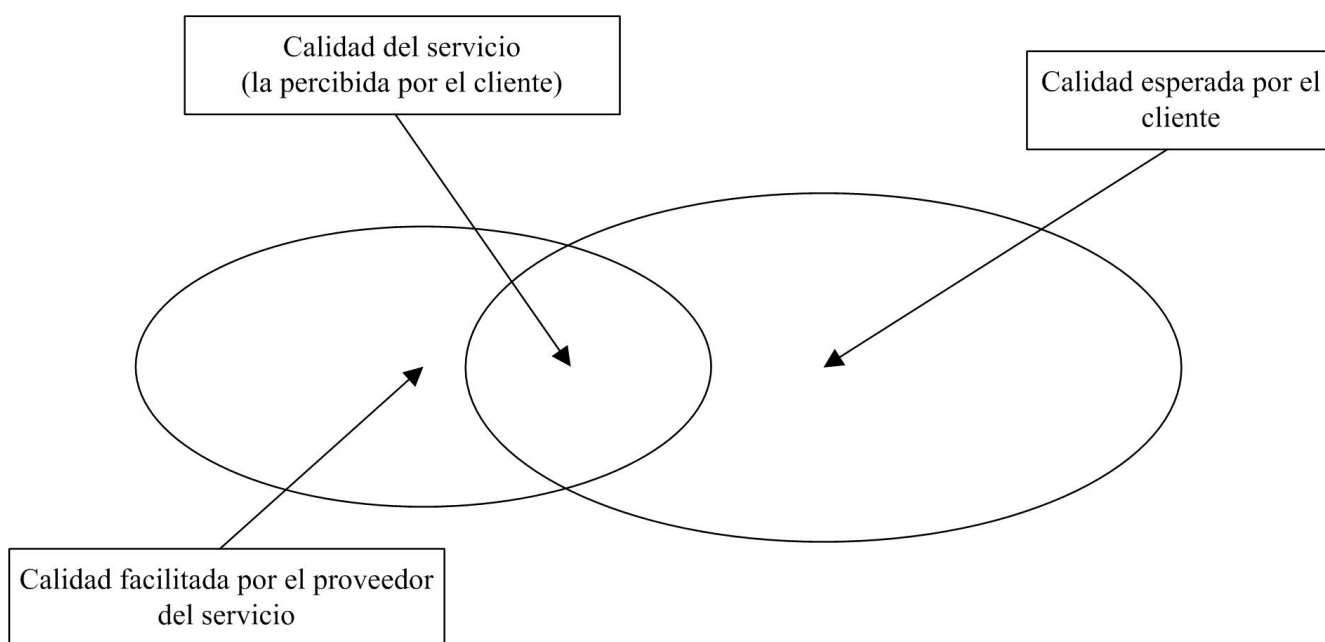


Figura 2. Calidad de prestación de servicios

Los servicios de radiocomunicaciones deben por tanto ubicarse en el espectro de frecuencias de manera que se haga un uso eficiente del mismo consiguiendo una elevada calidad en su prestación. Es aquí, en el uso adecuado y eficiente del espectro de frecuencias, donde se requiere una labor de regularización internacional, llevada a cabo por la UIT-R (Unión Internacional de Telecomunicación-Sector Radiocomunicaciones).

TIPOS DE SERVICIOS Y ESTACIONES RADIOELÉCTRICAS

CLASIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS DE RADIOCOMUNICACIONES

Existen múltiples clasificaciones de los servicios de radiocomunicación. A continuación se muestran, de manera no exhaustiva, algunas de las clasificaciones más empleadas:

- **Según el intercambio de información:** punto a punto (1:1), punto a zona, difusión (1:N), multipunto (N:M).
- **Según sus capacidades multimedia:** audio, vídeo, datos en cualquier combinación.

- **Según la velocidad de transmisión empleada:** banda estrecha, banda ancha.
- **Según la banda de frecuencias empleada:** en onda corta, en onda media, en onda larga, en VHF, etc.
- **Según la ubicación de las estaciones radioeléctricas:** terrenales, espaciales.
- **Según la superficie de ubicación de los terminales:** terrestres, marítimos, aeronáuticos.
- **Según la movilidad de sus terminales:** fijo, móvil, nómada.
- **Según los niveles OSI empleados:** servicios portadores, teleservicios.
- **Según tarificación empleada:** gratuitos, cobro revertido, licencia de uso, tarifa plana, etc.
- **Según el lanzamiento al mercado:** *market-pull*, *technology-push*.
- **Según el tipo de onda de propagación:** por onda ionosférica, por onda de superficie, etc.

La clasificación más empleada en radiocomunicaciones es la propuesta por la UIT-R. Esta clasificación está basada en tipologías y características de prestación del servicio, y conlleva también una clasificación por tipologías y características de las estaciones radioeléctricas empleadas.

TIPOS DE SERVICIOS DE RADIOCOMUNICACIONES

De acuerdo a la UIT-R se definen los siguientes servicios:

- **Servicio fijo:** servicio de radiocomunicación entre puntos fijos determinados.

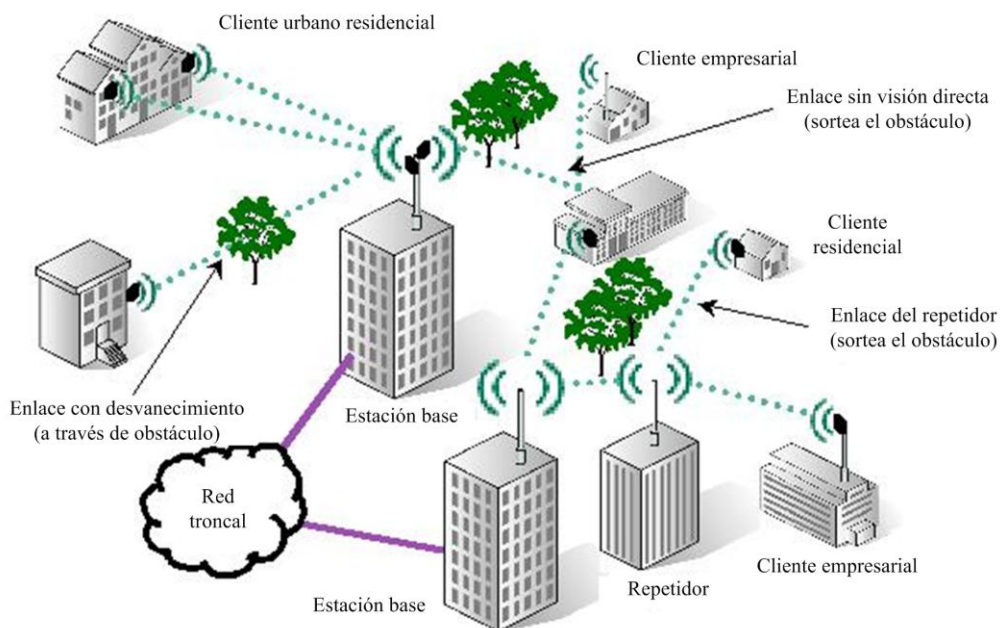


Figura 3. Esquema general del servicio fijo de radiocomunicación

- **Servicio fijo por satélite:** servicio de radiocomunicación entre estaciones terrenales situadas en emplazamientos dados cuando se utilizan uno o más satélites.
 - El emplazamiento dado puede ser un punto fijo determinado o cualquier punto fijo situado en una zona determinada.
 - En algunos casos, este servicio incluye enlaces entre satélites. El servicio fijo por satélite puede también incluir enlaces de conexión para otros servicios de radiocomunicación espacial.
- **Servicio móvil:** servicio de radiocomunicación entre estaciones móviles y estaciones terrestres o entre estaciones móviles.

Servicios de radiocomunicaciones

- **Servicio móvil por satélite:** servicio de radiocomunicación entre estaciones terrenas móviles y una o varias estaciones espaciales o entre estaciones espaciales utilizadas por este servicio.
 - También se incluye el servicio entre estaciones terrenas móviles por intermedio de una o varias estaciones espaciales.
- **Servicio móvil terrestre:** servicio móvil entre estaciones base y estaciones móviles terrestres o entre estaciones móviles terrestres.

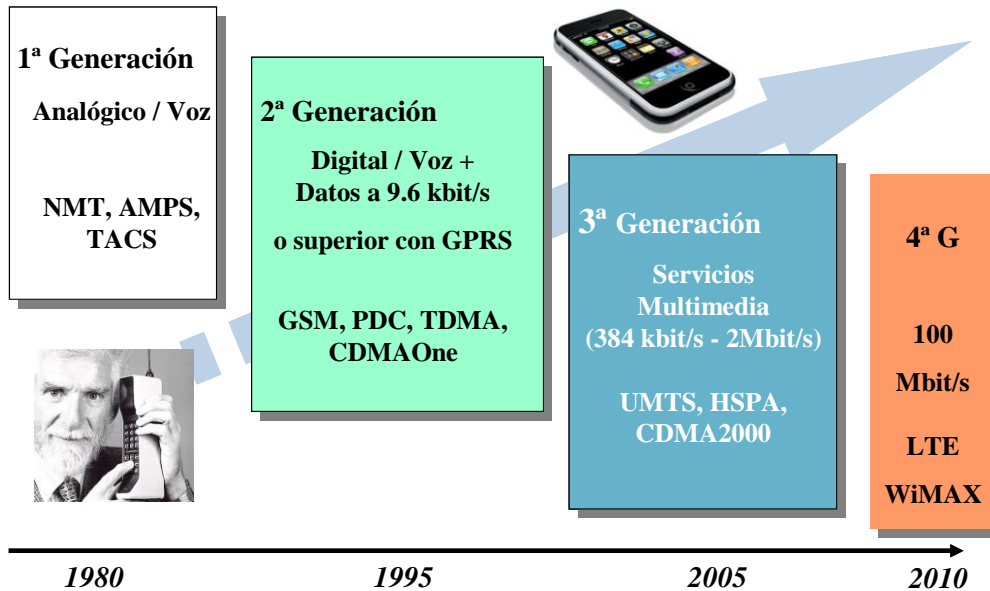


Figura 4. Generaciones de telefonía móvil del servicio móvil terrestre

- **Servicio móvil terrestre por satélite:** servicio móvil por satélite en las que las estaciones terrenas móviles están situadas en tierra.
- **Servicio de radiobúsqueda:** servicio móvil de radiocomunicación unidireccional de señalización selectiva y sin transmisión de voz.
- **Servicio móvil marítimo:** servicio móvil entre estaciones costeras y estaciones de barco, entre estaciones de barco, o entre estaciones de comunicaciones a bordo asociadas.
 - También pueden considerarse incluidas en este servicio las estaciones de embarcación o dispositivo de salvamento y las estaciones radiobaliza de localización de siniestros.
- **Servicio móvil marítimo por satélite:** servicio móvil por satélite en el que las estaciones terrenas móviles están situadas a bordo de barcos.
 - También pueden considerarse incluidas en este servicio las estaciones de embarcación o dispositivo de salvamento y las estaciones de radiobaliza de localización de siniestros.
- **Servicio de operaciones portuarias:** servicio móvil marítimo en un puerto o en sus cercanías, entre estaciones costeras y estaciones de barco, o entre estaciones de barco, cuyos mensajes se refieren únicamente a las operaciones, movimiento y seguridad de los barcos y, en caso de urgencia, a la salvaguardia de las personas.
- **Servicio de movimiento de barcos:** servicio de seguridad, dentro del servicio móvil marítimo, distinto del servicio de operaciones portuarias, entre estaciones costeras y estaciones de barco, o entre estaciones de barco, cuyos mensajes se refieren únicamente a los movimientos de los barcos.
- **Servicio móvil aeronáutico:** servicio móvil entre estaciones aeronáuticas y estaciones de aeronave, o entre estaciones de aeronave, en el que también pueden participar las estaciones de embarcación o dispositivo de salvamento, incluidas las estaciones de radiobaliza de localización de siniestros que operen en las frecuencias de socorro y de urgencia designadas.



Figura 5. Salvamento marítimo mediante servicios de radiocomunicación

- **Servicio móvil aeronáutico (R):** servicio móvil aeronáutico reservado a las comunicaciones aeronáuticas relativas a la seguridad y regularidad de los vuelos, principalmente en las rutas nacionales o internacionales de la aviación civil.
- **Servicio móvil aeronáutico (OR):** servicio móvil aeronáutico reservado a asegurar las comunicaciones, incluyendo las relativas a la coordinación de los vuelos, principalmente fuera de las rutas nacionales e internacionales de la aviación civil.
- **Servicio móvil aeronáutico por satélite:** servicio móvil por satélite en el que las estaciones terrenas móviles están situadas a bordo de aeronaves.
 - También pueden considerarse incluidas en este servicio las estaciones de embarcación o dispositivo de salvamento y las estaciones de radiobaliza de localización de siniestros.
- **Servicio móvil aeronáutico (R) por satélite:** servicio móvil aeronáutico por satélite reservado a las comunicaciones aeronáuticas relativas a la seguridad y regularidad de los vuelos, principalmente en las rutas nacionales o internacionales de la aviación civil.
- **Servicio móvil aeronáutico (OR) por satélite:** servicio móvil aeronáutico por satélite reservado a asegurar las comunicaciones, incluyendo las relativas a la coordinación de los vuelos, principalmente fuera de las rutas nacionales e internacionales de la aviación civil.
- **Servicio de radiodifusión:** servicio de radiocomunicación cuyas emisiones se destinan a ser recibidas directamente por el público en general. Dicho servicio abarca emisiones sonoras, de televisión o de otro género.
- **Servicio de radiodifusión por satélite:** servicio de radiocomunicación en el que las señales emitidas o retransmitidas por estaciones espaciales están destinadas a la recepción directa por el público en general.
- **Servicio de aficionados:** servicio de radiocomunicación que tiene por objeto la instrucción individual, la intercomunicación y los estudios técnicos, efectuado por aficionados, esto es, por personas debidamente autorizadas que se interesan por la radiotecnica con carácter exclusivamente personal y sin fines de lucro.
- **Servicio de aficionados por satélite:** servicio de radiocomunicación que utiliza estaciones espaciales situadas en satélites de la Tierra para los mismos fines que el servicio de aficionados.

Servicios de radiocomunicaciones

- **Servicio de radiodeterminación:** servicio de radiocomunicación para fines de radiodeterminación.
- **Servicio de radiodeterminación por satélite:** servicio de radiocomunicación para fines de radiodeterminación, y que implica la utilización de una o más estaciones espaciales.
- **Servicio de radionavegación:** servicio de radiodeterminación para fines de radionavegación.
- **Servicio de radionavegación por satélite:** servicio de radiodeterminación por satélite para fines de radionavegación.
- **Servicio de radionavegación marítima:** servicio de radionavegación destinado a barcos y a su explotación en condiciones de seguridad.
- **Servicio de radionavegación marítima por satélite:** servicio de radionavegación por satélite en el que las estaciones terrenas están situadas a bordo de barcos.
- **Servicio de radionavegación aeronáutica:** servicio de radionavegación destinado a las aeronaves y a su explotación en condiciones de seguridad.
- **Servicio de radionavegación aeronáutica por satélite:** servicio de radionavegación por satélite en el que las estaciones terrenas están situadas a bordo de aeronaves.
- **Servicio de radiolocalización:** servicio de radiodeterminación para fines de radiolocalización.
- **Servicio de radiolocalización por satélite:** servicio de radiodeterminación por satélite utilizado para la radiolocalización.

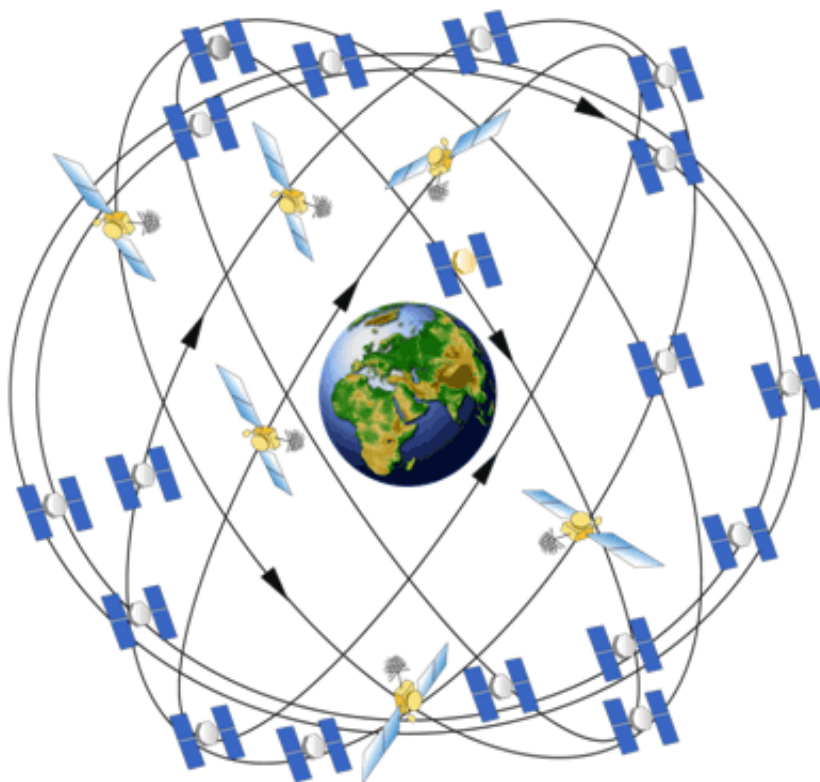


Figura 6. Constelación de satélites GPS, empleados para radionavegación y radiolocalización

- **Servicio de meteorología por satélite:** servicio de exploración de la Tierra por satélite con fines meteorológicos.
- **Servicio de ayudas a la meteorología:** servicio de radiocomunicación destinado a las observaciones y sondeos utilizados en meteorología, con inclusión de la hidrología.

- **Servicio de exploración de la Tierra por satélite:** servicio de radiocomunicación entre estaciones terrenas y una o varias estaciones espaciales que pueden incluir enlaces entre estaciones espaciales y en el que se obtiene información sobre las características de la Tierra y sus fenómenos naturales (incluidos datos relativos al estado del medio ambiente, por medio de sensores activos o de sensores pasivos a bordo de satélites de la Tierra)
 - En este servicio también se reúne información análoga por medio de plataformas situadas en el aire o sobre la superficie de la Tierra, que puede ser distribuida a estaciones terrenas dentro de un mismo sistema. Puede incluirse asimismo la interrogación de plataformas de recopilación de información.

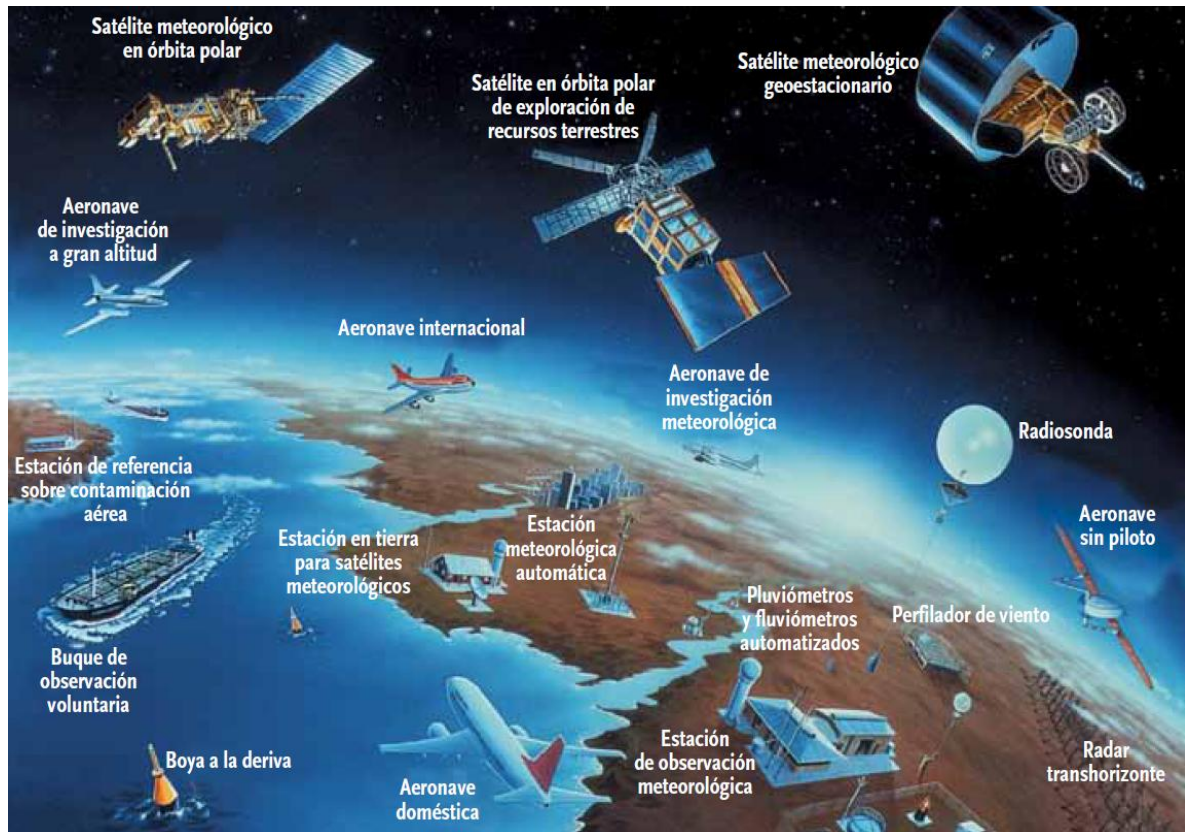


Figura 7. Sistema general de meteorología y exploración de la Tierra por satélite

- **Servicio de investigación espacial:** servicio de radiocomunicación que utiliza vehículos espaciales u otros objetos espaciales para fines de investigación científica o tecnológica.
- **Servicio de radioastronomía:** Servicio que entraña el empleo de la radioastronomía.
- **Servicio entre satélites:** servicio de radiocomunicación que establece enlaces entre satélites artificiales.
- **Servicio de operaciones espaciales:** servicio de radiocomunicación que concierne exclusivamente al funcionamiento de los vehículos espaciales, en particular el seguimiento espacial, la telemetría espacial y el telemando espacial.
- **Servicio de frecuencias patrón y de señales horarias:** servicio de radiocomunicación para la transmisión de frecuencias especificadas, de señales horarias, o de ambas de reconocida y elevada precisión, para fines científicos, técnicos y de otras clases, destinadas a la recepción general.
- **Servicio de frecuencias patrón y de señales horarias por satélite:** servicio de radiocomunicación que utiliza estaciones espaciales situadas en satélites de la Tierra para los mismos fines que el servicio de frecuencias patrón y de señales horarias.
- **Servicio de seguridad:** todo servicio radioeléctrico que se explote de manera permanente o temporal para garantizar la seguridad de la vida humana y la salvaguardia de los bienes.

Servicios de radiocomunicaciones

- **Servicio especial:** servicio de radiocomunicación no definido entre los anteriores, destinado a satisfacer necesidades determinadas de interés general y no abierto a la correspondencia pública.

Estos servicios se agrupan de acuerdo a su naturaleza, tal como se indica en la figura:

Grupo	Servicios
Servicio fijo	Fijo Fijo por Satélite
Servicio móvil terrestre	Móvil Terrestre Móvil Terrestre por Satélite Radiobúsqueda
Servicios marítimos y aeronáuticos	Móvil marítimo Móvil marítimo por satélite Operaciones portuarias Movimiento de barcos Móvil aeronáutico Móvil aeronáutico (R) Móvil aeronáutico (OR) Móvil aeronáutico por satélite Móvil aeronáutico (R) por satélite Móvil aeronáutico (OR) por satélite
Servicios de radiodifusión	Radiodifusión Radiodifusión por satélite
Servicio de radioaficionados	Radioaficionados Radioaficionados por satélite
Servicios de posicionamiento y navegación	Radiodeterminación Radiodeterminación por satélite Radionavegación Radionavegación por satélite Radionavegación marítima Radionavegación marítima por satélite Radionavegación aeronáutica Radionavegación aeronáutica por satélite Radiolocalización Radiolocalización por satélite
Servicios científicos	Meteorología por satélite Ayudas a la meteorología Exploración de la Tierra por satélite Investigación espacial Radioastronomía
Servicios operacionales	Entre satélites Operaciones espaciales
Servicios de apoyo	Frecuencias patrón y señales horarias Seguridad
Servicios especiales	Especial

Figura 8. Grupos de servicios

TIPOS DE ESTACIONES RADIOELÉCTRICAS

Una estación radioeléctrica se define, con carácter general, como el conjunto de todo el equipo radioeléctrico instalado en el mismo emplazamiento. Engloba a uno o más transmisores o receptores, o una combinación de los mismos, incluyendo las instalaciones accesorias, necesarias para asegurar un servicio de radiocomunicación, o el servicio de radioastronomía en un lugar determinado.

En UIT-R las estaciones radioeléctricas se clasifican según el servicio en el que tomen parte de forma temporal o permanente. A continuación se muestran las diferentes estaciones radioeléctricas definidas por la UIT-R:

- **Estación aeronáutica:** estación terrestre del servicio móvil aeronáutico. En ciertos casos, una estación aeronáutica puede estar instalada, por ejemplo, a bordo de un barco o de una plataforma sobre el mar.
- **Estación baliza de radar (racon):** estación receptora-transmisora asociada a un punto de referencia fijo de navegación que al ser activado por la señal procedente de un radar, transmite de forma automática una señal distintiva, la cual puede aparecer en la pantalla del radar y proporcionar información de distancia, marcación e identificación.
- **Estación costera:** estación terrestre del servicio móvil marítimo.
- **Estación de aeronave:** estación móvil del servicio móvil aeronáutico instalada a bordo de una aeronave, que no sea una estación de embarcación o dispositivo de salvamento.
- **Estación de aficionados:** estación del servicio de aficionados.
- **Estación de barco:** estación móvil del servicio móvil marítimo a bordo de un barco no amarrado de manera permanente y que no sea una estación de embarcación o dispositivo de salvamento.
- **Estación de base:** estación terrestre del servicio móvil terrestre.
- **Estación de comunicaciones a bordo:** estación móvil de baja potencia del servicio móvil marítimo destinada a las comunicaciones internas a bordo de un barco, entre un barco y sus botes y balsas durante ejercicios u operaciones de salvamento, o para las comunicaciones dentro de un grupo de barcos empujados o remolcados, así como para las instrucciones de amarrar y atraque.
- **Estación de embarcación o dispositivo de salvamento:** estación móvil del servicio móvil marítimo o del servicio móvil aeronáutico, destinada exclusivamente a las necesidades de los naufragos, e instalada en una embarcación, balsa o cualquier otro equipo o dispositivo de salvamento.
- **Estación de frecuencias patrón y señales horarias:** estación del servicio de frecuencias patrón y de señales horarias.
- **Estación de radioastronomía:** estación del servicio de radioastronomía.



Figura 9. Estaciones de radioastronomía

Servicios de radiocomunicaciones

- **Estación de radiobaliza de localización de siniestros:** estación del servicio móvil cuyas emisiones están destinadas a facilitar las operaciones de búsqueda y salvamento.
- **Estación de radiodeterminación:** estación del servicio de radiodeterminación.



Figura 10. Estación de radiobaliza

- **Estación de radiodifusión:** estación del servicio de radiodifusión.
- **Estación de radiofaro:** estación del servicio de radionavegación cuyas emisiones están destinadas a permitir a una estación móvil determinar su marcación o su dirección con relación a la estación de radiofaro.
- **Estación de radiogoniometría:** estación de radiodeterminación que utiliza la radiogoniometría.
- **Estación en plataforma a gran altitud (HAPS: High Altitude Platform Station):** estación situada sobre un objeto a una altitud de 20 a 50 km y un punto nominal, fijo y especificado con respecto a la Tierra.
- **Estación espacial:** estación situada en un objeto que se encuentra fuera de la parte principal de la atmósfera de la Tierra.



Figura 11. Estación espacial internacional (ISS)

- **Estación experimental:** estación que utiliza las ondas radioeléctricas para efectuar experimentos que pueden contribuir al progreso de la ciencia o de la técnica. En esta definición no se incluye a las estaciones de aficionado.
- **Estación móvil de radiolocalización:** estación del servicio de radiolocalización destinada a ser utilizada en movimiento o mientras esté detenida en puntos no especificados.
- **Estación móvil de radionavegación:** estación del servicio de radionavegación destinada a ser utilizada en movimiento o mientras esté detenida en puntos no especificados.
- **Estación móvil terrestre:** estación móvil del servicio móvil terrestre que puede cambiar de lugar dentro de los límites geográficos de un país o de un continente.
- **Estación móvil:** estación del servicio móvil destinada a ser utilizada en movimiento o mientras esté detenida en puntos no determinados.
- **Estación portuaria:** estación costera del servicio de operaciones portuarias.
- **Estación repetidora:** estación utilizada para ampliar las posibilidades de extensión o cobertura geográfica incorporando funciones de recepción y transmisión, entre las que puede figurar la traslación de frecuencias.
- **Estación terrena de barco:** estación terrena móvil del servicio móvil marítimo por satélite instalada a bordo de un barco
- **Estación terrena móvil:** estación terrena del servicio móvil por satélite destinada a ser utilizada en movimiento o mientras esté detenida en puntos no determinados.
- **Estación terrena:** estación situada en la superficie de la Tierra o en la parte principal de la atmósfera terrestre destinada a establecer comunicación con una o varias estaciones espaciales, o con una o varias estaciones de la misma naturaleza, mediante el empleo de uno o varios satélites reflectores u otros objetos situados en el espacio.
- **Estación terrenal:** estación que efectúa radiocomunicaciones terrenales.
- **Estación terrestre de radiolocalización:** estación del servicio de radiolocalización no destinada a ser utilizada en movimiento.
- **Estación terrestre de radionavegación:** estación del servicio de radionavegación no destinada a ser utilizada en movimiento.
- **Estación terrestre:** estación del servicio móvil no destinada a ser utilizada en movimiento.

ATRIBUCIÓN, ADJUDICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE FRECUENCIAS

PROCESO DE ASOCIACIÓN DE FRECUENCIAS A SERVICIOS

La distribución mundial entre los distintos servicios de radiocomunicación del espectro radioeléctrico, como recurso natural que debe ser regulado internacionalmente, sigue un conjunto de procedimientos y normas en los que intervienen de forma coordinada los organismos nacionales e internacionales de normalización en radiocomunicaciones.

Estos procedimientos, según el modelo actual de gestión del espectro, consisten en la aplicación de un conjunto de etapas sucesivas, en los diferentes ámbitos normativos y geográficos, tales que garanticen la prestación de los distintos servicios de radiocomunicación minimizando las interferencias entre las diferentes estaciones radioeléctricas.

Estas sucesivas etapas se acometen mediante los procesos de atribución, adjudicación y asignación de frecuencias. Estos conceptos representan los mecanismos formales para la distribución de las frecuencias del espectro radioeléctrico entre servicios, zonas geográficas y estaciones radioeléctricas concretas.

El proceso de atribución de frecuencias comprende el conjunto del espectro disponible, mientras que en la asignación a operadores específicos se consideran las bandas de frecuencia correspondientes a cada uso concreto.

Término	Ámbito de distribución de frecuencias
Atribución	Servicios
Adjudicación	Zonas o países
Asignación	Estaciones radioeléctricas

Figura 12. Atribución, adjudicación y asignación

ATRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

El proceso de atribución se realiza dividiendo el espectro radioeléctrico en bandas de frecuencia que se atribuyen a los diferentes servicios de radiocomunicaciones. Dichas atribuciones se realizan en las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones, en las que participan todas las administraciones de telecomunicación de todos los estados miembro de UIT-R. Los resultados de estas Conferencias se reflejan en el Cuadro Internacional de Atribución de Frecuencias (CIAF).

El término atribución (de una banda de frecuencias) se define como la inscripción, en el cuadro de atribución de bandas de frecuencias, de una banda de frecuencias determinada para que sea utilizada por uno o varios servicios de radiocomunicación terrenal o espacial o por el servicio de radioastronomía en unas condiciones especificadas. Este cuadro se estructura en tres regiones geográficas, y se acompaña de notas que especifican más claramente cómo se han de asignar o utilizar dichas frecuencias.

De acuerdo a la distribución de las bandas de frecuencia (porciones del espectro) a diferentes áreas geográficas, existen los siguientes ámbitos de atribución:

- **Mundial.** Se atribuye el mismo servicio a las tres regiones UIT-R.
- **Regional.** Diferente atribución a cada una de las regiones UIT-R.
- **Nacional.** Atribución diferente en un país según sus necesidades y características y de acuerdo a la legislación y reglamentación nacional e internacional. Las atribuciones nacionales están contempladas en los cuadros nacionales de atribución de frecuencias, que son adaptaciones o versiones nacionales del CIAF, y en los que se reflejan cómo está planificado el espectro radioeléctrico en cada país en cuestión.

Según la exclusividad de los servicios atribuidos, existen dos tipos principales de atribución:

- **Exclusiva.** La banda de frecuencias se atribuye a un único servicio de radiocomunicación. Se establece en aquellos casos en los que se produce una amplia utilización internacional del sistema en cuestión y, por tanto, se implica la necesidad de armonizar su uso.
- **Compartida.** La banda de frecuencias se atribuye a dos o más servicios de radiocomunicación. Se establece para maximizar la utilización del espectro disponible, cuando dos o más servicios de radiocomunicación pueden utilizar de forma eficaz la misma banda de frecuencias.

Además, en función de la prioridad para la atribución de los servicios, se contemplan dos tipos de servicio diferentes:

- **Primario.** Una atribución a título primario es aquella que se establece para la operación primordial de un servicio específico de radiocomunicaciones, con el objeto de reducir cualquier clase de interferencia que pueda resultarle perjudicial.

- **Secundario.** Es aquella que se establece para la operación de un servicio de radiocomunicaciones en una banda del espectro con la condición de que dicha operación no cause ninguna interferencia perjudicial al servicio principal al que está atribuida dicha banda a título primario. Dicho servicio secundario tampoco puede reclamar protección contra interferencias provenientes de estaciones de un servicio primario, aunque sí tiene derecho a la protección contra interferencias perjudiciales causadas por estaciones del mismo servicio o por otros servicios secundarios en la misma banda.

Tipos de atribución de frecuencias	
Según servicio	Primario
	Secundario
Según área geográfica	Mundial
	Regional (3 regiones)
	Nacional
Según exclusividad	Exclusiva
	Compartida

Figura 13. Tipos de atribución de frecuencias a servicios de radiocomunicación

Existen, asimismo, diversas excepciones en las atribuciones de frecuencia:

- **Atribuciones adicionales.** Atribuciones que se agregan en una zona o en un país a las indicadas en el CIAF.
- **Atribuciones sustitutivas.** Atribuciones que reemplazan en una zona o en un país a las indicadas en el CIAF.
- **Categorías y subcategorías de servicio diferentes.** Establecen distintas variantes de un mismo servicio según distintos parámetros.
- **Restricciones a las bandas y subbandas atribuidas.**
- **Diferencias en los límites de las bandas.**

Las atribuciones adicionales y sustitutivas son, normalmente, restricciones a las atribuciones que son aplicables a áreas menores que una región (un país o grupos de países). Las diferencias en las categorías de servicio, así como en los límites de las bandas, atienden a criterios geográficos o técnicos específicos.

ADJUDICACIÓN DE FRECUENCIAS

Tras la etapa de atribución, se elaboran los planes de adjudicación de frecuencias. Estos planes para un determinado servicio, se establecen en Conferencias, de ámbito Mundial o Regional, que también se celebran en el seno de la UIT-R. En dichos planes se efectúan adjudicaciones de frecuencia para las estaciones radioeléctricas, del servicio en cuestión, de los diferentes países. Es decir, a partir de la legislación, la reglamentación y los procedimientos nacionales e internacionales en vigor, estos planes adjudican un canal radioeléctrico o un bloque de frecuencias concreto a cada zona geográfica del área de planificación.

La adjudicación (de una frecuencia o de un canal radioeléctrico) se define como la inscripción de un canal determinado en un plan, adoptado por una conferencia competente, para ser utilizado por una o varias administraciones para un servicio de radiocomunicación terrenal o espacial, en uno o varios países o zonas geográficas determinados y según condiciones especificadas.

La planificación representa un proceso fundamental para preservar el derecho de todos los estados al uso de los recursos radioeléctricos limitados (espectro de frecuencias y órbita de satélites geoestacionarios) en un contexto de acceso equitativo.

Los planes de adjudicación establecen un uso ordenado de las frecuencias en las bandas pertinentes, conforme a las necesidades a largo plazo de cada país. Cada plan está habitualmente acompañado de un procedimiento para su modificación, de acuerdo a necesidades operacionales.

Existen dos tipos de planes:

- **Planes de ámbito mundial**, aplicables a todo el mundo en las bandas de frecuencia contempladas.
- **Planes de ámbito regional**, aplicables a ciertas zonas únicamente (denominadas "zonas de planificación"), en las bandas de frecuencia contempladas.

ASIGNACIÓN DE FRECUENCIAS

Como último paso de la planificación del espectro radioeléctrico y la explotación y uso final de un servicio de radiocomunicaciones, en el proceso de asignación, las administraciones nacionales y/o locales de telecomunicaciones asignan a una determinada estación radioeléctrica una frecuencia, autorizándole para emitir ondas radioeléctricas con unas determinadas condiciones técnicas, y la incluyen en el registro MFIR de la UIT-R para notificación formal y protección contra potenciales interferencias procedentes de otras emisiones.

En este caso, utilizando el CIAF y los planes de adjudicación de frecuencias como puntos de partida, las autoridades de gestión del espectro radioeléctrico de cada país asignan una frecuencia y una potencia de emisión a cada estación radioeléctrica (que está definida por su posición geográfica), y conceden la licencia apropiada.

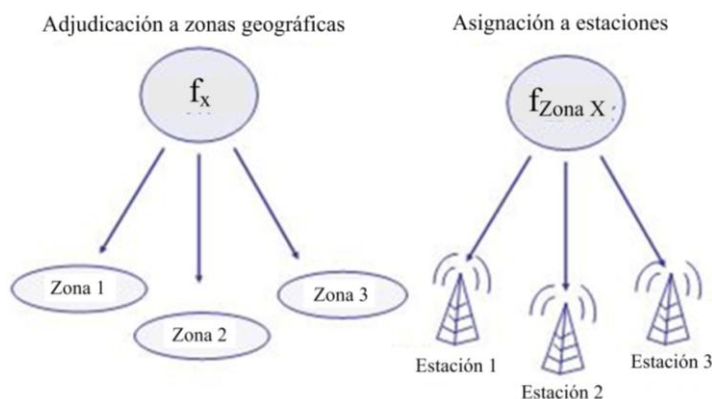


Figura 14. Adjudicación a zonas y asignación a estaciones

Se define la asignación (de una frecuencia o de un canal radioeléctrico) como la autorización que da una administración para que una estación radioeléctrica utilice una frecuencia o un canal radioeléctrico determinado en condiciones especificadas.

La asignación es un proceso en el que intervienen directamente las administraciones de cada país. Por ello, los mecanismos de asignación dependen de la normativa específica de cada uno, y en particular de los aspectos regulatorios de mercado. Con carácter general se distinguen dos tipos de asignación:

- **Asignación primaria.** Otorgada por la administración correspondiente, mediante diversos mecanismos como subasta, concurso, etc.
- **Asignación secundaria.** Atiende a los mecanismos de mercado, permitiéndose la compraventa de licencias de espectro.

El proceso de asignación debe ir acompañado de una notificación formal a UIT-R, incluyendo la frecuencia asignada en el registro internacional de frecuencias (MFIR, *Master International Frequency Register*) mantenida por dicho organismo. MFIR es la base de datos formal de asignaciones de frecuencia en UIT-R, de manera que la inclusión de una frecuencia en el MFIR le confiere reconocimiento internacional y protección contra interferencia a dichas asignaciones.

BANDAS CON Y SIN LICENCIA. BANDAS ICM

Una banda de frecuencia con licencia es aquella sobre la que se proporcionan derechos exclusivos de uso para proporcionar un determinado servicio. Habitualmente, el empleo de una frecuencia dentro de una banda licenciada implica el pago de algún importe en concepto de adquisición de la licencia de uso en exclusiva de la misma.

A su vez, una banda de frecuencias sin licencia es aquella sobre la que no existen derechos de uso en exclusiva, por lo que cualquier persona o entidad puede utilizarlas sin pagar ninguna tasa, basándose en un escenario de uso compartido del espectro y no existiendo garantías de protección contra interferencias. Las bandas sin licencia se emplean típicamente para servicios de muy baja potencia, y por tanto alcance, lo que permite reutilizarlas a lo largo del territorio.

Actualmente, más de un 98% de frecuencias son atribuidas bajo licencia. Por tanto, las frecuencias no licenciadas suponen un porcentaje menor a un 2% del espectro electromagnético tecnológicamente aprovechable actualmente. Éste es uno de los motivos principales de la denominada saturación del espectro, ya que estas frecuencias sin licencia son masivamente utilizadas por múltiples redes y servicios de radiocomunicaciones.

Todo ello ha conllevado que en los últimos tiempos se están acometiendo diversos estudios y medidas para buscar modelos de gestión y regulación más eficientes que optimicen el aprovechamiento de las frecuencias disponibles.

A las bandas no licenciadas se les denomina genéricamente bandas ICM. (Industriales, Científicas y Médicas; denominada ISM en inglés). Estas bandas están reservadas internacionalmente para uso no comercial de radiofrecuencias (sin necesidad, por tanto, de licencia de emisión). Inicialmente este uso no comercial estaba pensado para su empleo en áreas industriales, científicas y médicas (de ahí su nombre), aunque también se emplean para servicios de radiocomunicaciones.

Los usos del ámbito ICM principales de estas bandas sin licencia son el calentamiento (hornos microondas, que operan a 2,45 GHz), los tratamientos térmicos industriales y diversas aplicaciones médicas diatérmicas. Sin embargo, ha sido su uso para radiocomunicaciones lo que ha popularizado estas bandas de frecuencia. Así, este hecho ha permitido la aparición de tecnologías de baja potencia (corto alcance) y sin coste por uso para el usuario final, como Wi-Fi (WLAN) o Bluetooth (WPAN) entre otras muchas.

No obstante, estas aplicaciones de radiocomunicaciones no deben interferir con las aplicaciones ICM para las que estas bandas fueron inicialmente pensadas, y deben aceptar interferencias recibidas por dichas aplicaciones ICM. Esto fuerza a que este tipo de comunicaciones tengan cierta tolerancia frente a errores y utilicen mecanismos de protección contra interferencias, como técnicas de ensanchado de espectro o saltos de frecuencia.

Normalmente las bandas ICM pueden emplearse para radiocomunicaciones siempre que no superen unas potencias umbrales establecidas. Una gran parte de este 2% de espectro sin licencia está atribuido como secundario, lo que implica que a su vez no tienen prioridad y no

Servicios de radiocomunicaciones

pueden interferir sobre otros servicios considerados primarios que pudieran existir en la misma banda.

Las bandas ICM, tan populares hoy día gracias a su uso para diversas redes WLAN y WPAN sin licencia, presentan una serie de ventajas e inconvenientes tanto para los usuarios finales como para los proveedores, operadores y demás actores de la cadena de valor de los servicios de radiocomunicaciones.

Entre las ventajas principales de las bandas ICM sin licencia se encuentran:

- Mayor flexibilidad y escalabilidad.
- Menor coste.
- Idoneidad para diversos usos.

En cuanto a los inconvenientes que presenta el uso de bandas ICM para radiocomunicaciones, pueden indicarse los siguientes:

- Disponibilidad.
- Interferencia.
- Saturación del espectro y modelos de negocio.
- Potencia limitada.
- Mayor competencia.
- Menor calidad.