

# CAPÍTULO 2

## LEGISLACIÓN EN REDES INALÁMBRICAS

---

### 2.1 INTRODUCCIÓN

Tal como se ha comentado anteriormente, uno de los principales atractivos de las redes inalámbricas es que usan una porción del espacio radioeléctrico en la que no hay que pagar por su uso, es de uso libre. Sólo habrá que atenerse a las reglas de uso que nos impongan los organismos reguladores de los mismos. Tampoco es necesario obtener licencia de explotación siempre que el uso de la red sea privado, tal como se verá más adelante. También habría que preguntarse si las emisiones radioeléctricas de estas redes sobrepasan las tasas de absorción específicas (SAR, specific absorption rate) impuestas por las organizaciones médicas internacionales y recogidas en la legislación vigente. En este capítulo se estudian todos estos aspectos en detalle.

### 2.2 EL MARCO LEGISLATIVO EN ESPAÑA

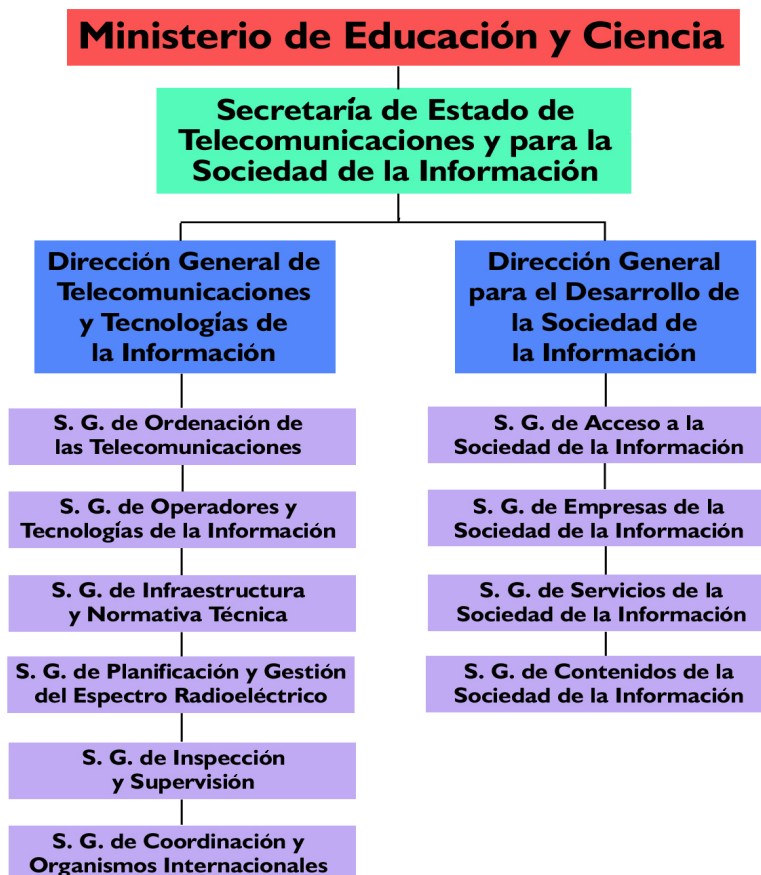
En los últimos años, las telecomunicaciones han recorrido un amplio camino, desde un sector con comportamiento lineal y predecible, hacia otro sector tremendamente complejo, multifactorial e impredecible. Gran parte de esta complejidad proviene del fenómeno de la globalización, de la actividad económica y social y del cambio tecnológico que la impulsa.

Paralelos a los cambios tecnológicos y de mercado se han desarrollado, y han sido trascendentales, cambios normativos y de regulación.

El marco legislativo español actual, en materia de telecomunicaciones, se configura en torno a un conjunto de normativas, decretos, leyes, notas técnicas donde se incluyen [2]:

- Decisiones de los organismos de normalización:
  - Conferencia Europea de Administraciones Postales y Telecomunicaciones (CEPT).
  - Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación (ETSI).
  - Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).
  - Asociación Española de Normalización (AENOR).

- Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC).
- Directivas de la Unión Europea.
- Ley General de Telecomunicaciones y sus normas de desarrollo.
- Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF).
- Normativas sobre Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones.



**Figura 2.1. Organigrama de la SETSI**

En España, las comunicaciones inalámbricas están reguladas por el Ministerio de Educación y Ciencia según la Ley 32/2003, de 3 de noviembre, General de Telecomunicaciones. Dentro de este Ministerio, el órgano superior encargado de las comunicaciones radioeléctricas es la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información (SETSI). La SETSI se organiza internamente como se muestra en el organigrama de la Figura 2.1. Como puede apreciarse en esta figura, dentro de la SETSI se encuentra la Dirección General de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información, la cual se compone de varios subdepartamentos que realizan diversas funciones, todas ellas relativas a la regulación técnica de las telecomunicaciones. Aunque todos estos subdepartamentos poseen gran importancia en los temas que aquí se tratan, podrían destacarse dos de ellos: la Subdirección General de Planificación y Gestión del Espectro Radioeléctrico y la Subdirección General de Infraestructuras y Normativa Técnica. Uno de los aspectos más importantes

que regula la SETSI es la distribución de frecuencias en el espectro radioeléctrico; en concreto, este cometido lo lleva a cabo la ya citada Subdirección General de Planificación y Gestión del Espectro Radioeléctrico.

## **2.3 BANDAS ICM Y SU CANALIZACIÓN**

Ya el propio Marconi, apuntaba la necesidad de una regulación del espectro para evitar interferencias entre sistemas. Esta ordenación de las frecuencias se lleva a cabo en conferencias mundiales de radiocomunicaciones, organizadas por la unión internacional de telecomunicaciones (ITU, International Telecommunication Union). En estas conferencias se reparte el espectro en bandas y se asignan posibles usos a las mismas. Estas recomendaciones las particularizan los países en sus correspondientes legislaciones.

La legislación sobre el uso de las frecuencias en las redes inalámbricas, así como la radiación de potencia máxima permitida varía según los países, existiendo organismos estatales, en cada uno de ellos, que son los verdaderos encargados de establecer dicha legislación. En numerosas ocasiones también existe la alianza o unión de países que ponen en práctica las mismas leyes para regular algún aspecto en concreto dentro de este tipo de comunicaciones, como ocurre, por ejemplo, en Europa. Sin embargo, lo normal es que la mayoría de las leyes importantes al respecto sean impuestas por cada país individualmente. Uno de los organismos más conocidos mundialmente en el ámbito de las comunicaciones inalámbricas y que ha sentado muchas de las bases, por las que actualmente se rigen la mayoría de los países, es la FCC o Federal Communications Comision (Comisión Federal de Comunicaciones) de EE.UU., la cual recoge en el apartado 15 de sus Reglas y Reglamentaciones todo lo referente a este tipo de legislación, sobre todo el aspecto relativo a las frecuencias.

En el caso de España, la secretaria de estado de telecomunicaciones y para la sociedad de la información (SETSI) es la encargada de dicha tarea, tal como se describe en el artículo 44 del Título V de la Ley General de Telecomunicaciones (LGT). El resultado se plasma en el cuadro nacional de atribución de frecuencias (CNAF) basado en el Artículo S5 del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) de la ITU.

En el CNAF, el espectro radioeléctrico se divide en bandas para luego describir, a través de las Notas de Utilización Nacional (UN) el uso que se puede hacer de ellas. Se elabora con una periodicidad aproximada de dos años y se aprueba por Orden Ministerial. El vigente Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias fue aprobado por la Orden CTE/630/2002 de 14 de marzo de 2002 (B.O.E. de 22 de marzo de 2002) y modificado por la Orden CTE/2082/2003 de 16 de julio de 2003 (B.O.E. de 23 de julio de 2003).

A continuación se muestran algunos de los aspectos del CNAF aplicables a las bandas de 2,4 GHz y 5 GHz [1]:

➤ Uso común de banda de frecuencia

Artículo 12 (Orden 9 de marzo de 2000): La utilización con las características técnicas correspondientes, de aquellas bandas de frecuencias que se señalen en el CNAF.

Protección: No deberán producir interferencias ni solicitar protección frente a otros servicios de radiocomunicaciones autorizados con categoría diferente.

A continuación, se citan algunos ejemplos: Teléfonos sin hilos, micrófonos sin hilos, mandos de garaje, PMR-446, bucles inductivos, implantes médicos, aeromodelismo, radares anticolidión.

El uso común no garantiza la protección frente a otras utilidades ni puede causar perturbaciones a otros servicios existentes legalmente autorizados.

➤ Notas de utilización nacional aplicables a Wi-Fi

En la nota 85 encontramos lo siguiente:

**UN - 85**

---

Banda de frecuencias 2400 a 2483,5 MHz.

Estas frecuencias podrán ser utilizadas en redes de área local para la interconexión sin hilos entre ordenadores y/o terminales y dispositivos periféricos para aplicaciones en interior de edificios.

La potencia total será inferior a 100 mW (PIRE). Otras condiciones de uso han de ser conforme a la Recomendación CEPT/ERC 70-03 Anexo 3.

Esta utilización se considera de uso común.

Esta banda de frecuencias también podrá utilizarse para aplicaciones generales de baja potencia en recintos cerrados y exteriores de corto alcance.

La potencia radiada máxima será inferior a 100 mW.

Esta utilización se considera de uso común.

En ambos casos, las características radioeléctricas de estos equipos se ajustarán a las especificaciones ETSI ETS 300 328, ETS 300 440 o bien al estándar específico, si es el caso y en base a lo anterior deberá realizarse la correspondiente evaluación de la conformidad.

---

Las especificaciones de la CEPT y de la ETSI que se citan no incluyen más información relevante que la descrita en esta nota. Sólo quedaría hablar de la canalización utilizada, esto es, del número y localización de los canales en la banda. En las especificaciones referidas se dejan para libre asignación. De hecho la canalización de las bandas de 2,4 GHz y 5GHz se recogen en los distintos estándares de redes inalámbricas atendiendo a los sistemas de modulación utilizados. Este punto se discutirá más adelante.

La otra nota de utilización nacional aplicable a Wi-Fi es la nota 128. En esta nota encontramos lo siguiente:

### UN-128

---

Redes de área local de altas prestaciones en la banda de 5 GHz.

Las bandas de frecuencia indicadas seguidamente podrán ser utilizadas por el servicio móvil en redes de área local de altas prestaciones, de conformidad con las condiciones que se indican a continuación.

Banda 5150 - 5350 MHz: En esta banda el uso por el servicio móvil en redes de área local se restringe para su utilización únicamente en el interior de recintos y las características técnicas deben ajustarse a las indicadas en la tabla adjunta en el caso que sea de aplicación en función de la subbanda utilizada y de las modalidades técnicas contempladas en la misma.

Tabla con las condiciones técnicas de utilización:

Banda (MHz)	POTENCIA (p.i.r.e.) (*)		
	Sistemas sin TPC	Sistemas con TPC	Sistemas con TPC y con DFS
5150-5250 (**)	30 mW	120 mW	200 mW
5250-5350 (**)	60 mW con DFS	200 mW con DFS	200 mW

Las utilizaciones indicadas anteriormente se consideran de uso común. El uso común no garantiza la protección frente a otras utilizaciones ni puede causar perturbaciones a servicios existentes legalmente autorizados.

El significado atribuido a los términos y símbolos utilizados en esta tabla es el siguiente: (\*) Se refiere a la potencia (p.i.r.e) promediada sobre una ráfaga de transmisión ajustada a la máxima potencia.

(\*\*) En estas bandas, la densidad espectral de p.i.r.e. media no ha de exceder de 0,04 mW/4 kHz medida en cualquier ancho de banda de 4 kHz.

TPC: Se refiere a sistemas que dispongan de control de potencia transmitida

DFS: se refiere a sistemas que dispongan de selección dinámica de frecuencia de acuerdo a la Recomendación UIT-R M.1652 sobre sistemas de acceso radio incluyendo RLAN en 5 GHz.

Banda 5470 - 5725 MHz: Esta banda puede ser utilizada para redes de área local en el interior o exterior de recintos con potencia inferior o igual a 1 W (p.i.r.e.). Estos sistemas deberán disponer de técnicas de control de potencia (TPC) y selección dinámica de frecuencia (DFS) de acuerdo a las especificaciones de la Recomendación UIT-R M.1652 sobre sistemas de acceso radio incluyendo RLAN en la banda de 5 GHz.

Estas instalaciones de redes de área local tienen la consideración de uso común

---

Podemos resumir brevemente la información que aparece en estas notas de la siguiente forma. Una característica que se repite en las tres bandas es que son de uso común. Por lo tanto, dos o más usuarios pueden utilizar el espectro a la vez e interferirse mutuamente. Estos usuarios pueden además pertenecer a otros sistemas de comunicaciones o, en el caso de las bandas de industriales, científicas y médicas (ICM ó en inglés ISM de industrial, scientific and medical) puede estar ocasionada por otros dispositivos. Las demás características las podemos encontrar en la tabla de la Figura 2.2.

Banda	2.4 GHz	5 GHz	
Ancho de banda	83 MHz	200+245 MHz	
Frecuencias (MHz)	2400 a 2483,5	5150-5350	5470 – 5725
Potencia máxima (p.i.r.e )	100 mW	200 mW	1 W
Entorno	Interior o exterior	Interior	Interior o exterior
Banda ICM	Sí	Sí	No

**Figura 2.2. Características de las bandas Wi-Fi**

Las dos últimas bandas vistas anteriormente, son lo que se conoce como banda 5 GHz y la que se suele usar para la 802.11a es el primer tramo.

## 2.4 RESOLUCIONES DE LA CMT RELATIVAS A WI-FI

Dentro de las funciones que la nueva Ley General de Telecomunicaciones atribuye a la CMT está el establecimiento y supervisión de las obligaciones de los operadores de telecomunicaciones, el fomento de la competencia en los mercados de los servicios audiovisuales, la resolución de conflictos entre operadores y ejercer de árbitro en los conflictos entre los mismos.

El éxito de la tecnología Wi-Fi ha llevado a muchos operadores a plantearse la posibilidad de prestar sus servicios a través de ella. En España muchas iniciativas, tanto públicas como privadas, han llevado al despliegue de esta tecnología sin solicitar título habilitante. Por ello, la CMT, tras las consultas de diversos agentes, operadores y asociaciones de empresas y usuarios ha venido a resolver una serie de expedientes que clarifican enormemente la situación.

A continuación se muestran las resoluciones de mayor interés respecto al tema que nos atañe [3]:

- **Resolución 1**

RO 2.004/1229: Resolución por la que se da contestación a la consulta formulada sobre la necesidad de inscribirse como operador para el despliegue de una red Wi-Fi y determinados requisitos que han de ser observados para su explotación.

Parte: Asociación sin ánimo de lucro presta servicios a través de Wi-Fi en la comunidad de Madrid.

Necesidad de inscripción como operador: Si, mediante notificación a CMT.

Necesidad de proyecto técnico firmado por Ingeniero Superior Telecomunicaciones o técnico competente: No, basta con acompañamiento de una breve descripción de la red que se quiere explotar y los servicios que se quieren suministrar.

Conexión Troncal de la red con operador: Posibilidad de acuerdo con cualquier operador de telecomunicaciones para realizar tal conexión.

Libre competencia: La prestación de un servicio de comunicaciones

electrónicas sin ánimo de lucro puede constituir una conducta contraria a la defensa de la competencia. Posibilidad de excepciones, estudiando cada caso con profundidad y el interés de otros operadores por prestar dicho servicio.

- **Resolución 2**

RO 2.003/1443: Resolución de la consulta formulada por AXARQUIA TELECOM S.A. sobre la posibilidad de instalar, para la prestación de servicios de Internet y Telefonía, tecnología Wi-Fi junto con tecnología PLC.

Parte: Operador Axarquia Telecom S.A.

Posibilidad de sustituir el bucle del abonado cableado por estas tecnologías: Si, la Ley General de Telecomunicaciones no las impide. Necesidad de notificación.

Restricciones: AXARQUÍA, como operador que es, deberá cumplir determinadas obligaciones y condiciones en la prestación de los servicios de televisión (vídeo), voz y datos, en cuanto a parámetros de calidad fijados para cada servicio.

El uso de las frecuencias de las bandas de 2,4 GHz y 5 GHz deberá ajustarse a las especificaciones del CNAF.

Tecnologías PLC: Como consecuencia del ancho de banda, no resulta clara la posibilidad de que esta tecnología permita la prestación de los servicios de difusión de televisión (vídeo), no existiendo aún un estándar específico respecto a sus limitaciones de uso.

- **Resolución 3**

RO 2.002/7696: Informe dando contestación a la consulta formulada por ASTER, SISTEMAS DE CONTROL S.A., sobre el título necesario para el establecimiento y explotación de una red de telecomunicaciones inalámbrica (Banda 2,4 GHz) para la prestación de servicios de voz mediante protocolo IP.

Parte: ASTER, SISTEMAS DE CONTROL S.A., para proveer de cobertura telefónica y acceso a Internet de alta velocidad a distintas empresas de Cartaza (Huelva), que disponen en la actualidad de teléfonos rurales con tecnología TRAC.

Necesidad de título habilitante: Al tratarse de una red inalámbrica funcionando en la banda de 2,4 GHz, una velocidad de 11 Mbps y una potencia de las estaciones de entre 7 y 14 dBm, nos encontramos dentro de los límites establecidos en el CNAF, por lo que NO será necesario obtención de ningún título habilitante.

Autorizaciones: Si serán necesarias autorizaciones:

- Autorización General tipo A: Ya que la explotación de la red supone la conexión de un grupo cerrado a un punto de terminación de una red

pública.

- Autorización General Tipo C: En el caso de que ASTER sea quien provea de acceso a Internet. En el caso de un operador con licencia, no es necesario.
- Autorización provisional para la reventa del servicio telefónico fijo, siempre que se comercialice dicho servicio.

- **Resolución 4**

RO 2.003/622: Solución por la que se da contestación a la consulta formulada por el consorcio local LOCALRET sobre el título necesario para el establecimiento y explotación de una red de Telecomunicaciones inalámbrica basada en el estándar 802.11b del IEEE para posibilitar la cobertura de acceso a Internet de alta velocidad.

Parte: LOCALRET, consorcio de municipios catalanes que pretenden dar servicio de acceso de banda ancha a una serie de poblaciones.

Necesidad de título habilitante por el uso del espectro: No, al ser una banda de uso común, una banda libre. Basta con una notificación.

Necesidad de título habilitante por la explotación de la red y prestación de servicios: Si, una licencia individual tipo C2, que habilita para el establecimiento y explotación de una red pública que usa el espectro radioeléctrico para el acceso a Internet, no siendo posible la prestación del servicio de telefonía disponible al público.

En el caso de que sea la propia LOCALRET quien provea de servicio de acceso a Internet será necesaria una autorización general tipo C.

Libre Competencia: Si se realiza dicha actividad sin contraprestación económica, como servicio gratuito, la actividad es susceptible de producir distorsiones a la libre competencia en el servicio de acceso a Internet.

A continuación se muestra un resumen de los análisis y conclusiones de la CMT con respecto a los requerimientos para el establecimiento y prestación de servicios sobre redes inalámbricas Wi-Fi. Consideraremos los tres casos que se dan con mayor frecuencia [1]:

- **Prestación de servicios de acceso a Internet**

El establecimiento de una red Wi-Fi para la prestación de servicios de telecomunicaciones, es una forma de explotación de una red pública de telecomunicaciones.

En este sentido, la anterior normativa exigía de un título habilitante para la creación, gestión y explotación de tal red. Así, con la anterior normativa, por ejemplo, para la prestación del servicio de acceso a Internet soportado en redes Wi-Fi era necesario solicitar a la CMT una antigua Licencia Individual Tipo C2 (Licencia necesaria para el establecimiento o explotación de redes



públicas que impliquen el uso del dominio público radioeléctrico) y una antigua Autorización General Tipo C (habilitan para la prestación de servicios de transmisión de datos disponibles al público).

Por el contrario, de acuerdo con la nueva LGTel, desaparece el sistema de Licencias Individuales y Autorizaciones Generales. A partir de ahora, para explotar una red o prestar servicios de comunicaciones electrónicas será suficiente con efectuar una notificación previa a la CMT con la descripción de la red a explotar y de los servicios que se vayan a prestar. De acuerdo con el artículo 6.2 de la LGTel, se establece que para la explotación de redes y la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas se requerirá, con anterioridad al inicio de la actividad, la notificación fehaciente de la misma a la CMT con los datos relativos a la persona física o jurídica que tengan la intención de explotar redes o prestar servicios, y en la forma en que va desarrollar esa actividad. Así, habrá que aportar a la CMT la información relativa a la descripción de la red, el ámbito de cobertura de la misma, la tecnología que utiliza y su funcionamiento. Por lo que respecta a los servicios deberá describir detalladamente los mismos (especificar si se van a prestar servicios de proveedor de acceso a Internet, intercambio electrónico de datos, telefonía sobre IP, almacenamiento y reenvío de mensajes cortos), definir los compromisos de calidad que se asumen y la forma en que se van a prestar. No es obligatorio, la realización de un proyecto técnico.

Por otra parte, no es necesaria una notificación previa a la CMT en el caso de que se trate de una red interna entre ordenadores y servidores, routers, impresoras de una empresa. Por lo tanto solo será necesaria la notificación previa a la CMT cuando se establezca una red o se preste un servicio con dicha tecnología para comercializarlo o dar conectividad de acceso a terceros.

- **Telefonía sobre IP soportada por redes Wi-Fi**

En relación con los servicios de telefonía sobre IP (voz sobre IP o “VoIP”) según el régimen actual es igualmente necesario presentar una notificación a la CMT detallando la prestación de estos servicios. No obstante, puede existir un inconveniente en prestar telefonía sobre IP sobre redes Wi-Fi, ya que es un servicio que aún no se ha autorizado por la CMT.

Así pues, el inconveniente en este caso se encuentra en que la CMT realice una consulta al Ministerio de Industria, Comercio y Turismo para que éste garantizara que la telefonía sobre IP prestada sobre redes Wi-Fi pueda ofrecer al usuario los niveles de calidad de telefonía necesarios. Para obtener la autorización de este servicio se deberá acreditar el cumplimiento de los niveles de calidad. Para ello será necesario, la realización de un proyecto técnico con su correspondiente visado colegial. Cuestión aparte es la exigencia de otros requisitos como la gestión de la numeración y la interconexión en el exterior.

- **Administraciones locales e “Internet rural”**

En cuanto a la prestación de servicios de telecomunicaciones, nos encontramos ante una actividad liberalizada, no ante un servicio de titularidad

pública: municipal, autonómica, estatal. Una corporación municipal, directamente o a través de un tercero sin ánimo de lucro, puede intervenir en el mercado de las telecomunicaciones como un agente económico más, compitiendo con el resto de operadores en la actividad de provisión al público de servicios de acceso a Internet y estableciendo y explotando redes de telecomunicaciones. En este caso, su actividad estará sometida tanto a la normativa sectorial de las telecomunicaciones, como al resto de la normativa reguladora de la libre competencia que pueda ser de aplicación a estas actividades como si fuera un operador más. El ayuntamiento ó corporación municipal tiene que facturar por el servicio. La prestación o explotación en el mercado, de servicios o redes de telecomunicaciones por la Administraciones Públicas deberá ser autorizada por la CMT, que establecerá las condiciones para que se garantice la no distorsión de la libre competencia.

Por lo tanto, en el supuesto que nos ocupa, cualquier entidad municipal que desee concurrir en el mercado prestando servicios de acceso a Internet mediante redes Wi-Fi, deberá cumplir con las obligaciones de notificación ante la CMT, comunicando su intención de explotar la red o la prestación de servicios, antes del inicio de la actividad; además de cumplir con la normativa reguladora de las Administraciones Públicas y de la libre competencia.

Hay que señalar a este respecto los expedientes abiertos por la CMT a los ayuntamientos de Puenteareas (Pontevedra) y Atarfe (Granada) por ofrecer servicios gratuitos de telecomunicaciones mediante la tecnología Wi-Fi, sin la autorización previa.

## **2.5 EMISIONES RADIOELÉCTRICAS**

Nuestro panorama urbano e incluso no urbano está plagado de estaciones radioeléctricas: telefonía móvil-GSM, acceso al bucle de abonado vía radio-LMDS, emisoras de radio FM y TV, estaciones de radioaficionado, radioenlaces en distintas bandas de frecuencias, etc. Todas estas infraestructuras son, en la actualidad, ejes fundamentales para el desarrollo de la Sociedad de la Información, a los cuales nadie quiere renunciar. Una sociedad en la que el ciudadano está inmerso, y en la que se requiere movilidad, comunicación desde cualquier lugar, transmisión de voz y datos e incluso imágenes y conexión a Internet. Todo ello exige la puesta en marcha de las infraestructuras necesarias que soportan las redes que aproximan estos servicios al ciudadano.

Al mismo tiempo, cada día se hace más evidente que la opinión pública en los países avanzados está muy sensibilizada por los temas relativos a la salud y el medio ambiente, en el entorno de los avances y las innovaciones científico-técnicas. A esa sensibilización contribuyen, sin duda, la velocidad del cambio técnico, imposible de asimilar en tan breve tiempo, y los medios de comunicación, que permiten la difusión de supuestos riesgos potenciales de una innovación antes de que las investigaciones científicas hayan podido clarificar, con el rigor necesario, las cuestiones planteadas.

Con la publicación en el Boletín Oficial del Estado del Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre de 2001, y la Orden CTE/23/2002, de 11 de Enero de 2002, que lo desarrolla, se estableció un marco regulatorio para el

establecimiento de restricciones a los niveles de exposición de las emisiones radioeléctricas y unos mecanismos para garantizar el cumplimiento de los mismos.

El artículo 2 del Capítulo 1 del Real Decreto 1066/2001 define el ámbito de aplicación del Reglamento, el cual se aplica a las emisiones que sean producidas por estaciones radioeléctricas de radiocomunicaciones. En este sentido las redes de telecomunicaciones bajo el estándar Wi-Fi hacen uso de puntos de acceso radio que son claramente estaciones radioeléctricas tal y como define el mencionado artículo 2.

En la Figura 2.3. Podemos observar tanto los niveles de referencia establecidos en el Real Decreto 1066/2001, así como los niveles de decisión establecidos en la orden ministerial CTE/23/2002.

SERVICIO	SISTEMA	f (MHz)	NIVEL DE REFERENCIA		NIVEL DE DECISIÓN	
			(V/m)	(W/m <sup>2</sup> )	(V/m)	(W/m <sup>2</sup> )
Radiodifusión	AM	0.5	87	---	43.5	---
		1.5	71.03	---	35.5	---
Radiodifusión	FM	100	28	2	14	0.5
TV terrenal	UHF	470	29.8	2.35	14.9	0.59
		830	39.6	4.15	19.8	1.04
Telefonía móvil	TACS	450	29.2	2.25	14.6	0.56
Telefonía móvil	GSM	900	41.2	4.5	20.6	1.13
Telefonía móvil	DCS	1800	58.3	9	29.2	2.25
Telefonía móvil	UMTS	2000	61	10	30.5	2.5
Red local inalámbrica	IEEE 802.11b	2400	61	10	30.5	2.5
Telefonía fija inalámbrica	LMDS	3500	61	10	30.5	2.5
Red local inalámbrica	IEEE 802.11a/h	5000	61	10	30.5	2.5
Telefonía fija inalámbrica	LMDS	26000	61	10	30.5	2.5

**Figura 2.3. Niveles de referencia y decisión**

La Subsecretaria de Telecomunicaciones establece, tanto para 2.45 GHz como para 5 GHz, que la máxima densidad de potencia admisible es de 10 W/m<sup>2</sup> en áreas de libre acceso para las personas. Siendo ésta sensiblemente mayor para los trabajadores. Estos niveles se cumplen sobradamente, ya que los niveles de decisión se han establecido 6 dB por debajo de los niveles de referencia [3].

Para la obtención de los niveles de referencia se ha de tener en cuenta las medidas de SAR (Specific Absorption Rate). El SAR es la medida de la radiación que absorbe la cabeza de un ser humano cuando usa un teléfono móvil. El valor del SAR es una medida de la máxima energía absorbida por unidad de masa. Los valores de SAR se expresan en unidades de W/Kg en 1g o 10g de tejido [5]. De esta forma se mide la inmunidad de las personas respecto a las radiaciones electromagnéticas. Dichas medidas se usan para saber a que potencia puede emitir un móvil sin que este te afecte perjudicialmente. Finalmente, lo que se hace es establecer una relación entre el SAR y la densidad de potencia del campo electromagnético incidente. Dicha densidad de potencia es la que aparece en la tabla de la Figura 2.3.

Las ondas electromagnéticas tienen dos formas de interactuar con la materia [4]:

- **Interacción ionizante.** Cuando la frecuencia de las ondas electromagnéticas es suficientemente alta, se produce este tipo de interacción ya que la energía es proporcional a dicha frecuencia.

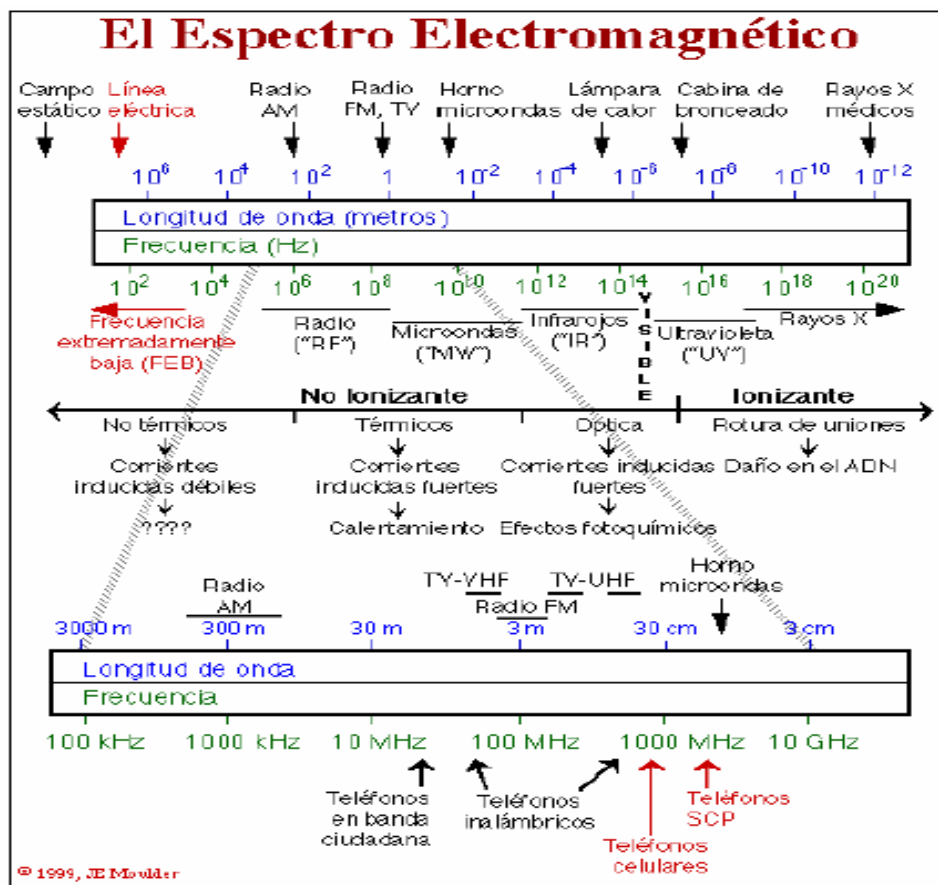


Figura 2.4. Tipo de interacción según la frecuencia

- **Interacción no ionizante.** Este tipo de interacción lo que provoca son efectos térmicos. La temperatura de la materia no es más que una medida del grado de agitación o movimiento de los átomos y moléculas que la forman. A mayor temperatura, mayor es el movimiento de los átomos y moléculas. Mediante la radiación electromagnética es posible

aumentar el movimiento de los átomos y moléculas y por tanto elevar la temperatura de la materia. Este es el tipo de interacción que se produce en los sistemas inalámbricos. Estos sistemas no tienen la energía suficiente como para ionizar la materia.

La determinación de los niveles de referencia que se consideran inocuos para la salud, llevan consigo una serie de pasos entre los que cabe destacar:

1. Fijar un nivel de flujo de energía adicional que el organismo puede disipar sin que su funcionamiento quede perturbado. Este nivel se define con referencia a los flujos de energía que el organismo disipa por la actividad metabólica normal, o bien por la absorción de fuentes de radiación que se conocen que son inocuas, como por ejemplo la radiación del sol. La exposición al sol provoca un flujo de energía absorbida de  $40 \text{ mW/cm}^2$  que el organismo debe disipar para no incrementar su temperatura.

2. El siguiente paso consiste en relacionar la necesidad de disipación de energía con la energía absorbida por el cuerpo. Esta energía absorbida depende de la frecuencia, la intensidad y la constitución física del cuerpo, ya que no todos los tejidos (grasa, músculo, etc.) absorben por igual. El parámetro que caracteriza la energía absorbida como ya se dijo antes es el SAR. El consenso generalizado es que una Tasa Específica de Absorción inferior a  $4 \text{ W/kg}$  en el contexto de la actividad metabólica del cuerpo humano supone una disipación de calor comparable a la de una actividad física moderada, y por tanto dentro de los márgenes de actuación de los mecanismos de termorregulación del organismo.

3. Finalmente, se establece la relación entre el SAR y la densidad de potencia del campo electromagnético incidente. Dado que el cuerpo humano interacciona de forma distinta a diferentes frecuencias, el valor de esta densidad de potencia dependerá de la frecuencia.

4. Sobre este valor determinado se aplica un factor de seguridad, es decir, se reduce en un factor adicional. El valor resultante puede variar de una normativa a otra por los factores o márgenes de seguridad distintos que aplican. Las normativas internacionales aplican normalmente un factor de seguridad de 50. Es decir, el valor fijado por la normativa es 50 veces inferior al que se ha comprobado como inocuo.

De esta forma quedarían completamente definidos los valores de referencia que se han de cumplir en la normativa.

La normativa recoge tanto la existencia obligatoria de un proyecto técnico de la estación emisora, como la elaboración de un informe que evalúe, con carácter previo a su instalación, las emisiones radioeléctricas esperadas en las zonas próximas accesibles a las personas. Contempla la realización, con carácter obligatorio, de las medidas necesarias para asegurar que las emisiones cumplen con la norma antes de autorizar su puesta en funcionamiento. En dicho informe debe de aparecer entre otros datos la distancia de referencia y el volumen de referencia. La distancia de Referencia se define como la distancia en la dirección principal de emisión a la que los

niveles de campo coinciden con los límites establecidos por el R.D. 1066/2001 y puede ser obtenida de la siguiente forma [3]:

$$D_{\text{máx}} = (M \cdot \text{PIRE} / 4 \cdot \pi \cdot S_{\text{max}})^{1/2}$$

donde

- M: es 4 si se considera reflexión total de un rayo.  
es 2.56 si se consideran las condiciones de reflexión típicas.  
es 1 si no se considera ninguna reflexión.

PIRE: Es el producto de la potencia máxima transmitida por la ganancia en unidades naturales.

Pt: Potencia de transmisión en W.

$$\text{PIRE} = P_t \cdot 10^{(G_{\text{ant}} - L_{\text{cables}})/10}$$

G<sub>ant</sub>: Ganancia antena en dB.

L<sub>cables</sub>: Atenuación cable tx-antena.

S<sub>max</sub>: Es la densidad de potencia máxima permitida (según R.D. 1066/2001, para 2.4 GHz es de 10 W/m<sup>2</sup>).

La distancia de seguridad que determina un perímetro de protección toma valores que oscilaran entre los 3 y los 15 cm. que perfectamente delimitan el alcance del problema en aquellas instalaciones que cumplen con la normativas técnicas vigentes.

En cuanto al volumen de referencia, cabe decir, que se trata del volumen fuera del cual, se asegura que se cumplen los límites establecidos por el R.D. 1066/2001.

La realización de estudios y medidas deben ser independientes del tipo de licencia administrativa y de la necesidad o no del correspondiente título habilitante. No tendría sentido que una aplicación Wi-Fi, que con la antigua Ley requería licencia C2 y, por tanto, estudios de emisiones radioeléctricas, no la requiriese al cambiar la necesidad de título habilitante por la de una simple notificación.

La normativa obliga a elaborar un informe anual por parte de los operadores que actualice y garantice el comportamiento de cada instalación. En este sentido la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información (SETSI) tiene abierta una página web que recoge, para su consulta por el ciudadano, la situación de cada emplazamiento y sus características. La normativa asigna al técnico competente los diferentes aspectos técnicos involucrados en el proceso.

España por tanto dispone, en materia de emisiones radioeléctricas, de un completo marco regulatorio, en línea con los países de nuestro entorno que restringe los niveles de emisiones radioeléctricas a unos niveles considerados, hoy en día, inocuos para la salud por la comunidad científica internacional, y que está abierto a estudios, análisis y cuanta información sea relevante y que pudiera afectar a cambios en dicha normativa. Sin embargo, es importante mencionar que se está produciendo un despliegue desordenado de infraestructuras con el fin de sacar ventajas técnico/económicas por las cuales

se están sobrepasando los niveles de P.I.R.E. máxima admitida, con el consiguiente aumento de los niveles de emisiones radioeléctricas.

## 2.6 **NORMATIVA SOBRE ICT**

Las Infraestructuras Comunes de Telecomunicación (ICT) permiten llevar a los ciudadanos los servicios de telecomunicaciones en el interior de los edificios de forma compartida, con la perspectiva de libre competencia, en igualdad de condiciones para los operadores y proveedores de los servicios y en unas condiciones de calidad aseguradas y medibles. Las ICT vienen reguladas por [1]:

- Real Decreto Ley 1/1998, de 27 de febrero, sobre infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicación.
- Real Decreto Ley 401/2003, de 4 de abril de 2003, por el que se aprueba el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y de la actividad de instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones.
- ORDEN CTE/1296/2003, de 14 de mayo de 2003, por la que se desarrolla el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y la actividad de instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones, aprobado por el Real Decreto 401/2003, de 4 de abril.

La normativa recoge los requisitos mínimos que son de obligada incorporación en los edificios en lo que respecta a infraestructuras de telecomunicación. Sin embargo, se trata de una normativa claramente abierta a la incorporación de nuevos servicios de telecomunicaciones y, por tanto, a los posibles servicios y aplicaciones que la tecnología Wi-Fi pueda proporcionar. Por tanto, esta reglamentación es válida para permitir la entrada de nuevos servicios de telecomunicación en el interior de los edificios.

Las ICTs por otro lado, están demostrando ser una excelente forma de establecer un despliegue ordenado de infraestructuras y con conceptos de calidad y sostenibilidad que son imprescindibles en el despliegue de redes de telecomunicación.

Por todos estos motivos, se plantea la conveniencia de incorporar el despliegue de redes inalámbricas Wi-Fi dentro del actual proyecto de ICT. Se debería planificar el proyecto de ICT para la posible incorporación en un futuro de redes inalámbricas que permitiesen el acceso a servicios avanzados de telecomunicación en los hogares: dimensionado y tipo de canalizaciones, posiciones y espacios para incorporación de puntos de accesos y otros elementos de red.

## 2.7 CONCLUSIONES MARCO REGULATORIO

A continuación, se detallan las principales conclusiones que pueden ser obtenidas del marco regulatorio, en el que se encuentra inmerso la tecnología Wi-Fi:

- Una red inalámbrica Wi-Fi utiliza el dominio público radioeléctrico en su modalidad de uso común y, en atención a tal uso, no requiere de ningún título habilitante. Sin embargo, es preciso señalar que el uso común es un uso regulado, y como tal, la utilización de frecuencias y el despliegue de estas redes deben hacerse conforme a las notas técnicas UN-85 y UN-128 del CNAF.
- El establecimiento y explotación de redes inalámbricas de telecomunicaciones en tecnología Wi-Fi por parte de un operador de telecomunicaciones requerirá la notificación a la CMT de su intención de explotar la red y la prestación de servicios antes del inicio de su actividad.
- El uso común puede plantear ciertas limitaciones a la hora de ofrecer un servicio con unos determinados niveles de calidad. Este concepto, el de calidad de servicio, deberá tenerse en cuenta en todo momento si se quieren obtener todos los beneficios que la tecnología Wi-Fi ofrece. Para lograr esa calidad de servicio es preciso llevar a cabo un despliegue ordenado de estos sistemas de telecomunicación. El proyecto técnico, realizado por un profesional competente y el visado colegial son la garantía de ese despliegue ordenado haciendo un uso eficaz y eficiente de los recursos disponibles.
- El despliegue de una red Wi-Fi, tanto para autoprestación como para dar servicios a terceros, supone la puesta en servicio de estaciones radioeléctricas de radiocomunicaciones que, por lo tanto, quedarían dentro del ámbito de aplicación del Artículo 2 del Capítulo 1 del Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece las condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitarias frente a emisiones radioeléctricas. Por tanto, sería necesaria la verificación del cumplimiento de los límites de exposición fijados por el citado decreto.



## 2.8 REFERENCIAS

[1] Alonso Montes, José Ignacio; Franco Beltrán, Carlos; Mellado García, Francisco; Pérez Subías, Miguel; Plaza Fernández, José Fabián; Ramos González, Victoria: “La situación de las tecnologías WLAN basadas en el estándar IEEE 802.11 y sus variantes (“Wi-Fi”)”, 2004.

[2] Mengíbar Rosales, Anastasio Manuel: “Sistemas Wireless 802.11a, 802.11b y 802.11g”, 2004.

[3] Doncel Campos, Eloy; Orovitg Cardona, Jaime: “Seminario de Redes Inalámbricas Wi-Fi”, 2005.

[4] Universidad Politécnica de Cataluña: “Plan de comunicación sobre la telefonía móvil”, 30 Junio 2000.

[5] <http://www.facua.org/facuasalud/movilesysalud/losefectostermicos.htm>